

電炉鉄筋棒鋼品質調査報告書

平成 25 年 10 月

普通鋼電炉工業会

電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会

目 次

ま え が き.....	1
電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会 名簿.....	2
I. 鉄筋棒鋼の生産および需給状況.....	3
II. 定例調査：鉄筋棒鋼の実態調査.....	5
1. 調査方法.....	5
2. 化学成分調査結果.....	6
2. 1 SD295A(一般鉄筋).....	6
2. 2 SD345(一般鉄筋).....	6
2. 3 SD390(一般鉄筋).....	7
2. 4 SD490(一般鉄筋).....	7
2. 5 一般鉄筋とねじ節鉄筋の比較.....	8
2. 6 トランプ元素の地域比較(Cu, Cr, Sn).....	8
2. 7 まとめ.....	8
3. 機械的性質調査結果.....	54
3. 1 SD295A(一般鉄筋).....	54
3. 2 SD345(一般鉄筋).....	54
3. 3 SD390(一般鉄筋).....	55
3. 4 SD490(一般鉄筋).....	55
3. 5 ねじ節鉄筋.....	55
3. 6 まとめ.....	56
4. 単位質量調査結果.....	77
4. 1 一般鉄筋.....	77
4. 2 一般鉄筋とねじ節鉄筋の比較.....	77
4. 3 まとめ.....	77
5. 節形状調査結果.....	81
5. 1 節の高さ.....	81
5. 2 節の平均間隔.....	81
5. 3 まとめ.....	82

Ⅲ. 特別調査：せん断補強筋曲げ加工部に関する鉄筋品質性状調査.....	88
1. はじめに.....	88
2. 提供サンプル詳細及び調査結果.....	89
2. 1 サンプル詳細.....	89
2. 2 化学成分調査.....	90
2. 3 機械的性質調査.....	105
2. 4 寸法・質量調査.....	111
3. せん断補強筋の製造状況.....	113
4. せん断補強筋の人工時効処理状況.....	116
5. せん断補強筋の引張試験.....	117
6. まとめ.....	122
あ と が き.....	125

【参 考 資 料】..... 127

1. 過去7回の品質調査項目と結果の概要(特別調査テーマ).....	128
2. 鉄筋棒鋼の使用上の注意事項.....	130
3. 電炉鉄筋棒鋼メーカーの一覧.....	136
4. 電炉鉄筋棒鋼のロールマーク.....	137
5. 電炉鉄筋棒鋼メーカーの機械式継手の現状.....	138

まえがき

近年、持続的発展可能な社会の構築に向けて、世界各国で環境問題を中心とした法制化、規格化が急速に進められております。特に天然資源の枯渇化が危惧されている現代社会において、資源の循環活用を背景とする循環型社会形成は、最重要課題とされているところです。

普通鋼電炉工業会では、どの業界よりもいち早くこれらの問題に取り組み、資源の循環活用は基より、環境問題の改善策を講じてきた結果、世界に誇れる業界に成長しております。また、電炉鉄筋棒鋼の品質においては、品質調査委員会を設置し、昭和62年から過去7回にわたり、会員各社の品質調査を年単位で纏め、日本工業規格に準拠して精査した結果を電炉鋼材フォーラムおよび報告書で公開して参りました。その結果は、何れの電炉鉄筋棒鋼も規格を満足しており、会員各社はJIS規格に準拠した品質管理体制は基より、それぞれ独自の品質管理チェック項目を定めた厳しい管理体制に帰する所が大であると思われまます。

電炉鉄筋棒鋼の品質は、阪神・淡路大震災を契機に国土交通省を始とする建築学会、土木学会、その他諸団体の設計・施工指針の改定に伴って、高強度化、継手方法、定着方法等の改善策を講じ、設計・施工技術の向上に貢献してまいりました。

更に東日本大震災を経てその重要性は増し、設計技術者、施工技術者らは、新たに耐震対策に必要不可欠なせん断補強筋の品質および鉄筋棒鋼の時効品質等に関する試料提供を希求しております。

普通鋼電炉工業会の電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会では、今回これらの要望に応えるべく特別調査として、鋼種毎に閉鎖型せん断補強筋を形成するアプセットバット接合法、フラッシュバット接合法によって形成された人工時効閉鎖型せん断補強筋の引張試験を行いました。その結果、何れの鋼種および接合方法による接合部、曲げ加工部での異常は認められませんでした。

設計技術者、施工技術者の方々には、本報告書を有効に活用されるとともに、電炉鉄筋棒鋼の品質確認されることを所望致します。

普通鋼電炉工業会に於かれましては、今後とも設計、施工技術者のご意見を頂きながら、従来の品質に奢ることなく一層の品質改善に取り組まれることを期待します。

最後に本報告書を纏めるにあたって、電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会各委員ならびに普通鋼電炉工業会事務局の皆さんには、多大なるご尽力を賜りましたことを心より感謝致します。

平成 25 年 10 月

電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会
委員長 河合 紘茲

電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会 委員名簿

委員長	日本大学	前 生産工学部土木工学科 教授	河合 糺茲
委員	東京鐵鋼(株)	ネジ・加工品事業部 担当部長	小曾根 茂雄
	(株)伊藤製鐵所	技術顧問(前取締役筑波工場長)	池田 幸夫
	共英製鋼(株)	名古屋事業所 生産管理部担当次長	早川 徳美
	合同製鐵(株)	船橋製造所 技術管理部長	瀬戸口 昭人
	JFE条鋼(株)	主監 技術部長	小松 喜美
	北越メタル(株)	取締役 品質保証部部長	松原 光成
	(株)向山工場	品質管理課課長	伊藤 正美
試験担当			
	【曲げ引張強度試験】		
	東京鐵鋼(株)	品質保証部品質保証二課長	富沢 康二
	【人工時効処理実験】		
	(株)伊藤製鐵所	品質保証部課長	飯野 雅之
	【曲げ加工・溶接】		
	富士鋼業(株)	専務取締役	荒明 覚
事務局	普通鋼電炉工業会	事務局長	中島 正弘
	普通鋼電炉工業会	事務局次長	北村 健治

I. 鉄筋棒鋼の生産および需給状況

2012年のわが国の粗鋼生産は1億723万トンと、図1に示すとおりリーマンショック後の2009年を別として、2010年より3年連続で1億トンを上回っている。製鋼法別に見ると、転炉による生産は8,231万トン・前年比0.5%の減少となり、電気炉による生産は2,493万トン・前年比0.3%増となった。

鉄筋棒鋼の生産推移をみると、図2に示すとおり直近3年間は1,000万トンを割り込み推移しているが、2011年3月の東日本大震災後の復興需要が徐々に始まり、緩やかな回復傾向となっている。

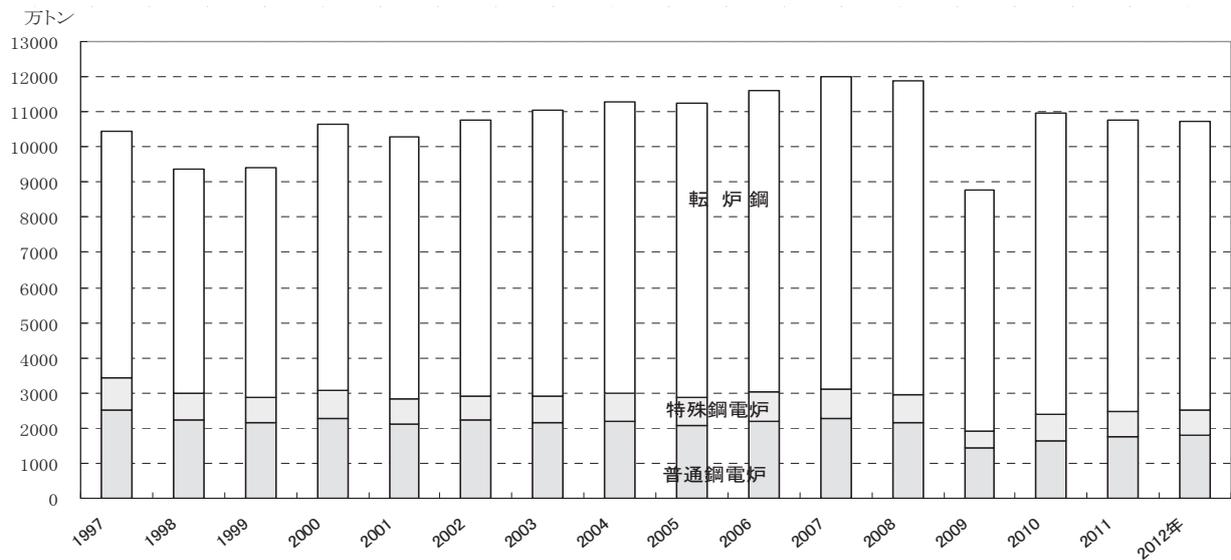


図1 粗鋼生産の推移

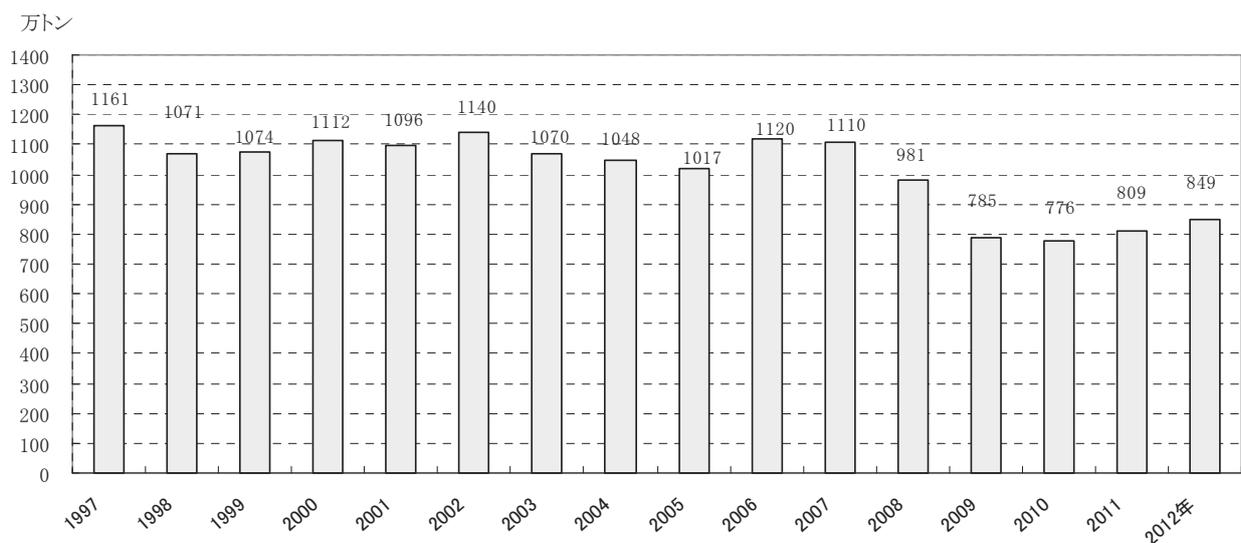


図2 鉄筋用小形棒鋼の生産推移

出所：経済産業省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」（図1も同じ）

注：鉄筋用小形棒鋼の生産は、鉄筋用小形棒鋼の異形棒鋼と丸鋼の合計

近年の異形棒鋼輸出は、図3に示すとおり、2003年の80万トンにピークに減少傾向となり、直近2年間は20万トン台となっている。

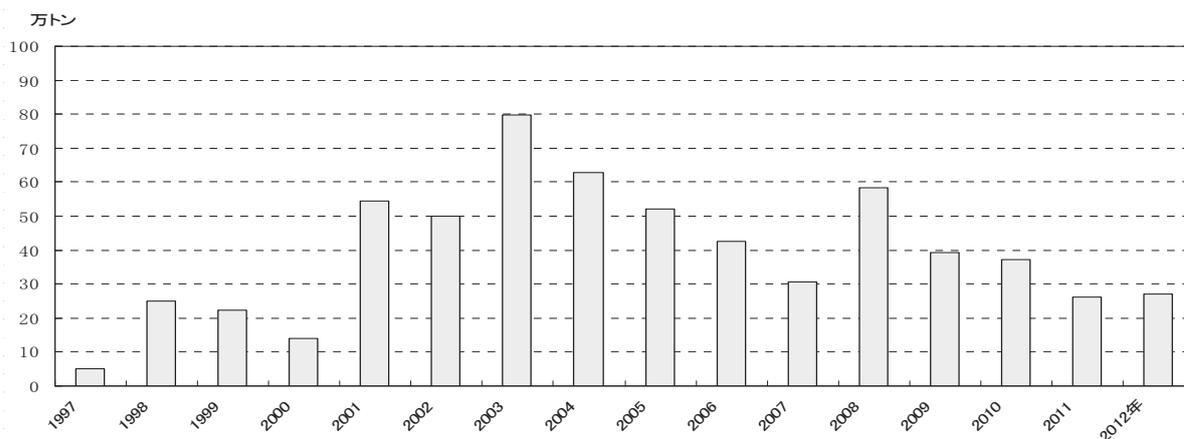


図3 异形棒鋼の輸出推移

出所：財務省 貿易統計

需要産業である建設部門の動向をみると、2012年の建築着工床面積・構造別では、鉄筋(RC)造は2,989万 m^2 ・前年比3%増、鉄骨鉄筋(SRC)造は240万 m^2 ・同19%減、鉄骨(S)造は4,475万 m^2 ・同9%増となった。(国交省「建築着工統計」) 2012年の土木については、公共土木工事受注金額でみると10兆760億円、民間土木工事受注金額は、3兆5,240億円となった。(国交省「建築工事受注動態統計」)

异形棒鋼の呼び名(以下、サイズと記述)別生産比率をみると、図4のとおり、D29～D51超がやや増加し、D16～D25が減少傾向となっている。

現在、わが国の普通鋼電炉メーカーは36社(普電工会員32社)あり、地産地消のもと北海道から沖縄まで全国に展開している。このうち、電炉鉄筋棒鋼生産メーカーは25社(普電工会員24社)でいずれもJIS認証を取得し、各社それぞれ厳格な品質管理体制を敷き生産を行っている。また高強度鉄筋の増加、せん断補強鉄筋の高強度化、機械式継手の普及等に積極的に取り組んでいる。

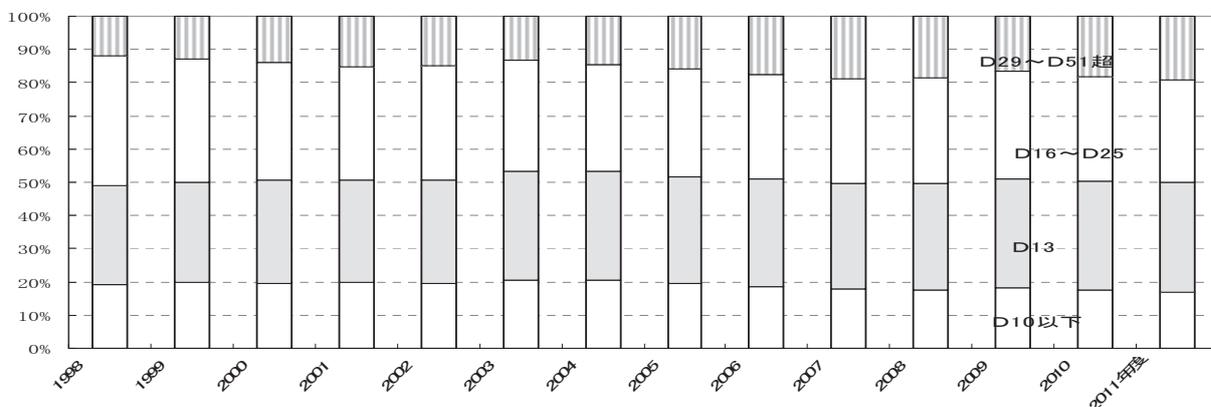


図4 异形棒鋼のサイズ別生産比率の推移

出所：日本鉄鋼連盟 資料

注：統計では、D10以下～D41が小形鉄筋棒鋼、D51は中形鉄筋棒鋼

II. 定例調査：鉄筋棒鋼の実態調査

1. 調査方法

今回の品質調査は、現在流通している電炉鉄筋棒鋼の実態を把握するため普通鋼電炉工業会会員会社のうち鉄筋棒鋼を生産する全国 24 社 31 製造所から 1 ヶ年分の品質データを収集した。

品質データ収集は、平成 24 年 1 月から同年 12 月の期間とし、この間で製造した SD295A (D10～D16)、SD345 (D10～D51)、SD390 (D10～D51)、SD490 (D25～D51) の 34 品種について、化学成分、機械的性質、単位質量、寸法の品質データ（最小値、最大値、平均値）をアンケート方式で収集した。収集したデータは、各々の品種ごとに JIS 規格に基づき、最小値、最大値及び、それぞれの平均値を求め、電炉鉄筋棒鋼の現状を把握すると共に、過去(平成 20 年 1 月～12 月)に行った調査結果との比較を行った。

2. 化学成分調査結果

収集したデータの化学成分の今回調査と前回調査との対照表を表 2.1～表 2.4 に示した。また、対照表のなかで SD295A については D10～D16 の 3 サイズ（図 2.1-1～2.1-3）、SD345 は D10～D51 の 12 サイズ（図 2.2-1～2.2-12）、SD390 は D10～D51 の 12 サイズ（図 2.3-1～2.3-12）、SD490 については D25～D51 の 7 サイズ（図 2.4-1～2.4-7）をグラフ化した。

さらに、トランプエレメント（Cu、Cr、Sn）が地域によって差異があるかどうかも調査を行い、SD295A D13、SD345 D25、SD390 D29 の 3 品種について、各メーカーのトランプエレメントの平均値を地域ごとに平均化し、その結果を表 2.5、図 2.5 に示した。

2.1 SD295A（一般鉄筋）

- (1) C 量は平均で 0.20% と前回とほぼ同様の実績であった。
- (2) Si 量は平均で 0.16%～0.17% であり、前回とほぼ同様の実績であった。
- (3) Mn 量については平均で 0.63%～0.64% と前回調査より、0.01% 低下していた。
- (4) P 量は前回と同様、平均値が 0.27% だった。また、最大値は JIS 規格を満足している。
- (5) S 量は平均が 0.31～0.33% と、前回とほぼ同様の実績であった。また、最大値は JIS 規格を満足している。
- (6) Cu 量は平均が 0.28%、Cr 量は平均が 0.20% で、ほぼ前回と同様の実績であった。Sn 量は平均が 0.025% と前回実績より 0.007% ほど増加している。

2.2 SD345（一般鉄筋）

- (1) C 量は平均値が 0.24% で、前回調査と大差がなかった。また、前回同様、サイズの違いによる差異もなかった。最大値は、いずれのサイズも 0.27% で JIS 規格を満足している。
- (2) Si 量は平均値が 0.19%～0.21% と若干（0.01% ほど）低減していた。また、最大値は JIS 規格を十分に満足している。
- (3) Mn 量は平均値が 0.87%～0.95% と前回と比較して 0.04% ほど低減している。また、サイズが大きくなるにつれ、Mn 量が増えている。最大値は、JIS 規格を十分に満たしている。
- (4) P 量、S 量ともほぼ前回調査と同様の実績であった。両者ともサイズによる差異もなく、最大値はいずれも JIS 規格を満たしている。
- (5) Cu 量は平均値が 0.28%～0.30% と前回調査より 0.01% ほど増加していた。また、Cr 量も同様に平均値が 0.19%～0.21% と前回より 0.01% ほど増加している。いずれもサイズによる差異はなかった。Sn 量は平均が 0.018% とほぼ前回と同様の実績であった。

(6) V 量は平均値が 0.013%と前回調査と差異はなかった。また、前回調査と同様、サイズが大きくなるにつれて増加し、特に D51 のみ他サイズより 0.013%ほど高い値となっている。

2.3 SD390 (一般鉄筋)

- (1) C 量の平均値は 0.25%~0.26%と、前回調査と差異はなかった。サイズが大きくなるにつれて C 量は微増している。最大値は 0.29%と JIS 規格を満たしている。
- (2) Si 量は平均値が 0.18%~0.22%と 0.01%低減していた。サイズによる差異は見られない。また、最大値は JIS 規格を十分に満足している。
- (3) Mn 量は平均値が 0.96%~1.14%と前回とほとんど変わらない。サイズが大きくなるにつれ、Mn 量は増加している。
- (4) P 量は前回調査より 0.01%増加、S 量は 0.01%低減している。また、D51 サイズの P 量は他のサイズと比較して前回同様 0.02%ほど低い。P 量、S 量とも最大値は 0.040%と JIS 規格を満たしている。
- (5) Cu 量は前回調査とほとんど変わらないが、D51 サイズのみ他サイズと比較してかなり低い値となっている。Cr 量は前回調査より全サイズで 0.03%~0.04%ほど増加している。Sn 量は平均値が 0.019%と前回調査と同様の実績であった。
- (6) V 量は平均値が 0.024%と前回と差異はなかった。また、D51 サイズのみ他サイズと比較し、0.010%ほど高い値となっている。

2.4 SD490 (一般鉄筋)

今回初めての調査となった。

- (1) C 量の平均値は 0.24%~0.27%と SD390 と同程度だった。サイズが大きくなるにつれ、増加傾向にある。最大値は 0.31%と JIS 規格を満たしている。
- (2) Si 量の平均値は 0.26%~0.32%と他の鋼種に比べて高めとなっている。最大値は 0.52%と JIS 規格を満たしている。
- (3) Mn 量の平均値は 1.31%~1.36%となっており、SD295A, SD345, SD390, SD490 と高強度鋼種になるにつれ増加している。サイズによる差異は見られず、最大値は 1.49%と JIS 規格を十分に満たしている。
- (4) P 量の平均値は 0.020%~0.026%、S 量の平均値は 0.021%~0.024%と他の鋼種に比べて低い値となっている。P 量はサイズが大きくなるにつれ、増加傾向にある。最大値は両者とも JIS 規格を十分に満たしている。
- (5) Cu 量の平均値は 0.16%~0.23%、Cr 量の平均値は 0.13%~0.18%、Sn 量の平均値は 0.012%~0.018%と他の鋼種に比べて低い値となっている。サイズによる差異は見られない。

- (6) V 量の平均値は 0.066%~0.086%となっており、Mn 量と同じく高強度鋼種になるにつれて増加している。D51 サイズのみ 0.086%と他のサイズに比べて一段高い V 量となっている。

2.5 一般鉄筋とねじ節鉄筋の比較

- (1) SD295A では一般鉄筋よりねじ節鉄筋の方が C 量が若干高く、Cr 量が若干低くなっている。また、P 量、S 量はねじ節鉄筋の方が若干高いが、Cu 量、Sn 量は若干少ない。ただ、全般的に大きな差異は見られない。
- (2) SD345 では一般鉄筋よりねじ節鉄筋の方が P 量、Cu 量が少なく、V 量、S 量が多かったが、全般的に大きな差異は見られない。
- (3) SD390 では SD345 と同様に、一般鉄筋よりねじ節鉄筋の方が P 量が少なく、S 量が多かった。また、C 量、Si 量、V 量はねじ節鉄筋の方が多く、Mn 量、Cr 量はねじ節鉄筋の方が少ない。
- (4) SD490 では一般鉄筋よりねじ節鉄筋の方が S 量が高い。また、ねじ節鉄筋の方が C 量、Si 量、Mn 量、Cr 量など強度を上昇させる元素が若干多かった。

2.6 トラップエレメントの地域比較 (Cu, Cr, Sn)

- (1) Cu 量は前回調査と同程度であった。但し、前回調査で低かった中部地区及び関西・中国地区で増加していた。中部地区には高炉ビレットを使用しているメーカーが、関西・四国地区には高炉溶銑を使用しているメーカーがあり、この使用比率に変化があった可能性がある。
- (2) Cr 量は前回調査より微増していた。Cu 量と同様に、中部地区、関西・中国地区の増加量が他地区に比べて大きめであった。
- (3) Sn 量は Cu 値と同様、中部地区及び関西地区で増加していた。

2.7 まとめ

今回の調査では、Mn 量の低減が見られたが、総じて前回の調査と同様な結果となった。今回より SD490 を調査したが、Mn 量や V 量を増加させて高強度化を図っている。また、SD490 の P 量、S 量及びトラップエレメントの量は他の鋼種と比較して少なめであった。一般鉄筋とねじ節鉄筋の比較調査も行ったが、総じて大きな差異は見られない。トラップエレメントの地域比較調査では、中部地区及び関西・中国地区で変化が見られた。また、前回調査と同様、全鋼種、全サイズにおいて JIS 規格を満たしていた。

表2.1 化学成分の調査結果：SD295A

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
C (%)	D10	0.11	0.30	0.208	0.07	0.28	0.196	-	-	-	-
	D13	0.10	0.30	0.206	0.12	0.30	0.198	0.20	0.26	0.219	
	D16	0.12	0.30	0.210	0.02	0.29	0.205	0.20	0.26	0.215	
Si (%)	D10	0.01	0.34	0.167	0.07	0.34	0.163	-	-	-	-
	D13	0.07	0.35	0.164	0.06	0.35	0.162	0.12	0.18	0.154	
	D16	0.07	0.42	0.167	0.08	0.35	0.171	0.12	0.19	0.148	
Mn (%)	D10	0.42	1.36	0.646	0.39	0.92	0.629	-	-	-	-
	D13	0.40	1.31	0.643	0.42	0.94	0.628	0.50	0.69	0.619	
	D16	0.45	1.36	0.653	0.46	0.99	0.638	0.49	0.67	0.626	
P (%)	D10	0.010	0.050	0.0261	0.011	0.048	0.0270	-	-	-	0.050以下
	D13	0.010	0.050	0.0264	0.010	0.050	0.0270	0.021	0.031	0.0284	
	D16	0.010	0.050	0.0265	0.012	0.049	0.0262	0.019	0.031	0.0279	
S (%)	D10	0.000	0.050	0.0315	0.006	0.050	0.0325	-	-	-	0.050以下
	D13	0.000	0.050	0.0316	0.003	0.050	0.0323	0.017	0.041	0.0311	
	D16	0.000	0.050	0.0312	0.005	0.050	0.0307	0.021	0.048	0.0331	
Cu (%)	D10	0.01	0.72	0.282	0.01	0.68	0.279	-	-	-	-
	D13	0.01	0.77	0.293	0.01	0.68	0.278	0.21	0.34	0.271	
	D16	0.01	0.71	0.286	0.01	0.66	0.281	0.21	0.31	0.256	
Cr (%)	D10	0.02	0.77	0.191	0.03	0.67	0.206	-	-	-	-
	D13	0.02	0.80	0.197	0.02	0.78	0.208	0.10	0.26	0.174	
	D16	0.02	0.52	0.196	0.02	0.84	0.199	0.09	0.32	0.189	
Sn (%)	D10	0.000	0.165	0.0173	0.001	0.100	0.0165	-	-	-	-
	D13	0.000	0.165	0.0178	0.003	0.110	0.0370	0.014	0.021	0.0168	
	D16	0.000	0.140	0.0179	0.003	0.130	0.0204	0.010	0.020	0.0165	
V (%)	D10	-	-	-	0.000	0.052	0.0052	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.000	0.064	0.0056	0.006	0.010	0.0075	
	D16	-	-	-	0.001	0.044	0.0045	0.001	0.020	0.0158	
C+Mn/6 (%)	D10	-	-	-	0.17	0.42	0.300	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.23	0.42	0.302	0.30	0.35	0.323	
	D16	-	-	-	0.11	0.42	0.312	0.30	0.35	0.319	

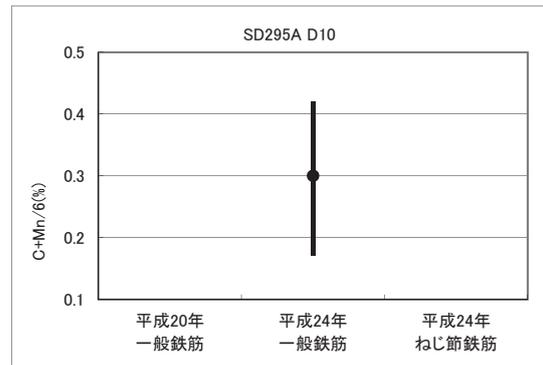
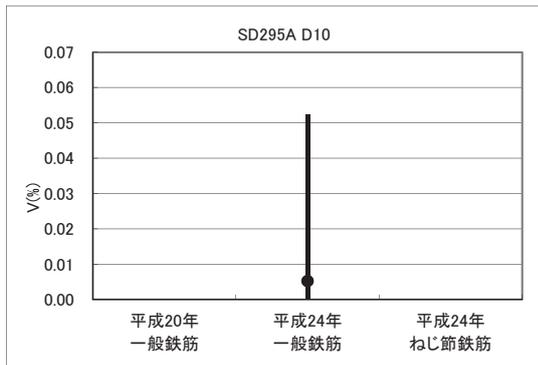
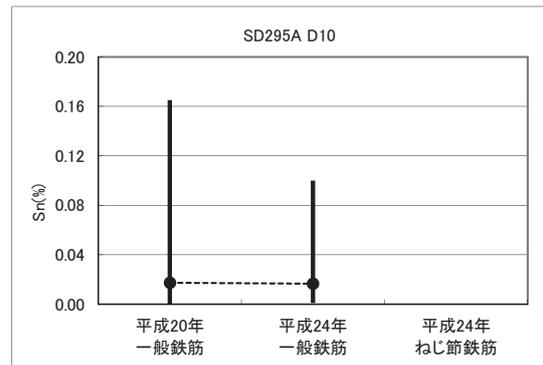
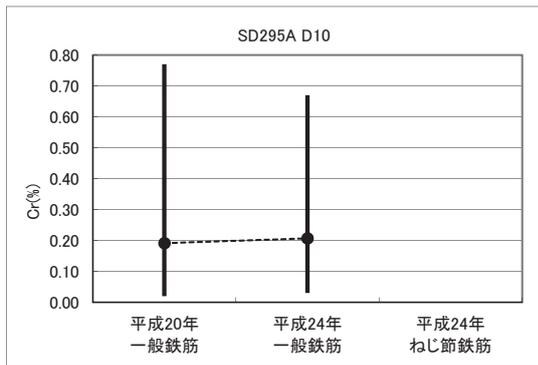
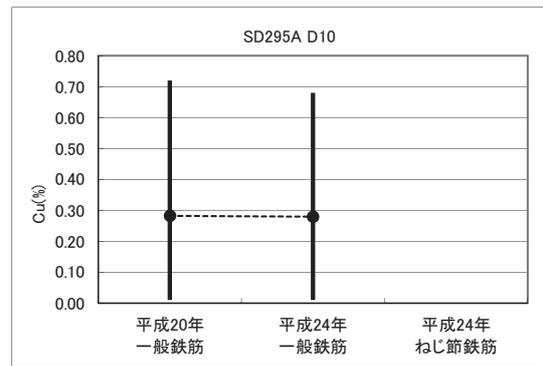
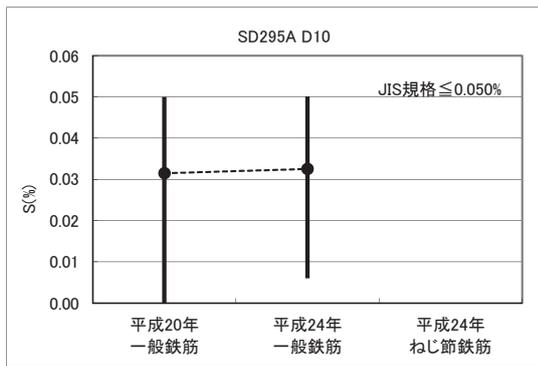
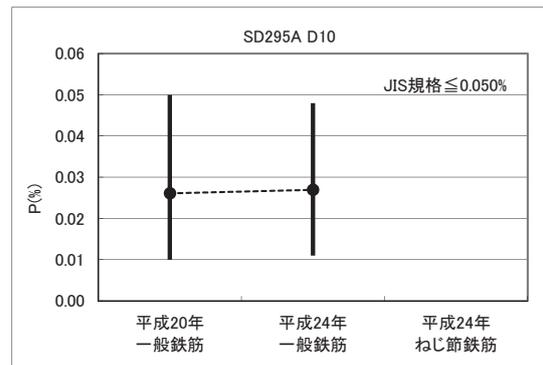
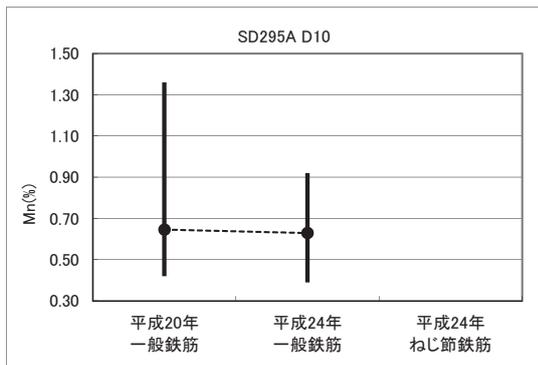
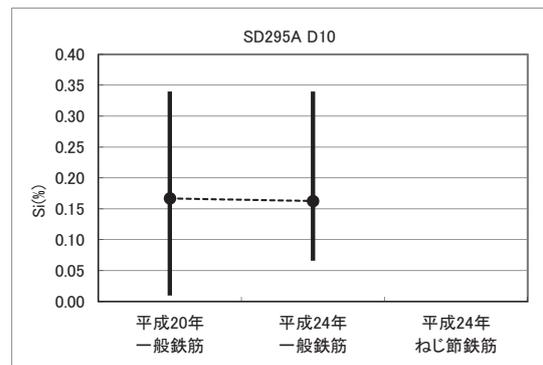
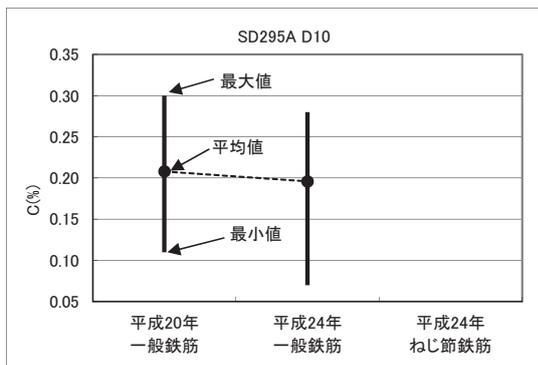


图2.1-1 化学成分：SD295A D10

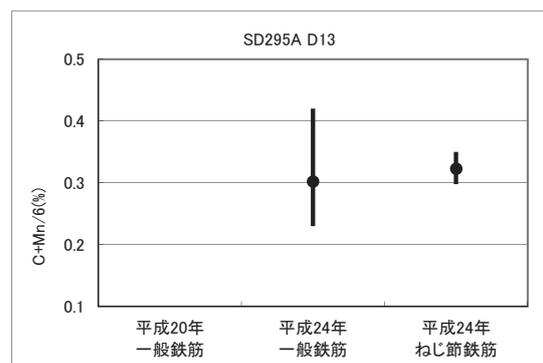
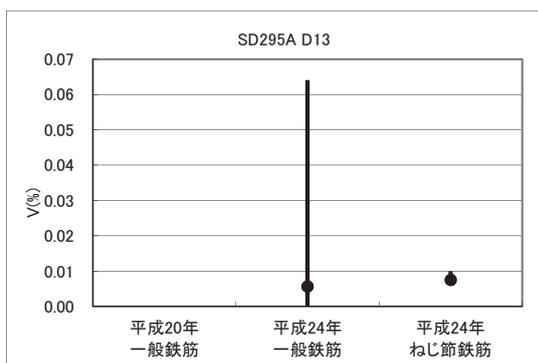
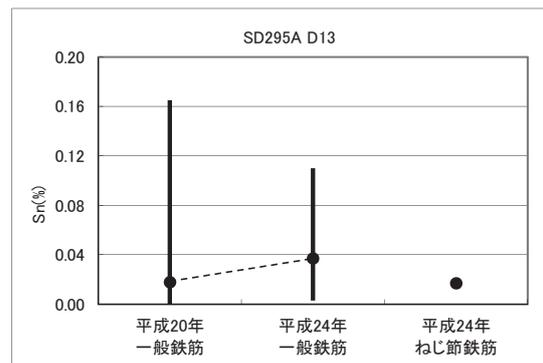
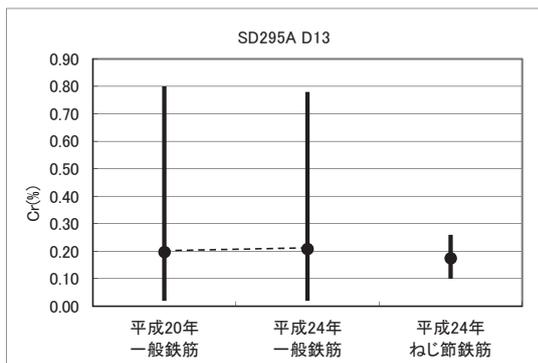
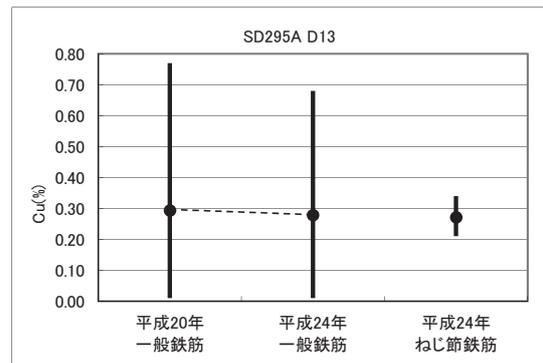
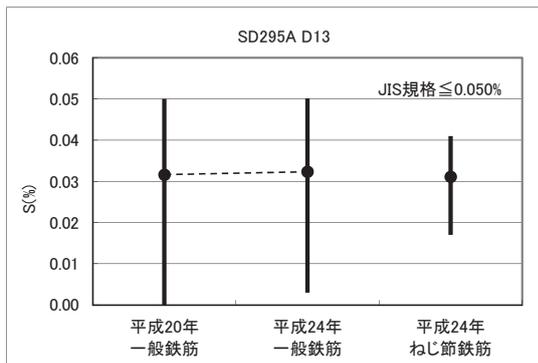
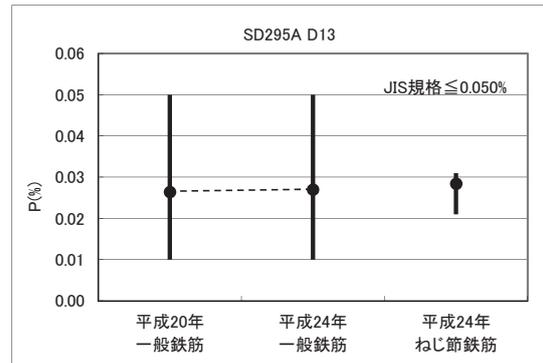
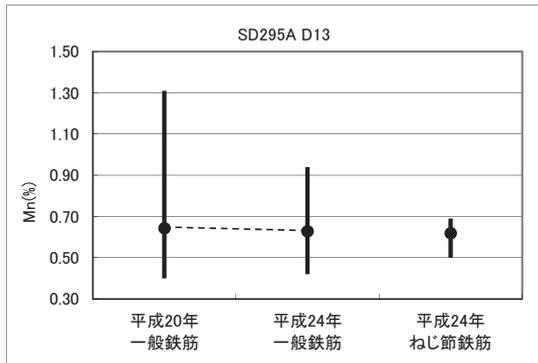
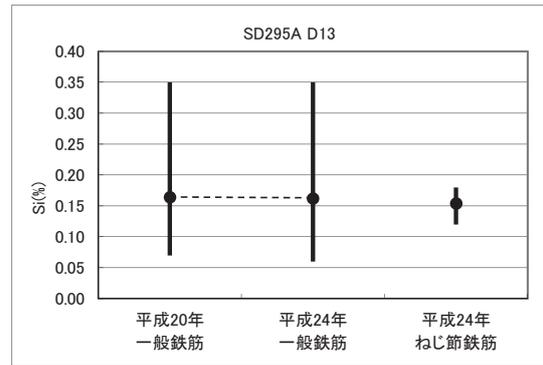
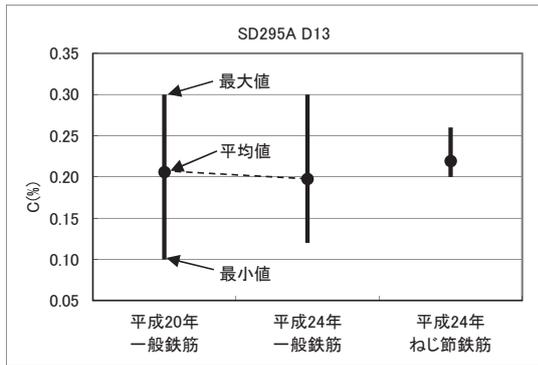


図2.1-2 化学成分：SD295A D13

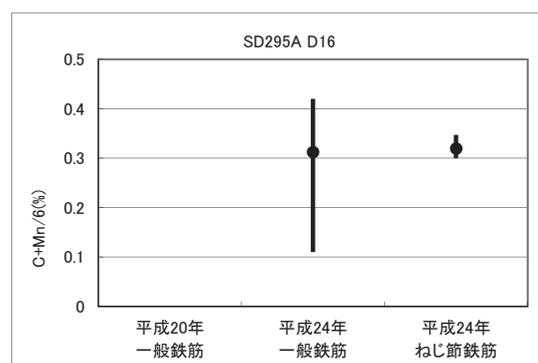
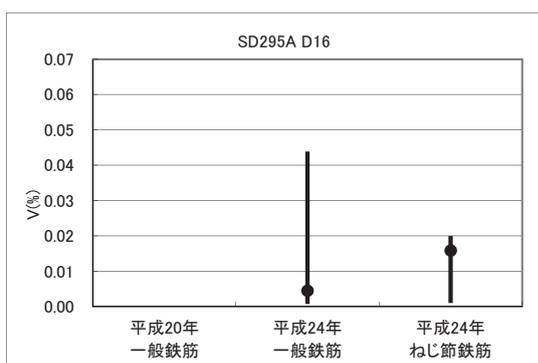
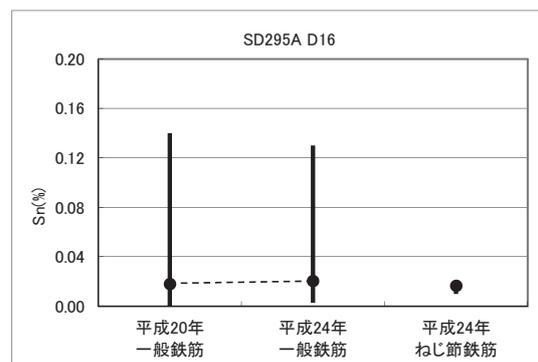
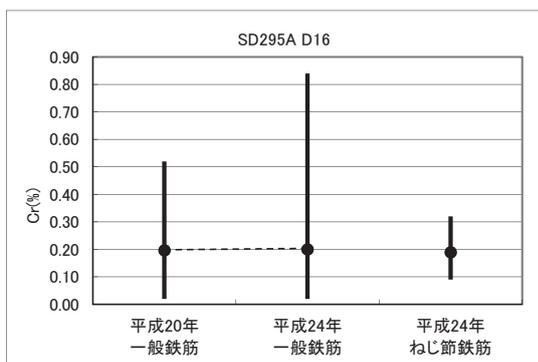
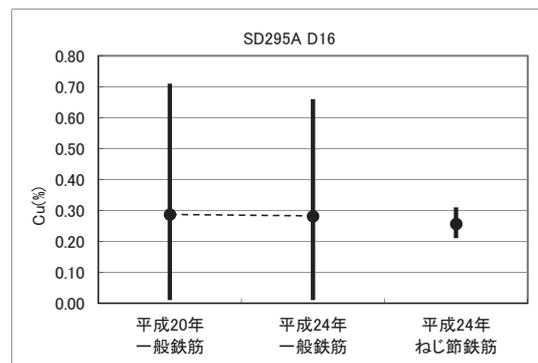
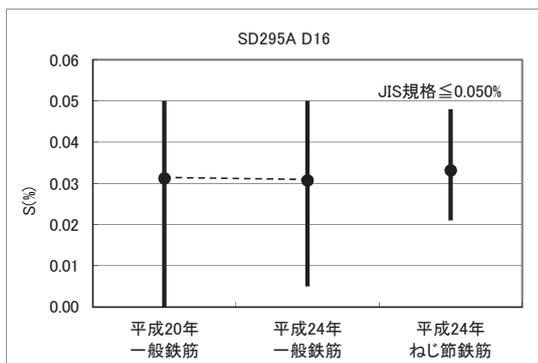
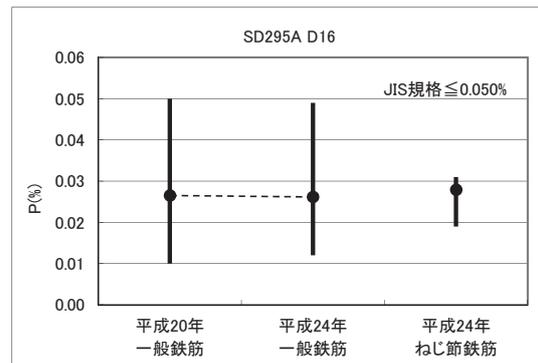
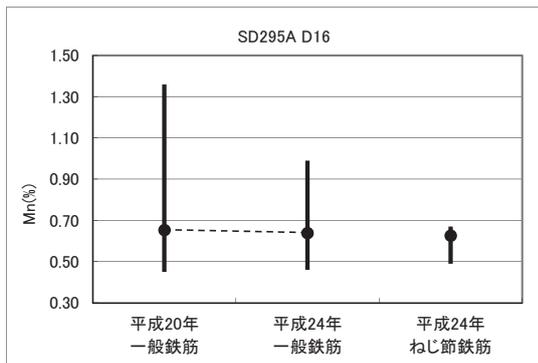
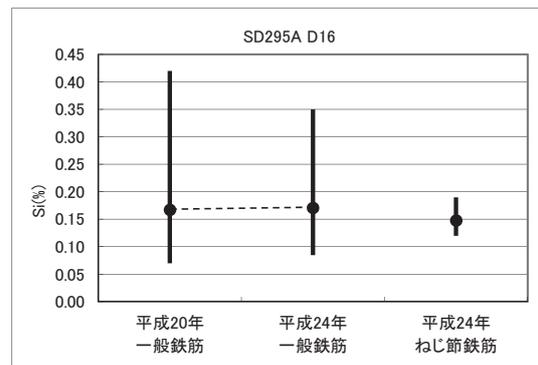
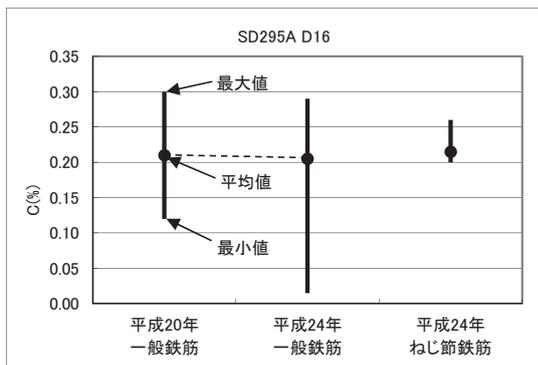


图2.1-3 化学成分：SD295A D16

表2.2-1 化学成分の調査結果：SD345

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
C (%)	D10	-	-	-	0.19	0.26	0.224	-	-	-	0.27以下
	D13	-	-	-	0.18	0.27	0.235	0.23	0.25	0.241	
	D16	-	-	-	0.18	0.27	0.236	0.21	0.27	0.243	
	D19	0.17	0.27	0.238	0.17	0.27	0.239	0.21	0.27	0.244	
	D22	0.14	0.27	0.238	0.16	0.27	0.240	0.22	0.27	0.245	
	D25	0.12	0.27	0.239	0.18	0.27	0.239	0.21	0.27	0.246	
	D29	0.12	0.27	0.239	0.18	0.27	0.239	0.21	0.27	0.249	
	D32	0.17	0.27	0.239	0.18	0.27	0.239	0.21	0.27	0.246	
	D35	0.17	0.27	0.235	0.19	0.27	0.236	0.21	0.27	0.247	
	D38	0.16	0.27	0.236	0.19	0.27	0.236	0.21	0.27	0.246	
	D41	0.20	0.27	0.239	0.20	0.27	0.242	0.22	0.27	0.247	
D51	0.18	0.27	0.236	0.19	0.27	0.237	0.20	0.27	0.234		
Si (%)	D10	-	-	-	0.10	0.27	0.176	-	-	-	0.55以下
	D13	-	-	-	0.10	0.37	0.183	0.13	0.25	0.175	
	D16	-	-	-	0.10	0.39	0.187	0.13	0.27	0.181	
	D19	0.11	0.36	0.197	0.11	0.41	0.189	0.13	0.27	0.188	
	D22	0.10	0.38	0.199	0.11	0.43	0.193	0.13	0.28	0.187	
	D25	0.09	0.38	0.201	0.11	0.42	0.193	0.12	0.28	0.185	
	D29	0.09	0.38	0.201	0.11	0.42	0.197	0.12	0.28	0.210	
	D32	0.11	0.40	0.203	0.12	0.45	0.184	0.14	0.28	0.212	
	D35	0.09	0.40	0.207	0.12	0.41	0.196	0.16	0.27	0.222	
	D38	0.09	0.41	0.207	0.12	0.45	0.200	0.13	0.27	0.218	
	D41	0.13	0.35	0.212	0.12	0.40	0.209	0.16	0.37	0.224	
D51	0.11	0.32	0.211	0.13	0.29	0.208	0.15	0.33	0.228		
Mn (%)	D10	-	-	-	0.56	1.06	0.798	-	-	-	1.60以下
	D13	-	-	-	0.56	1.24	0.822	0.63	0.86	0.740	
	D16	-	-	-	0.53	1.24	0.842	0.60	0.89	0.790	
	D19	0.60	1.40	0.915	0.54	1.38	0.873	0.79	1.09	0.934	
	D22	0.24	1.38	0.929	0.65	1.34	0.903	0.78	1.08	0.943	
	D25	0.66	1.40	0.938	0.66	1.34	0.913	0.71	1.10	0.948	
	D29	0.74	1.39	0.953	0.68	1.35	0.918	0.70	1.07	0.889	
	D32	0.75	1.40	0.966	0.66	1.32	0.910	0.81	1.08	0.889	
	D35	0.76	1.35	0.976	0.68	1.33	0.924	0.80	1.05	0.903	
	D38	0.76	1.31	0.975	0.77	1.33	0.923	0.82	1.07	0.900	
	D41	0.79	1.19	0.962	0.83	1.12	0.943	0.83	1.02	0.910	
D51	0.81	1.23	0.993	0.73	1.12	0.947	0.82	1.29	0.942		
P (%)	D10	-	-	-	0.016	0.040	0.0284	-	-	-	0.040以下
	D13	-	-	-	0.012	0.040	0.0270	0.022	0.034	0.0279	
	D16	-	-	-	0.013	0.040	0.0270	0.021	0.035	0.0284	
	D19	0.007	0.040	0.0264	0.013	0.040	0.0269	0.016	0.035	0.0247	
	D22	0.010	0.040	0.0265	0.012	0.040	0.0270	0.018	0.033	0.0248	
	D25	0.011	0.040	0.0264	0.013	0.040	0.0271	0.017	0.038	0.0247	
	D29	0.010	0.040	0.0265	0.016	0.039	0.0271	0.014	0.039	0.0240	
	D32	0.008	0.040	0.0265	0.014	0.039	0.0275	0.014	0.035	0.0254	
	D35	0.012	0.039	0.0262	0.015	0.038	0.0275	0.017	0.038	0.0241	
	D38	0.013	0.039	0.0260	0.014	0.038	0.0268	0.019	0.035	0.0259	
	D41	0.014	0.037	0.0264	0.018	0.037	0.0264	0.016	0.030	0.0245	
D51	0.011	0.038	0.0258	0.019	0.037	0.0270	0.016	0.038	0.0257		
S (%)	D10	-	-	-	0.010	0.040	0.0306	-	-	-	0.040以下
	D13	-	-	-	0.005	0.040	0.0298	0.020	0.037	0.0293	
	D16	-	-	-	0.008	0.040	0.0292	0.020	0.039	0.0298	
	D19	0.002	0.040	0.0299	0.005	0.040	0.0292	0.013	0.040	0.0326	
	D22	0.002	0.040	0.0298	0.008	0.040	0.0299	0.019	0.040	0.0327	
	D25	0.002	0.040	0.0298	0.003	0.040	0.0299	0.012	0.040	0.0329	
	D29	0.004	0.040	0.0303	0.006	0.040	0.0293	0.012	0.039	0.0322	
	D32	0.004	0.040	0.0297	0.007	0.040	0.0291	0.015	0.040	0.0326	
	D35	0.010	0.040	0.0296	0.010	0.040	0.0282	0.017	0.039	0.0313	
	D38	0.009	0.040	0.0289	0.012	0.040	0.0271	0.015	0.040	0.0324	
	D41	0.012	0.039	0.0293	0.012	0.038	0.0281	0.015	0.039	0.0325	
D51	0.012	0.039	0.0290	0.009	0.040	0.0281	0.014	0.039	0.0298		

表2.2-2 化学成分の調査結果：SD345

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ節鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
Cu (%)	D10	-	-	-	0.17	0.47	0.279	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.01	0.55	0.276	0.21	0.40	0.279	
	D16	-	-	-	0.01	0.53	0.281	0.21	0.41	0.283	
	D19	0.01	0.64	0.277	0.01	0.54	0.284	0.14	0.42	0.244	
	D22	0.01	0.57	0.278	0.01	0.67	0.286	0.13	0.45	0.244	
	D25	0.01	0.58	0.279	0.01	0.54	0.289	0.12	0.45	0.242	
	D29	0.01	0.51	0.277	0.01	0.58	0.285	0.16	0.56	0.255	
	D32	0.01	0.65	0.277	0.01	0.50	0.265	0.16	0.44	0.266	
	D35	0.05	0.64	0.276	0.02	0.48	0.294	0.13	0.38	0.245	
	D38	0.01	0.48	0.270	0.02	0.44	0.294	0.17	0.45	0.267	
	D41	0.11	0.49	0.290	0.17	0.44	0.307	0.14	0.35	0.232	
D51	0.10	0.54	0.282	0.14	0.48	0.280	0.14	0.48	0.264		
Cr (%)	D10	-	-	-	0.06	0.37	0.212	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.02	0.54	0.201	0.08	0.31	0.166	
	D16	-	-	-	0.02	0.63	0.199	0.07	0.31	0.182	
	D19	0.02	0.49	0.186	0.03	0.71	0.191	0.07	0.45	0.229	
	D22	0.03	0.44	0.189	0.02	0.59	0.197	0.07	0.40	0.222	
	D25	0.03	0.56	0.188	0.03	0.54	0.200	0.07	0.46	0.232	
	D29	0.03	0.41	0.185	0.04	0.52	0.193	0.07	0.36	0.196	
	D32	0.03	0.53	0.186	0.04	0.56	0.205	0.06	0.35	0.193	
	D35	0.06	0.37	0.180	0.05	0.55	0.196	0.08	0.41	0.205	
	D38	0.04	0.40	0.178	0.05	0.48	0.214	0.08	0.40	0.205	
	D41	0.06	0.34	0.176	0.07	0.48	0.193	0.08	0.36	0.215	
D51	0.06	0.37	0.171	0.08	0.45	0.197	0.07	0.40	0.174		
Sn (%)	D10	-	-	-	0.01	0.04	0.017	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.00	0.12	0.017	0.01	0.05	0.018	
	D16	-	-	-	0.00	0.10	0.017	0.01	0.08	0.019	
	D19	0.000	0.110	0.0179	0.01	0.11	0.018	0.01	0.05	0.017	
	D22	0.000	0.090	0.0177	0.01	0.11	0.019	0.01	0.04	0.017	
	D25	0.000	0.150	0.0178	0.01	0.10	0.019	0.01	0.08	0.017	
	D29	0.000	0.150	0.0182	0.01	0.12	0.018	0.01	0.05	0.017	
	D32	0.000	0.080	0.0179	0.01	0.07	0.017	0.01	0.05	0.018	
	D35	0.000	0.058	0.0180	0.01	0.11	0.019	0.01	0.03	0.016	
	D38	0.000	0.061	0.0242	0.01	0.06	0.018	0.01	0.06	0.018	
	D41	0.009	0.058	0.0263	0.01	0.04	0.018	0.01	0.04	0.017	
D51	0.009	0.063	0.0265	0.01	0.04	0.019	0.01	0.08	0.020		
V (%)	D10	-	-	-	0.001	0.017	0.0067	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.001	0.026	0.0083	0.006	0.021	0.0142	
	D16	-	-	-	0.002	0.023	0.0082	0.006	0.022	0.0120	
	D19	0.000	0.027	0.0098	0.002	0.027	0.0106	0.010	0.019	0.0129	
	D22	0.000	0.030	0.0101	0.002	0.026	0.0112	0.004	0.023	0.0128	
	D25	0.000	0.034	0.0100	0.001	0.035	0.0107	0.004	0.021	0.0129	
	D29	0.000	0.029	0.0106	0.001	0.026	0.0117	0.014	0.023	0.0173	
	D32	0.000	0.027	0.0113	0.001	0.025	0.0129	0.005	0.022	0.0175	
	D35	0.000	0.029	0.0127	0.001	0.026	0.0124	0.003	0.028	0.0175	
	D38	0.000	0.080	0.0161	0.002	0.025	0.0146	0.003	0.028	0.0173	
	D41	0.000	0.080	0.0171	0.001	0.024	0.0134	0.015	0.022	0.0180	
D51	0.000	0.080	0.0219	0.003	0.037	0.0278	0.016	0.041	0.0248		
C+Mn/6 (%)	D10	-	-	-	0.31	0.43	0.358	-	-	-	0.50以下
	D13	-	-	-	0.31	0.45	0.372	0.35	0.38	0.364	
	D16	-	-	-	0.27	0.45	0.376	0.31	0.41	0.374	
	D19	0.31	0.50	0.391	0.32	0.50	0.384	0.36	0.43	0.400	
	D22	0.33	0.49	0.393	0.32	0.48	0.390	0.36	0.44	0.402	
	D25	0.30	0.50	0.395	0.32	0.48	0.391	0.36	0.43	0.403	
	D29	0.30	0.50	0.398	0.33	0.48	0.381	0.36	0.42	0.398	
	D32	0.33	0.49	0.400	0.33	0.47	0.391	0.36	0.44	0.395	
	D35	0.33	0.48	0.398	0.34	0.46	0.390	0.36	0.43	0.398	
	D38	0.34	0.48	0.399	0.35	0.47	0.390	0.37	0.42	0.396	
	D41	0.34	0.44	0.399	0.36	0.43	0.397	0.38	0.42	0.399	
D51	0.36	0.45	0.402	0.35	0.44	0.395	0.34	0.45	0.391		

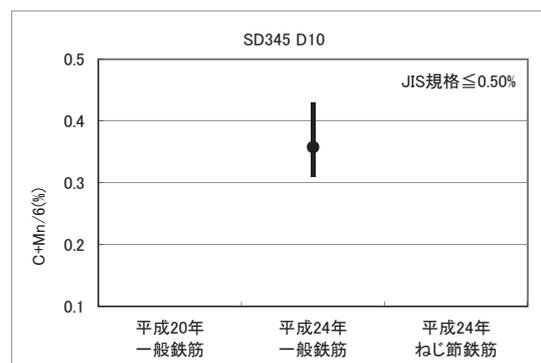
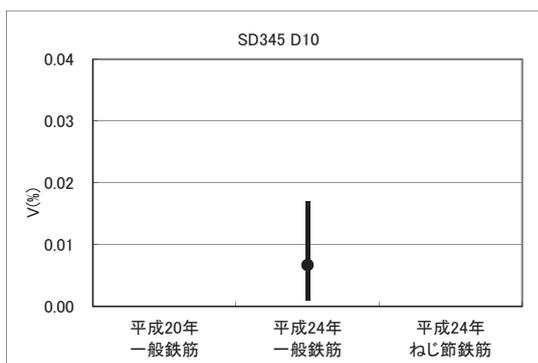
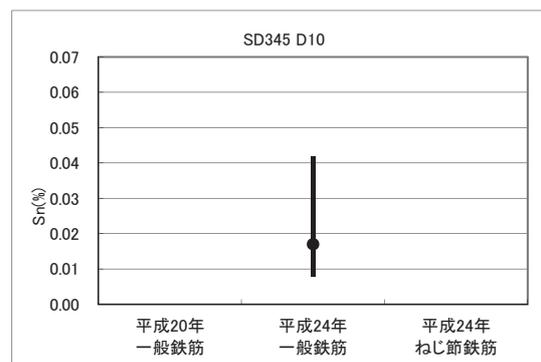
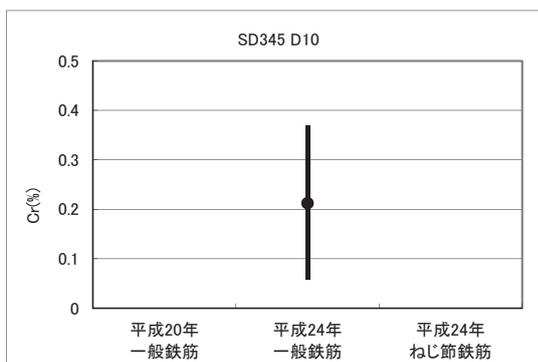
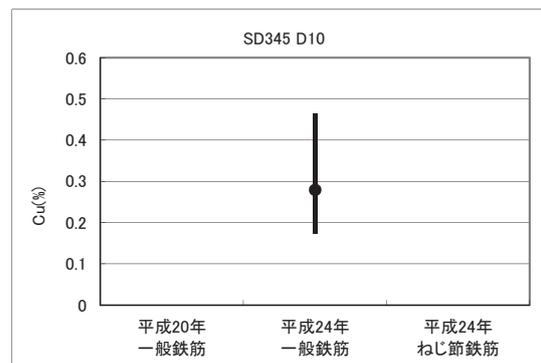
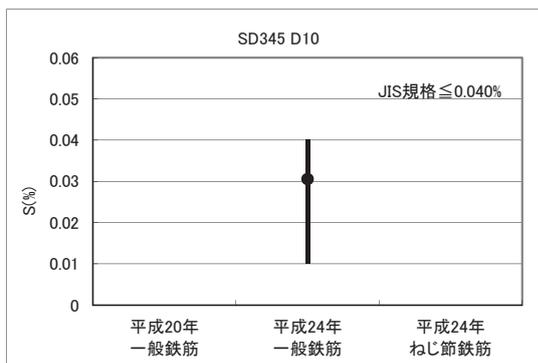
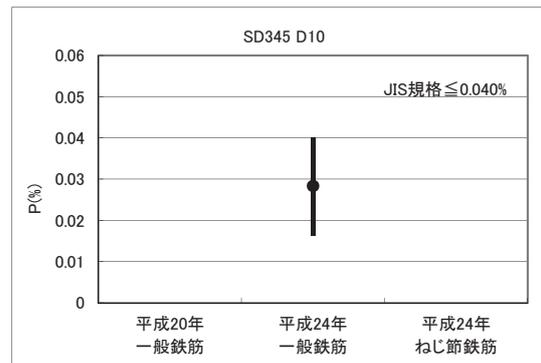
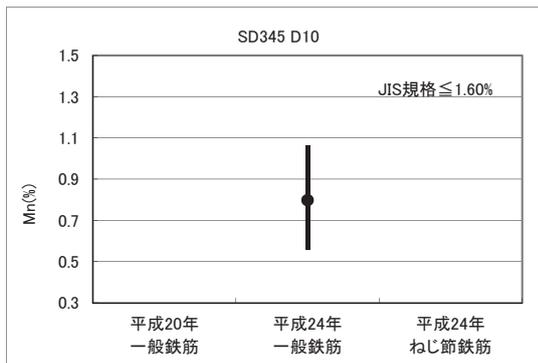
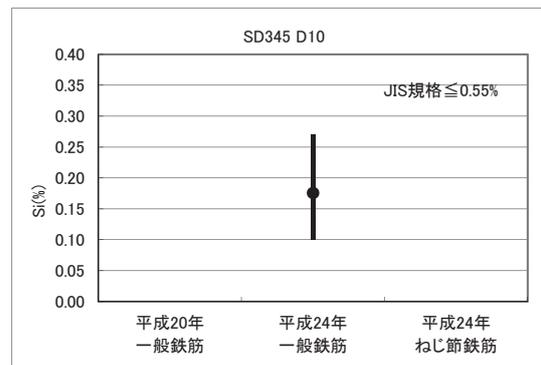
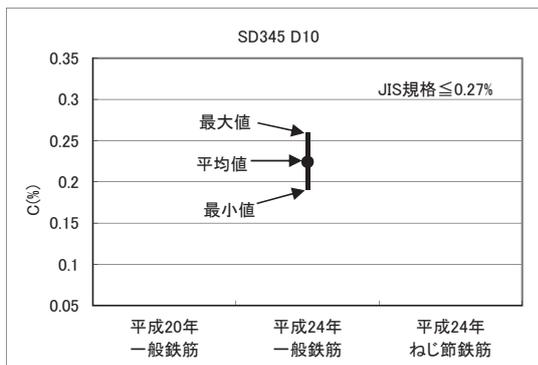


図2.2-1 化学成分：SD345 D10

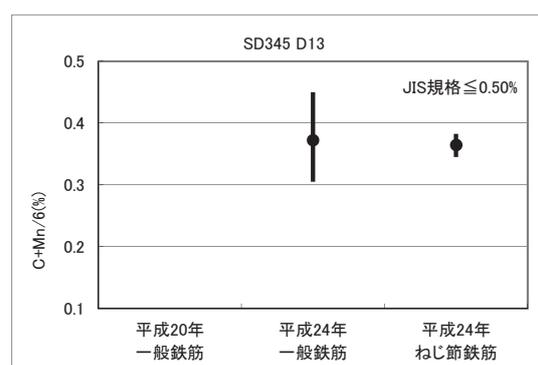
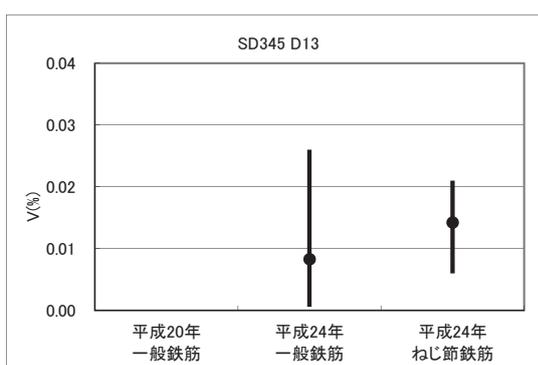
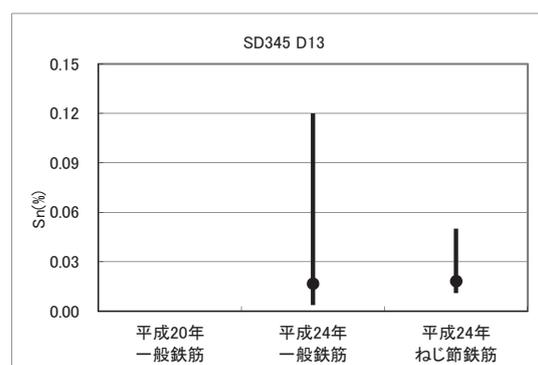
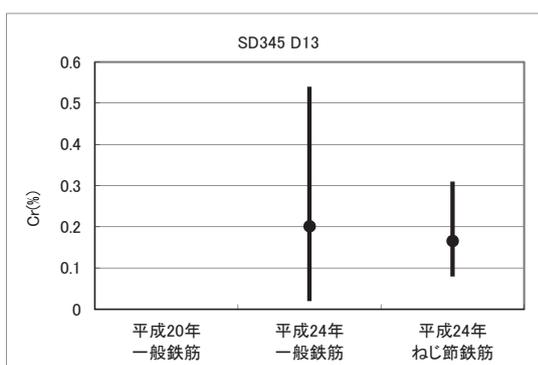
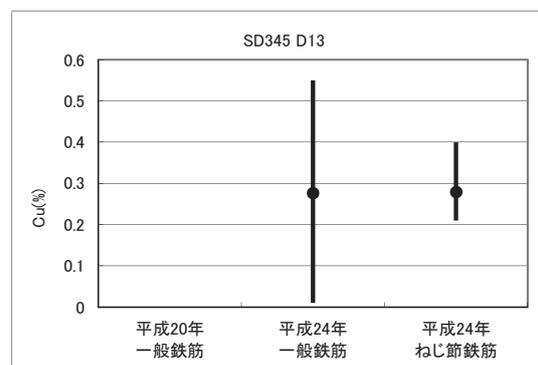
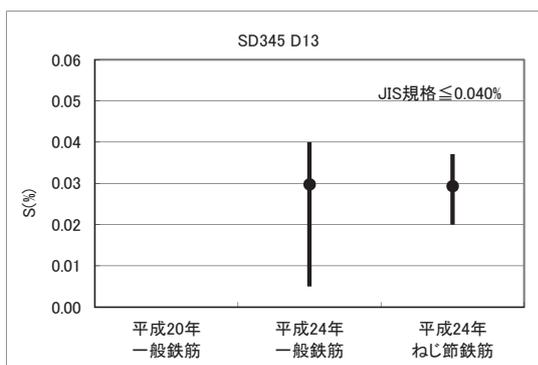
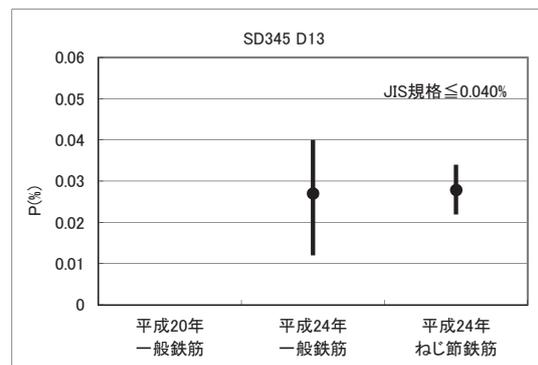
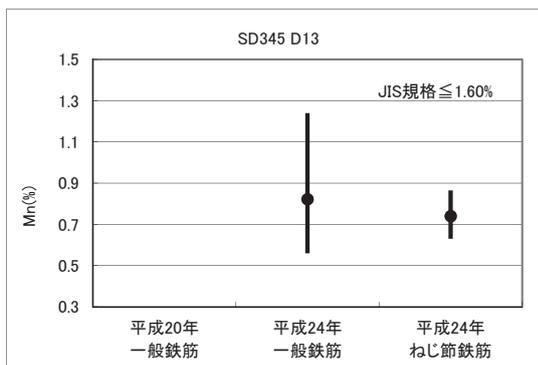
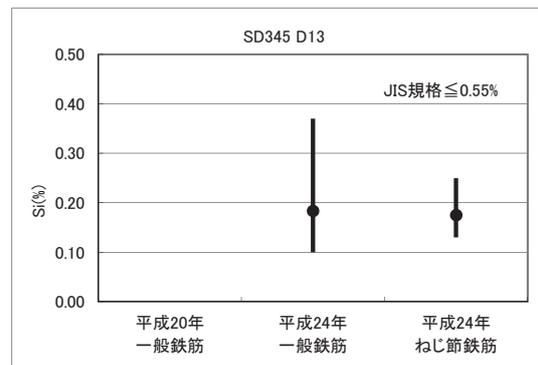
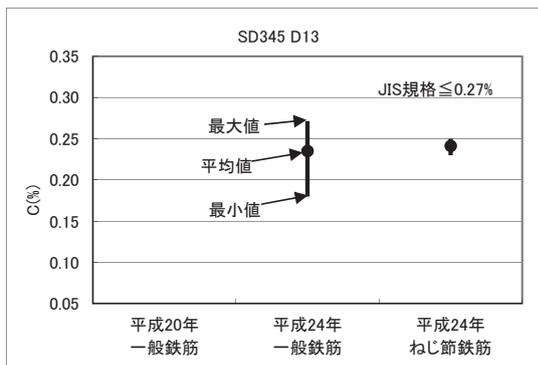


図2.2-2 化学成分：SD345 D13

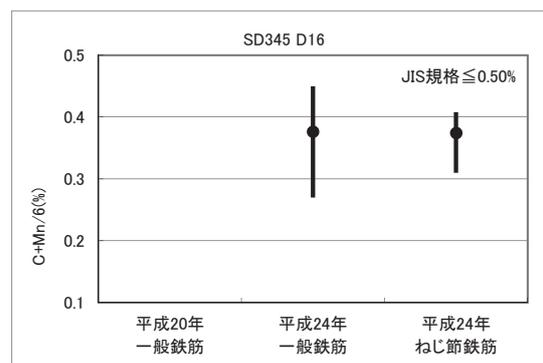
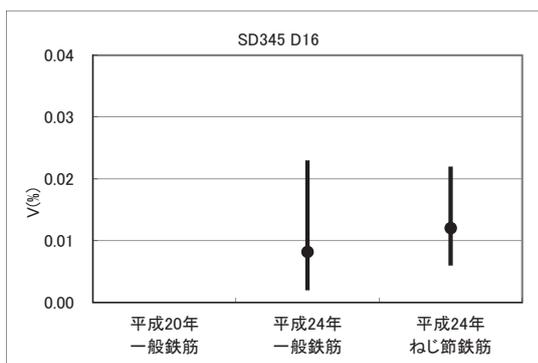
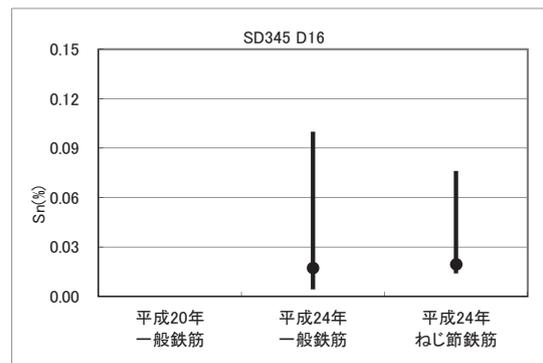
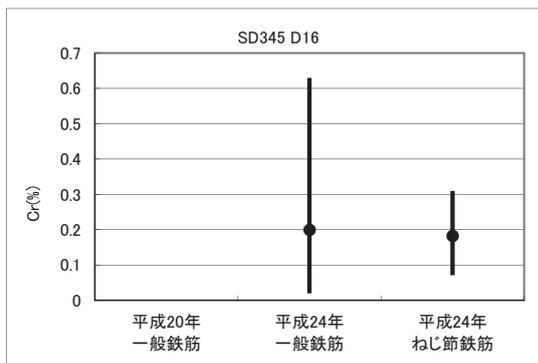
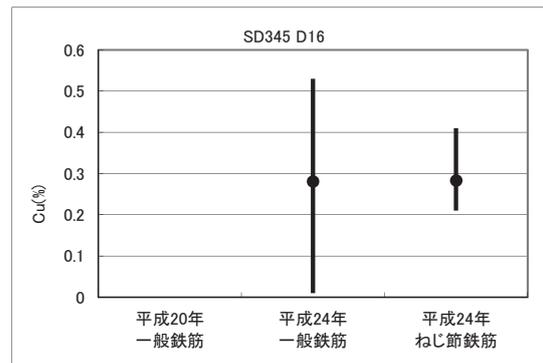
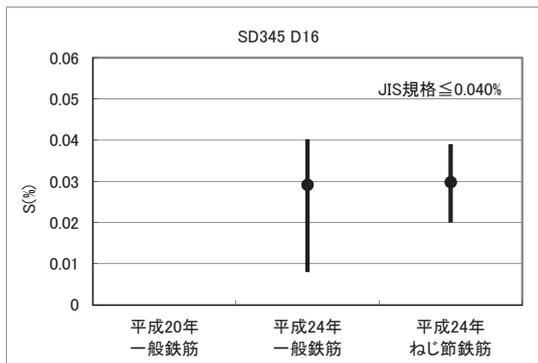
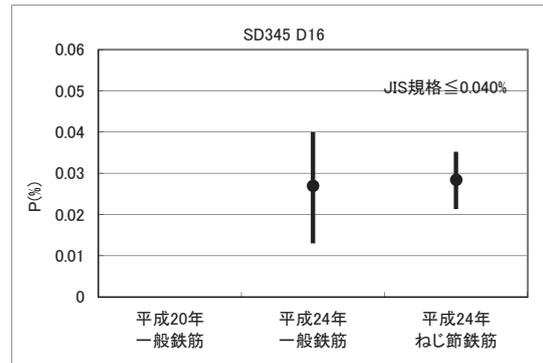
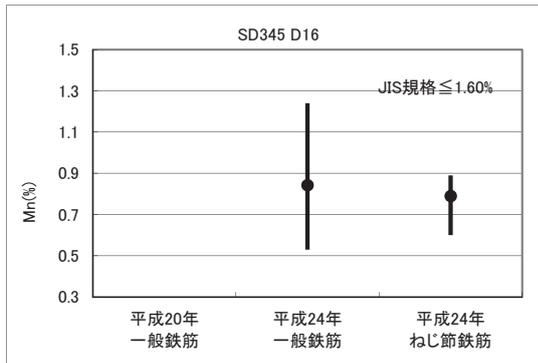
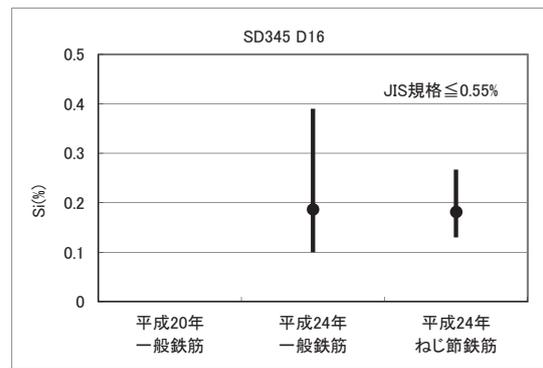
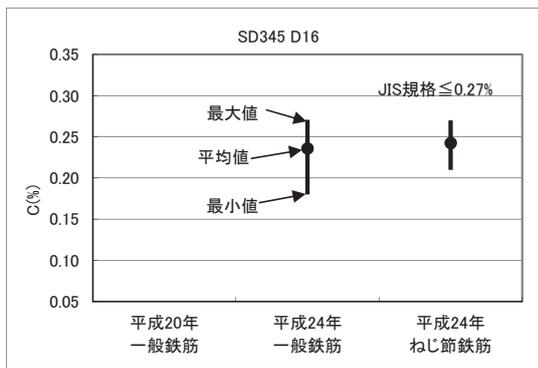


图2.2-3 化学成分：SD345 D16

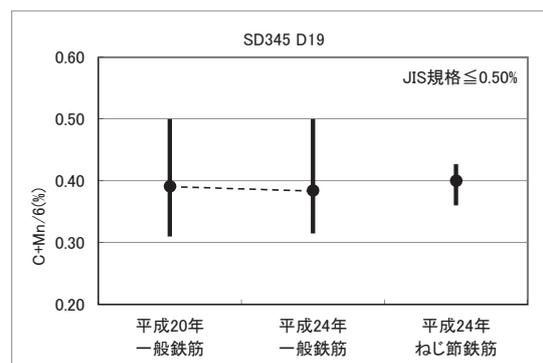
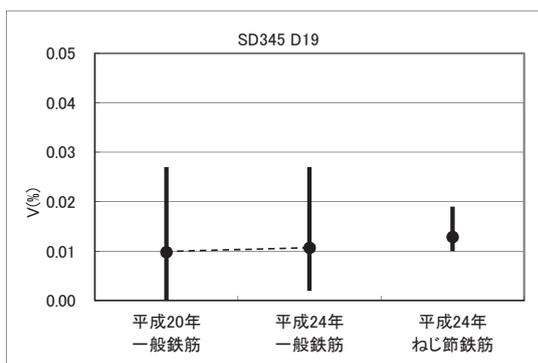
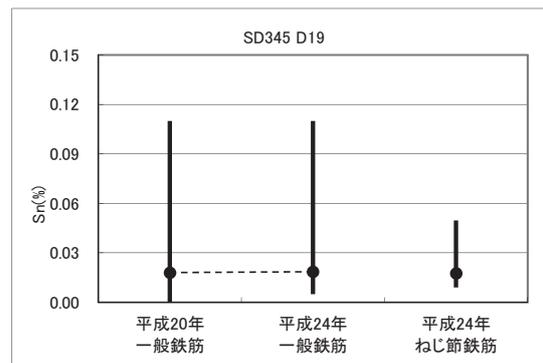
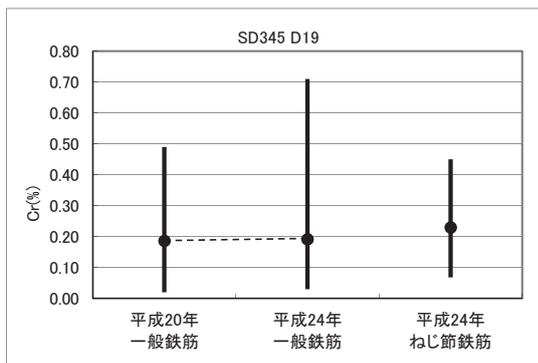
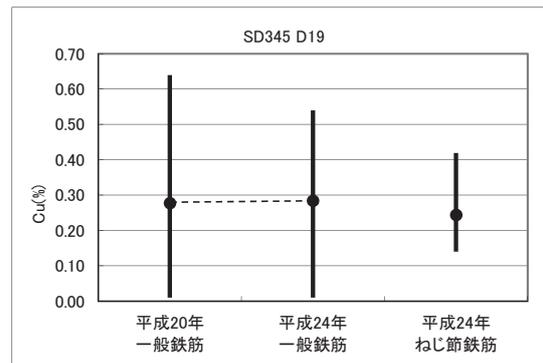
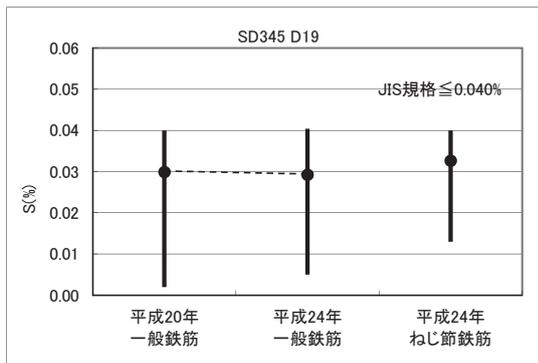
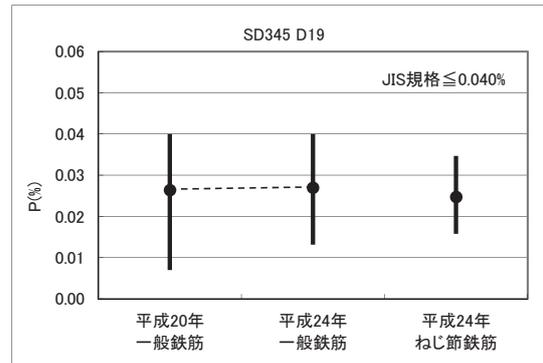
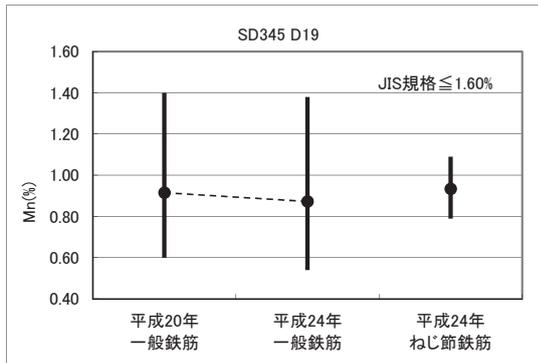
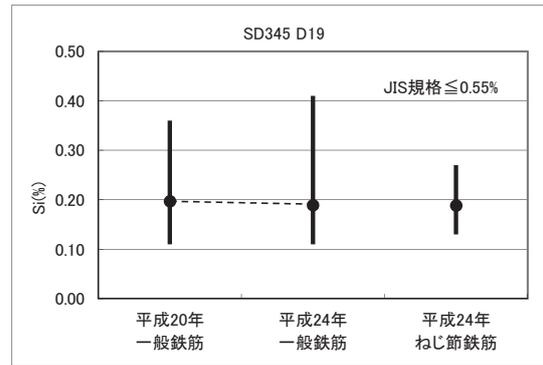
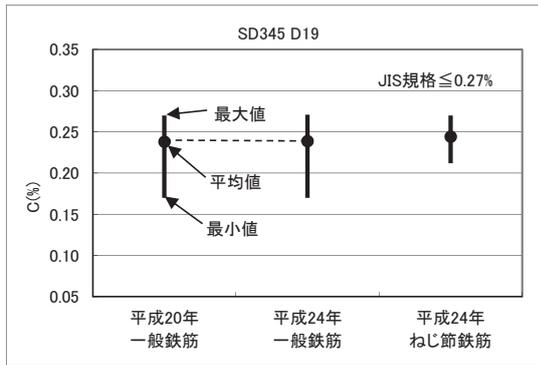


図2.2-4 化学成分：SD345 D19

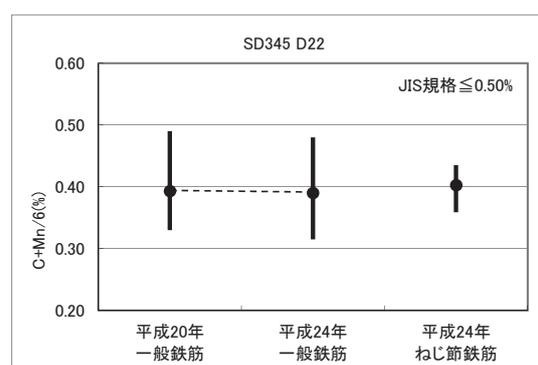
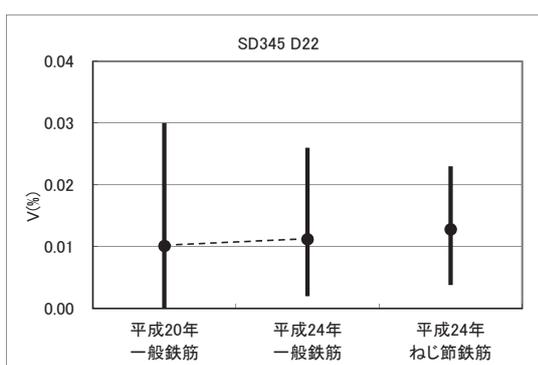
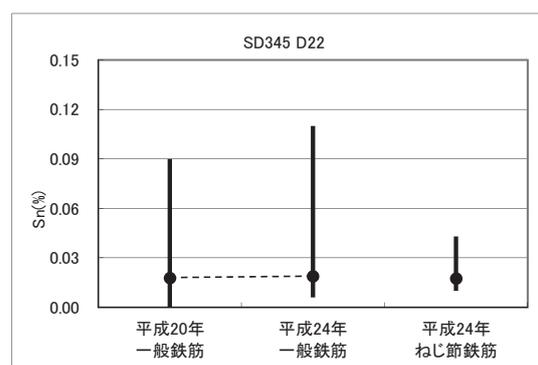
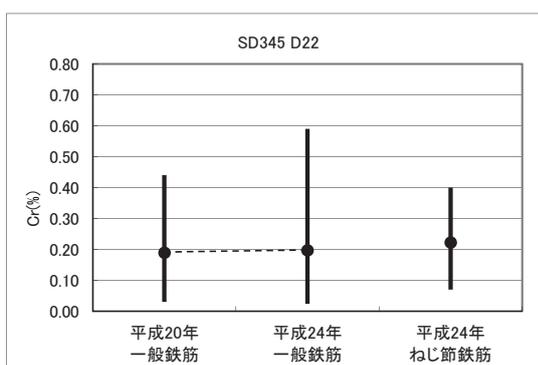
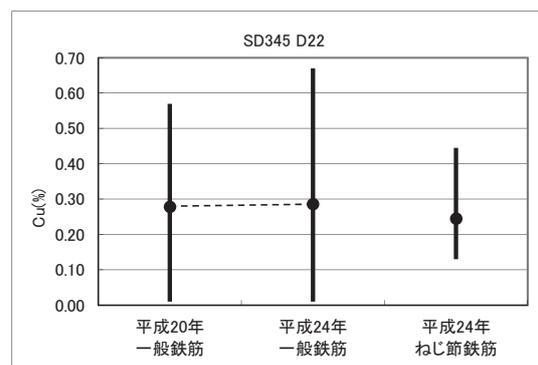
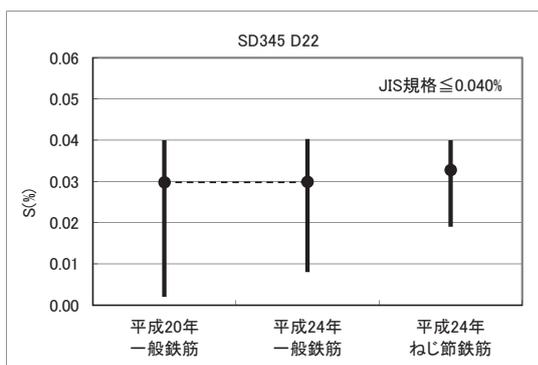
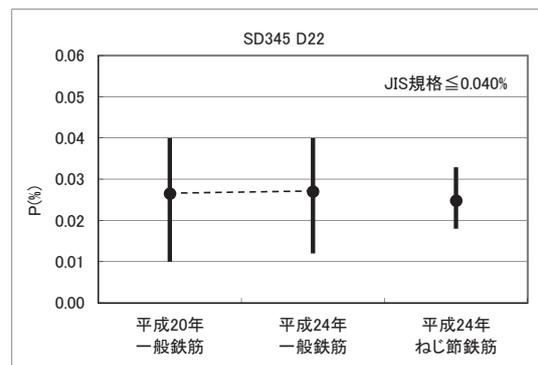
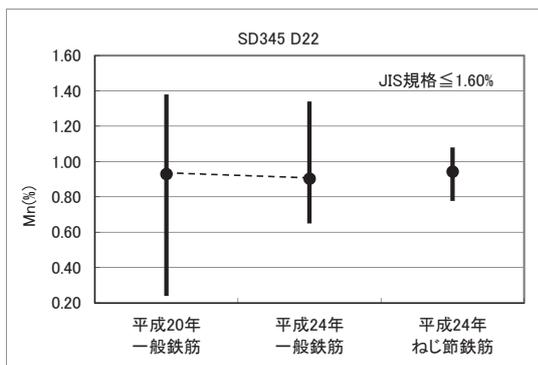
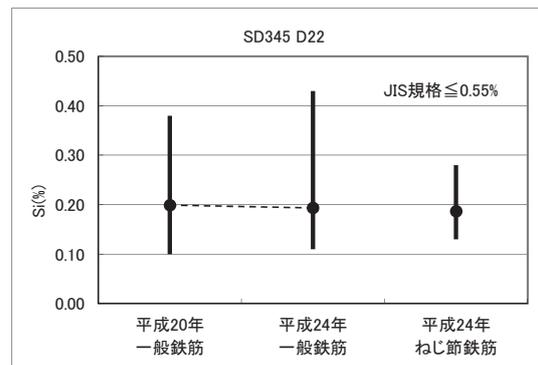
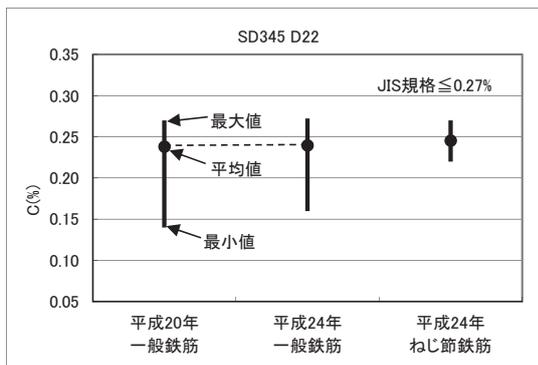


図2.2-5 化学成分：SD345 D22

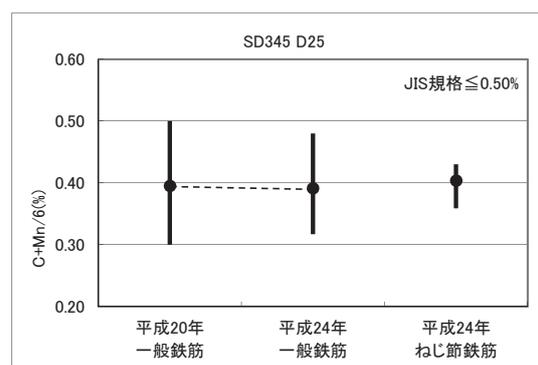
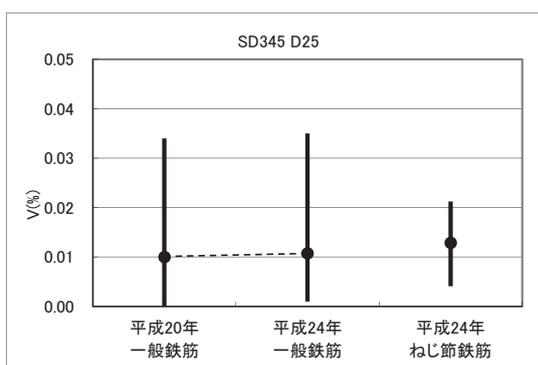
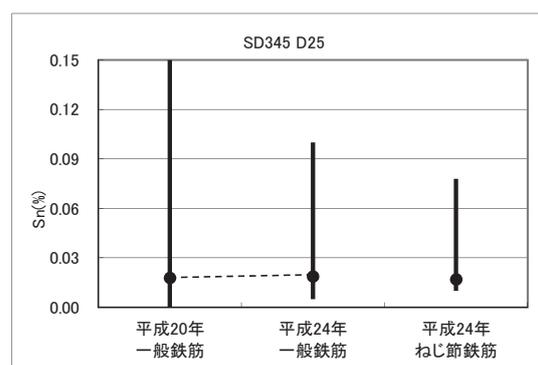
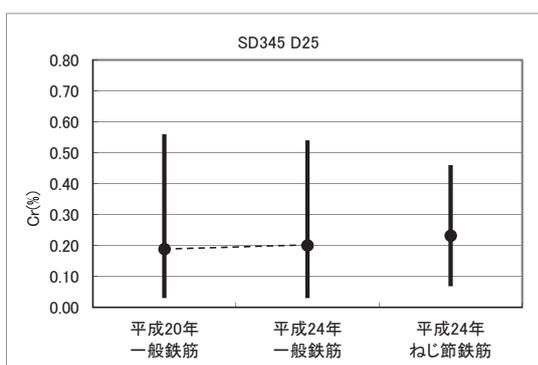
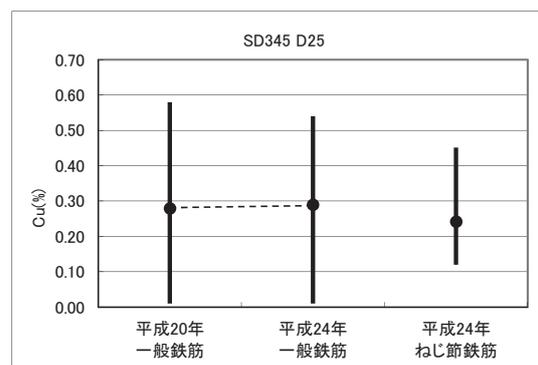
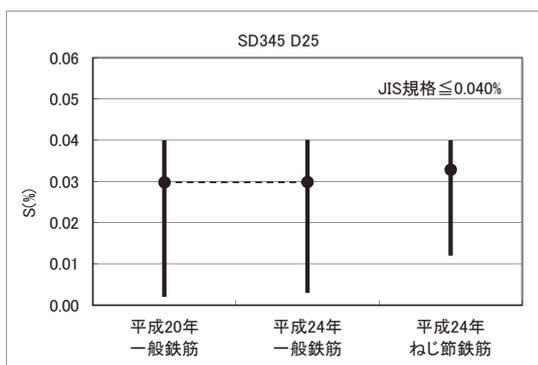
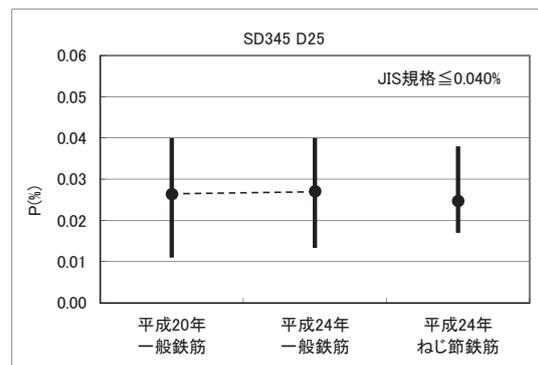
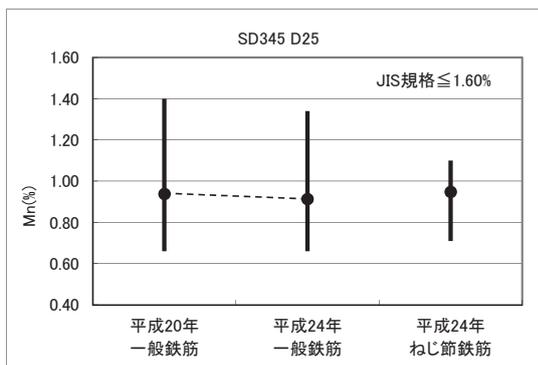
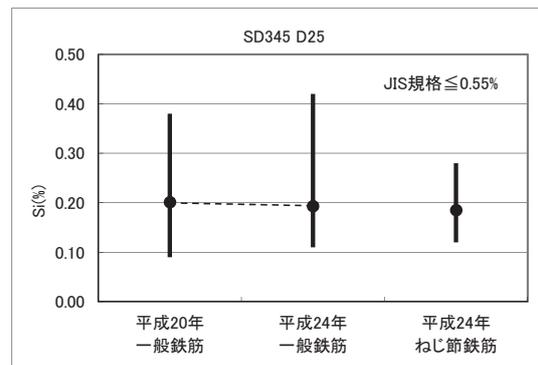
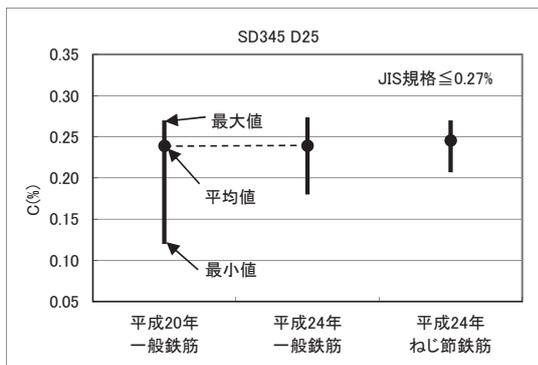


図2.2-6 化学成分：SD345 D25

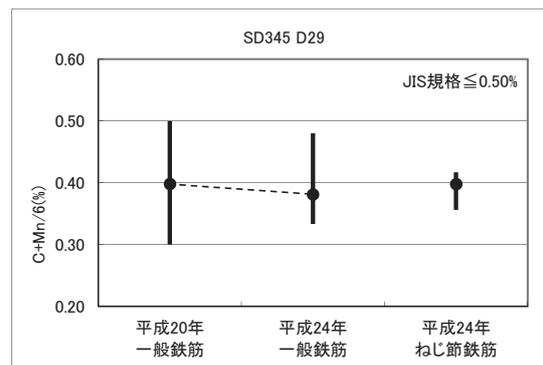
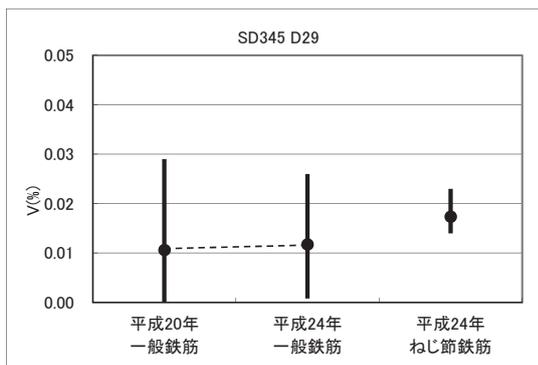
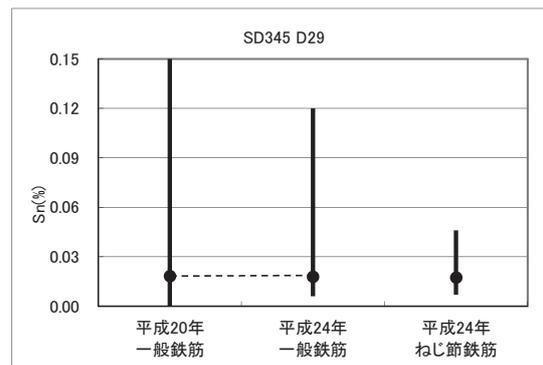
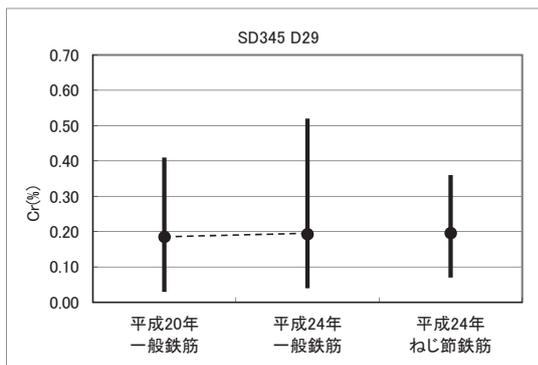
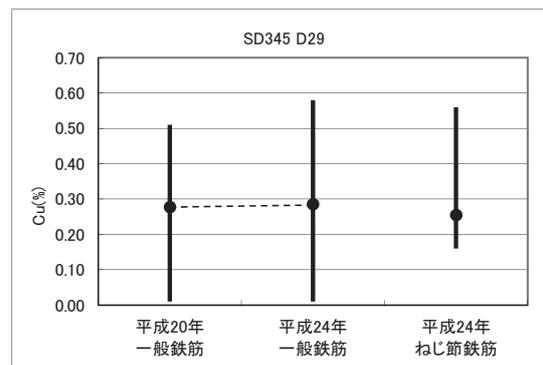
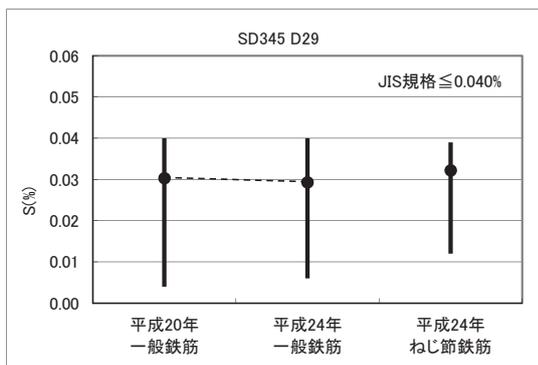
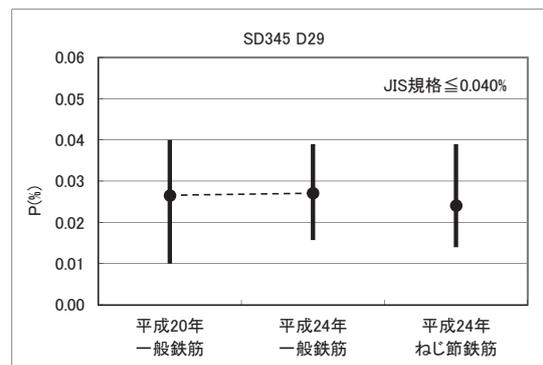
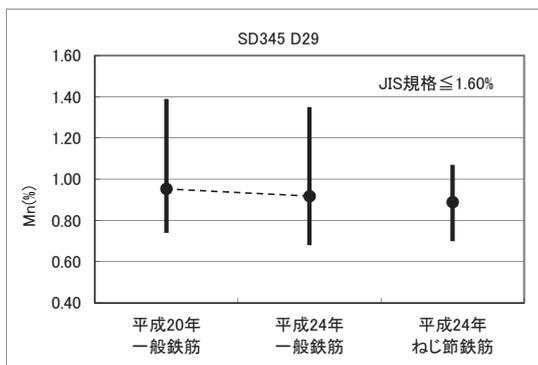
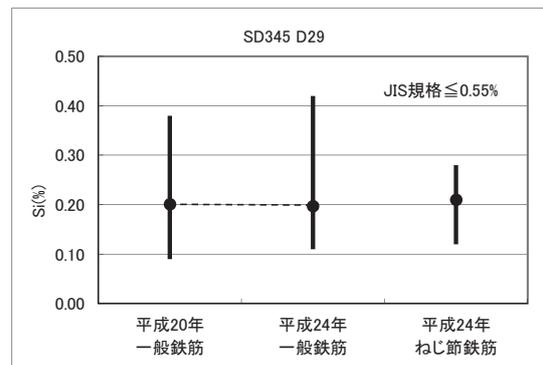
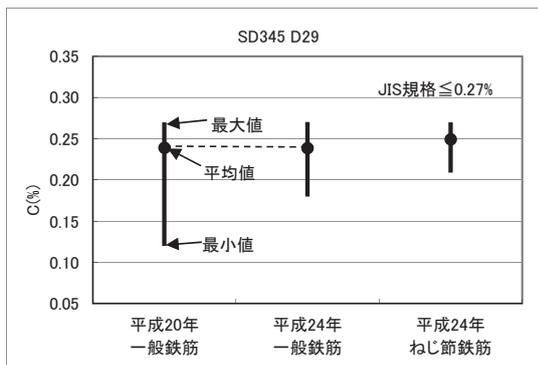


図2.2-7 化学成分：SD345 D29

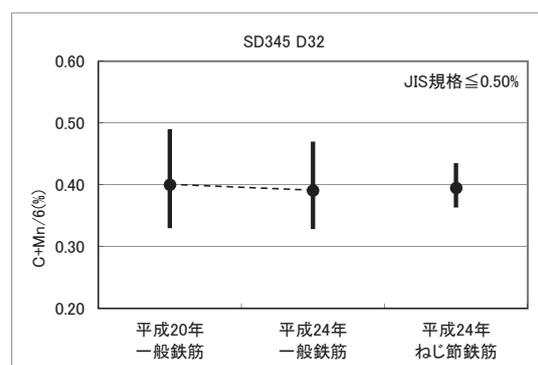
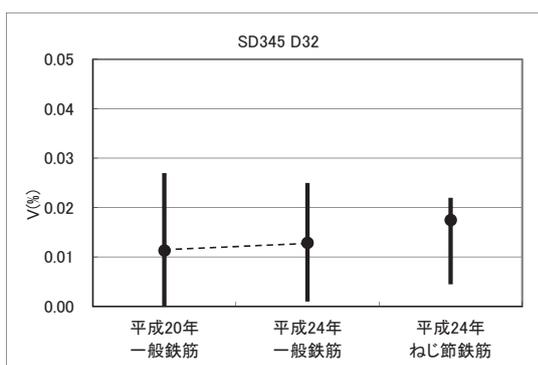
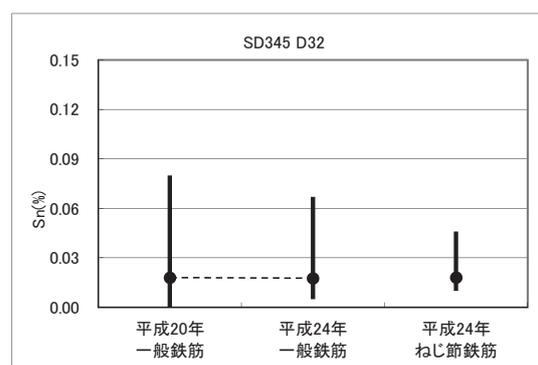
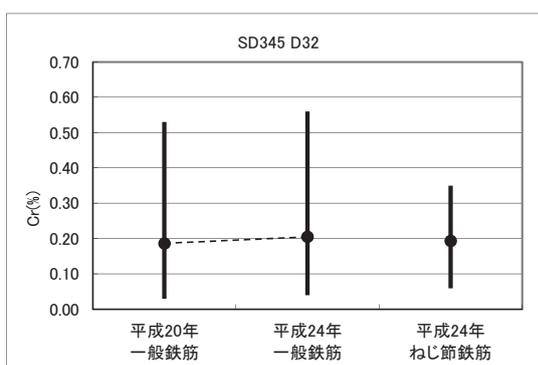
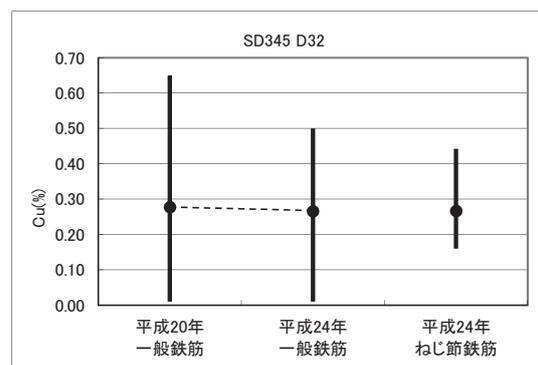
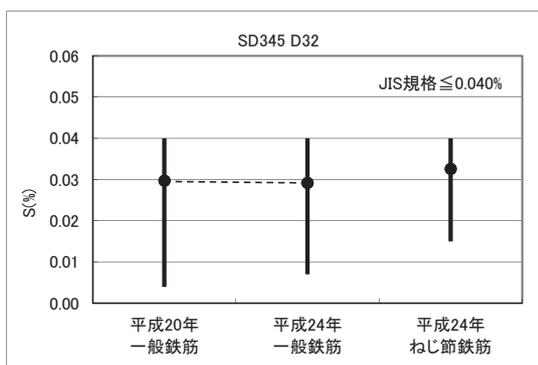
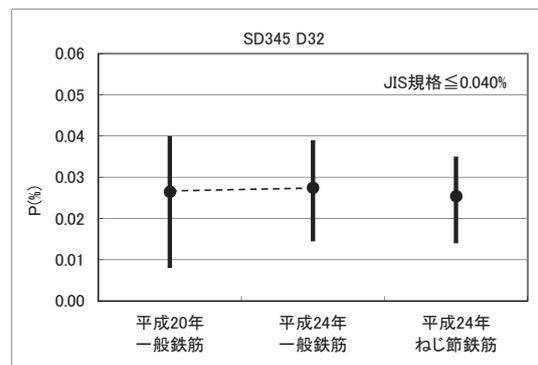
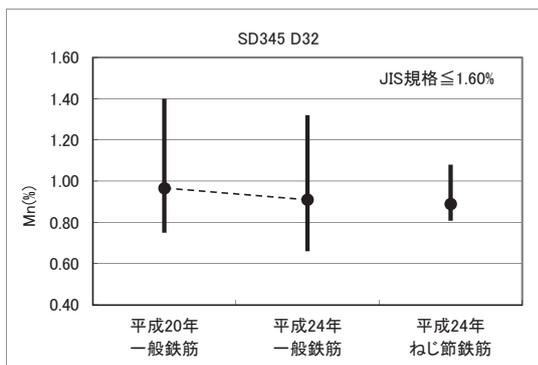
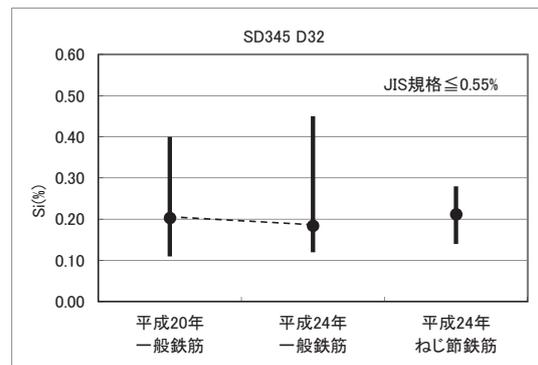
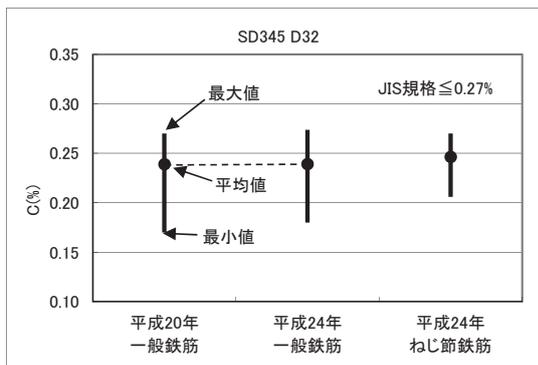


図2.2-8 化学成分：SD345 D32

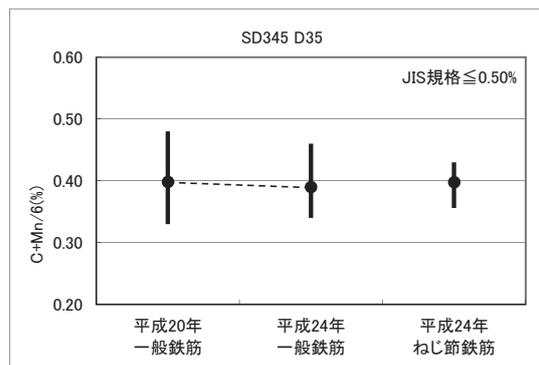
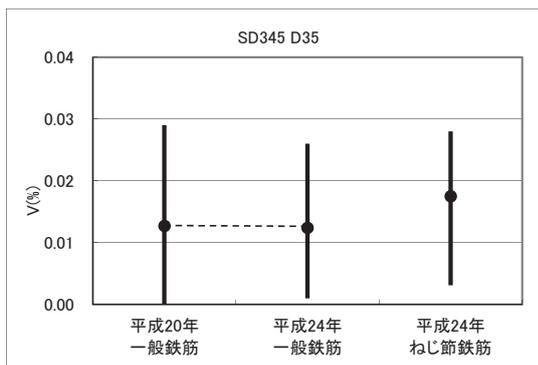
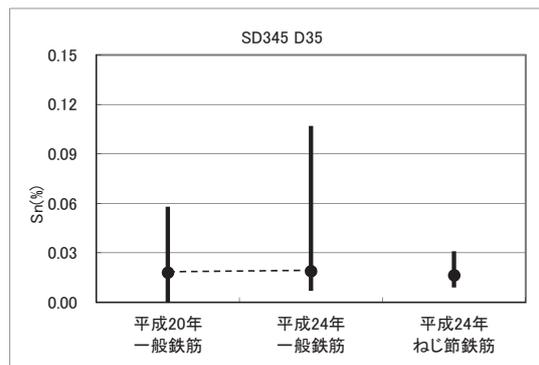
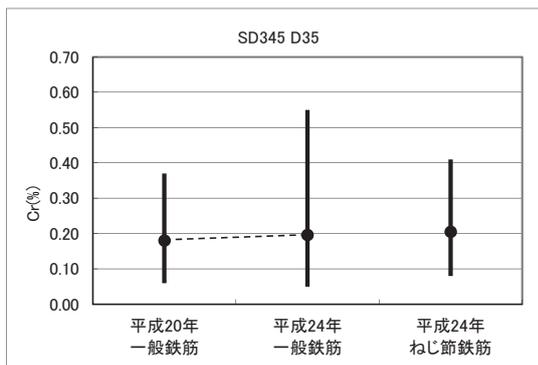
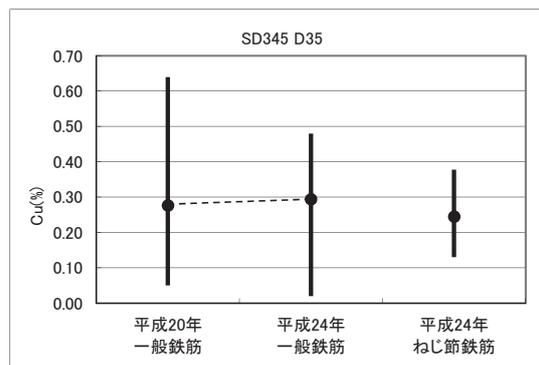
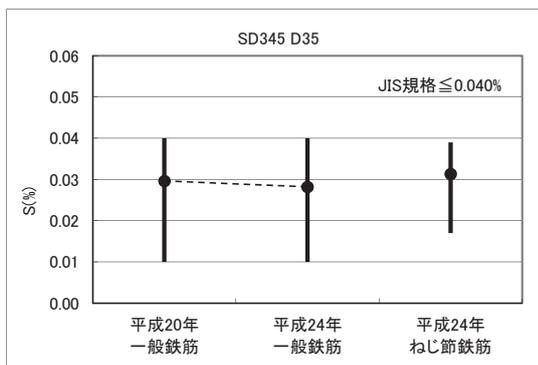
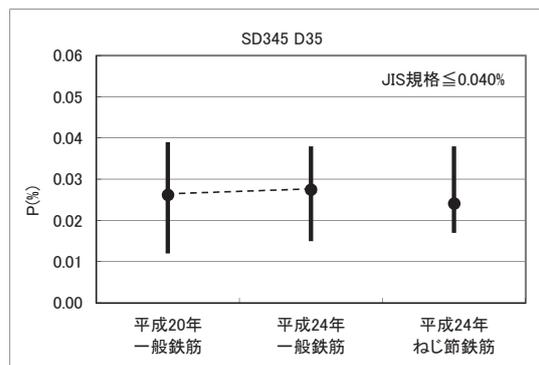
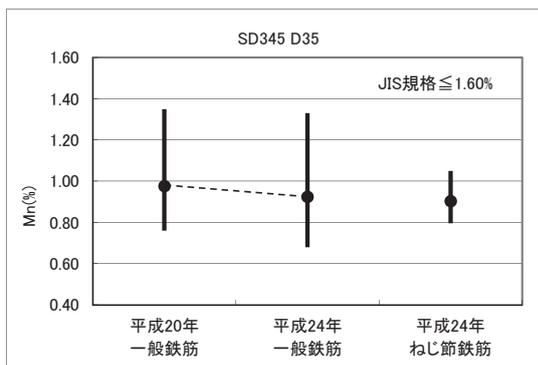
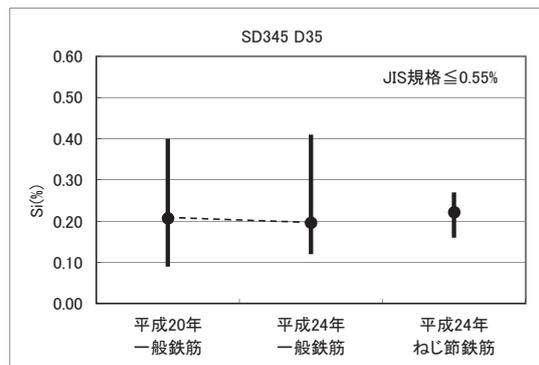
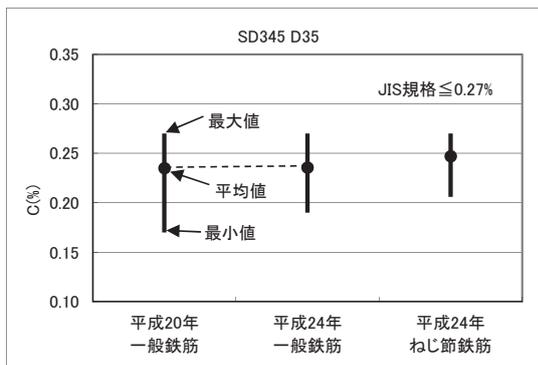


図2.2-9 化学成分：SD345 D35

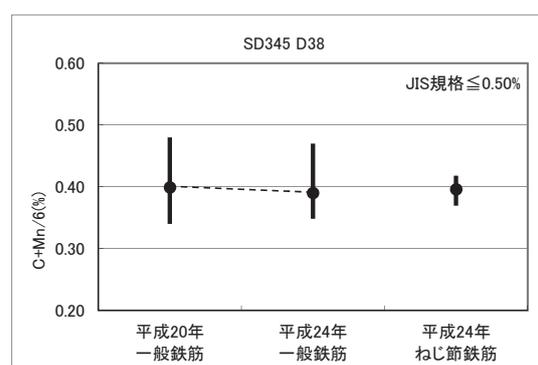
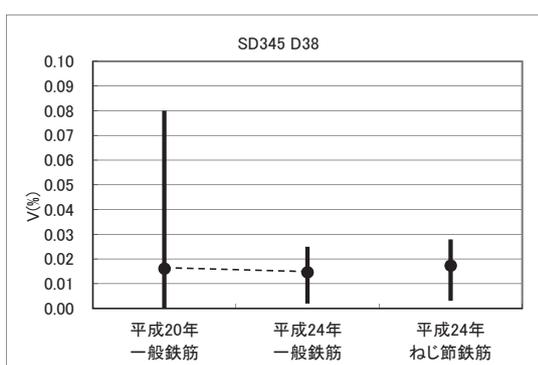
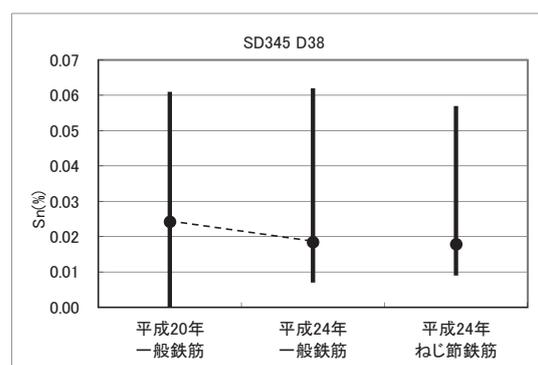
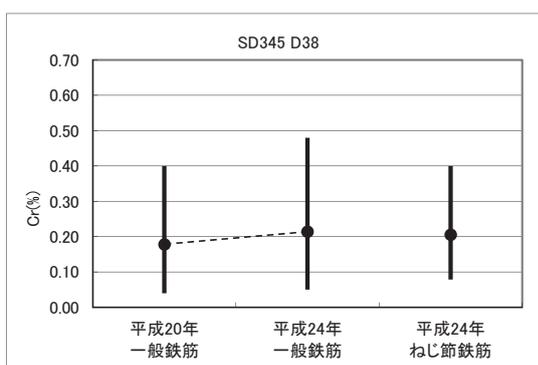
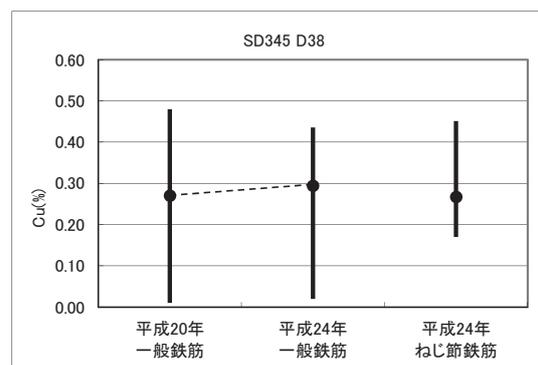
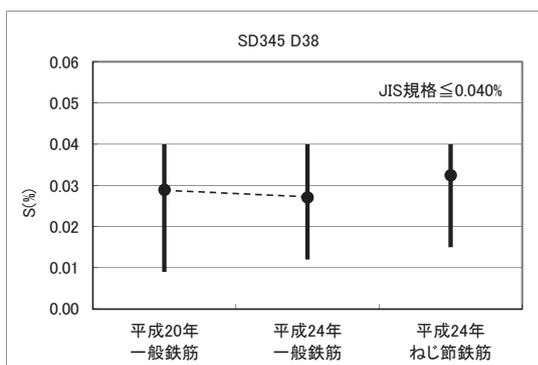
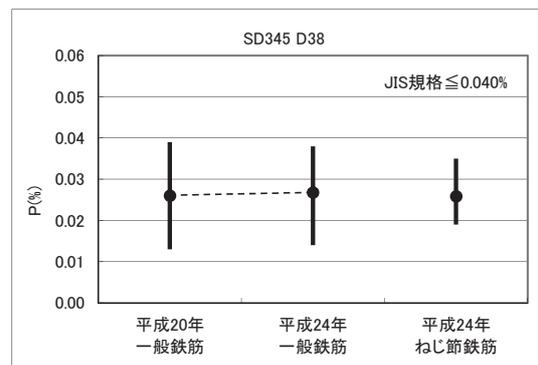
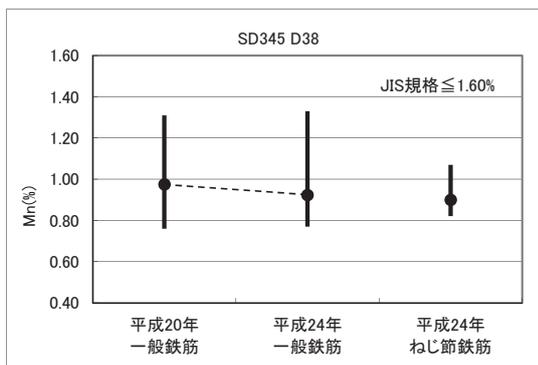
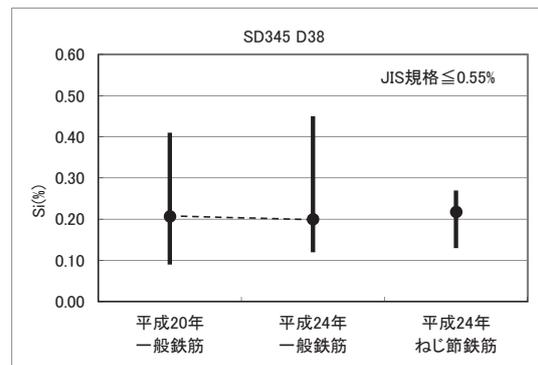
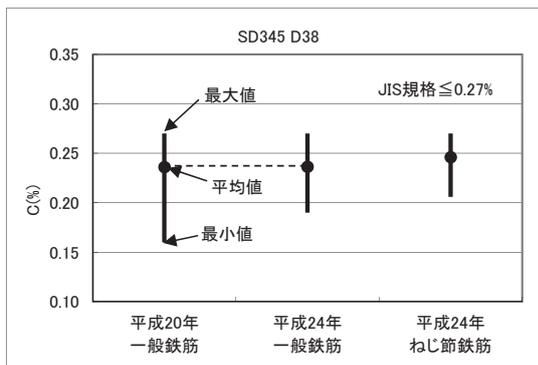


図2.2-10 化学成分：SD345 D38

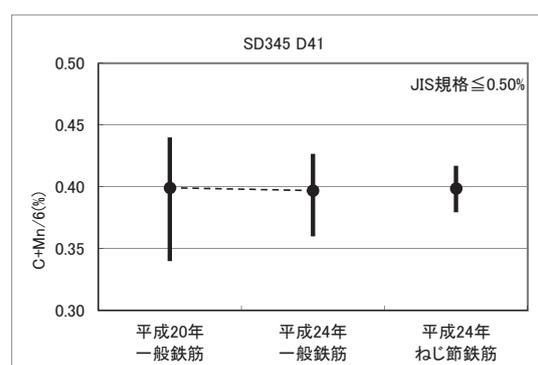
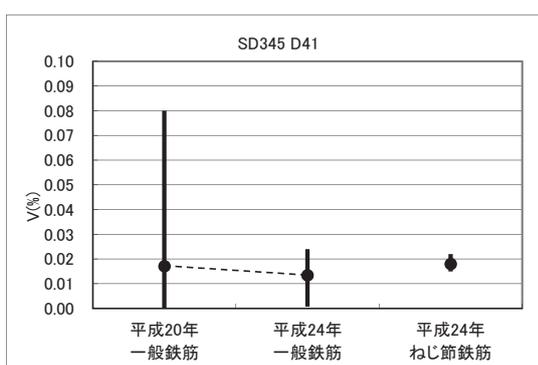
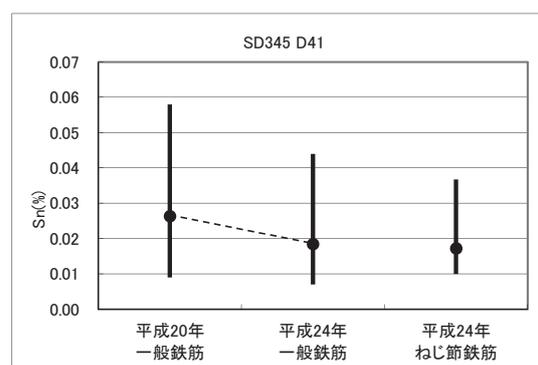
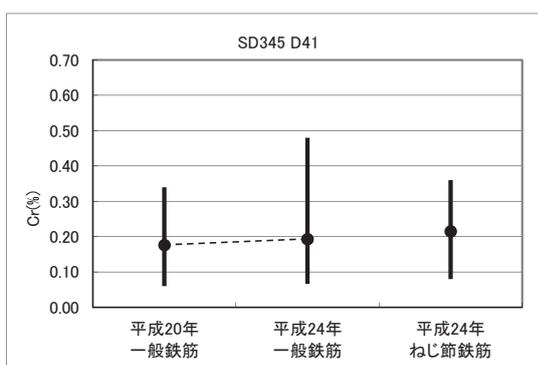
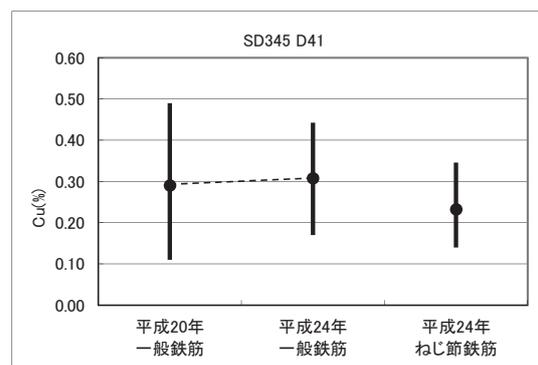
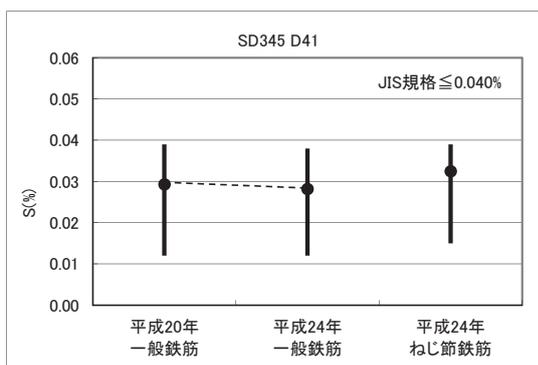
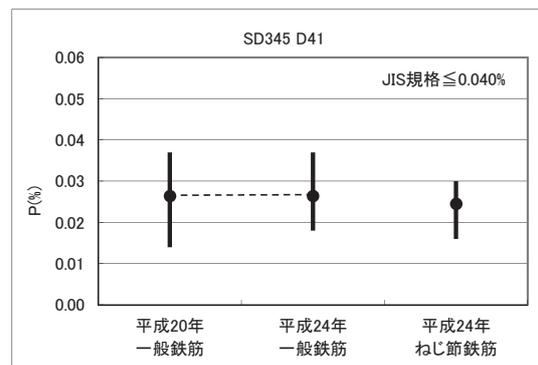
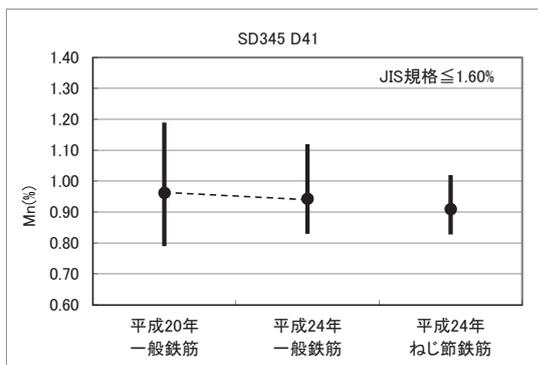
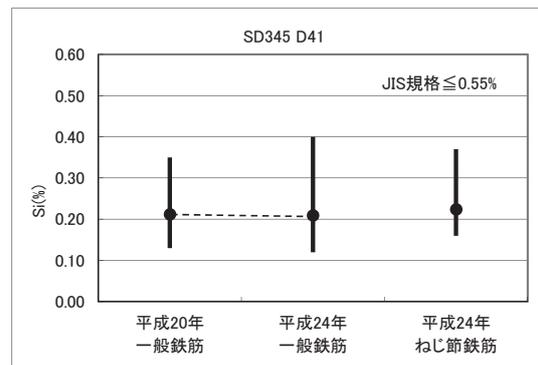
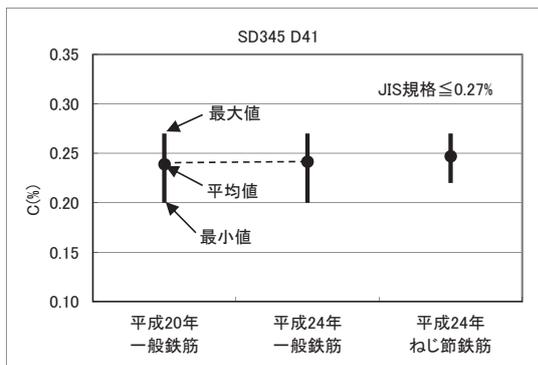


図2.2-11 化学成分：SD345 D41

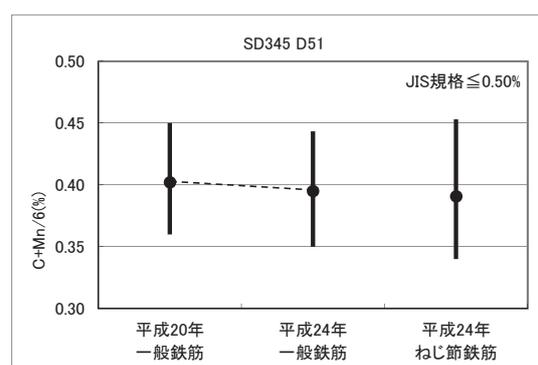
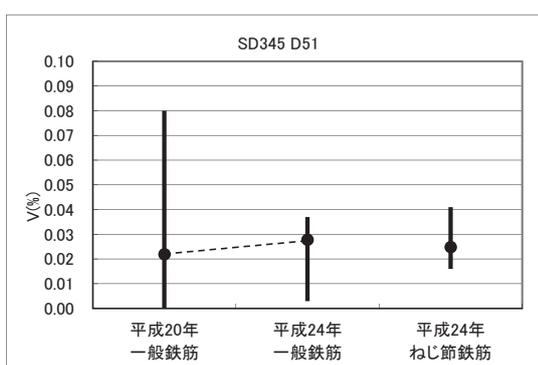
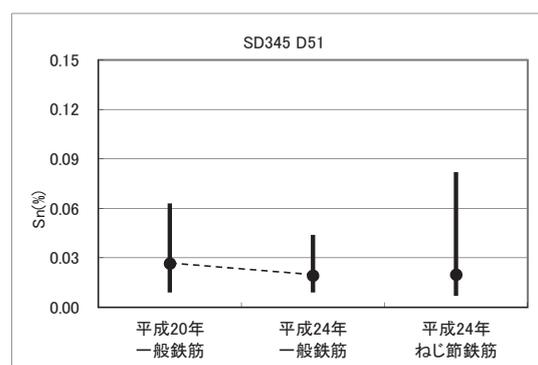
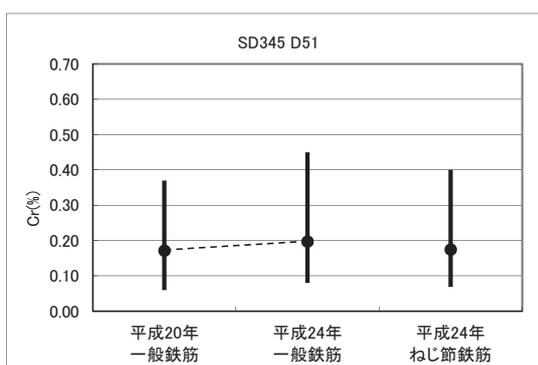
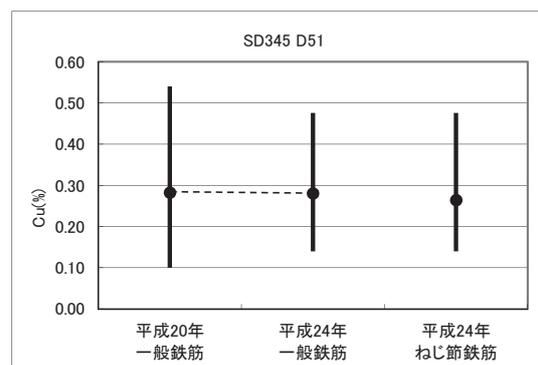
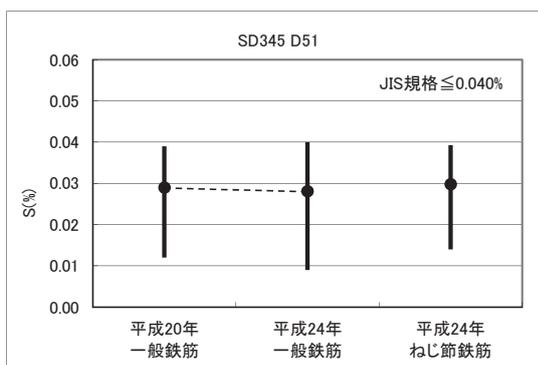
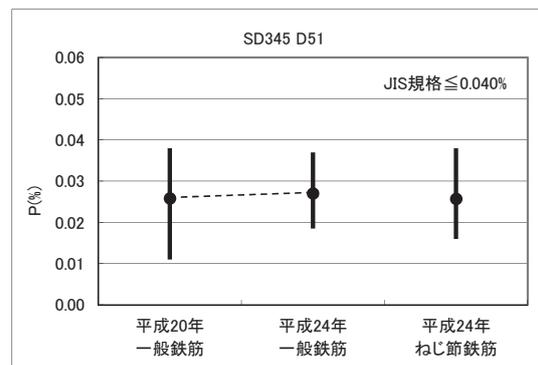
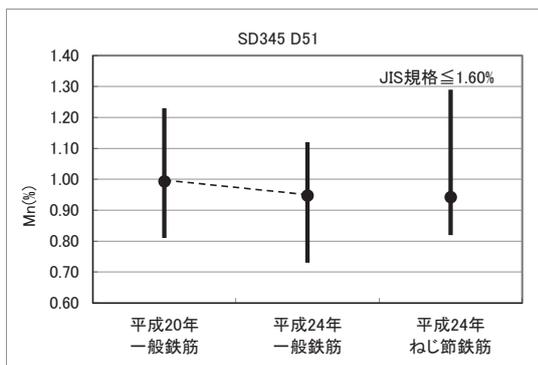
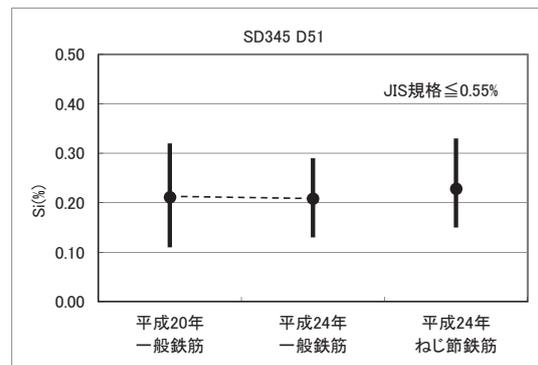
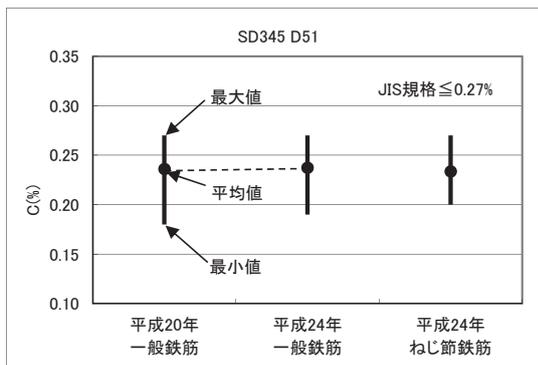


図2.2-12 化学成分：SD345 D51

表2.3-1 化学成分の調査結果：SD390

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ節鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
C (%)	D10	-	-	-	0.23	0.28	0.250	-	-	-	0.29以下
	D13	-	-	-	0.22	0.29	0.250	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.21	0.29	0.253	0.24	0.26	0.250	
	D19	-	-	-	0.22	0.28	0.256	0.23	0.28	0.264	
	D22	-	-	-	0.20	0.29	0.259	0.23	0.28	0.269	
	D25	-	-	-	0.22	0.29	0.260	0.26	0.28	0.270	
	D29	0.18	0.29	0.257	0.20	0.29	0.259	0.23	0.28	0.270	
	D32	0.20	0.29	0.258	0.20	0.29	0.258	0.24	0.29	0.269	
	D35	0.19	0.29	0.257	0.20	0.29	0.257	0.23	0.29	0.271	
	D38	0.20	0.29	0.258	0.20	0.29	0.258	0.24	0.29	0.271	
	D41	0.21	0.29	0.250	0.24	0.29	0.256	0.23	0.29	0.270	
D51	0.23	0.29	0.261	0.24	0.27	0.259	0.25	0.29	0.265		
Si (%)	D10	-	-	-	0.15	0.26	0.200	-	-	-	0.55以下
	D13	-	-	-	0.13	0.29	0.212	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.14	0.30	0.185	0.20	0.24	0.220	
	D19	-	-	-	0.13	0.29	0.181	0.14	0.27	0.211	
	D22	-	-	-	0.13	0.29	0.197	0.16	0.28	0.238	
	D25	-	-	-	0.13	0.29	0.200	0.15	0.28	0.249	
	D29	0.12	0.44	0.229	0.11	0.45	0.218	0.13	0.29	0.202	
	D32	0.11	0.43	0.231	0.13	0.53	0.217	0.11	0.39	0.197	
	D35	0.12	0.44	0.233	0.12	0.45	0.220	0.15	0.39	0.224	
	D38	0.12	0.42	0.235	0.13	0.44	0.223	0.15	0.32	0.220	
	D41	0.13	0.34	0.231	0.17	0.42	0.210	0.15	0.29	0.227	
D51	0.16	0.30	0.232	0.17	0.29	0.225	0.20	0.30	0.243		
Mn (%)	D10	-	-	-	0.80	1.08	0.961	-	-	-	1.80以下
	D13	-	-	-	0.77	1.16	1.031	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.70	1.19	1.016	0.84	0.97	0.884	
	D19	-	-	-	0.86	1.20	1.022	0.95	1.10	1.012	
	D22	-	-	-	0.83	1.17	1.034	0.92	1.13	0.988	
	D25	-	-	-	0.86	1.17	1.048	0.95	1.13	1.046	
	D29	0.63	1.56	1.097	0.84	1.52	1.088	0.93	1.12	1.082	
	D32	0.80	1.57	1.100	0.84	1.53	1.092	0.92	1.30	1.075	
	D35	0.87	1.54	1.117	0.89	1.55	1.096	0.92	1.36	1.121	
	D38	0.86	1.50	1.103	0.91	1.52	1.091	0.93	1.38	1.115	
	D41	1.00	1.29	1.115	0.99	1.41	1.134	0.91	1.21	1.069	
D51	0.94	1.27	1.131	0.84	1.32	1.141	0.95	1.22	1.061		
P (%)	D10	-	-	-	0.028	0.032	0.0295	-	-	-	0.040以下
	D13	-	-	-	0.017	0.033	0.0270	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.018	0.039	0.0276	0.022	0.039	0.0279	
	D19	-	-	-	0.021	0.039	0.0286	0.020	0.029	0.0252	
	D22	-	-	-	0.020	0.036	0.0288	0.023	0.035	0.0277	
	D25	-	-	-	0.017	0.036	0.0273	0.018	0.035	0.0234	
	D29	0.012	0.040	0.0266	0.015	0.039	0.0274	0.017	0.031	0.0256	
	D32	0.009	0.040	0.0269	0.015	0.040	0.0278	0.018	0.037	0.0257	
	D35	0.013	0.040	0.0266	0.017	0.040	0.0280	0.018	0.037	0.0253	
	D38	0.012	0.040	0.0264	0.018	0.040	0.0280	0.017	0.039	0.0256	
	D41	0.017	0.035	0.0264	0.021	0.037	0.0282	0.018	0.039	0.0262	
D51	0.016	0.033	0.0248	0.022	0.032	0.0257	0.020	0.036	0.0269		
S (%)	D10	-	-	-	0.016	0.032	0.0277	-	-	-	0.040以下
	D13	-	-	-	0.012	0.038	0.0212	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.011	0.037	0.0265	0.024	0.037	0.0313	
	D19	-	-	-	0.015	0.039	0.0271	0.019	0.038	0.0303	
	D22	-	-	-	0.011	0.040	0.0284	0.019	0.039	0.0315	
	D25	-	-	-	0.009	0.040	0.0280	0.021	0.038	0.0320	
	D29	0.008	0.040	0.0294	0.004	0.040	0.0294	0.015	0.040	0.0331	
	D32	0.010	0.040	0.0295	0.004	0.040	0.0293	0.018	0.040	0.0332	
	D35	0.010	0.040	0.0295	0.007	0.040	0.0290	0.012	0.040	0.0324	
	D38	0.013	0.040	0.0283	0.005	0.040	0.0282	0.015	0.040	0.0357	
	D41	0.013	0.040	0.0276	0.016	0.040	0.0273	0.015	0.040	0.0309	
D51	0.023	0.039	0.0307	0.016	0.034	0.0278	0.020	0.039	0.0311		

表2.3-2 化学成分の調査結果：SD390

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ節鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
Cu (%)	D10	-	-	-	0.22	0.36	0.267	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.20	0.44	0.273	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.19	0.43	0.282	0.23	0.40	0.326	
	D19	-	-	-	0.21	0.43	0.292	0.16	0.37	0.251	
	D22	-	-	-	0.18	0.53	0.280	0.17	0.37	0.298	
	D25	-	-	-	0.01	0.53	0.285	0.17	0.37	0.289	
	D29	0.01	0.71	0.272	0.01	0.44	0.285	0.15	0.37	0.240	
	D32	0.01	0.53	0.273	0.01	0.53	0.281	0.15	0.46	0.243	
	D35	0.01	0.51	0.271	0.01	0.58	0.285	0.15	0.46	0.234	
	D38	0.01	0.45	0.264	0.01	0.43	0.286	0.14	0.40	0.229	
	D41	0.09	0.37	0.248	0.21	0.38	0.303	0.15	0.46	0.255	
D51	0.12	0.39	0.259	0.13	0.40	0.201	0.13	0.34	0.255		
Cr (%)	D10	-	-	-	0.15	0.30	0.225	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.06	0.41	0.196	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.07	0.40	0.203	0.09	0.20	0.118	
	D19	-	-	-	0.09	0.40	0.208	0.07	0.41	0.197	
	D22	-	-	-	0.10	0.39	0.201	0.08	0.28	0.152	
	D25	-	-	-	0.04	0.39	0.205	0.08	0.28	0.130	
	D29	0.03	0.43	0.184	0.03	0.46	0.201	0.06	0.33	0.229	
	D32	0.03	0.51	0.185	0.03	0.49	0.206	0.07	0.42	0.243	
	D35	0.03	0.56	0.182	0.03	0.49	0.210	0.06	0.42	0.245	
	D38	0.03	0.39	0.174	0.04	0.46	0.204	0.07	0.44	0.246	
	D41	0.06	0.36	0.170	0.09	0.35	0.220	0.06	0.41	0.214	
D51	0.07	0.41	0.171	0.11	0.34	0.247	0.08	0.34	0.178		
Sn (%)	D10	-	-	-	0.02	0.02	0.019	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.01	0.03	0.017	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.01	0.05	0.018	0.02	0.04	0.022	
	D19	-	-	-	0.01	0.04	0.017	0.01	0.02	0.016	
	D22	-	-	-	0.01	0.04	0.019	0.01	0.03	0.019	
	D25	-	-	-	0.01	0.04	0.019	0.01	0.03	0.021	
	D29	0.00	0.13	0.018	0.01	0.05	0.020	0.01	0.04	0.017	
	D32	0.00	0.13	0.018	0.01	0.08	0.018	0.01	0.05	0.017	
	D35	0.00	0.06	0.018	0.01	0.08	0.018	0.01	0.05	0.017	
	D38	0.00	0.07	0.018	0.01	0.07	0.019	0.01	0.04	0.017	
	D41	0.00	0.06	0.018	0.01	0.05	0.022	0.01	0.04	0.017	
D51	0.01	0.04	0.020	0.01	0.04	0.016	0.01	0.05	0.019		
V (%)	D10	-	-	-	0.022	0.028	0.0251	-	-	-	-
	D13	-	-	-	0.011	0.034	0.0213	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.007	0.033	0.0230	0.023	0.025	0.0239	
	D19	-	-	-	0.013	0.035	0.0232	0.024	0.030	0.0272	
	D22	-	-	-	0.011	0.032	0.0225	0.025	0.031	0.0276	
	D25	-	-	-	0.011	0.032	0.0217	0.016	0.031	0.0230	
	D29	0.000	0.098	0.0212	0.009	0.034	0.0220	0.015	0.030	0.0267	
	D32	0.000	0.039	0.0207	0.011	0.036	0.0220	0.015	0.041	0.0272	
	D35	0.000	0.045	0.0225	0.011	0.036	0.0231	0.015	0.040	0.0277	
	D38	0.007	0.044	0.0241	0.011	0.035	0.0231	0.015	0.041	0.0281	
	D41	0.012	0.045	0.0283	0.012	0.032	0.0238	0.017	0.035	0.0280	
D51	0.016	0.040	0.0264	0.017	0.039	0.0340	0.025	0.037	0.0302		
C+Mn/6 (%)	D10	-	-	-	0.40	0.42	0.410	-	-	-	0.55以下
	D13	-	-	-	0.39	0.47	0.421	-	-	-	
	D16	-	-	-	0.39	0.47	0.423	0.39	0.41	0.397	
	D19	-	-	-	0.39	0.46	0.426	0.41	0.45	0.432	
	D22	-	-	-	0.37	0.47	0.432	0.41	0.46	0.433	
	D25	-	-	-	0.38	0.47	0.435	0.42	0.46	0.444	
	D29	0.32	0.54	0.440	0.37	0.54	0.440	0.41	0.46	0.450	
	D32	0.35	0.55	0.441	0.37	0.54	0.440	0.41	0.48	0.448	
	D35	0.36	0.54	0.443	0.37	0.54	0.440	0.40	0.49	0.457	
	D38	0.35	0.52	0.442	0.37	0.53	0.440	0.41	0.50	0.457	
	D41	0.41	0.50	0.438	0.41	0.52	0.446	0.40	0.48	0.447	
D51	0.38	0.50	0.449	0.40	0.47	0.449	0.42	0.47	0.442		

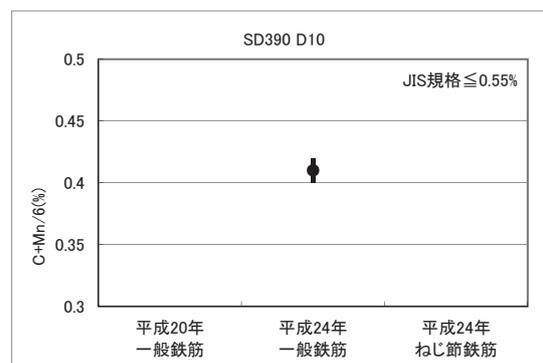
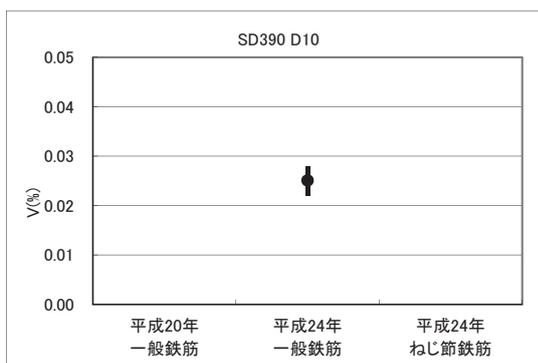
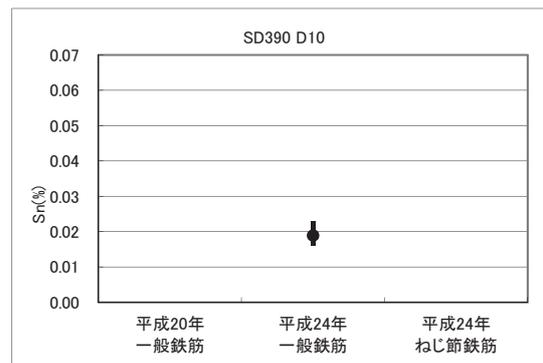
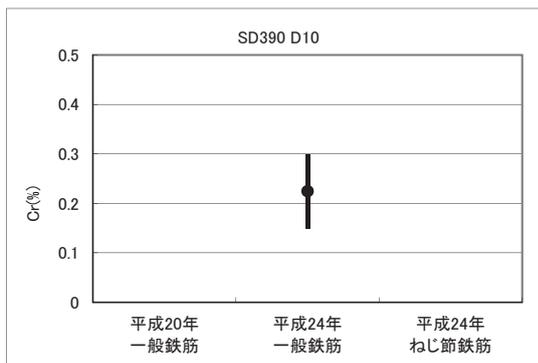
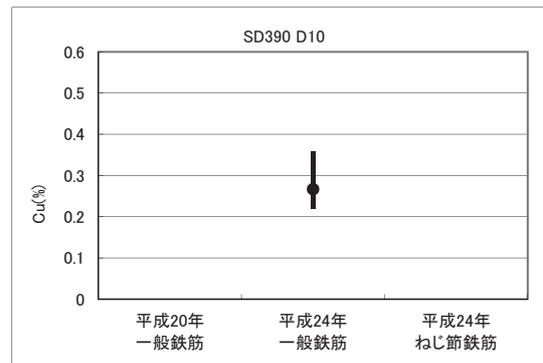
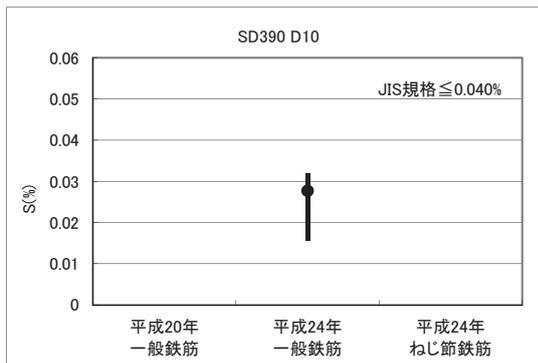
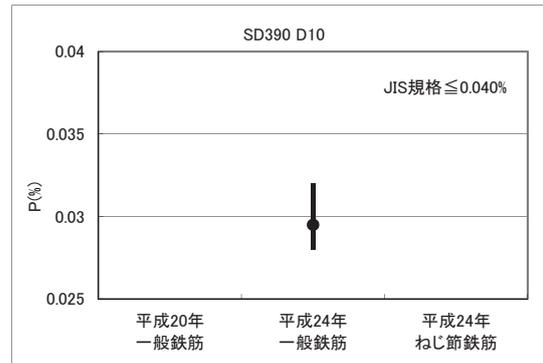
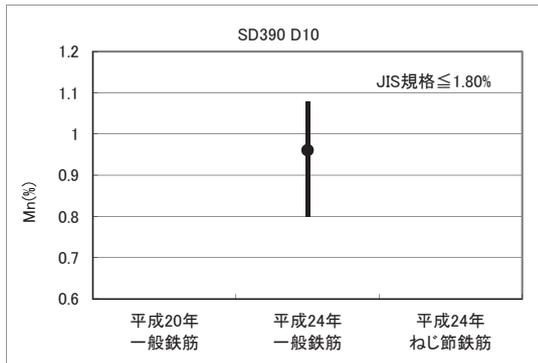
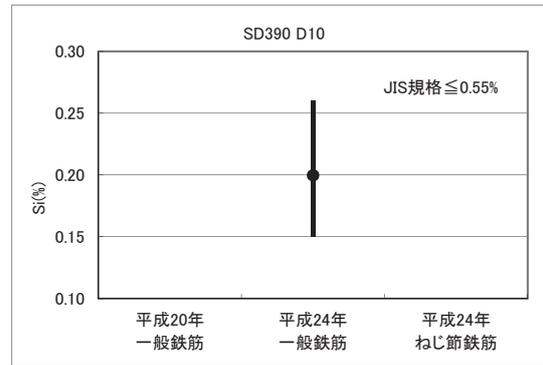
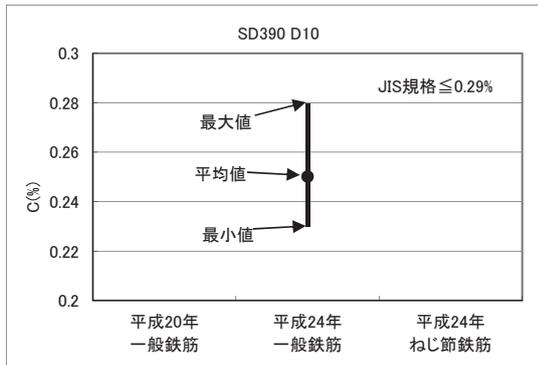


図2.3-1 化学成分：SD390 D10

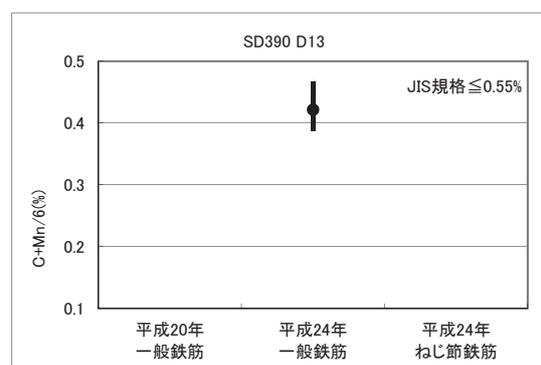
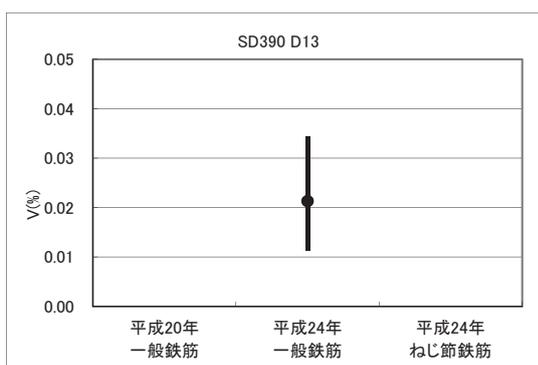
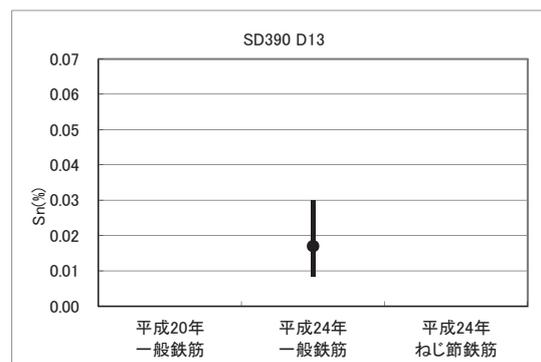
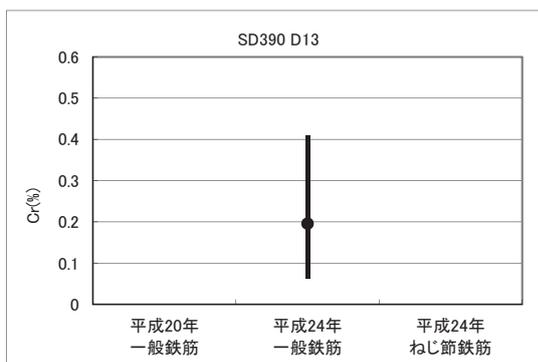
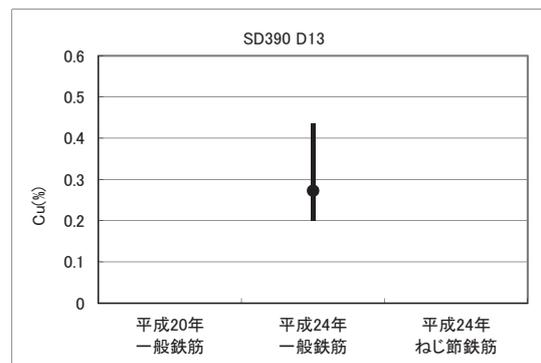
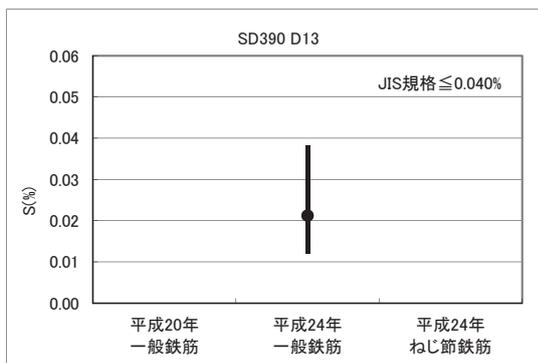
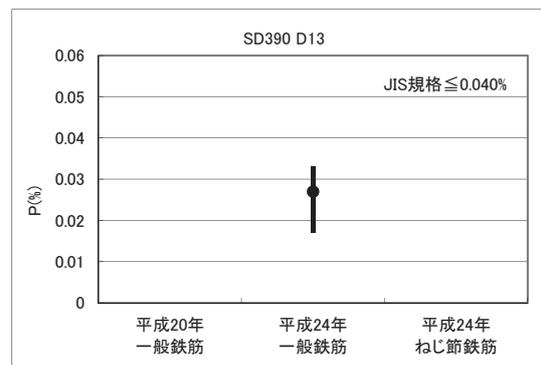
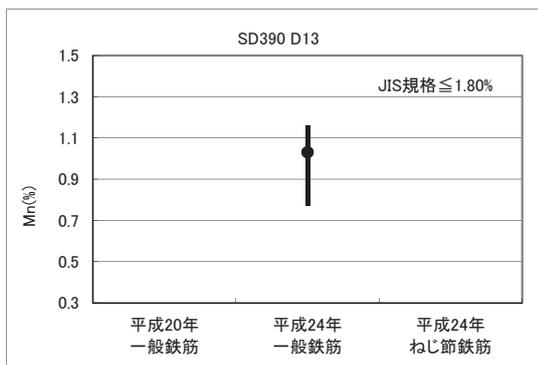
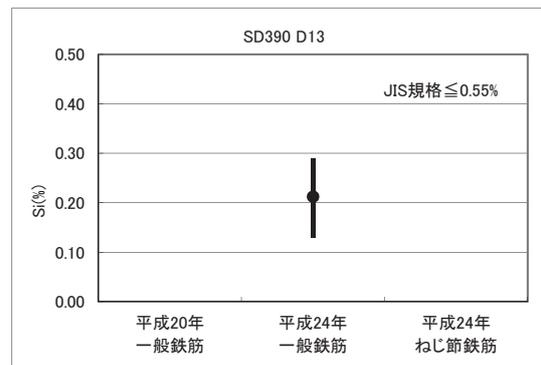
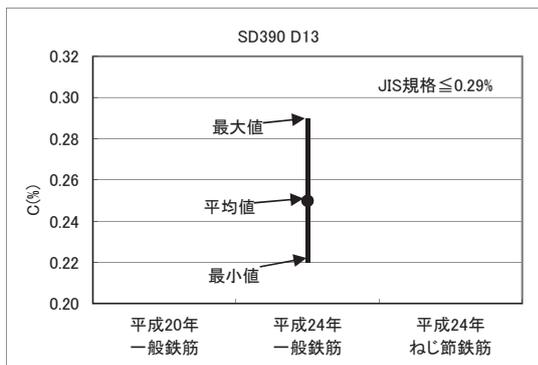


図2.3-2 化学成分：SD390 D13

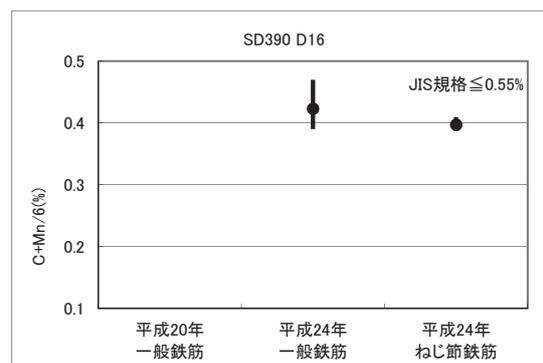
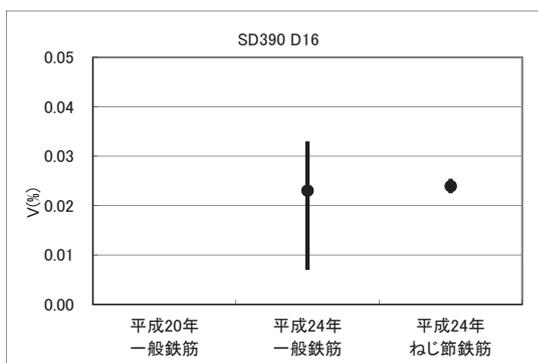
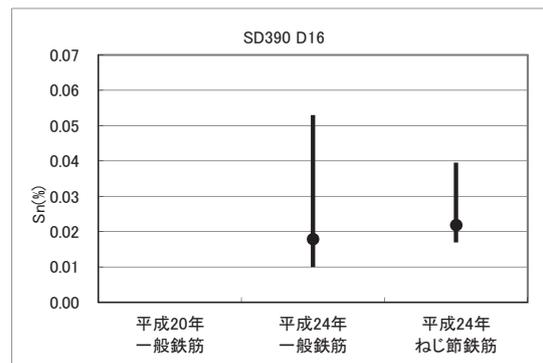
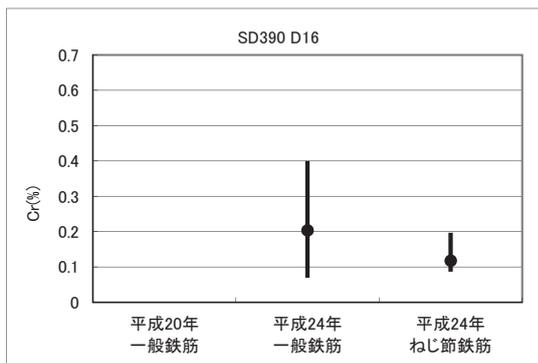
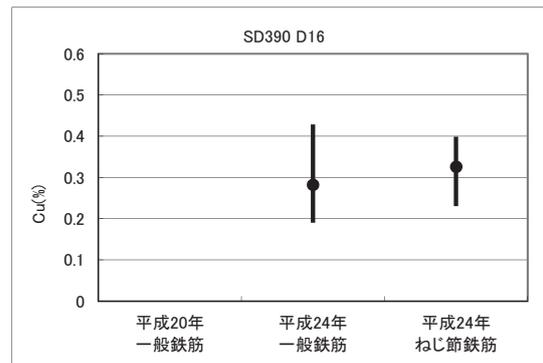
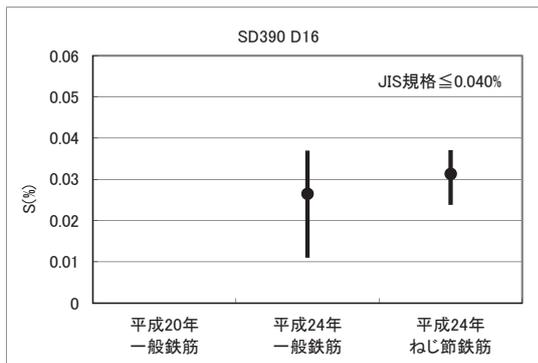
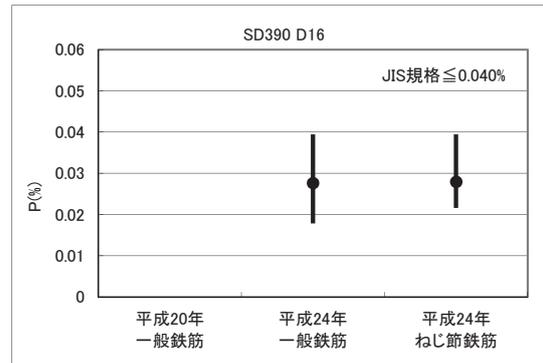
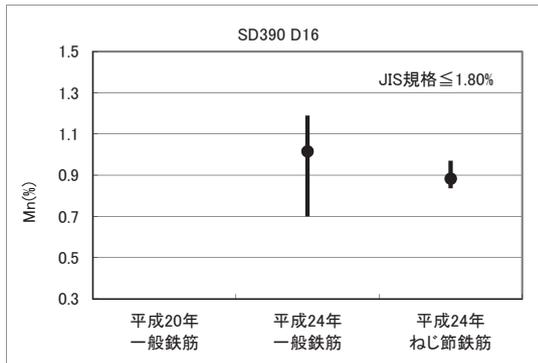
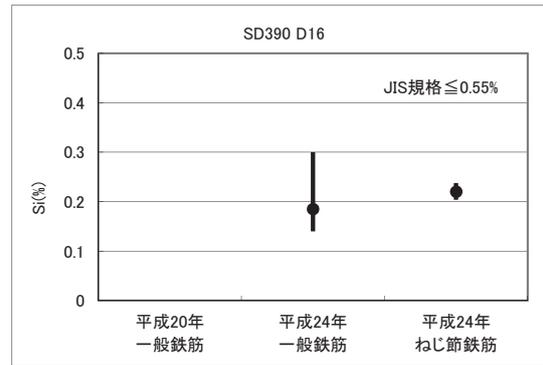
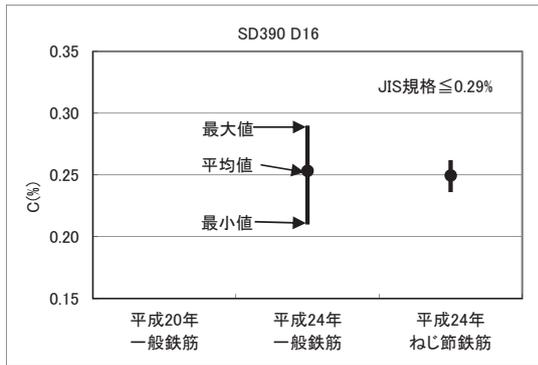


図2.3-3 化学成分：SD390 D16

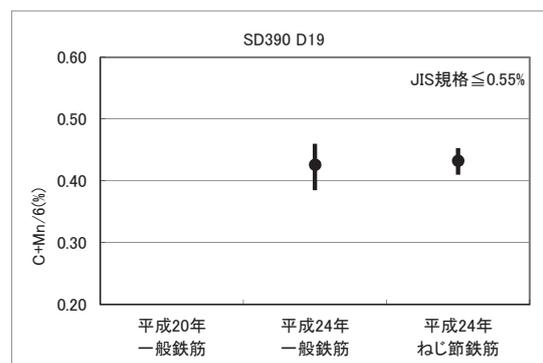
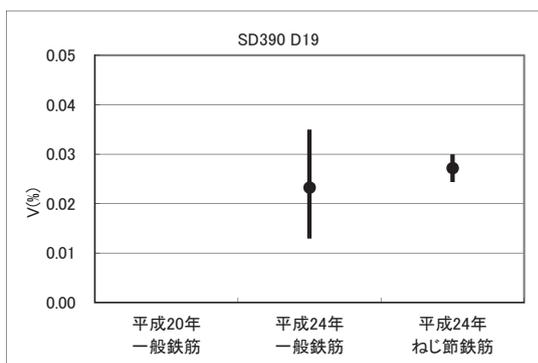
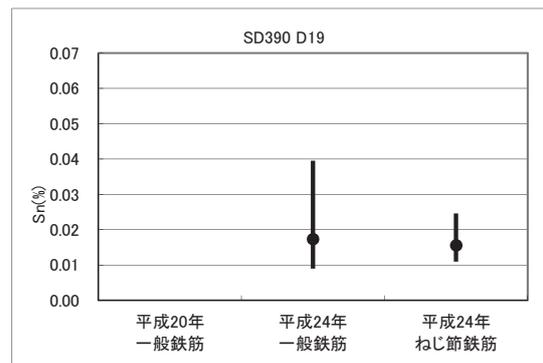
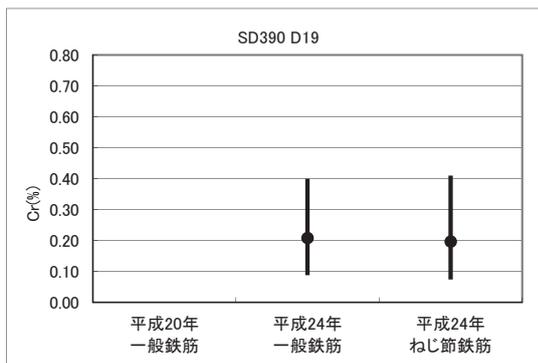
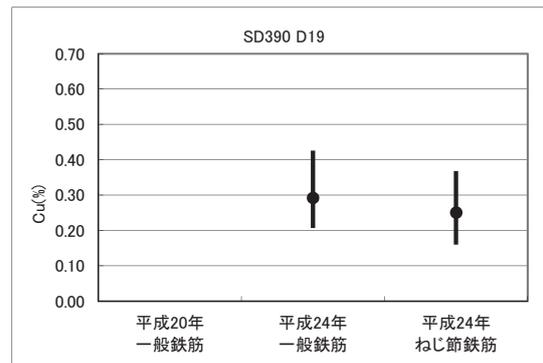
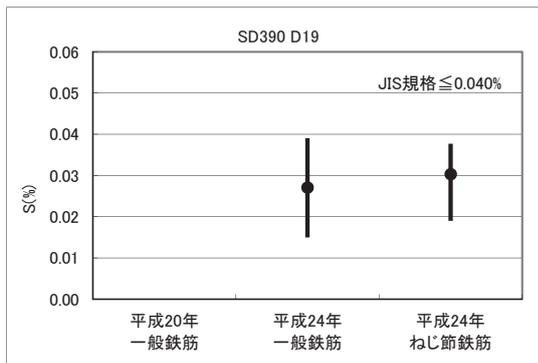
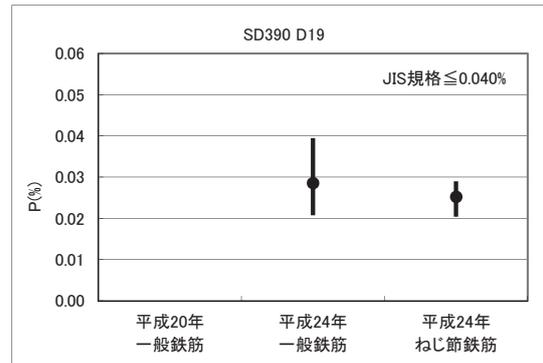
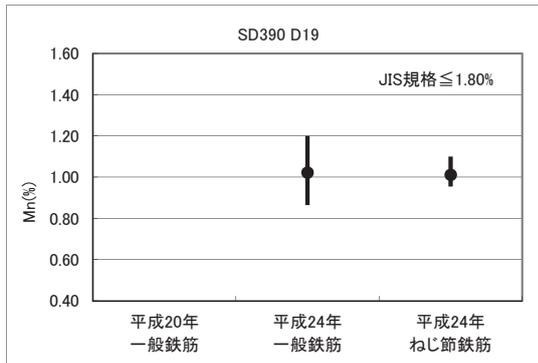
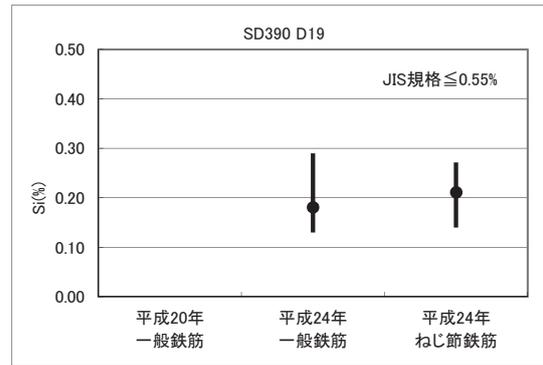
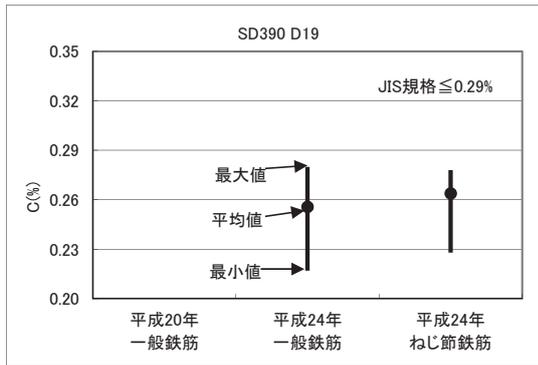


図2.3-4 化学成分：SD390 D19

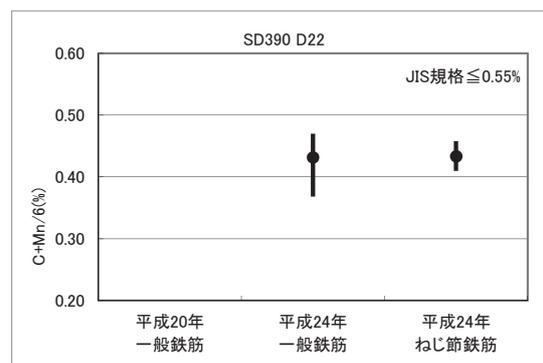
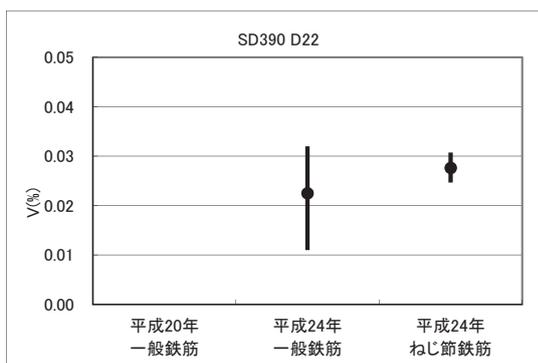
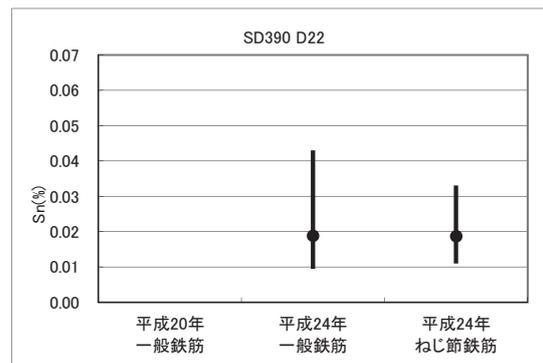
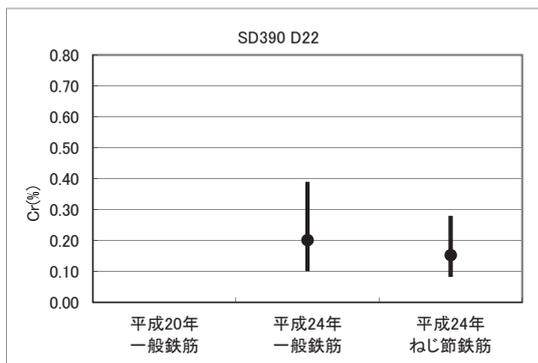
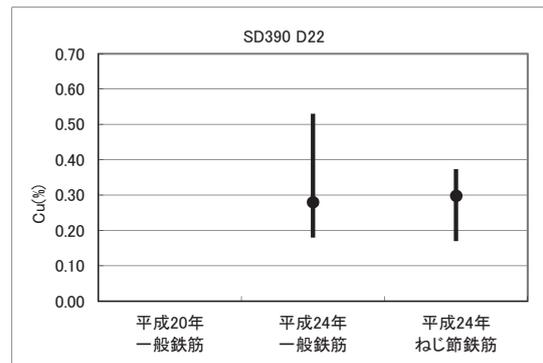
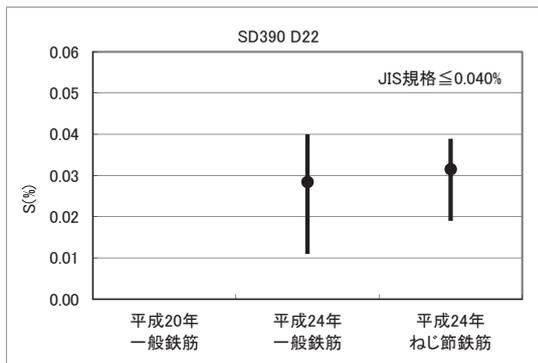
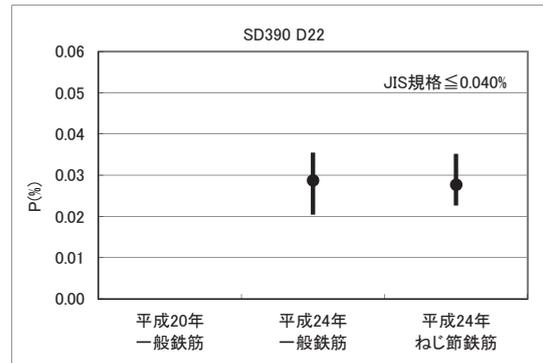
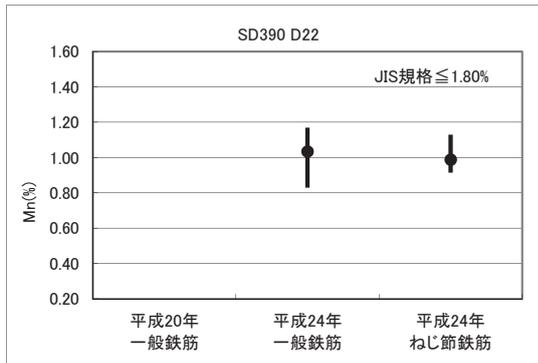
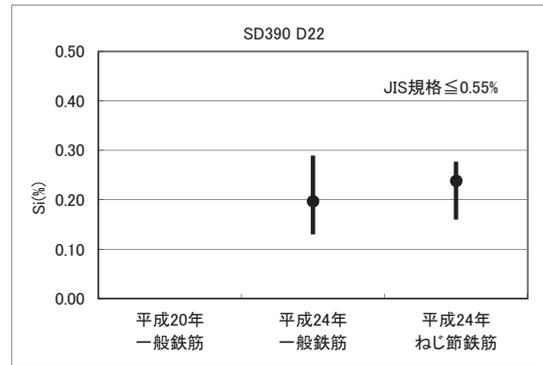
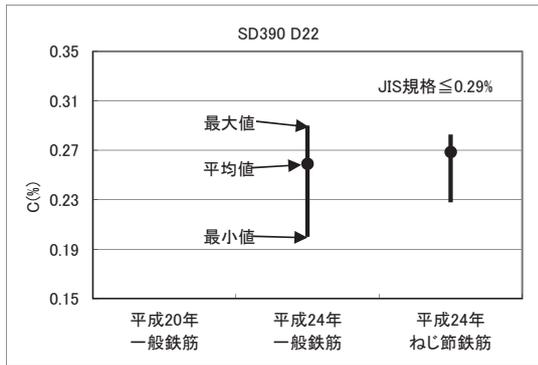


図2.3-5 化学成分：SD390 D22

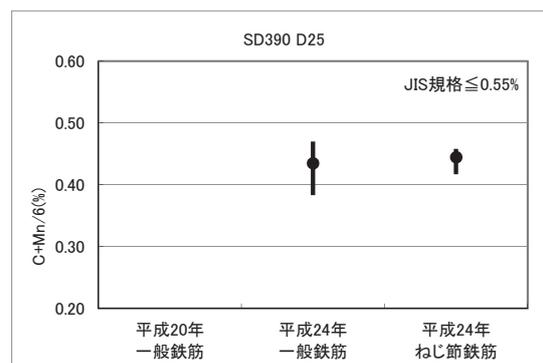
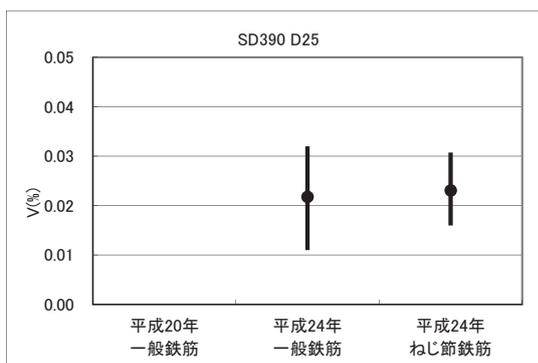
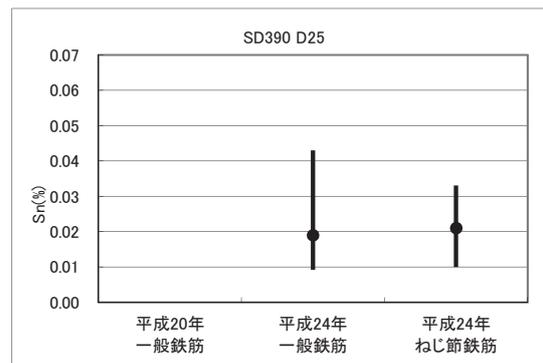
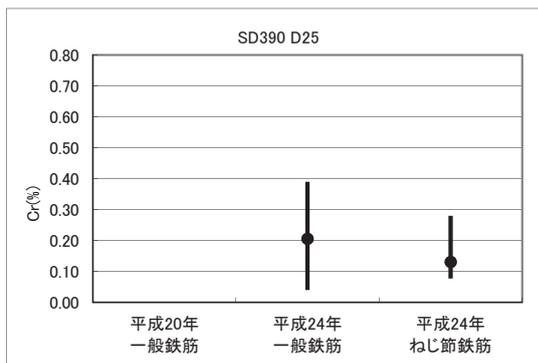
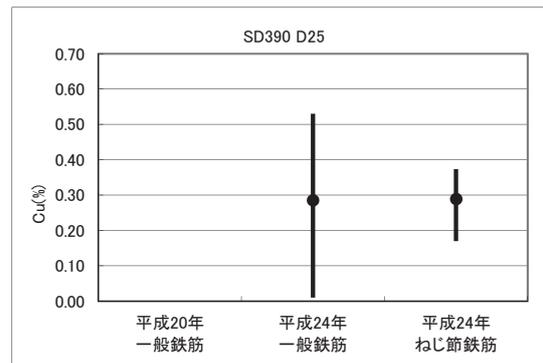
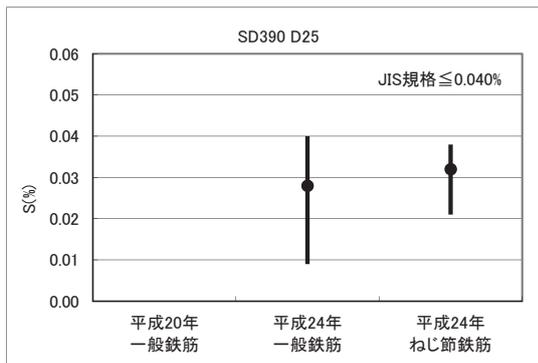
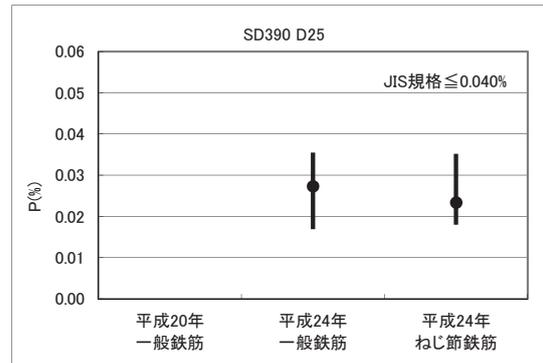
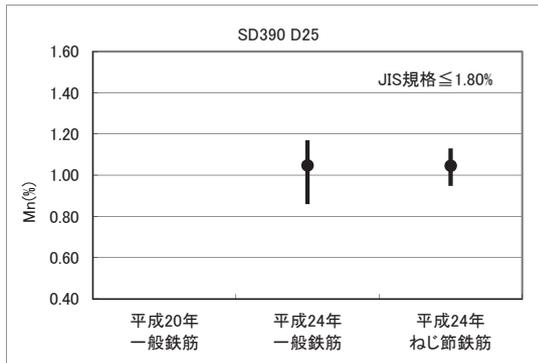
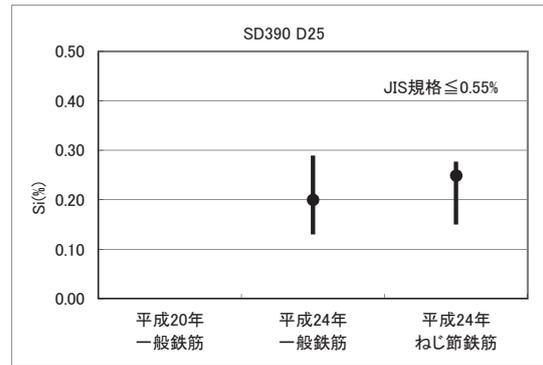
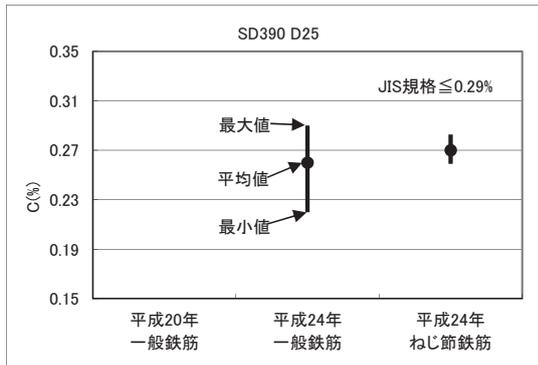


図2.3-6 化学成分：SD390 D25

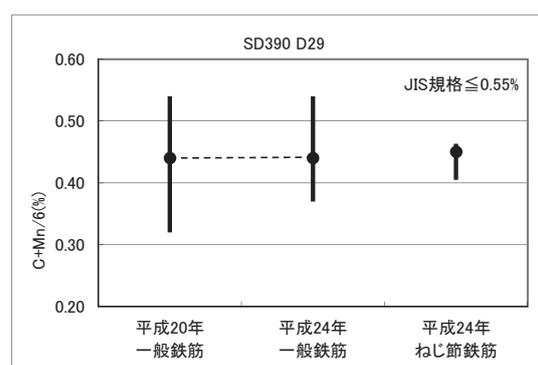
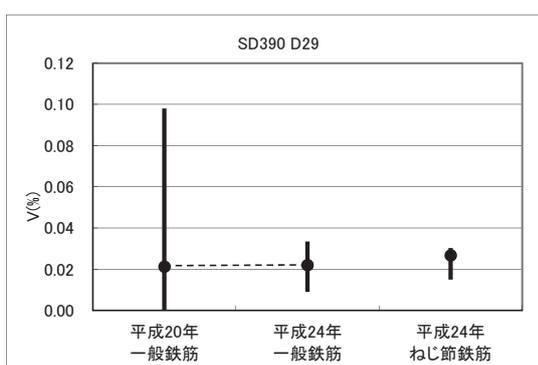
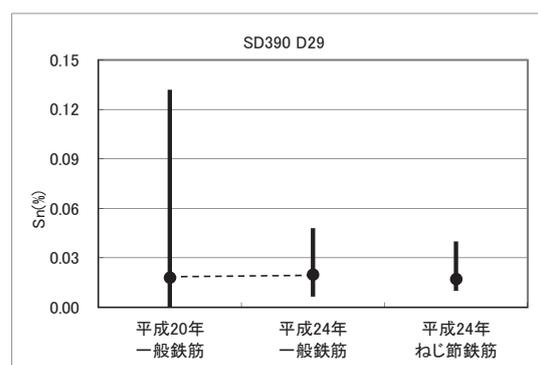
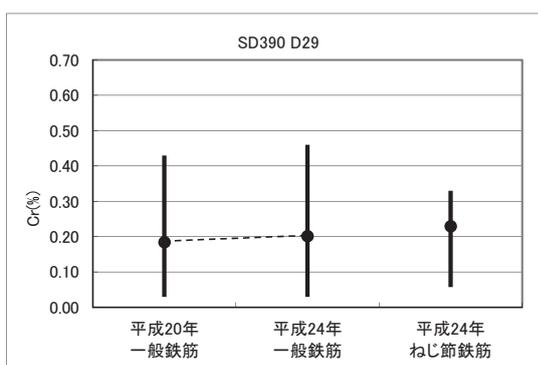
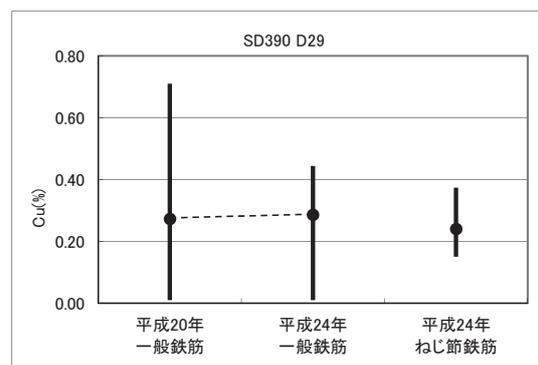
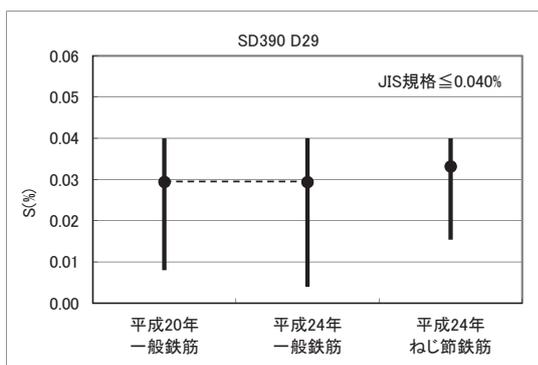
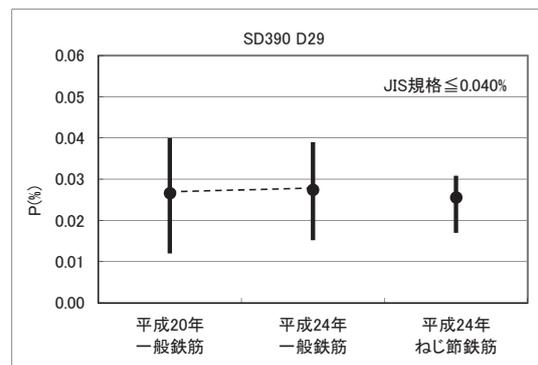
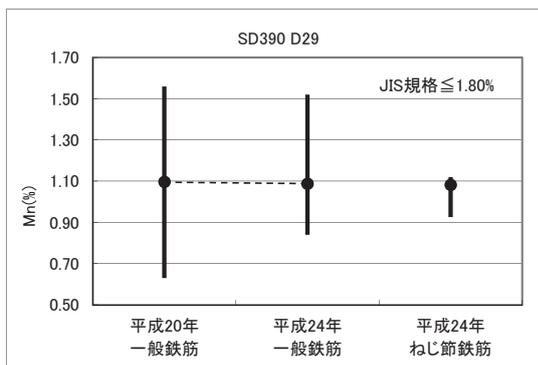
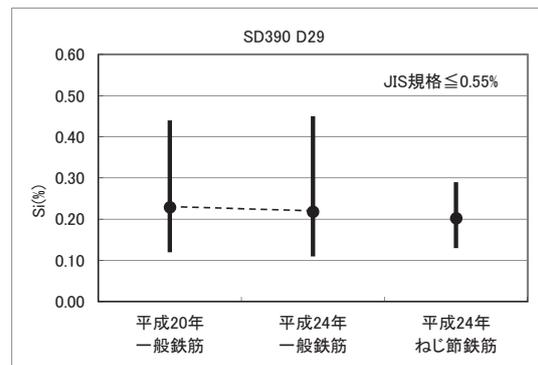
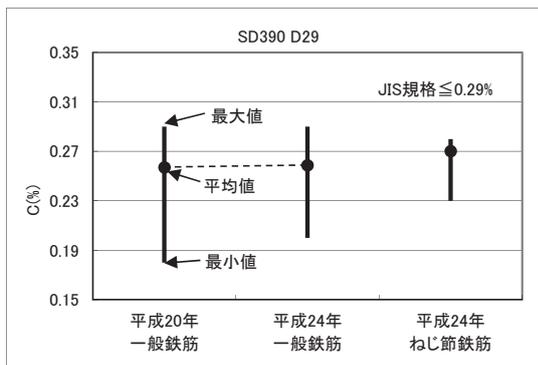


図2.3-7 化学成分：SD390 D29

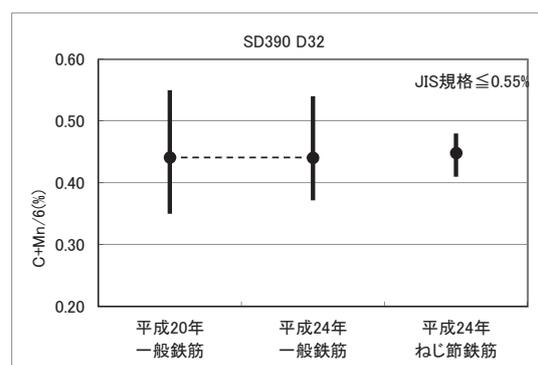
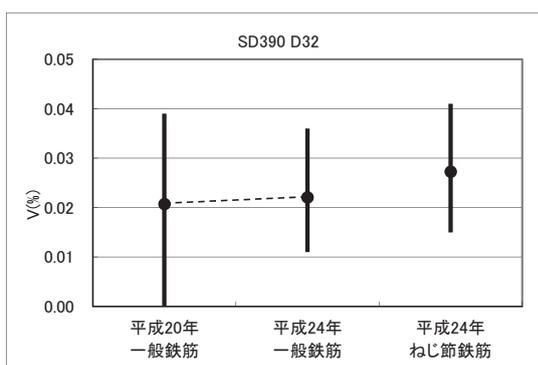
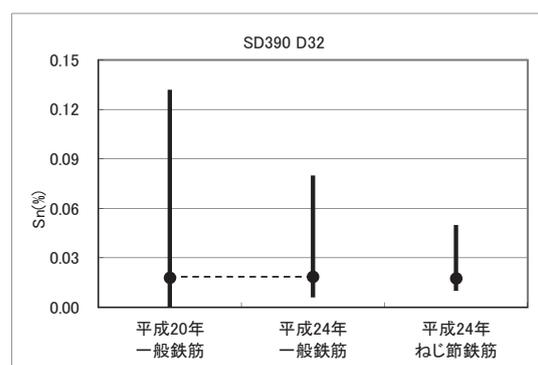
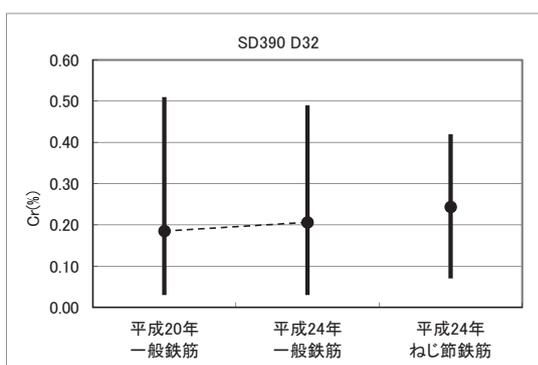
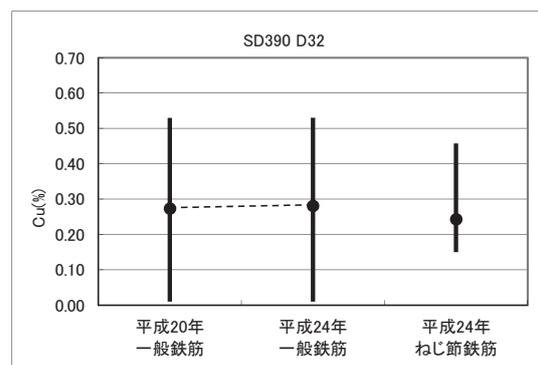
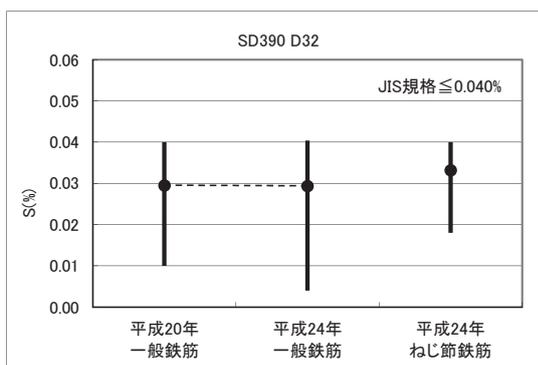
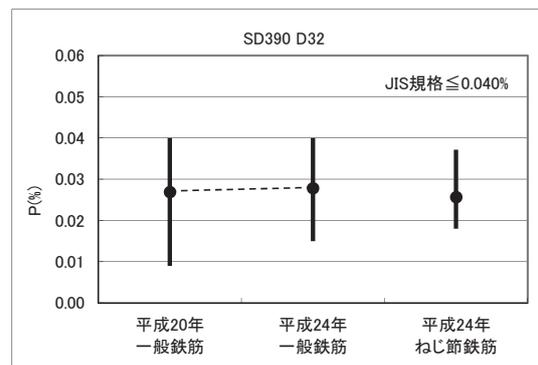
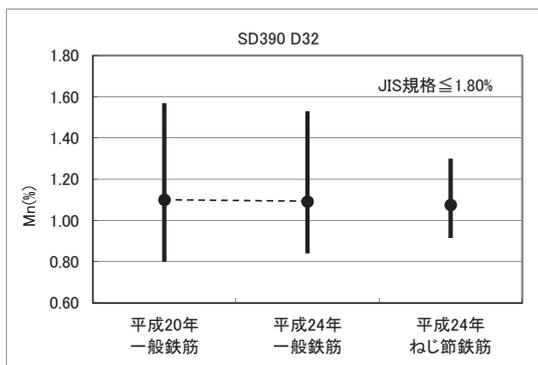
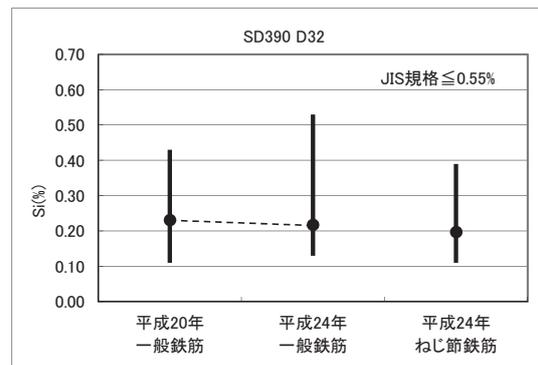
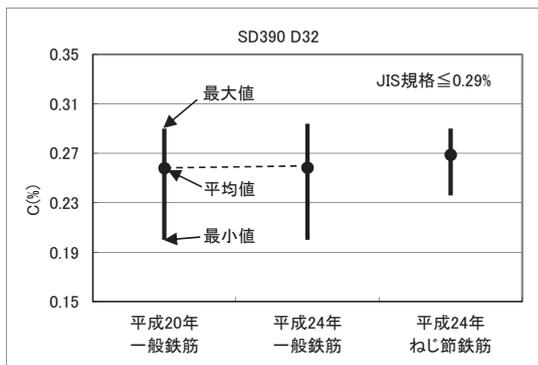


図2.3-8 化学成分：SD390 D32

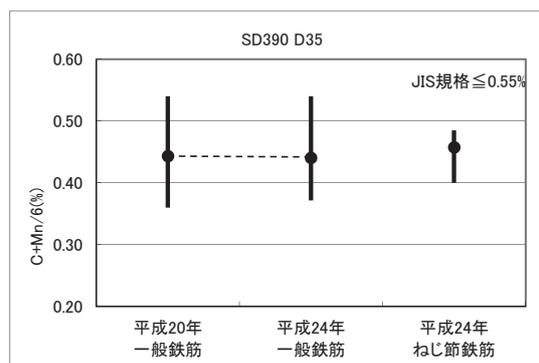
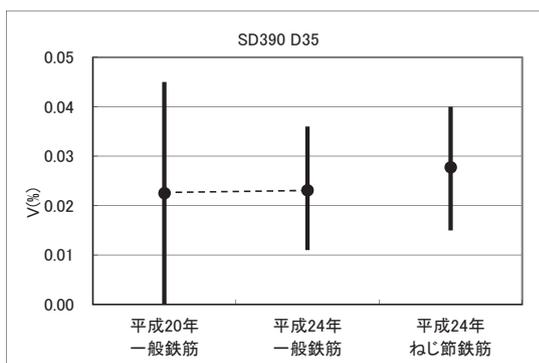
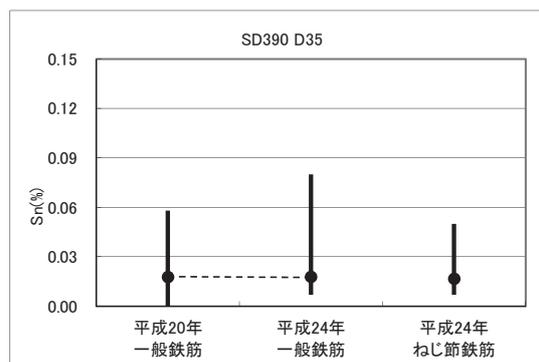
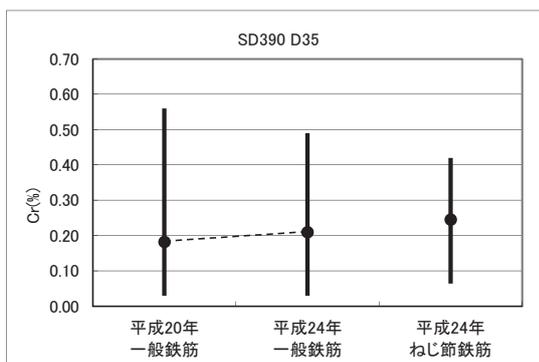
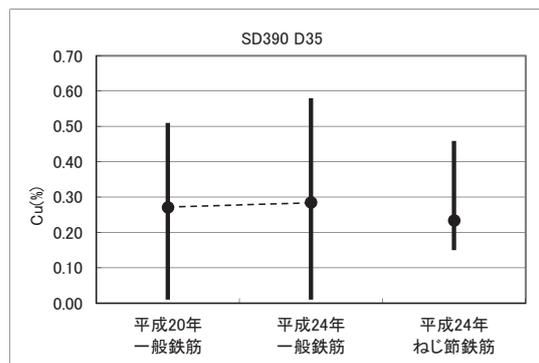
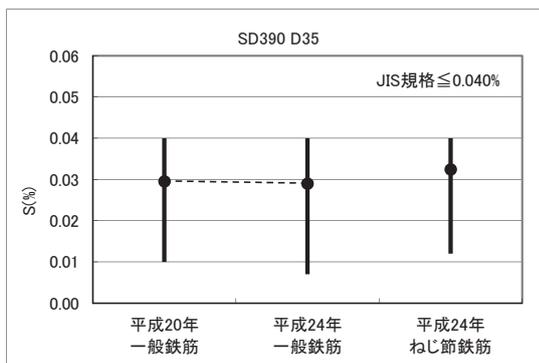
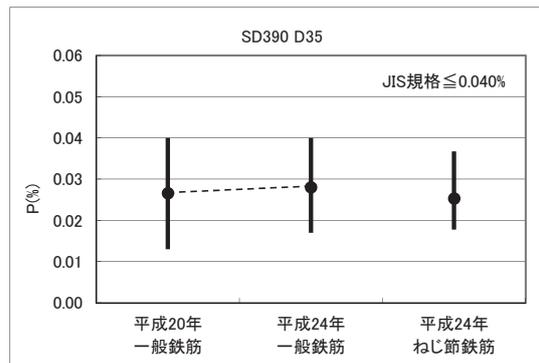
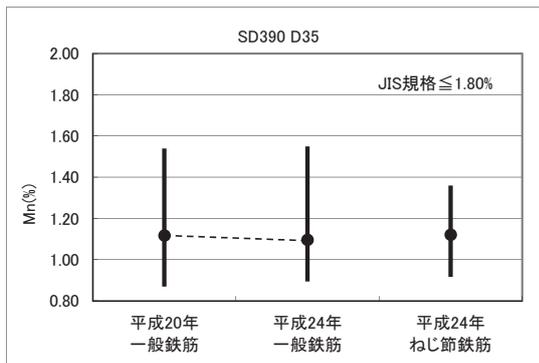
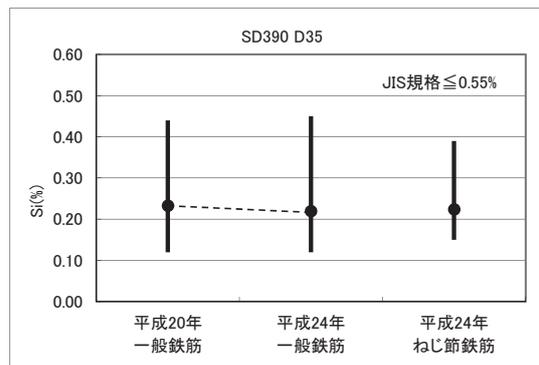
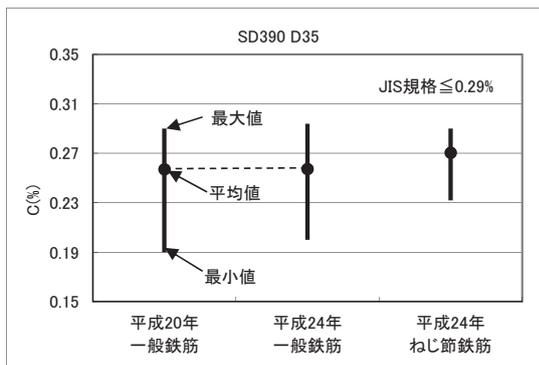


図2.3-9 化学成分：SD390 D35

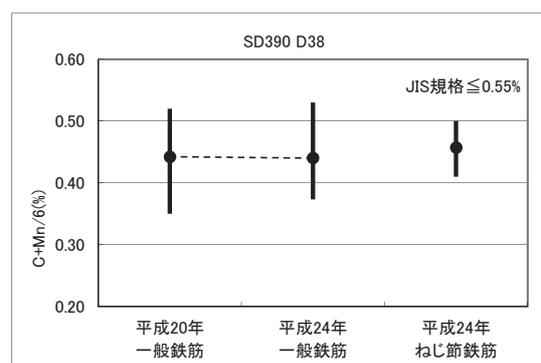
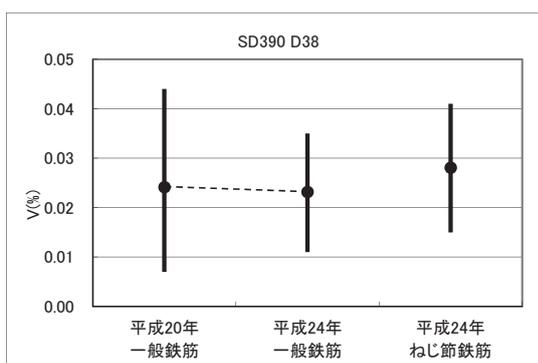
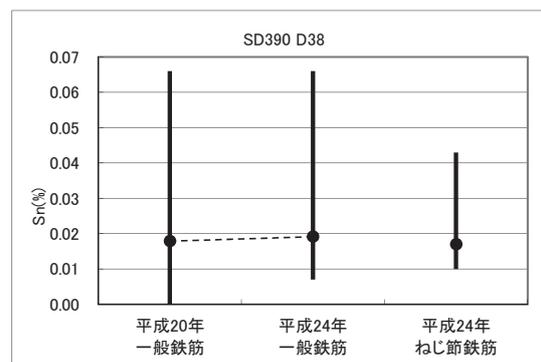
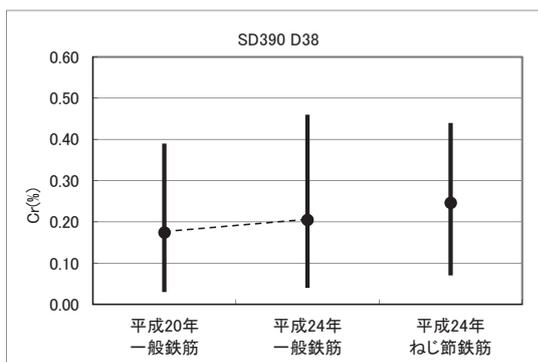
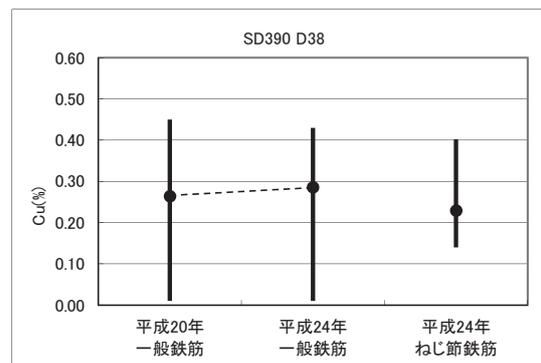
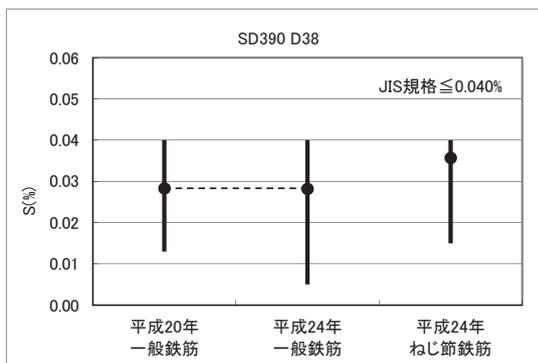
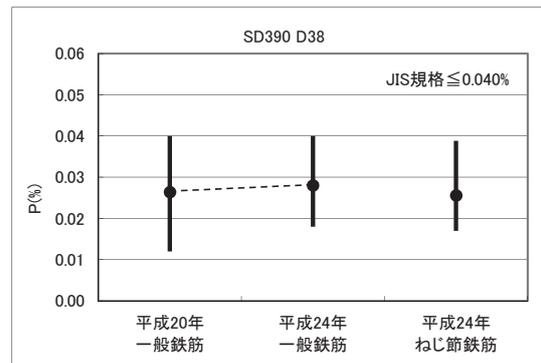
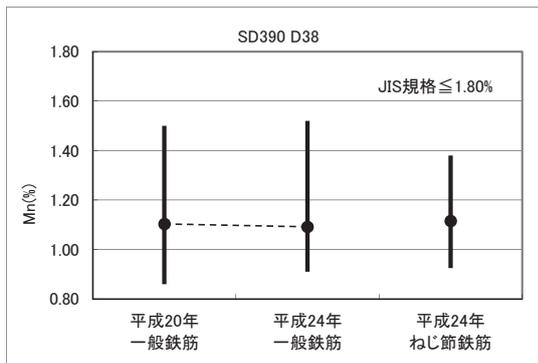
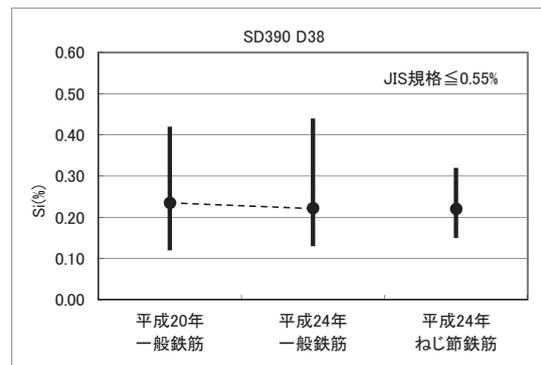
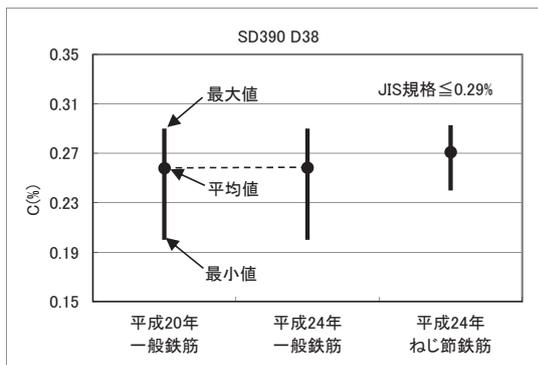


図2.3-10 化学成分：SD390 D38

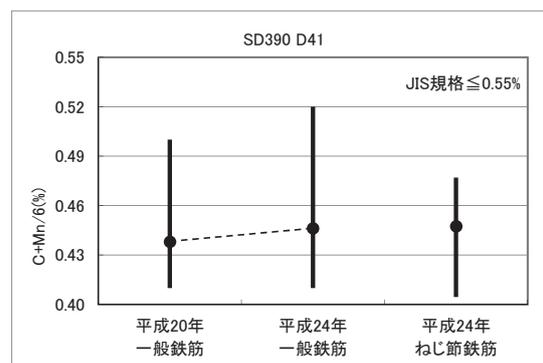
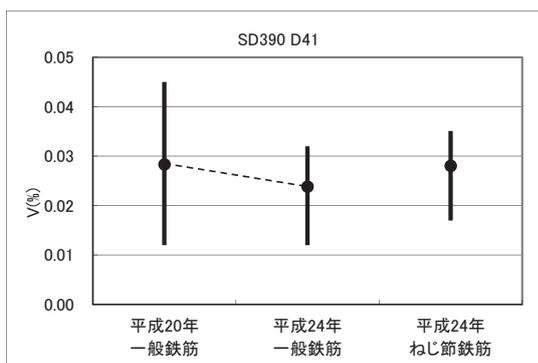
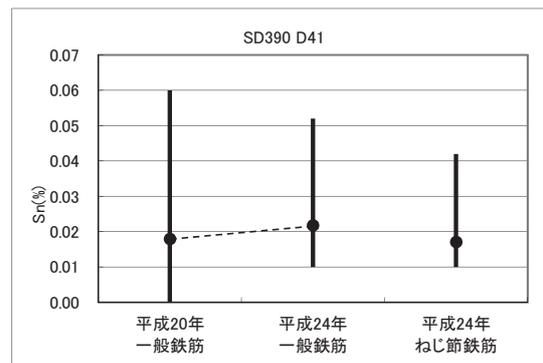
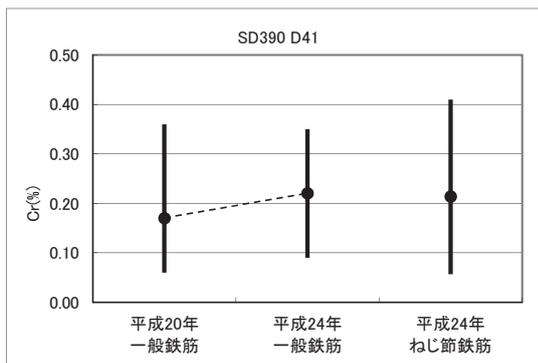
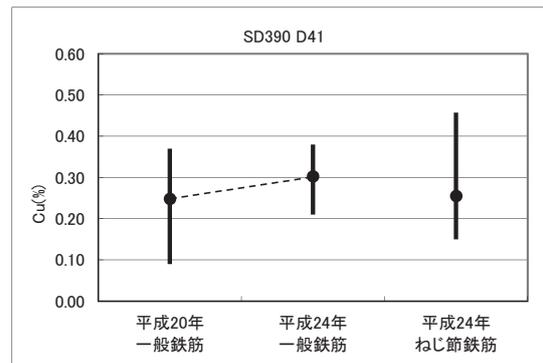
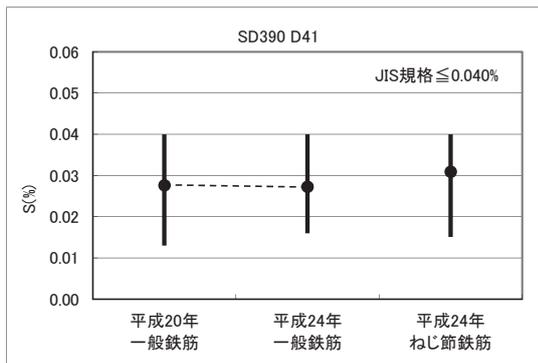
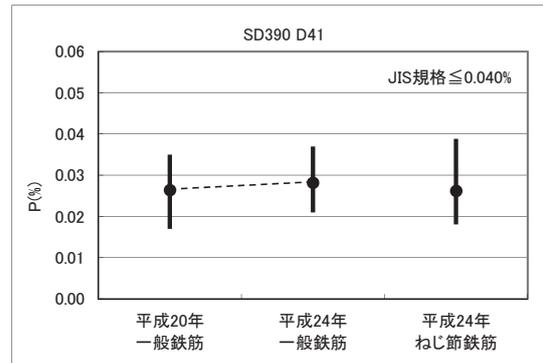
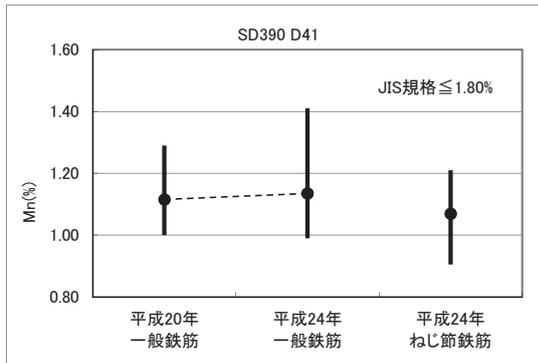
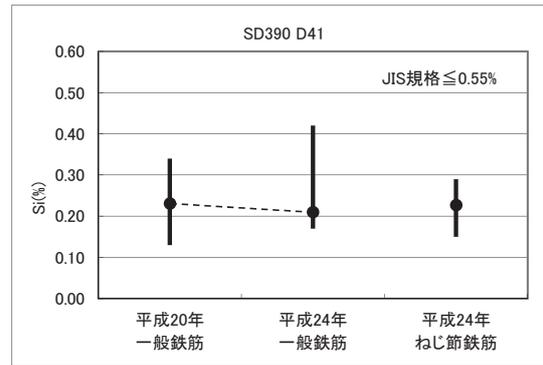
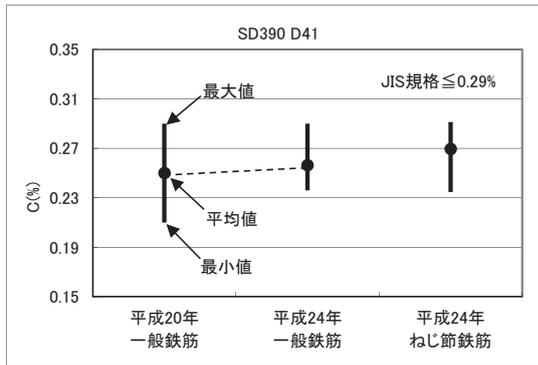


図2.3-11 化学成分：SD390 D41

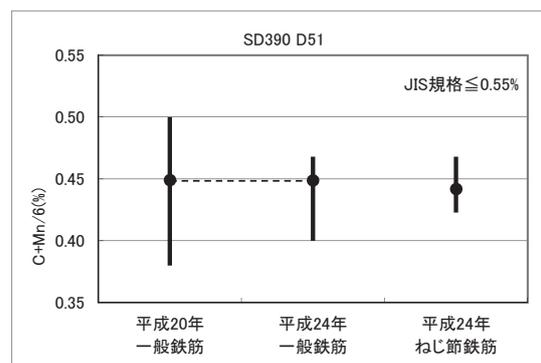
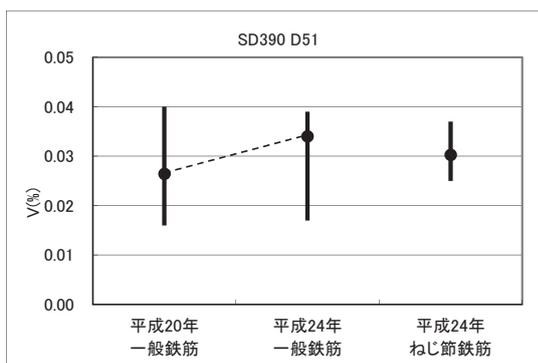
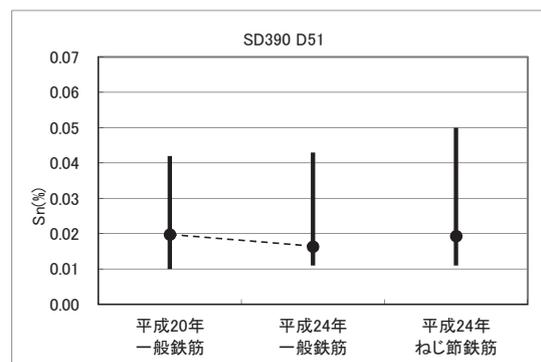
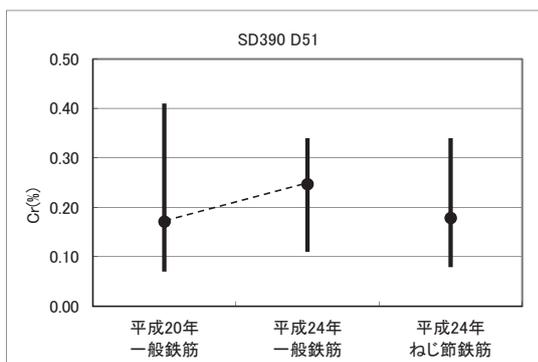
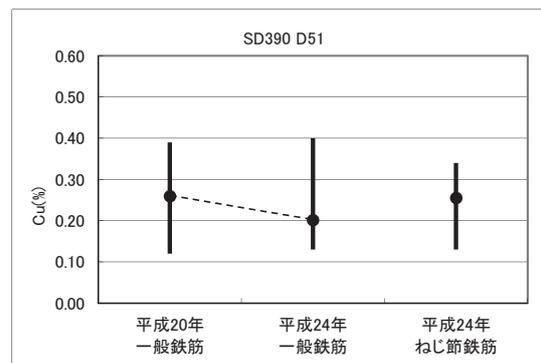
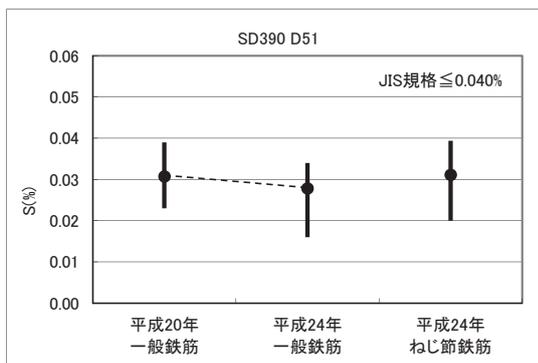
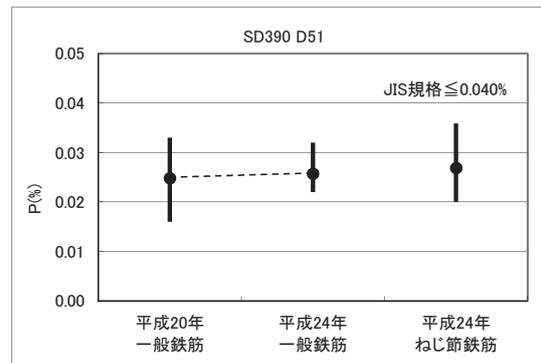
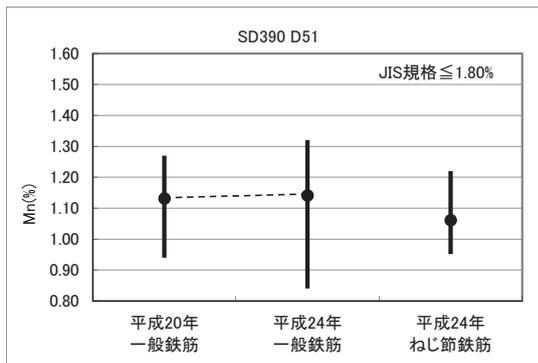
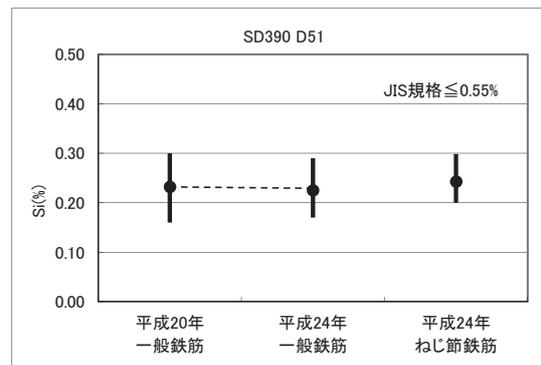
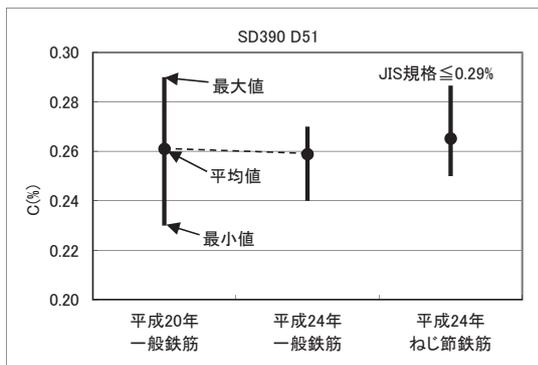


図2.3-12 化学成分：SD390 D51

表2.4-1 化学成分の調査結果：SD490

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
C (%)	D25	-	-	-	0.22	0.29	0.238	0.27	0.29	0.277	0.32以下
	D29	-	-	-	0.22	0.31	0.251	0.25	0.28	0.267	
	D32	-	-	-	0.22	0.31	0.258	0.22	0.29	0.259	
	D35	-	-	-	0.22	0.31	0.259	0.22	0.29	0.254	
	D38	-	-	-	0.21	0.31	0.263	0.21	0.31	0.261	
	D41	-	-	-	0.23	0.30	0.266	0.22	0.30	0.267	
	D51	-	-	-	0.23	0.29	0.274	0.22	0.31	0.272	
Si (%)	D25	-	-	-	0.24	0.41	0.325	0.34	0.39	0.358	0.55以下
	D29	-	-	-	0.24	0.41	0.312	0.21	0.39	0.265	
	D32	-	-	-	0.21	0.42	0.301	0.21	0.41	0.287	
	D35	-	-	-	0.18	0.42	0.272	0.20	0.42	0.312	
	D38	-	-	-	0.21	0.52	0.297	0.21	0.44	0.289	
	D41	-	-	-	0.20	0.50	0.269	0.20	0.43	0.272	
	D51	-	-	-	0.22	0.38	0.261	0.24	0.44	0.372	
Mn (%)	D25	-	-	-	1.21	1.40	1.306	1.28	1.35	1.299	1.80以下
	D29	-	-	-	1.16	1.49	1.345	1.28	1.45	1.358	
	D32	-	-	-	1.07	1.49	1.328	1.26	1.44	1.376	
	D35	-	-	-	0.96	1.45	1.328	1.09	1.50	1.381	
	D38	-	-	-	1.21	1.48	1.358	1.07	1.46	1.385	
	D41	-	-	-	1.18	1.47	1.347	1.26	1.49	1.398	
	D51	-	-	-	1.11	1.39	1.321	1.04	1.46	1.386	
P (%)	D25	-	-	-	0.014	0.025	0.0202	0.018	0.031	0.0274	0.040以下
	D29	-	-	-	0.014	0.036	0.0226	0.022	0.031	0.0254	
	D32	-	-	-	0.013	0.039	0.0236	0.015	0.036	0.0225	
	D35	-	-	-	0.014	0.035	0.0246	0.012	0.037	0.0222	
	D38	-	-	-	0.014	0.036	0.0244	0.013	0.035	0.0233	
	D41	-	-	-	0.015	0.038	0.0250	0.013	0.038	0.0241	
	D51	-	-	-	0.021	0.030	0.0256	0.014	0.035	0.0233	
S (%)	D25	-	-	-	0.014	0.029	0.0218	0.027	0.038	0.0325	0.040以下
	D29	-	-	-	0.017	0.034	0.0229	0.014	0.035	0.0222	
	D32	-	-	-	0.014	0.034	0.0242	0.012	0.035	0.0221	
	D35	-	-	-	0.003	0.035	0.0216	0.010	0.037	0.0225	
	D38	-	-	-	0.007	0.035	0.0221	0.009	0.038	0.0221	
	D41	-	-	-	0.010	0.035	0.0218	0.008	0.038	0.0213	
	D51	-	-	-	0.017	0.023	0.0208	0.010	0.039	0.0262	

表2.4-2 化学成分の調査結果：SD490

		一般鉄筋(平成20年)			一般鉄筋(平成24年)			ねじ鉄筋(平成24年)			JIS 規格値
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
Cu (%)	D25	-	-	-	0.10	0.28	0.156	0.29	0.34	0.303	-
	D29	-	-	-	0.05	0.38	0.192	0.14	0.31	0.206	
	D32	-	-	-	0.06	0.37	0.197	0.10	0.37	0.172	
	D35	-	-	-	0.10	0.37	0.211	0.10	0.37	0.177	
	D38	-	-	-	0.05	0.43	0.199	0.10	0.39	0.185	
	D41	-	-	-	0.06	0.36	0.227	0.10	0.38	0.180	
Cr (%)	D25	-	-	-	0.08	0.26	0.125	0.11	0.24	0.169	-
	D29	-	-	-	0.07	0.29	0.141	0.11	0.35	0.227	
	D32	-	-	-	0.06	0.42	0.170	0.07	0.52	0.214	
	D35	-	-	-	0.08	0.44	0.162	0.07	0.40	0.179	
	D38	-	-	-	0.06	0.43	0.151	0.06	0.36	0.199	
	D41	-	-	-	0.07	0.43	0.177	0.06	0.39	0.218	
Sn (%)	D25	-	-	-	0.010	0.020	0.0121	0.014	0.025	0.0198	-
	D29	-	-	-	0.010	0.025	0.0132	0.011	0.022	0.0148	
	D32	-	-	-	0.010	0.030	0.0148	0.009	0.029	0.0142	
	D35	-	-	-	0.010	0.040	0.0157	0.008	0.051	0.0138	
	D38	-	-	-	0.010	0.112	0.0182	0.009	0.040	0.0146	
	D41	-	-	-	0.010	0.071	0.0158	0.009	0.041	0.0150	
V (%)	D25	-	-	-	0.043	0.090	0.0728	0.054	0.055	0.0543	-
	D29	-	-	-	0.034	0.099	0.0668	0.053	0.073	0.0639	
	D32	-	-	-	0.031	0.152	0.0678	0.053	0.098	0.0723	
	D35	-	-	-	0.031	0.090	0.0795	0.052	0.159	0.0771	
	D38	-	-	-	0.031	0.098	0.0655	0.046	0.139	0.0785	
	D41	-	-	-	0.039	0.099	0.0669	0.052	0.106	0.0804	
C+Mn/6 (%)	D25	-	-	-	0.44	0.51	0.455	0.48	0.51	0.494	0.60以下
	D29	-	-	-	0.44	0.53	0.475	0.48	0.51	0.493	
	D32	-	-	-	0.44	0.55	0.479	0.44	0.53	0.488	
	D35	-	-	-	0.42	0.53	0.480	0.44	0.53	0.484	
	D38	-	-	-	0.44	0.54	0.490	0.44	0.52	0.492	
	D41	-	-	-	0.46	0.54	0.490	0.45	0.53	0.499	
	D51	-	-	-	0.46	0.52	0.495	0.45	0.54	0.503	

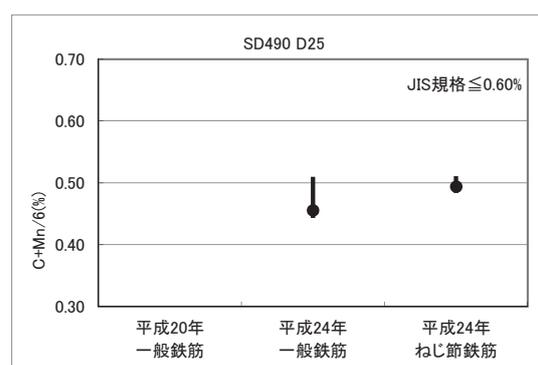
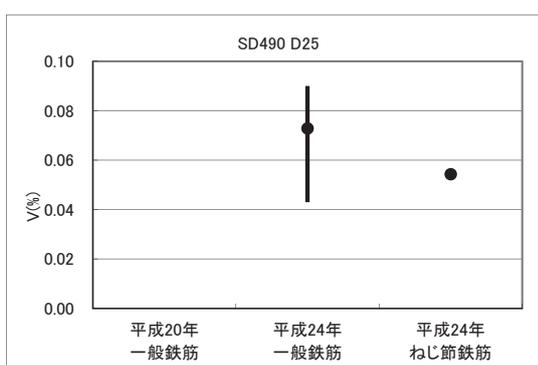
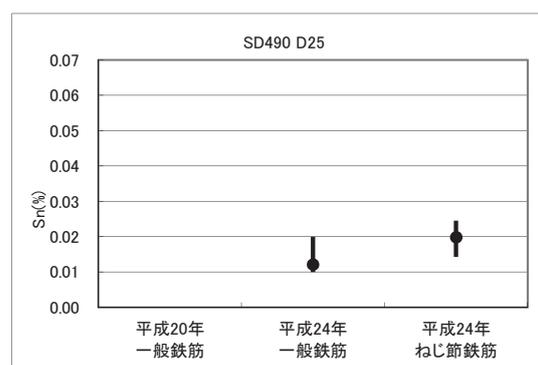
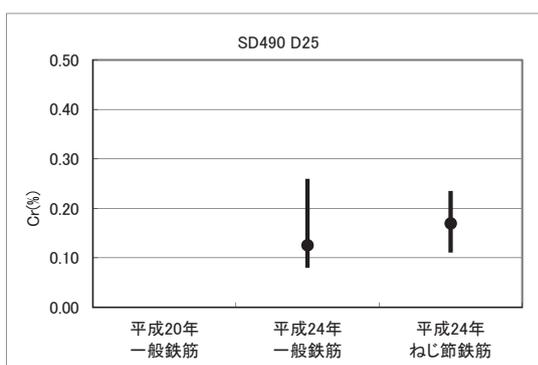
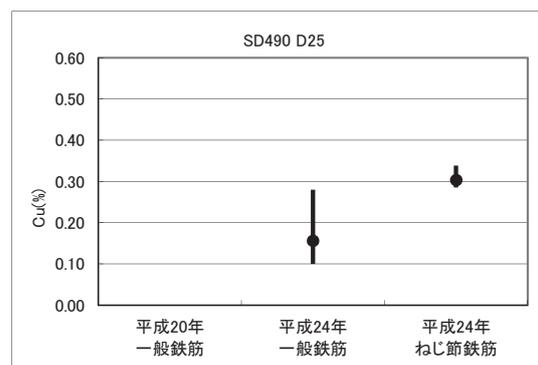
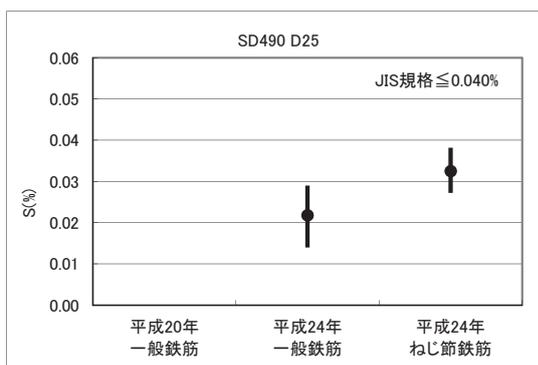
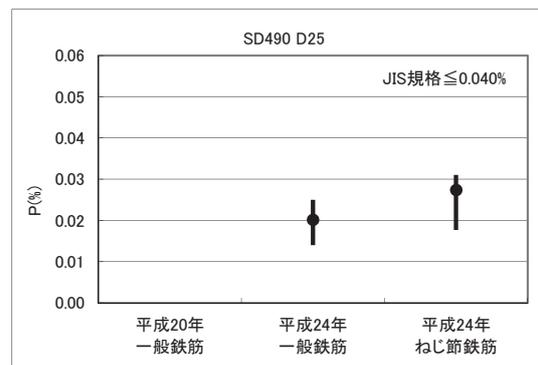
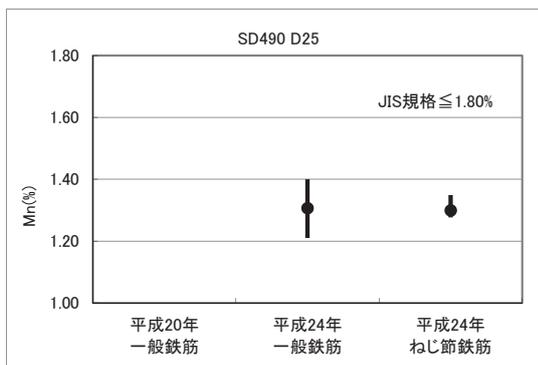
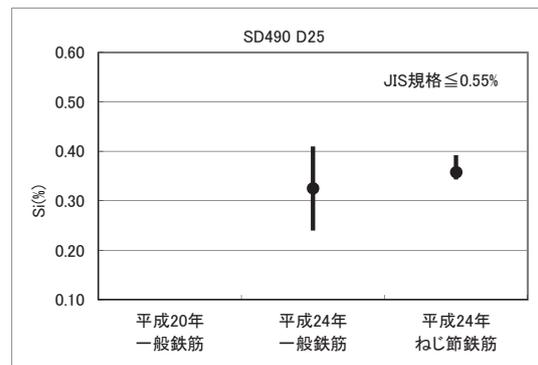
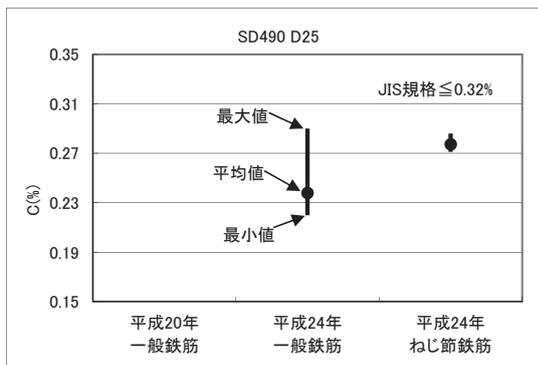


图2.4-1 化学成分：SD490 D25

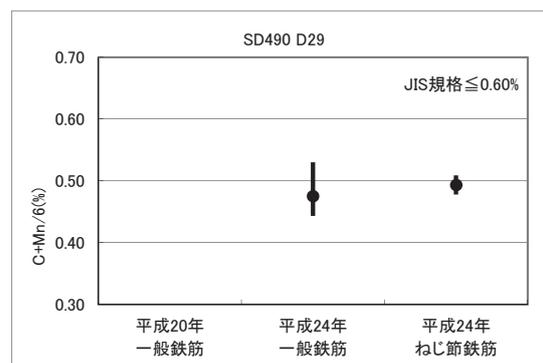
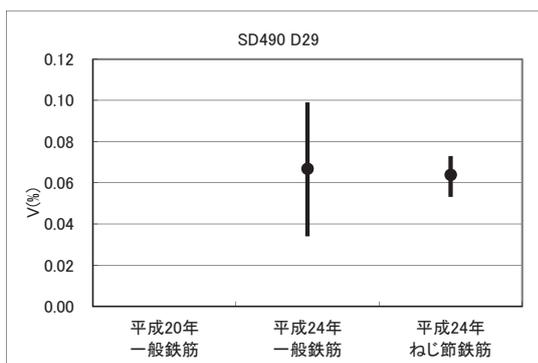
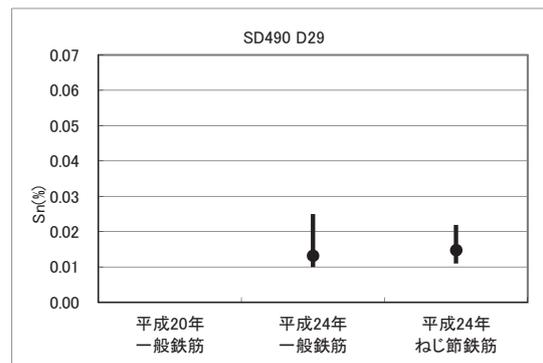
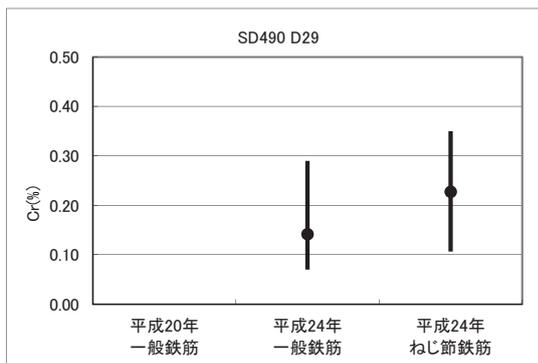
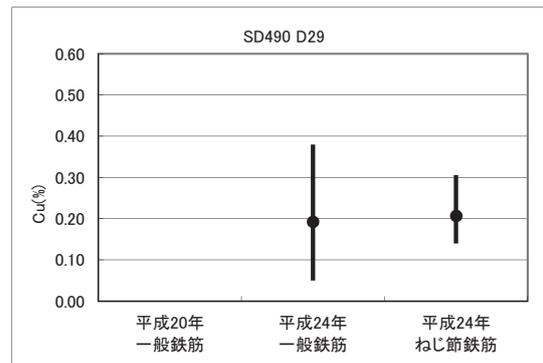
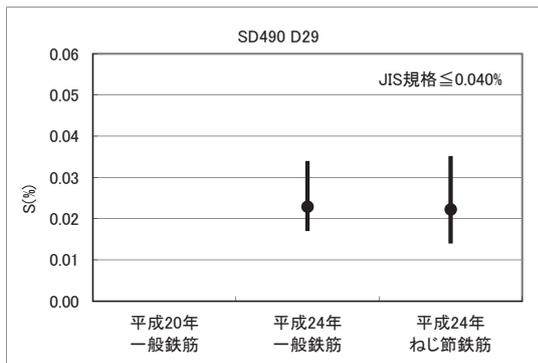
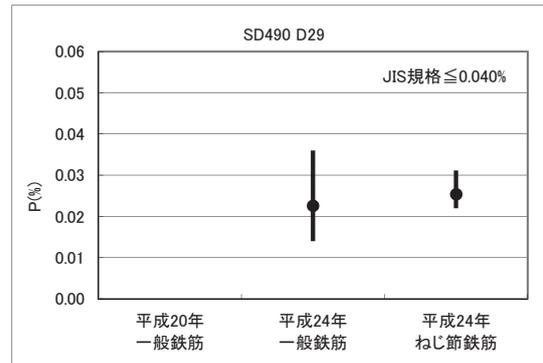
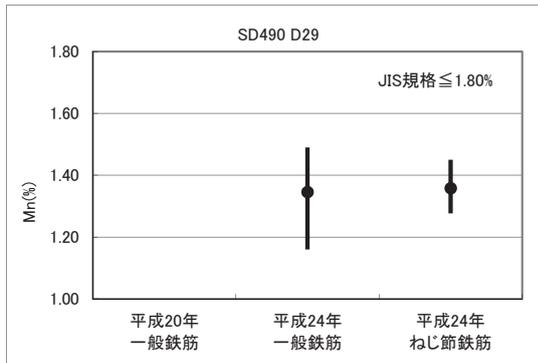
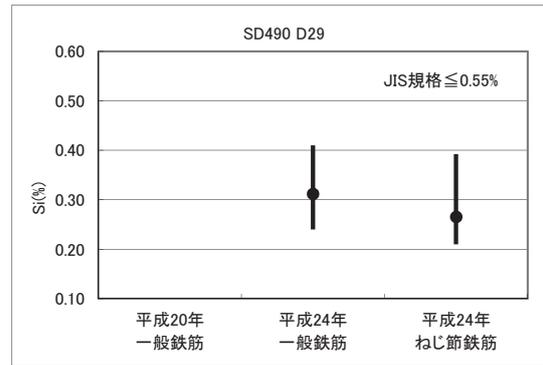
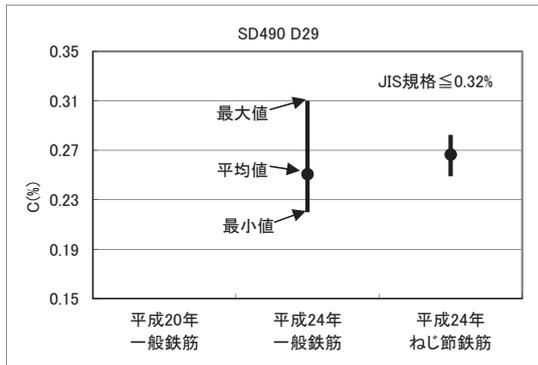


図2.4-2 化学成分：SD490 D29

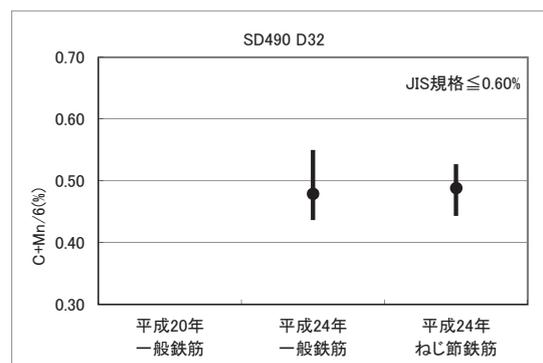
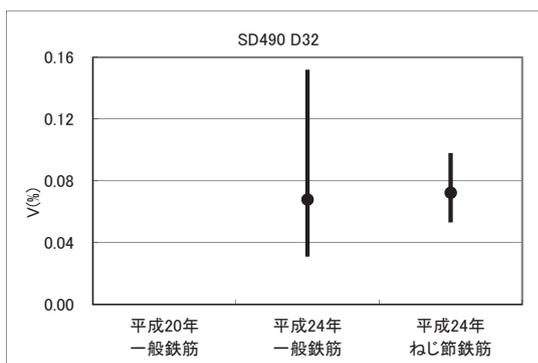
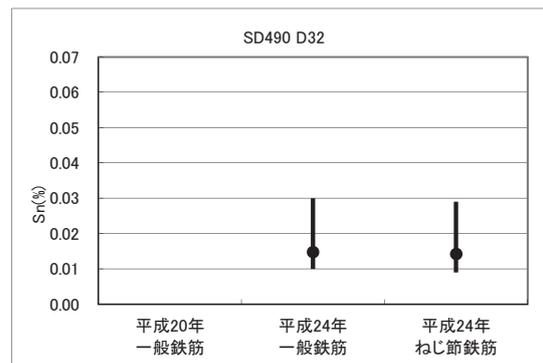
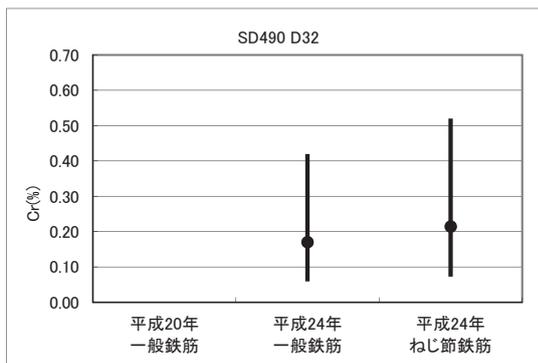
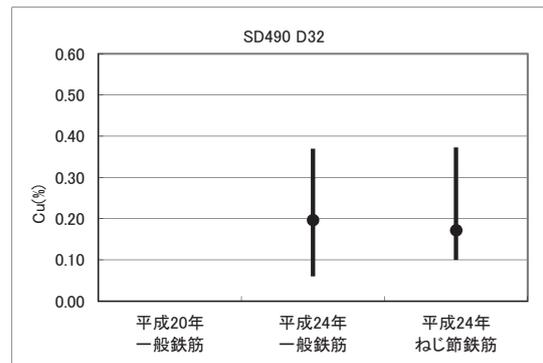
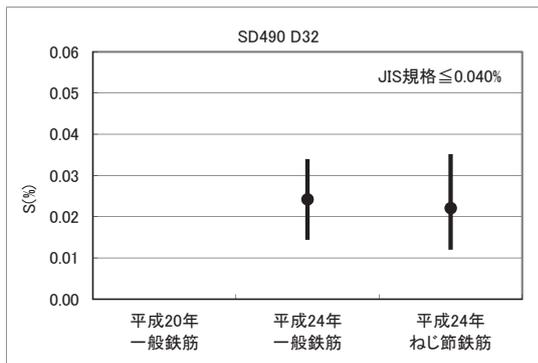
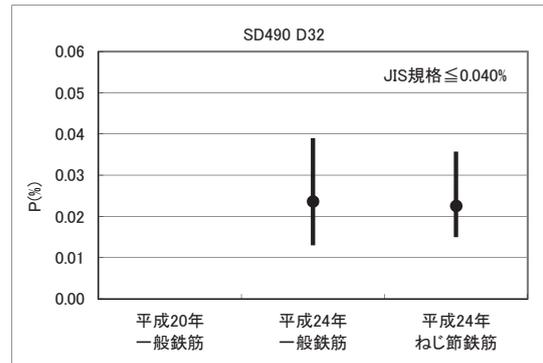
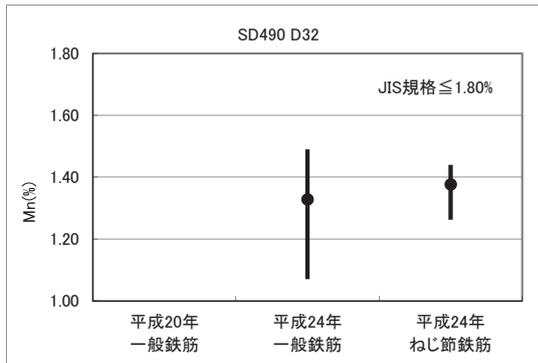
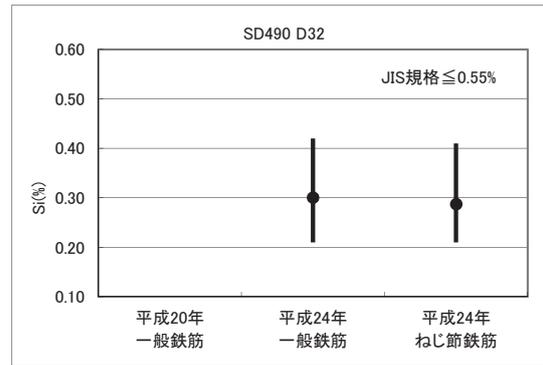
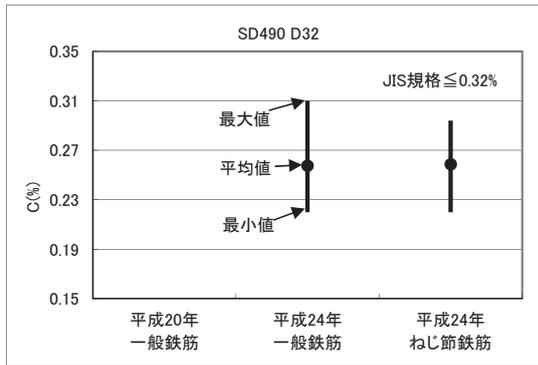


図2.4-3 化学成分：SD490 D32

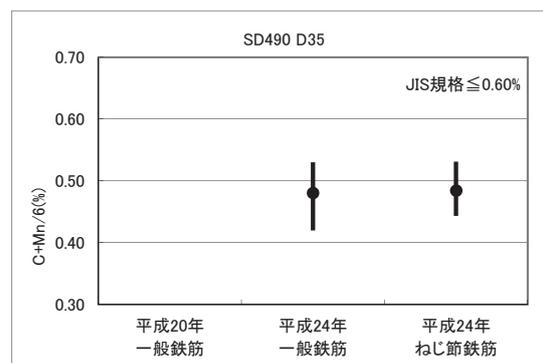
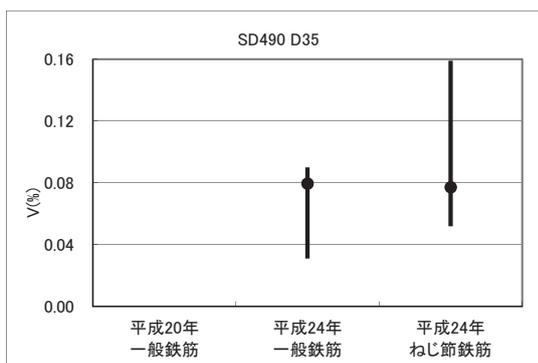
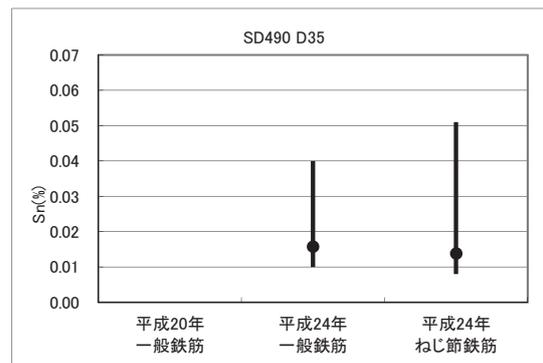
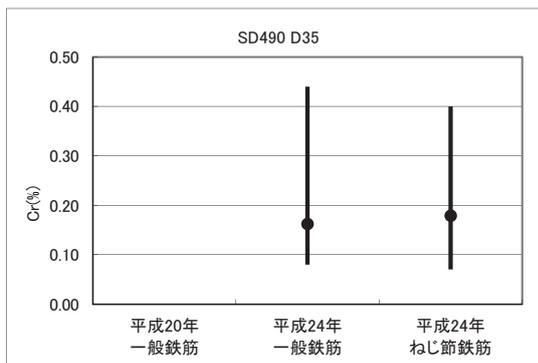
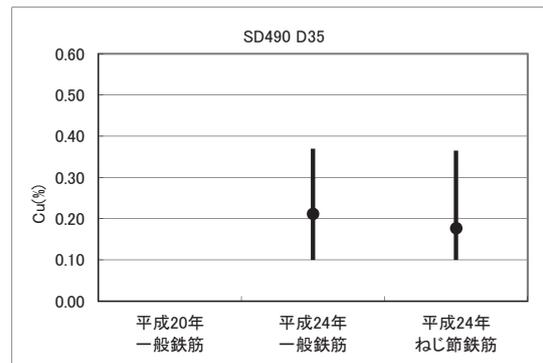
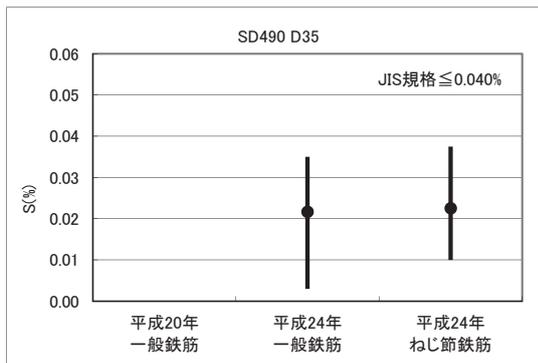
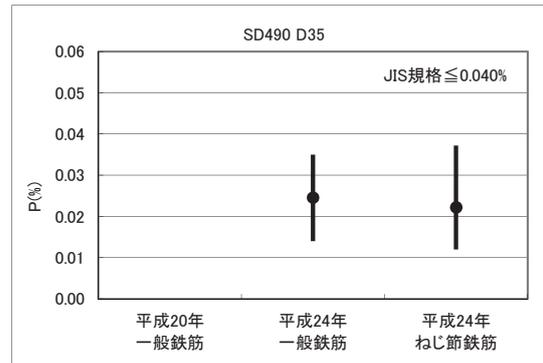
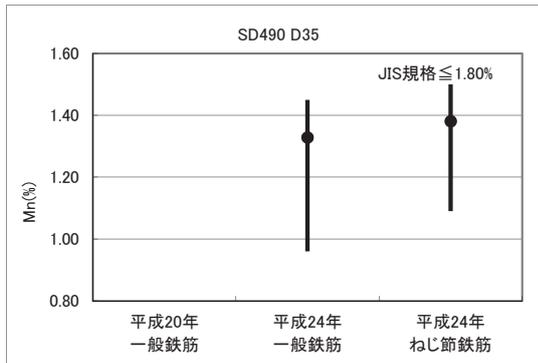
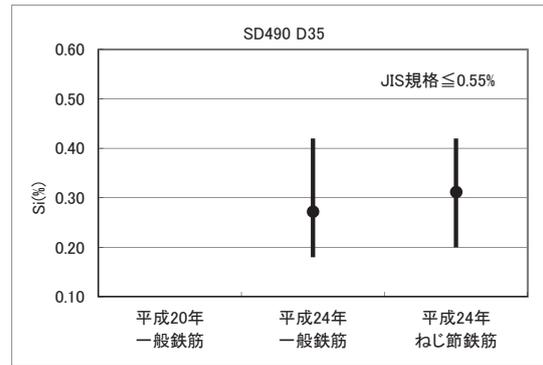
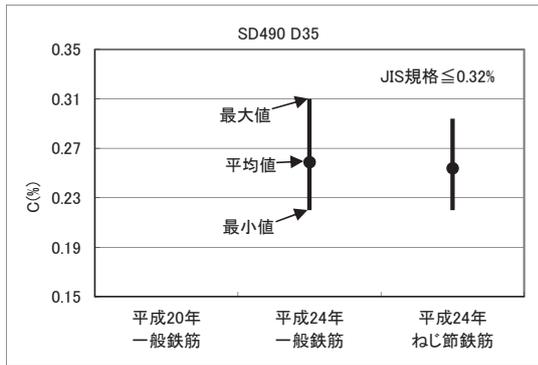


図2.4-4 化学成分：SD490 D35

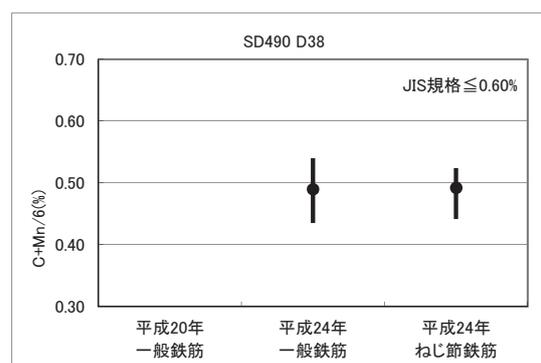
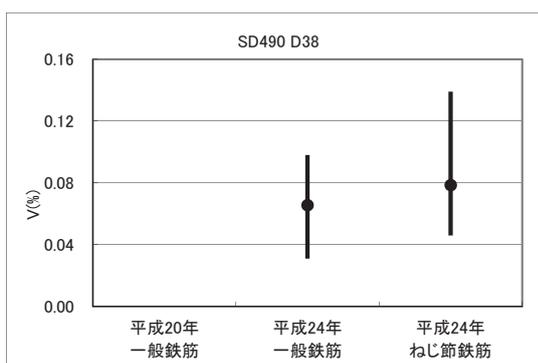
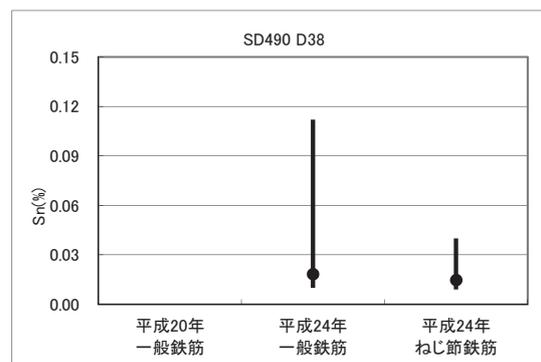
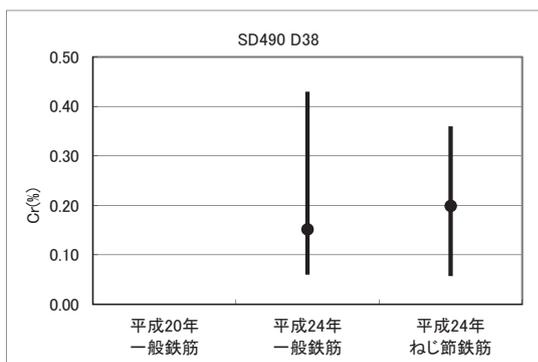
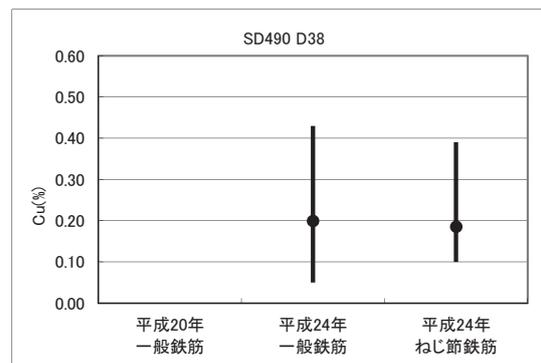
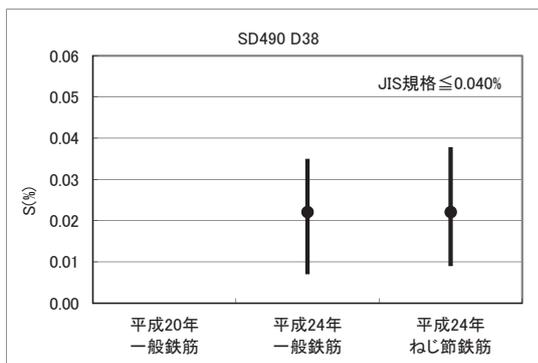
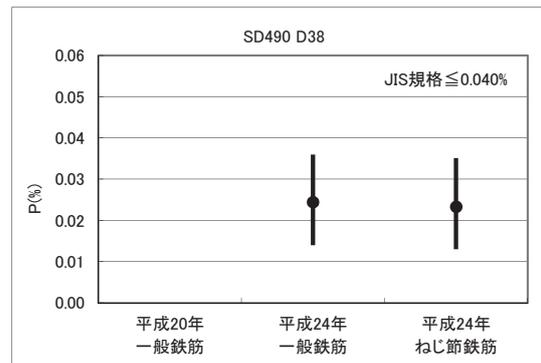
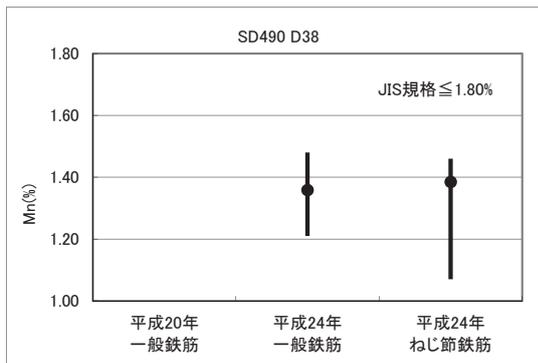
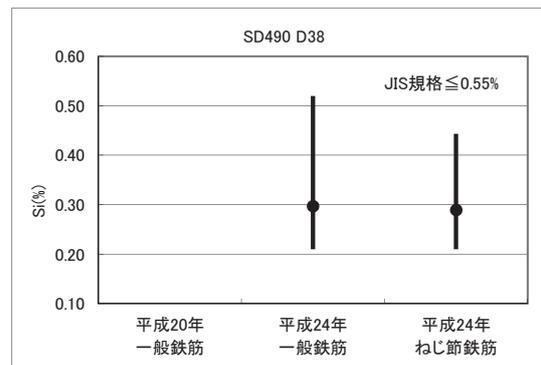
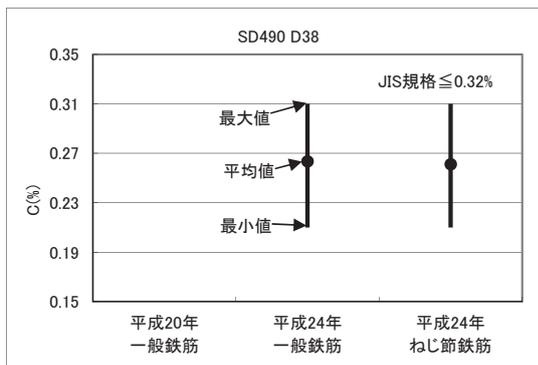


図2.4-5 化学成分：SD490 D38

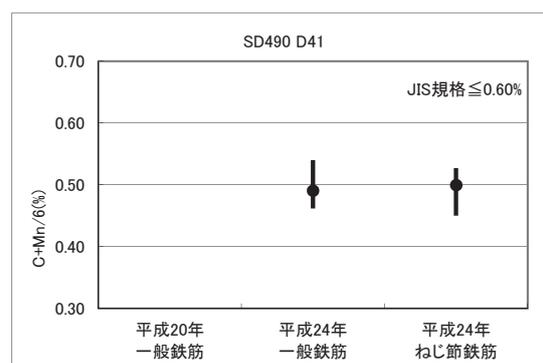
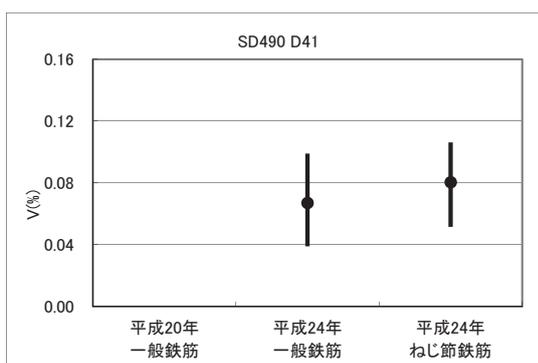
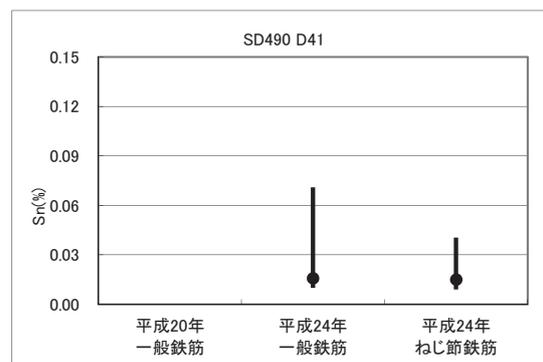
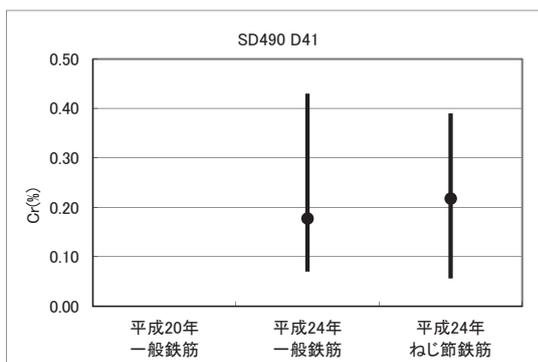
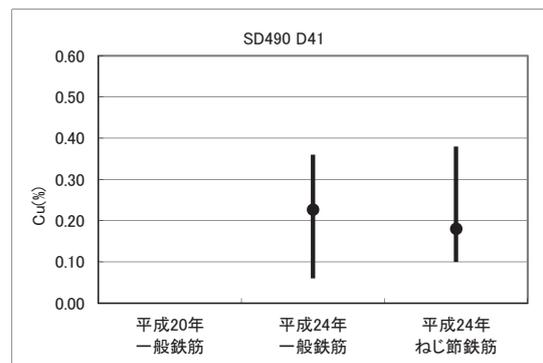
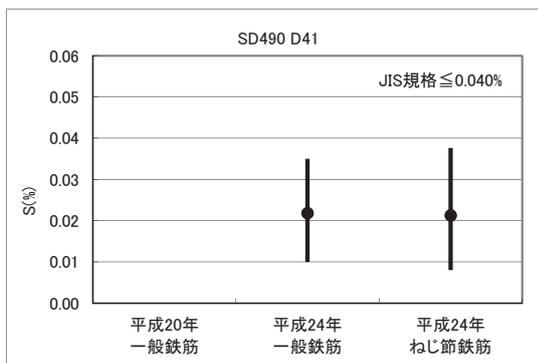
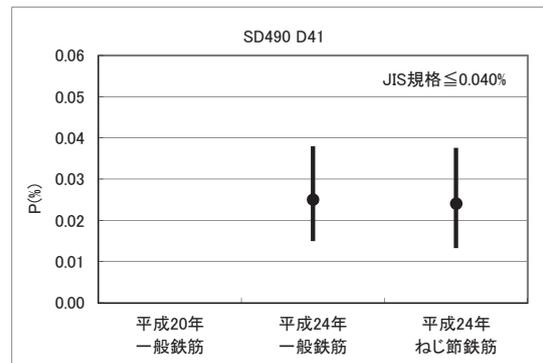
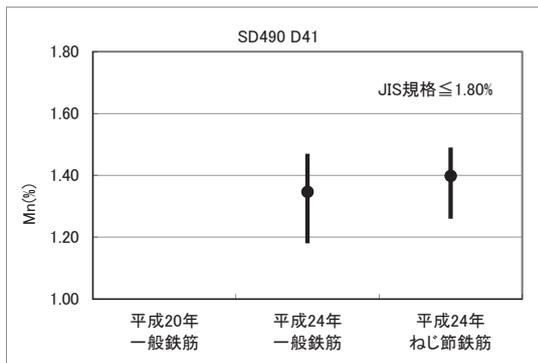
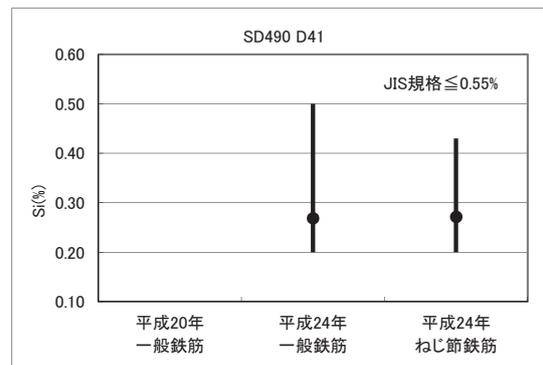
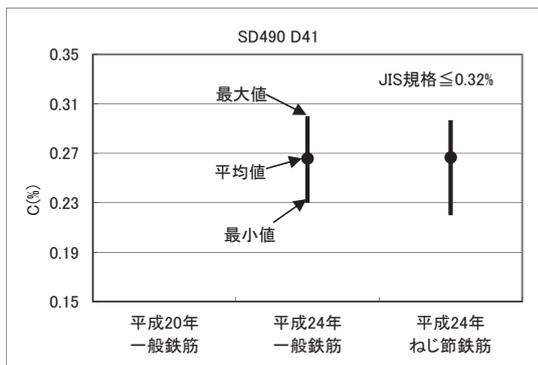


図2.4-6 化学成分：SD490 D41

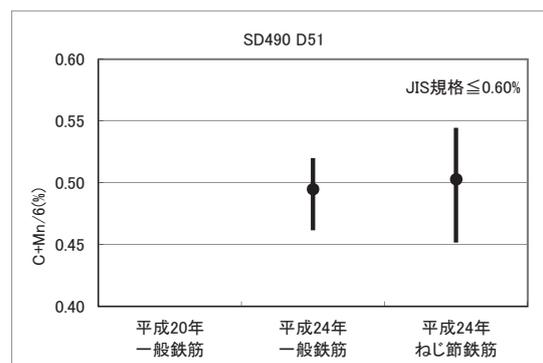
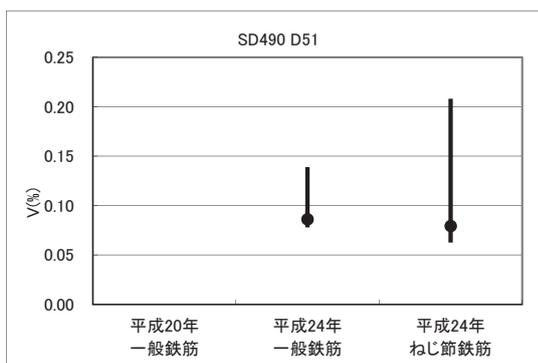
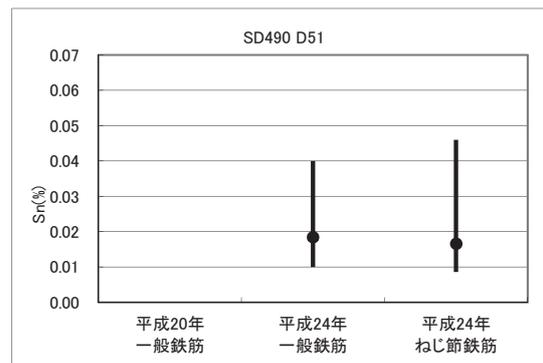
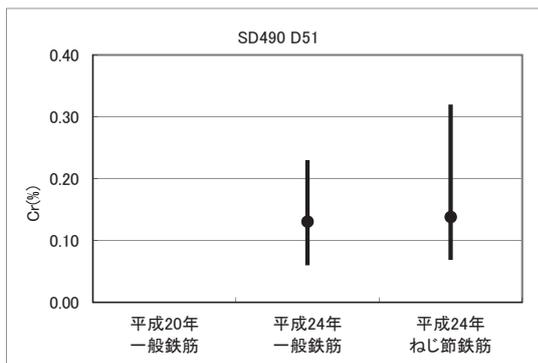
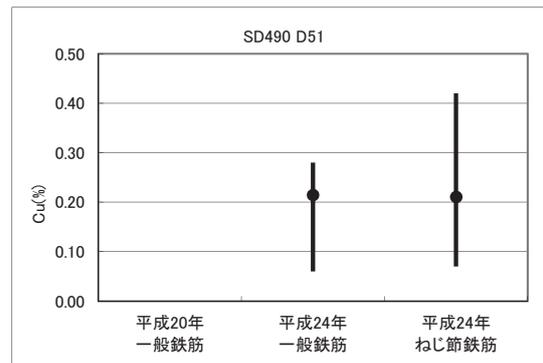
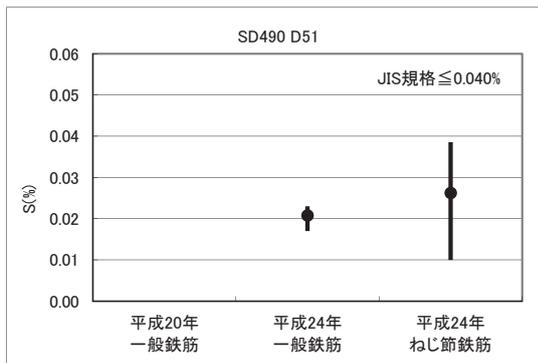
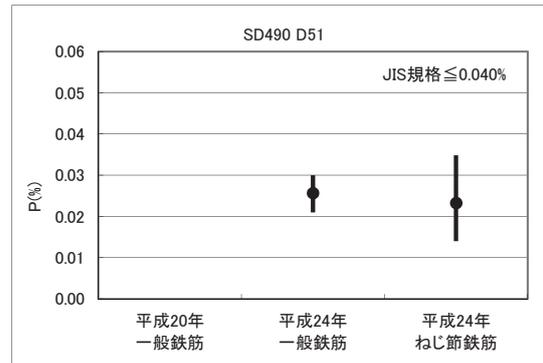
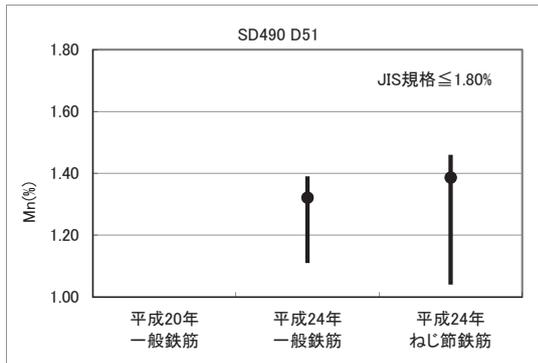
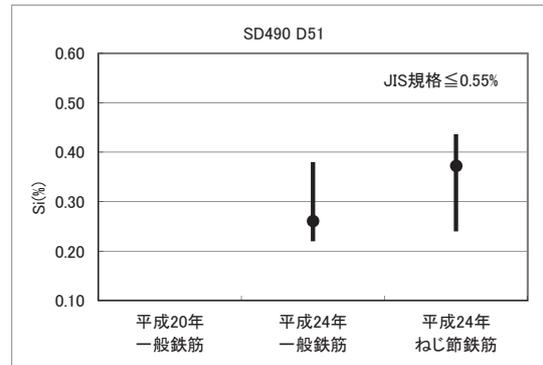
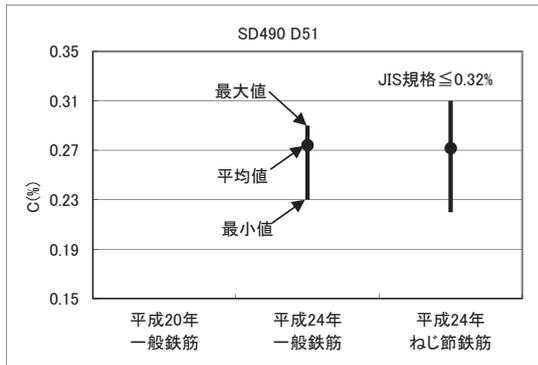


図2.4-7 化学成分：SD490 D51

表2.5 一般鉄筋のトランプ元素(Cu、Cr、Sn)の地域比較

地域	Cuの平均値(%)							
	SD295A D13		SD345 D25		SD390 D29		SD490 D38	
	前回	今回	前回	今回	前回	今回	前回	今回
北海道	0.327	0.299	0.327	0.299	0.315	0.291	-	-
東北	0.259	0.279	0.253	0.275	0.253	0.273	-	-
関東	0.310	0.294	0.276	0.298	0.280	0.293	-	0.181
上越	0.287	0.281	0.285	0.278	0.276	0.278	-	0.231
中部	0.268	0.258	0.182	0.275	0.159	0.254	-	-
関西、中国	0.201	0.257	0.240	0.252	0.222	0.254	-	0.257
九州、沖縄	0.327	0.310	0.330	0.329	0.322	0.310	-	-
全国	0.293	0.278	0.279	0.289	0.272	0.285	-	0.199

地域	Crの平均値(%)							
	SD295A D13		SD345 D25		SD390 D29		SD490 D38	
	前回	今回	前回	今回	前回	今回	前回	今回
北海道	0.224	0.244	0.219	0.231	0.217	0.231	-	-
東北	0.165	0.166	0.162	0.162	0.161	0.169	-	-
関東	0.221	0.223	0.199	0.227	0.187	0.225	-	0.165
上越	0.199	0.232	0.199	0.228	0.198	0.223	-	0.194
中部	0.164	0.168	0.112	0.186	0.101	0.131	-	-
関西、中国	0.133	0.182	0.153	0.172	0.152	0.166	-	0.190
九州、沖縄	0.209	0.226	0.214	0.206	0.217	0.228	-	-
全国	0.197	0.208	0.188	0.200	0.184	0.201	-	0.151

地域	Snの平均値(%)							
	SD295A D13		SD345 D25		SD390 D29		SD490 D38	
	前回	今回	前回	今回	前回	今回	前回	今回
北海道	0.017	0.018	0.017	0.018	0.017	0.019	-	-
東北	0.022	0.019	0.022	0.019	0.024	0.020	-	-
関東	0.020	0.022	0.021	0.022	0.022	0.022	-	0.017
上越	0.017	0.016	0.019	0.017	0.018	0.017	-	0.016
中部	0.015	0.016	0.009	0.016	0.009	0.017	-	-
関西、中国	0.010	0.014	0.013	0.016	0.012	0.017	-	0.022
九州、沖縄	0.016	0.016	0.016	0.016	0.017	0.018	-	-
全国	0.018	0.018	0.018	0.019	0.018	0.020	-	0.018

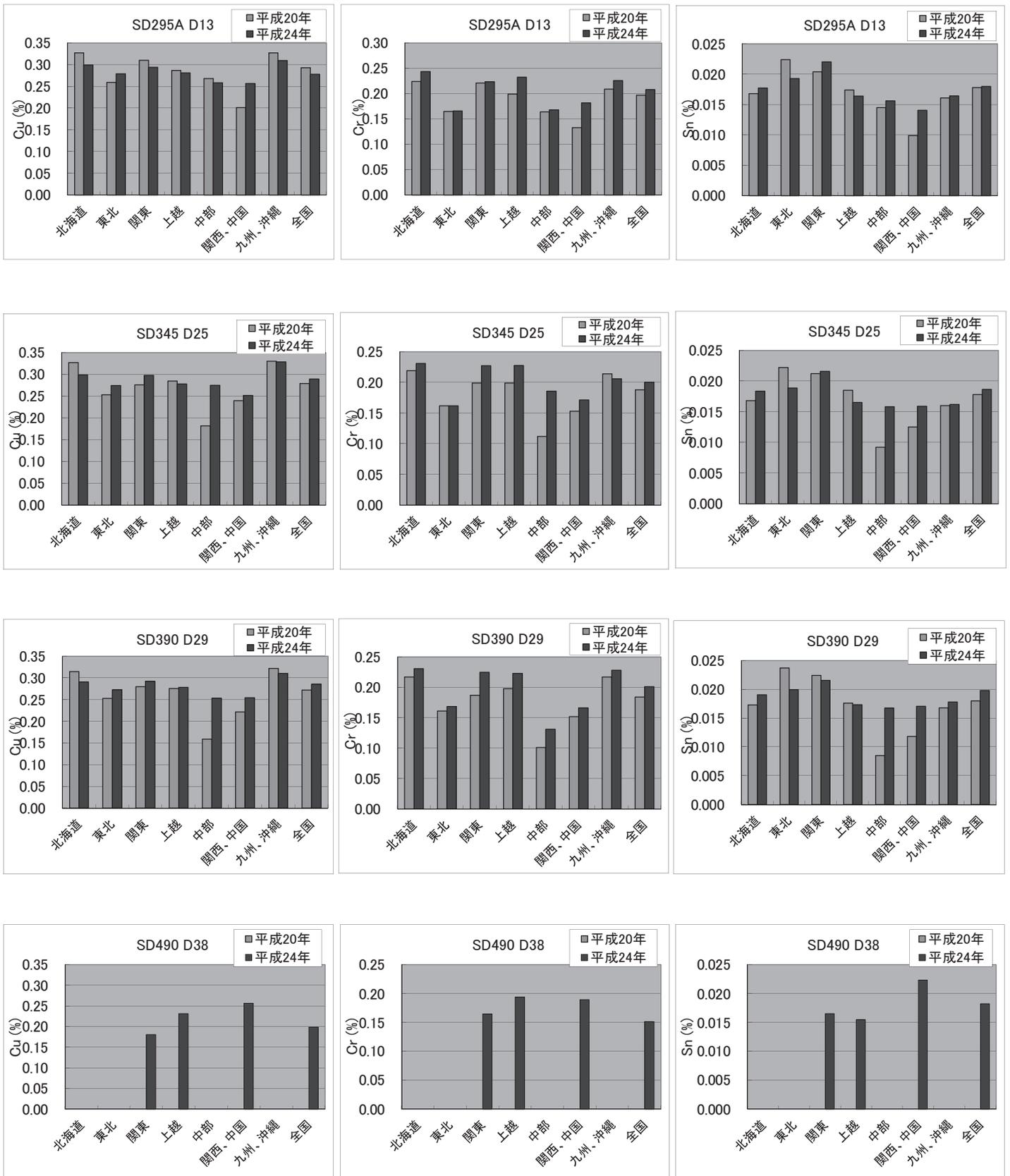


図2.5 一般鉄筋のトランプ元素の地域比較

表2.6 ねじ鉄筋とトランプエレメント(Cu、Cr、Sn)の地域比較

地域	Cuの平均値(%)							
	SD295A D13		SD345 D25		SD390 D29		SD490 D38	
	前回	今回	前回	今回	前回	今回	前回	今回
北海道	0.327	-	0.327	-	0.315	-	-	-
東北	0.259	0.269	0.253	-	0.253	-	-	-
関東	0.31	0.315	0.276	0.247	0.280	0.265	-	0.146
上越	0.287	-	0.285	-	0.276	-	-	-
中部	0.268	-	0.182	0.323	0.159	0.313	-	0.280
関西、中国	0.201	-	0.24	0.264	0.222	0.247	-	0.250
九州、沖縄	0.327	-	0.33	0.321	0.322	0.334	-	0.230
全国	0.293	0.271	0.279	0.242	0.272	0.240	-	0.185

地域	Crの平均値(%)							
	SD295A D13		SD345 D25		SD390 D29		SD490 D38	
	前回	今回	前回	今回	前回	今回	前回	今回
北海道	0.224	-	0.219	-	0.217	-	-	-
東北	0.165	0.177	0.162	-	0.161	-	-	-
関東	0.221	0.100	0.199	0.195	0.187	0.210	-	0.165
上越	0.199	-	0.199	-	0.198	-	-	-
中部	0.164	-	0.112	0.133	0.101	0.136	-	0.133
関西、中国	0.133	-	0.153	0.188	0.152	0.198	-	0.148
九州、沖縄	0.209	-	0.214	0.074	0.217	0.128	-	0.088
全国	0.197	0.174	0.188	0.232	0.184	0.229	-	0.199

地域	Snの平均値(%)							
	SD295A D13		SD345 D25		SD390 D29		SD490 D38	
	前回	今回	前回	今回	前回	今回	前回	今回
北海道	0.0168	-	0.0168	-	0.0173	-	-	-
東北	0.0224	0.0167	0.0222	-	0.0237	-	-	-
関東	0.0204	0.0200	0.0212	0.0265	0.0224	0.0224	-	0.014
上越	0.0174	-	0.0185	-	0.0176	-	-	-
中部	0.0145	-	0.0092	0.0190	0.0085	0.0199	-	0.018
関西、中国	0.0099	-	0.0125	0.0155	0.0118	0.0215	-	0.015
九州、沖縄	0.0161	-	0.016	0.0263	0.0168	0.0198	-	0.014
全国	0.0178	0.0168	0.0178	0.0169	0.0180	0.0171	-	0.015

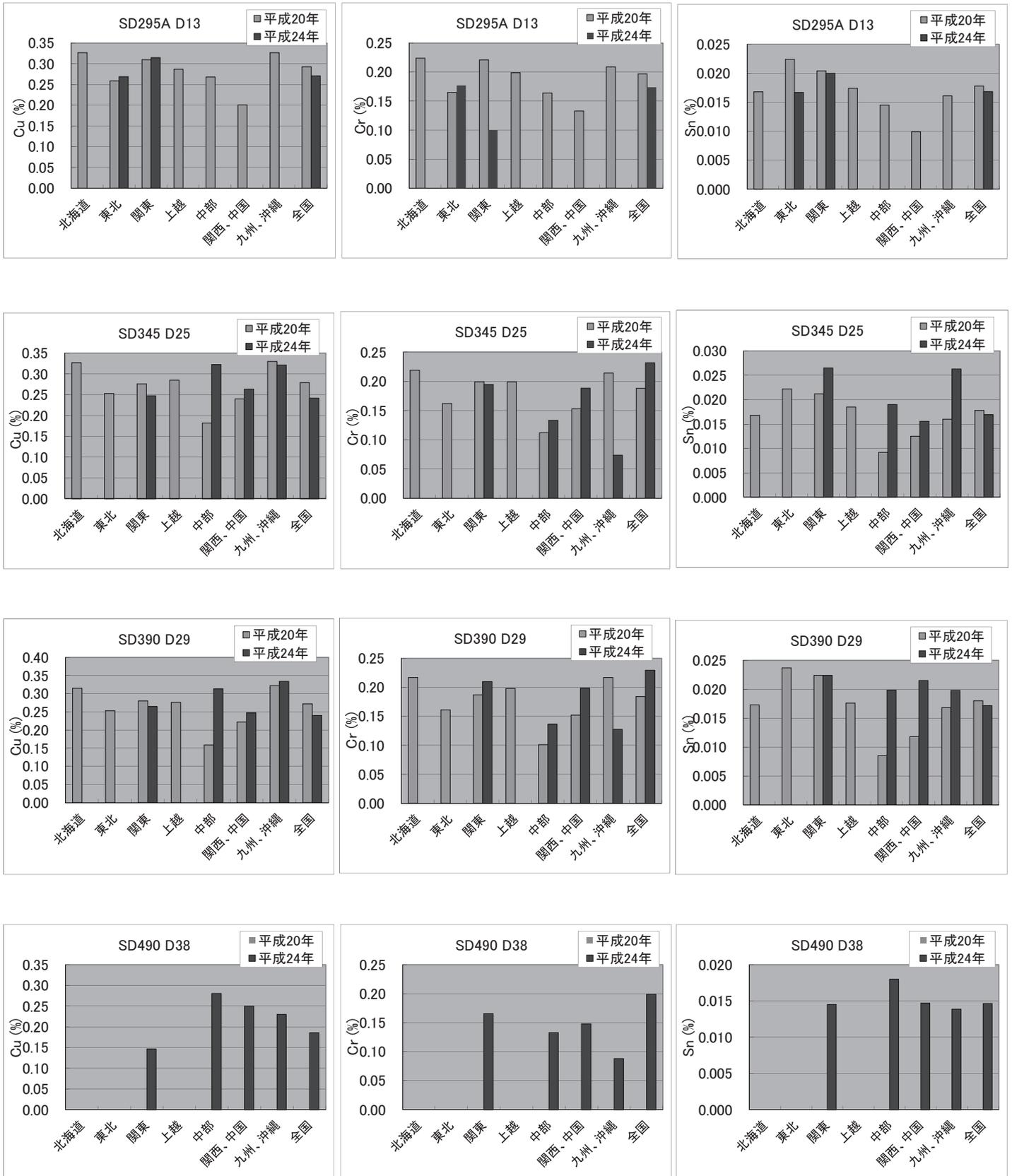


図2.6 ねじ鉄筋のトランプ元素の地域比較

3. 機械的性質調査結果

製品の機械的性質に関する今回の調査結果及び前回の調査結果を表 3.2～表 3.5 及び図 3.1～図 3.4 に示す。

今回の調査より、一般鉄筋の SD490 及び一部の細径について範囲を広げ、一般鉄筋だけでなく、ねじ鉄筋の調査も行った。また、調査項目に降伏比を参考データとして追加している。

調査結果の概要は、以下の通りである。

3.1 SD295A（一般鉄筋）

- (1) D10 から D16 の全調査データにおいて、降伏点、引張強さ及び伸びは JIS 規格を満足している。
- (2) 各サイズ毎の降伏点、引張強さ及び伸びの平均値は前回の調査と比べほぼ同じレベルで推移している。
- (3) 降伏点について各サイズ毎の平均値を見ると、366～376 N/mm² の範囲であって、D10 が他のサイズと比べ若干高めであるが、大きな差異は見られない。
- (4) 引張強さについて各サイズ毎の平均値を見ると、510～515 N/mm² の範囲であって、大きな差異は見られない。
- (5) 伸びについて各サイズ毎の平均値を見ると、25～26% の範囲であって、大きな差異は見られない。
- (6) 降伏比について各サイズ毎の平均値を見ると、0.71～0.73 の範囲であって、サイズが太くなるにつれて若干低くなる傾向が見られるが、大きな差異は見られない。

3.2 SD345（一般鉄筋）

- (1) D10 から D51 の全調査データにおいて、降伏点、引張強さ及び伸びは JIS 規格を満足している。
- (2) 各サイズ毎の降伏点・引張強さ及び伸びの平均値は前回の調査と比べほぼ同じレベルで推移している。
- (3) 降伏点について各サイズ毎の平均値を見ると、390～397 N/mm² の範囲であって、大きな差異は見られない。
- (4) 引張強さについて各サイズ毎の平均値を見ると、556～579 N/mm² の範囲であって、サイズが太くなるにつれて若干高くなる傾向が見られる。
- (5) 伸びについて各サイズ毎の平均値を見ると、20～25% の範囲であって、サイズが太くなるにつれて若干低くなる傾向が見られるが、伸びの JIS 規格下限値は、サイズにより異なることから、特に材質的な違いがあるわけではない。
- (6) 降伏比について各サイズ毎の平均値を見ると、0.69～0.70 の範囲であって、大きな差異は見られない。

3.3 SD390（一般鉄筋）

- (1) D10～D51の全調査データにおいて、降伏点、引張強さ及び伸びはJIS規格を満足している。
- (2) 各サイズ毎の降伏点・引張強さ及び伸びの平均値は前回の調査と比べほぼ同じレベルで推移している。
- (3) 降伏点について各サイズ毎の平均値を見ると、442～460 N/mm²の範囲であって、D10は若干高めだが、その他のサイズでは大きな差異は見られない。
- (4) 引張強さについて各サイズ毎の平均値を見ると、621～636 N/mm²の範囲であって、大きな差異は見られない。
- (5) 伸びについて各サイズ毎の平均値を見ると、19～22%の範囲であって、大きな差異は見られない。
- (6) 降伏比について各サイズ毎の平均値を見ると、0.70～0.73の範囲であって、サイズが大きくなるにつれて若干低くなる傾向が見られるが、大きな差異は見られない。

3.4 SD490（一般鉄筋）

- (1) D25～D51の全調査データにおいて、降伏点、引張強さ及び伸びはJIS規格を満足している。
- (2) 降伏点について各サイズ毎の平均値を見ると、525～548 N/mm²の範囲であって、D51は若干低めだが、その他のサイズでは大きな差異は見られない。
- (3) 引張強さについて各サイズ毎の平均値を見ると、700～728 N/mm²の範囲であって、D51は若干低めだが、その他のサイズでは大きな差異は見られない。
- (4) 伸びについて各サイズ毎の平均値を見ると、17～21%の範囲であって、サイズが大きくなるにつれて若干低くなる傾向が見られるが、伸びのJIS規格下限値は、サイズにより異なることから、特に材質的な違いがあるわけではない。

3.5 ねじ節鉄筋

今回の調査よりねじ節鉄筋も調査の対象としている。過去の調査との比較は出来ないが、一般鉄筋と平均値を比較してみると一部に若干の差は見られるが、基本的には降伏点・引張強さ・伸び・降伏比ともに一般鉄筋と同レベルで大きな違いは見られない。

3.6 まとめ

- (1) 今回調査対象にした全鋼種、全サイズの製造実績において、全て降伏点、引張強さ及び伸びの JIS 規格を満足している事が確認された。
- (2) 前回の調査結果との比較では、降伏点・引張強さ・伸び共に平均値の変動は少なく、同じレベルで推移している。
- (3) 一般鉄筋とねじ節鉄筋との比較では、降伏点・引張強さ・伸び・降伏比という基本的な材質において、大きな違いは見られない。

表 3.1 JIS G 3112 鉄筋コンクリート用棒鋼（機械的性質）

種類の記号	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	呼び名	伸び (%) (注 1)	試験片
SD295A	≥ 295	440~600	≤ D22	≥ 16	2号
			≥ D25	≥ 17	14A号
SD345	345~440	≥ 490	≤ D22	≥ 18	2号
			≥ D25	≥ 19	14A号
SD390	390~510	≥ 560	≤ D22	≥ 16	2号
			≥ D25	≥ 17	14A号
SD490	490~625	≥ 620	≤ D22	≥ 12	2号
			≥ D25	≥ 13	14A号

(注 1) 異形棒鋼で、寸法が呼び名 D32 を超えるものについては、呼び名 3 を増すごとに上表の伸びの値からそれぞれ 2 減じる。ただし、減じる限度は 4 とする。

(注 2) 降伏比については、JIS G3112 : 2010 の附属書に以下のように記述されている。受渡当事者間の協定によって、丸鋼及び異形棒鋼に、次の降伏比*の適用を指定することができる。ただし、SD490 を除く。

降伏比 ≤ 0.80

*降伏比は、降伏点又は耐力と引張強さとの比（降伏点又は耐力を、引張強さで除したもの）で表す。

この事から降伏比については、全ての JIS 製品に適用されているものではないため、参考データとして記載した。

備考 試験片はいずれも製品のままで、機械仕上を行ってはいならないと規定されている。

表3.2 機械的性質調査結果：SD295A

	呼び名	前回（平成20年）			今回（平成24年）					
		一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ節鉄筋		
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
降伏点 (N/mm ²)	D10	315	438	371.8	301	445	375.7	—	—	—
	D13	302	432	363.3	308	440	367.7	339	385	365.7
	D16	311	433	360.9	315	415	365.9	332	374	357.0
引張強さ (N/mm ²)	D10	447	597	518.6	455	594	515.2	—	—	—
	D13	446	596	511.7	445	588	509.9	493	543	521.9
	D16	448	598	513.7	453	588	512.9	500	535	519.1
伸び (%)	D10	16	38	26.2	17	36	26.4	—	—	—
	D13	16	34	25.5	16	36	25.6	21	28	25.5
	D16	16	34	25.1	17	34	25.0	22	31	26.1
降伏比	D10	—	—	—	0.60	0.82	0.729	—	—	—
	D13	—	—	—	0.60	0.84	0.721	0.67	0.72	0.700
	D16	—	—	—	0.63	0.78	0.714	0.66	0.71	0.688

表3.3 機械的性質調査結果：SD345

	呼び名	前回（平成20年）			今回（平成24年）					
		一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ節鉄筋		
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
降伏点 (N/mm ²)	D10	—	—	—	359	421	389.5	—	—	—
	D13	—	—	—	352	436	394.0	370	405	384.0
	D16	—	—	—	351	436	393.5	374	425	402.8
	D19	355	439	394.9	349	438	394.3	364	427	391.4
	D22	352	439	393.3	355	438	394.7	368	429	396.5
	D25	349	440	392.2	347	438	391.9	372	425	393.8
	D29	356	440	396.0	354	438	395.3	364	428	392.2
	D32	350	438	394.8	351	439	393.3	366	419	397.1
	D35	351	437	396.5	360	434	394.2	369	431	397.8
	D38	352	437	394.6	365	439	396.4	367	423	391.1
引張強さ (N/mm ²)	D41	354	436	392.3	365	426	396.8	364	410	392.3
	D51	362	437	398.6	354	435	397.3	370	426	393.1
	D10	—	—	—	515	609	555.8	—	—	—
	D13	—	—	—	505	677	560.6	532	567	551.3
	D16	—	—	—	504	637	564.5	549	589	570.7
	D19	510	661	568.8	504	643	565.0	530	604	564.9
	D22	507	651	568.1	506	643	566.4	532	611	570.9
	D25	504	646	567.4	509	639	564.8	536	622	570.9
	D29	506	664	572.4	520	647	568.4	524	628	568.5
	D32	520	635	572.4	517	642	568.0	525	608	572.8
伸び (%)	D35	504	654	572.8	526	630	567.5	535	617	576.3
	D38	502	651	572.7	525	631	573.3	537	599	569.6
	D41	512	626	571.7	544	623	570.7	527	594	565.5
	D51	527	635	581.2	524	625	579.0	532	612	568.2
	D10	—	—	—	19	32	25.0	—	—	—
	D13	—	—	—	18	30	23.9	20	26	23.1
	D16	—	—	—	18	31	23.3	19	33	24.1
	D19	18	31	22.5	18	29	22.3	18	27	22.5
	D22	18	33	22.0	18	30	21.9	18	28	22.1
	D25	19	35	23.6	19	33	23.6	19	29	24.2
降伏比	D29	19	36	23.0	19	31	23.2	19	28	23.6
	D32	19	31	22.5	19	30	22.7	19	28	23.2
	D35	17	32	22.1	17	30	22.2	17	27	22.7
	D38	15	30	21.8	15	29	22.0	15	27	21.9
	D41	15	29	21.3	15	29	21.0	15	26	21.5
	D51	15	28	20.2	15	27	20.4	15	27	20.7
	D10	—	—	—	0.63	0.74	0.701	—	—	—
	D13	—	—	—	0.57	0.76	0.703	0.69	0.72	0.696
	D16	—	—	—	0.60	0.75	0.698	0.67	0.73	0.706
	D19	—	—	—	0.57	0.77	0.698	0.66	0.74	0.693
D22	—	—	—	0.61	0.78	0.697	0.66	0.74	0.699	
D25	—	—	—	0.61	0.76	0.694	0.65	0.73	0.687	
D29	—	—	—	0.62	0.76	0.696	0.65	0.73	0.690	
D32	—	—	—	0.62	0.77	0.693	0.66	0.74	0.693	
D35	—	—	—	0.64	0.75	0.695	0.64	0.74	0.691	
D38	—	—	—	0.66	0.74	0.693	0.65	0.73	0.687	
D41	—	—	—	0.65	0.73	0.694	0.66	0.72	0.695	
D51	—	—	—	0.65	0.72	0.688	0.65	0.73	0.697	

表3.4 機械的性質調査結果：SD390

	呼び名	前回（平成20年）			今回（平成24年）					
		一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ節鉄筋		
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
降伏点 (N/mm ²)	D10	—	—	—	451	482	460.2	—	—	—
	D13	—	—	—	410	501	451.5	—	—	—
	D16	—	—	—	405	497	454.6	426	455	437.4
	D19	—	—	—	405	491	456.8	434	482	449.1
	D22	—	—	—	412	486	451.8	428	482	453.5
	D25	—	—	—	397	510	444.8	412	478	455.3
	D29	394	508	447.0	393	505	450.1	410	494	451.6
	D32	397	506	444.0	391	503	447.1	409	487	451.7
	D35	396	496	446.4	400	499	452.0	423	487	452.7
	D38	401	507	445.1	407	501	449.3	405	484	447.8
	D41	393	483	440.3	415	485	445.4	420	479	444.6
D51	394	471	442.4	426	471	442.3	418	470	439.9	
引張強さ (N/mm ²)	D10	—	—	—	611	658	633.1	—	—	—
	D13	—	—	—	587	715	624.1	—	—	—
	D16	—	—	—	587	701	628.3	571	616	589.4
	D19	—	—	—	582	694	625.5	589	649	618.2
	D22	—	—	—	572	667	626.6	609	648	624.8
	D25	—	—	—	584	688	620.5	599	658	628.8
	D29	570	734	626.5	560	700	625.7	589	674	630.1
	D32	569	716	625.1	566	695	624.0	574	670	623.4
	D35	567	713	627.4	562	697	626.8	577	700	629.3
	D38	565	686	626.2	579	699	628.0	578	683	622.9
	D41	570	686	625.1	597	699	636.1	572	665	617.2
D51	611	689	634.3	603	655	629.4	584	638	611.1	
伸び (%)	D10	—	—	—	21	24	21.9	—	—	—
	D13	—	—	—	16	26	21.5	—	—	—
	D16	—	—	—	16	26	21.1	21	23	22.6
	D19	—	—	—	16	26	20.7	17	23	19.9
	D22	—	—	—	16	24	19.9	16	21	18.5
	D25	—	—	—	17	27	22.4	17	26	22.0
	D29	17	31	20.9	17	28	20.8	17	27	21.2
	D32	17	30	20.5	17	28	20.4	17	26	20.8
	D35	15	30	19.8	15	28	20.1	15	28	20.8
	D38	13	30	19.5	13	28	19.3	13	26	19.4
	D41	14	29	20.5	14	26	20.3	13	26	19.0
D51	13	28	20.3	13	26	20.9	13	24	16.6	
降伏比	D10	—	—	—	0.70	0.77	0.728	—	—	—
	D13	—	—	—	0.67	0.79	0.724	—	—	—
	D16	—	—	—	0.65	0.77	0.724	0.72	0.76	0.742
	D19	—	—	—	0.70	0.78	0.731	0.71	0.75	0.726
	D22	—	—	—	0.69	0.77	0.722	0.69	0.76	0.726
	D25	—	—	—	0.64	0.79	0.717	0.67	0.75	0.724
	D29	—	—	—	0.64	0.79	0.719	0.66	0.78	0.717
	D32	—	—	—	0.64	0.78	0.717	0.67	0.78	0.725
	D35	—	—	—	0.65	0.78	0.721	0.68	0.76	0.718
	D38	—	—	—	0.64	0.78	0.715	0.65	0.76	0.719
	D41	—	—	—	0.64	0.75	0.701	0.69	0.76	0.721
D51	—	—	—	0.69	0.72	0.703	0.69	0.75	0.720	

表3.5 機械的性質調査結果：SD490

	呼び名	前回（平成20年）			今回（平成24年）					
		一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ節鉄筋		
		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
降伏点 (N/mm ²)	D25	—	—	—	523	563	548.3	531	558	543.3
	D29	—	—	—	512	583	547.6	523	561	543.3
	D32	—	—	—	509	590	543.8	512	562	531.9
	D35	—	—	—	507	588	544.2	505	560	536.1
	D38	—	—	—	502	590	540.2	505	564	537.4
	D41	—	—	—	507	596	547.9	507	560	535.8
	D51	—	—	—	504	552	525.2	511	596	541.2
引張強さ (N/mm ²)	D25	—	—	—	671	734	706.3	715	735	727.5
	D29	—	—	—	673	778	713.1	700	751	719.6
	D32	—	—	—	666	774	716.3	660	742	703.5
	D35	—	—	—	654	786	716.5	659	761	707.7
	D38	—	—	—	657	774	712.4	653	760	705.2
	D41	—	—	—	649	813	727.8	666	750	706.6
	D51	—	—	—	666	716	699.8	661	761	715.5
伸び（%）	D25	—	—	—	17	24	20.6	20	22	20.8
	D29	—	—	—	17	24	20.0	14	21	19.3
	D32	—	—	—	14	24	18.8	13	25	19.6
	D35	—	—	—	11	24	18.5	13	24	18.6
	D38	—	—	—	10	24	18.0	12	25	17.5
	D41	—	—	—	13	22	17.3	12	23	17.4
	D51	—	—	—	12	20	17.2	10	22	15.4

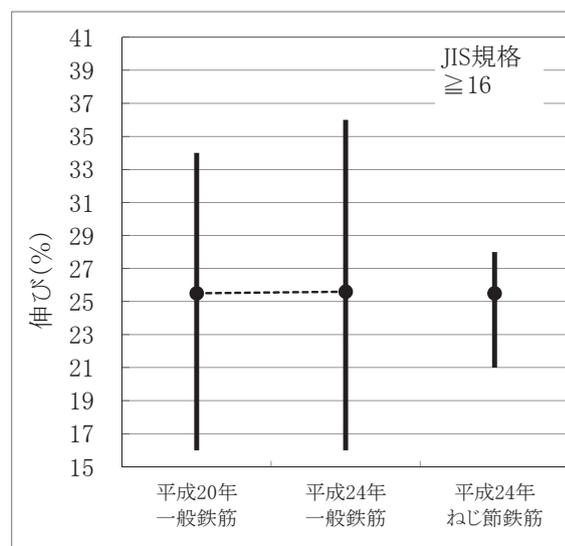
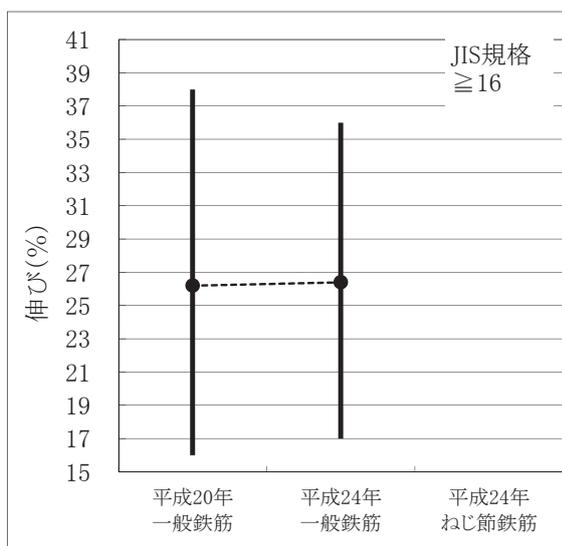
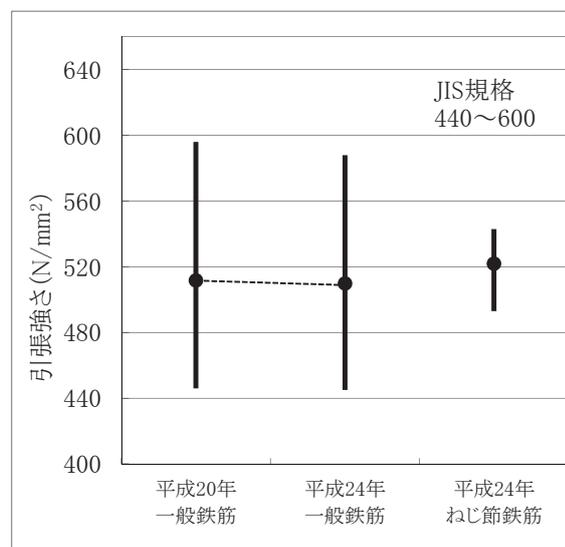
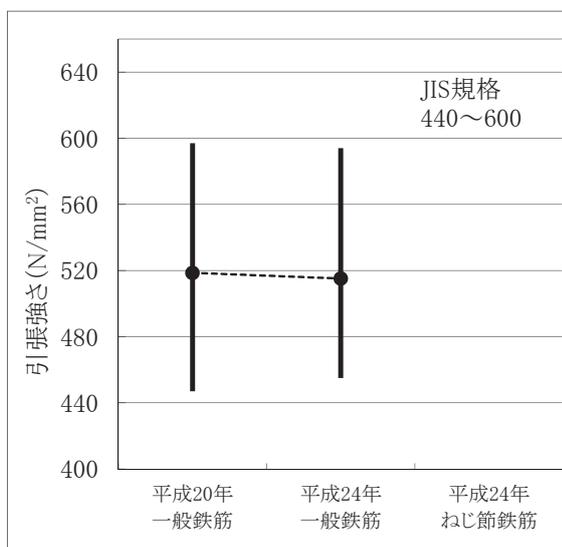
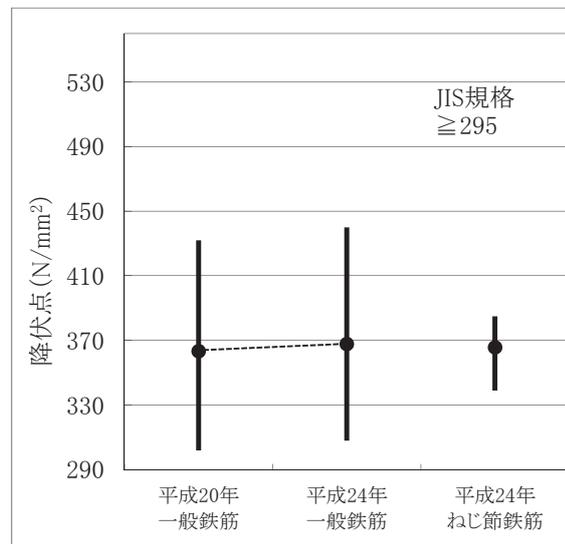
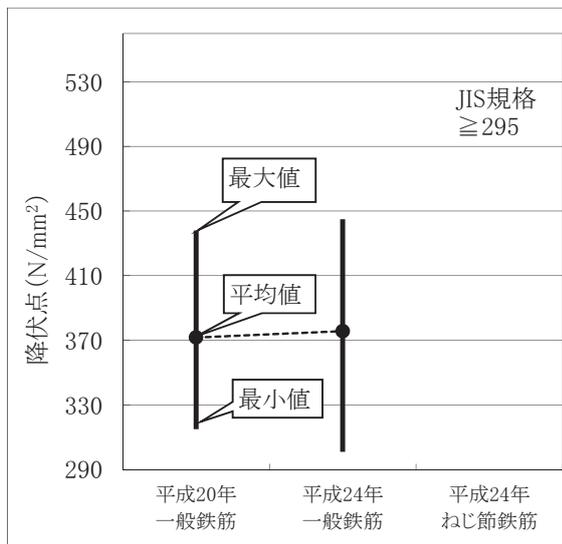


図3.1-1 機械的性質：SD295A D10

図3.1-2 機械的性質：SD295A D13

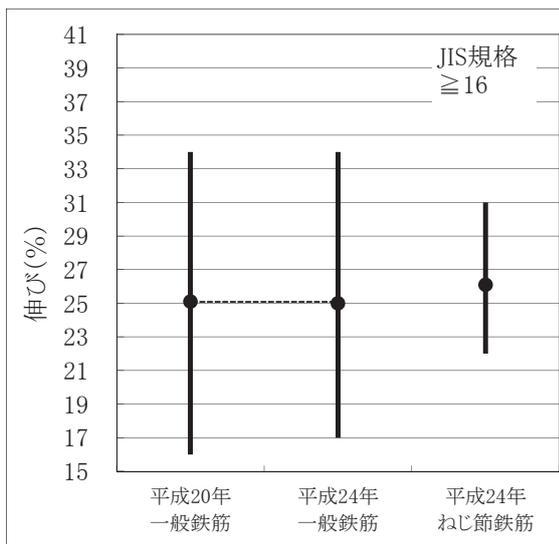
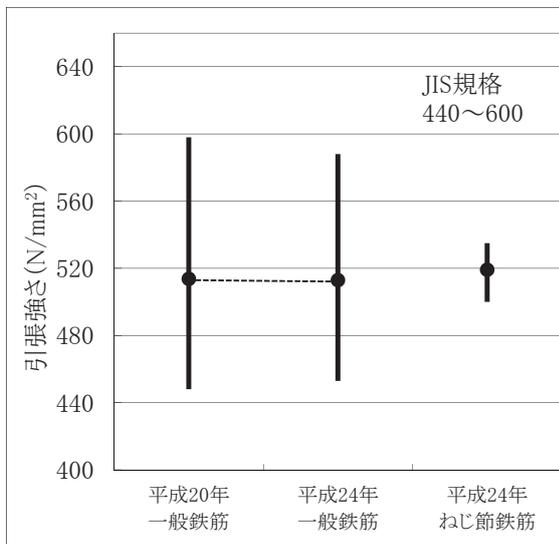
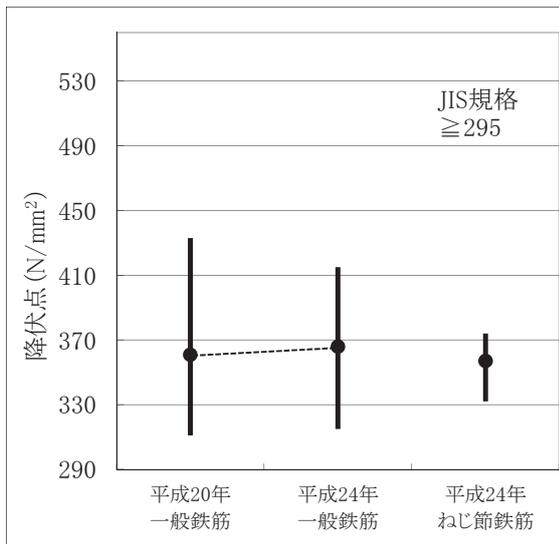


図3.1-3 機械的性質 : SD295A D16

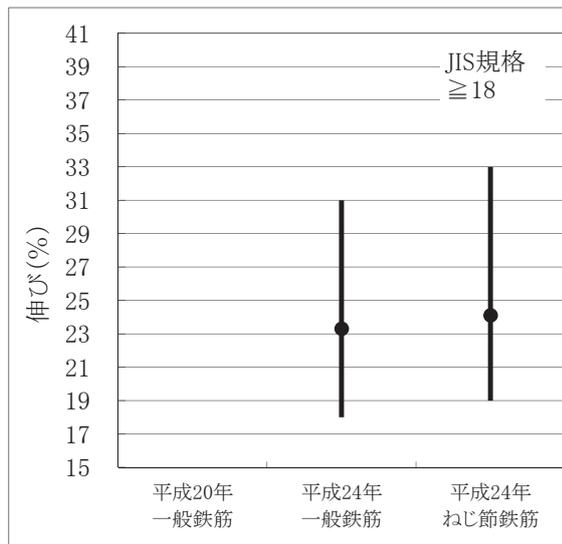
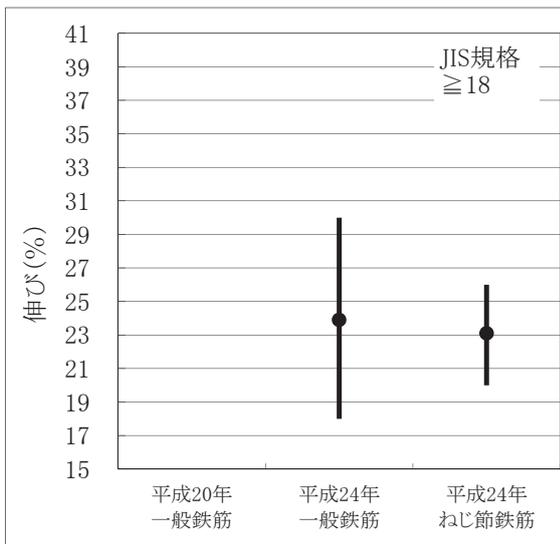
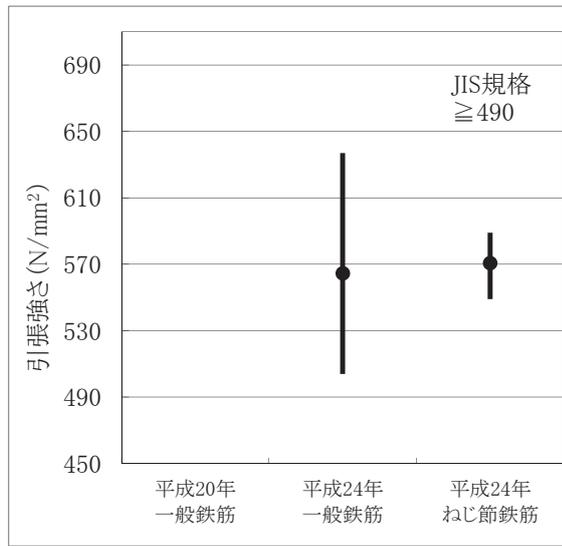
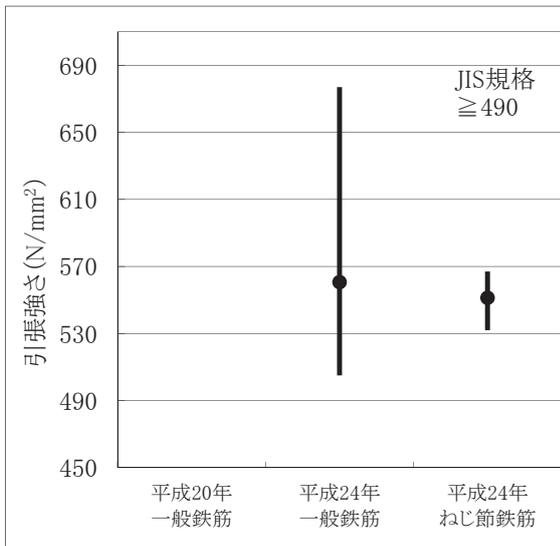
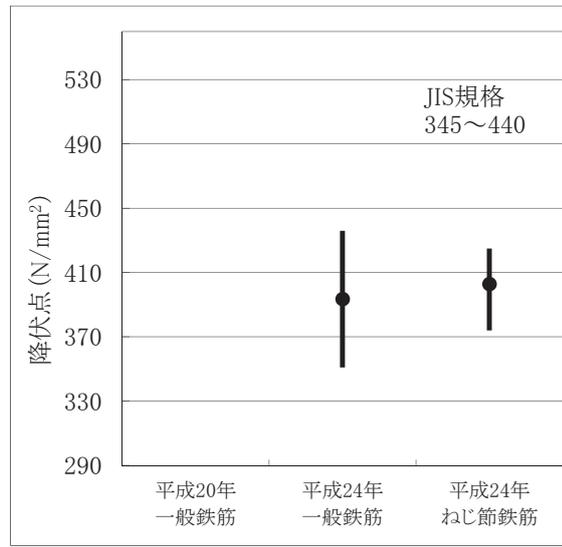
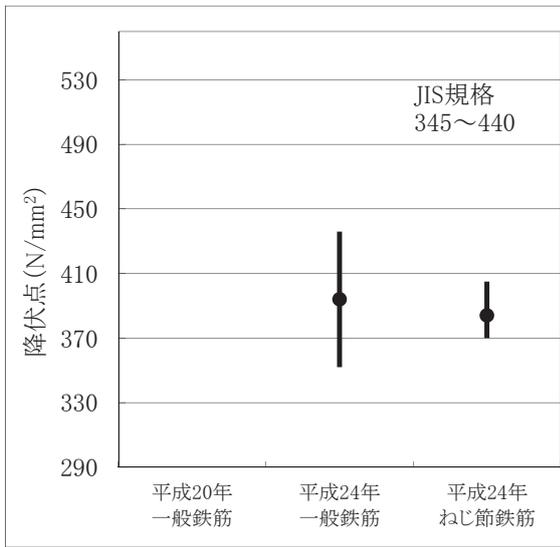


図3.2-1 機械的性質：SD345 D13

図3.2-2 機械的性質：SD345 D16

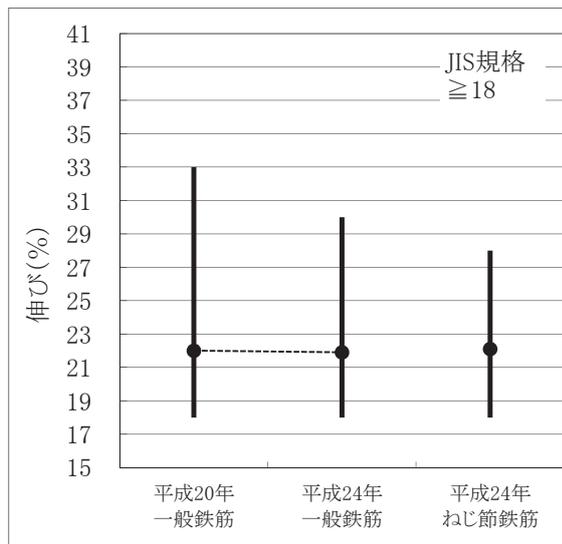
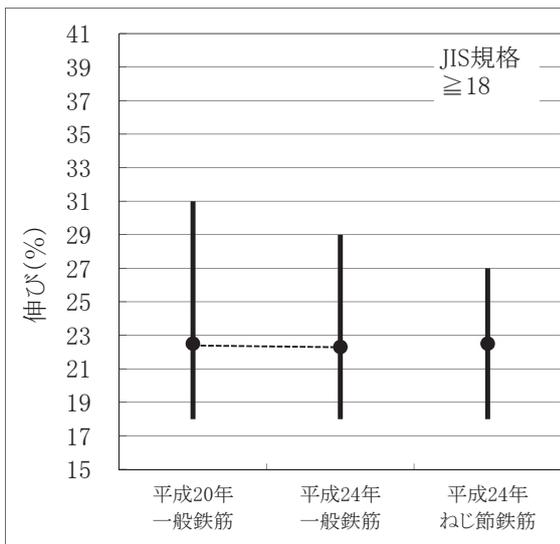
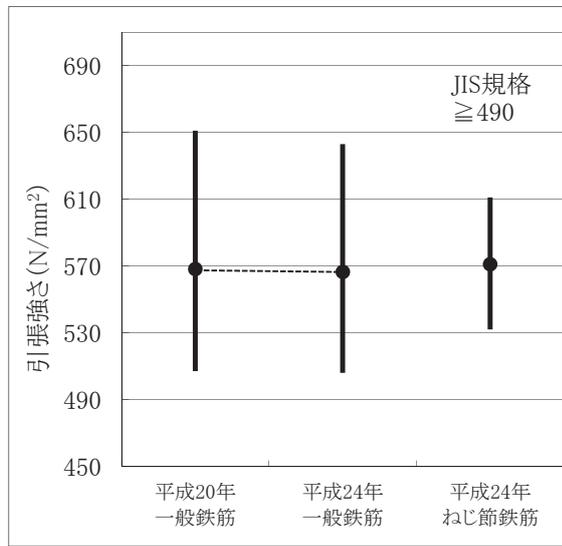
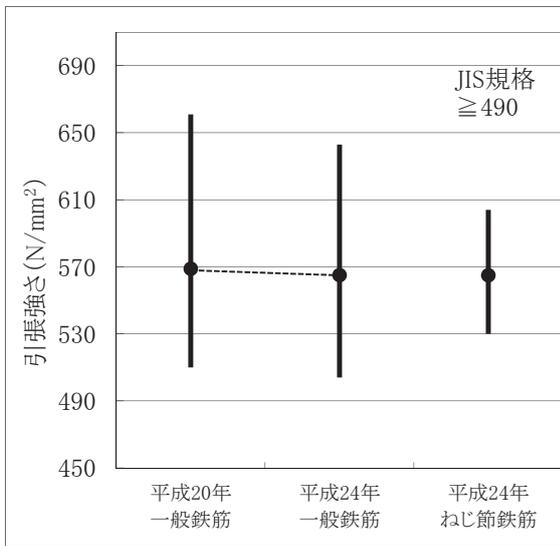
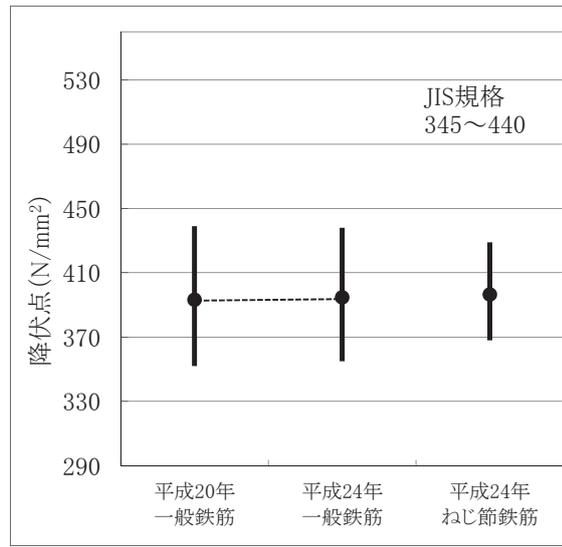
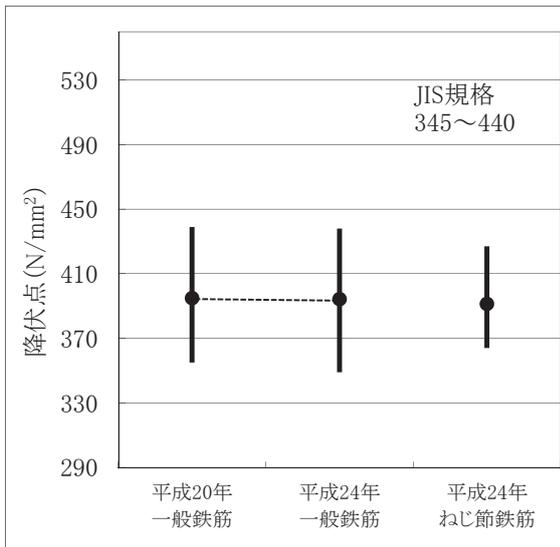


図3.2-3 機械的性質：SD345 D19

図3.2-4 機械的性質：SD345 D22

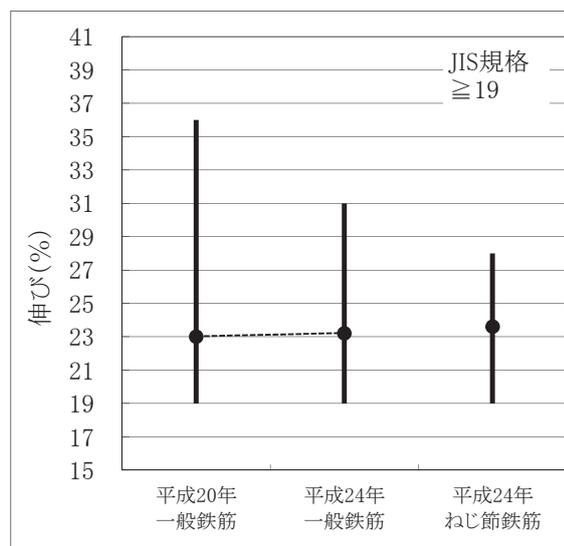
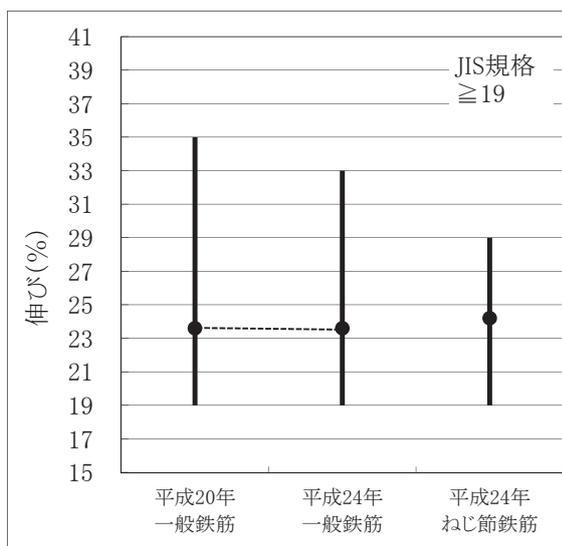
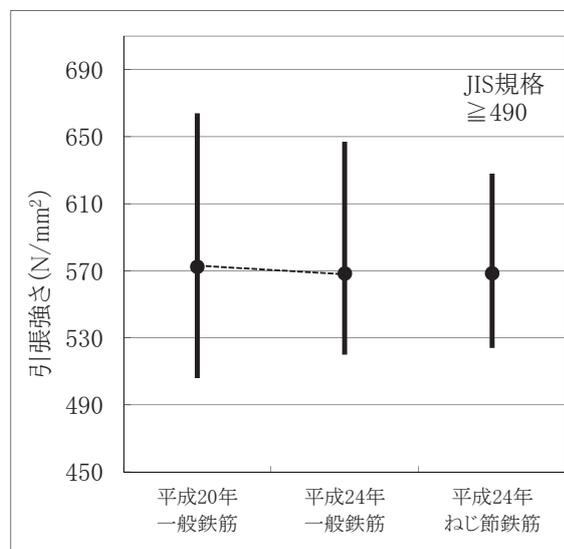
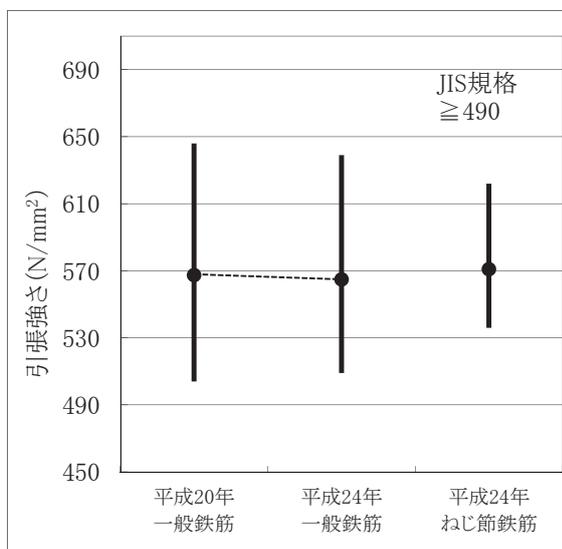
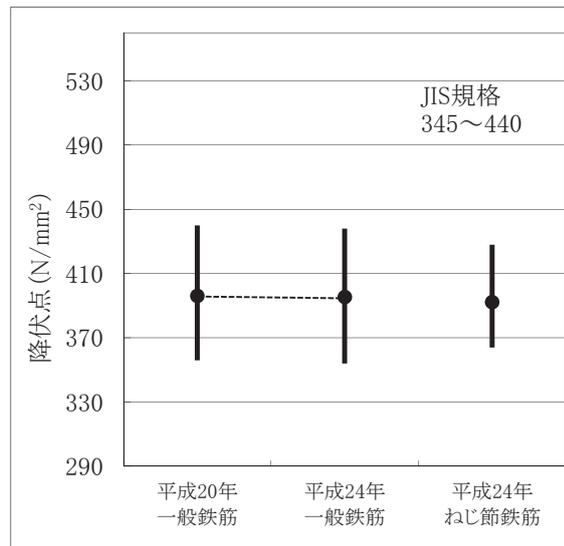
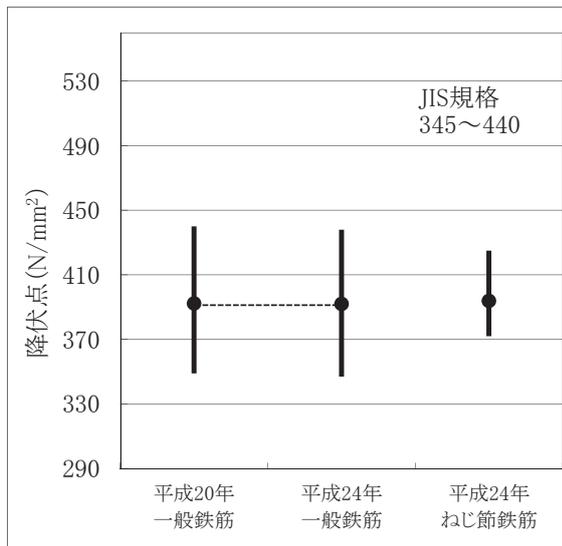


図3.2-5 機械的性質 : SD345 D25

図3.2-6 機械的性質 : SD345 D29

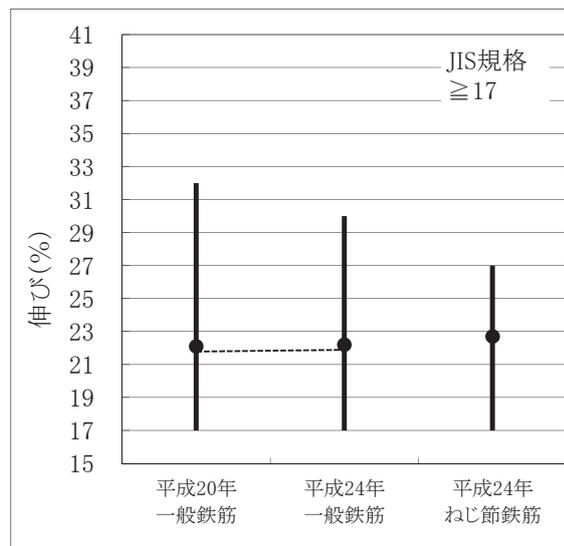
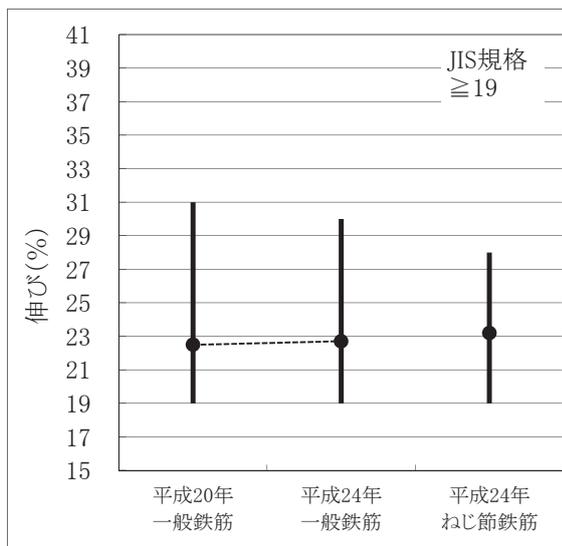
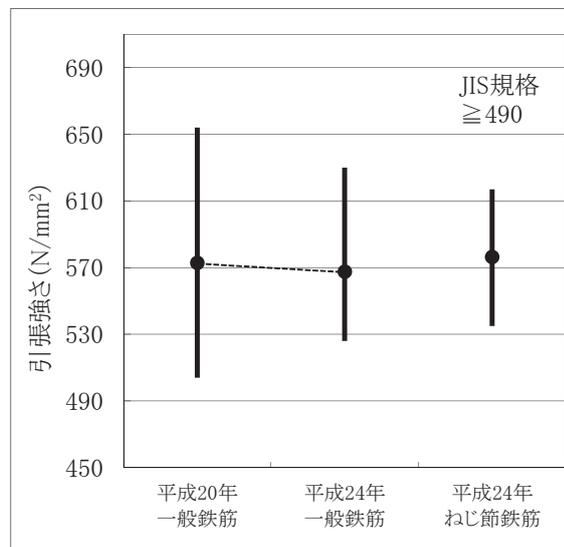
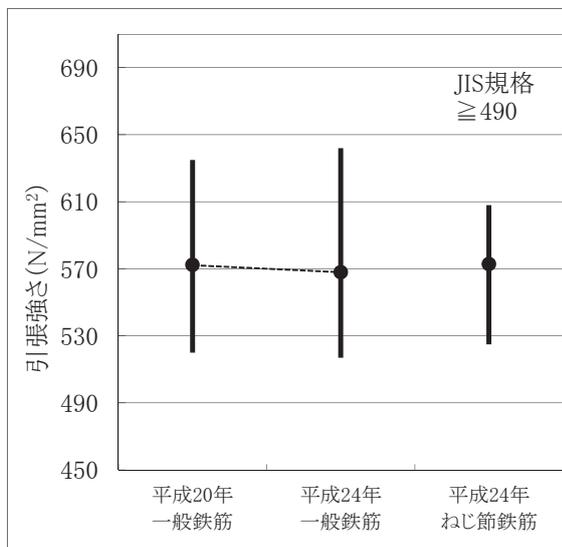
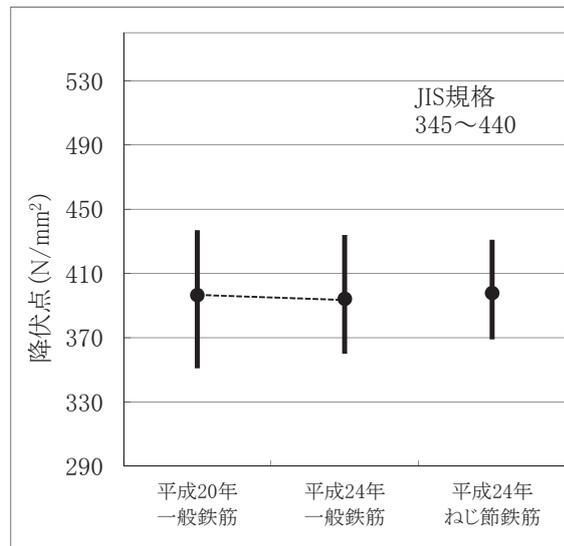
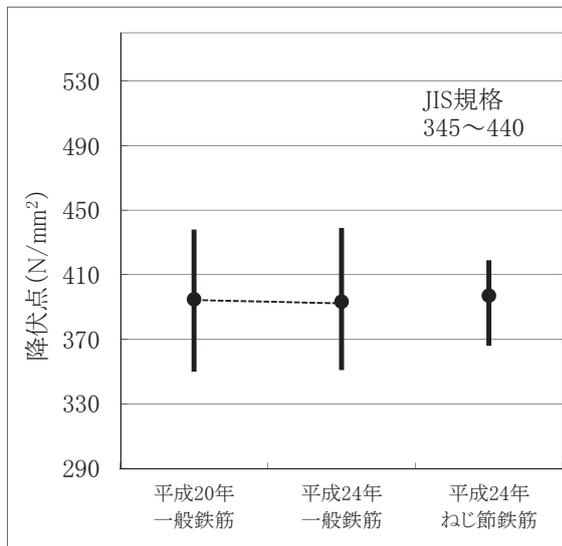


図3.2-7 機械的性質：SD345 D32

図3.2-8 機械的性質：SD345 D35

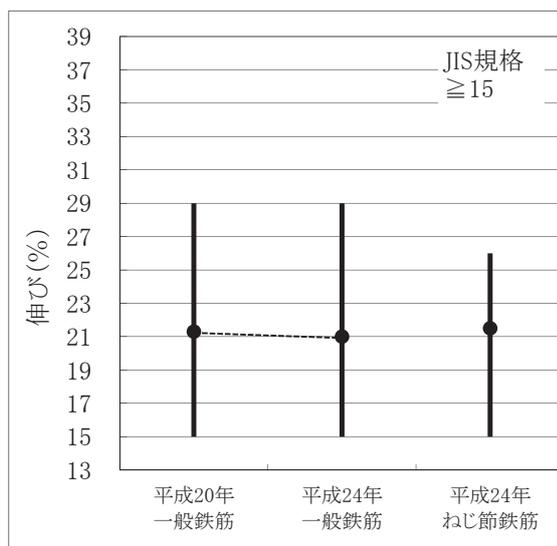
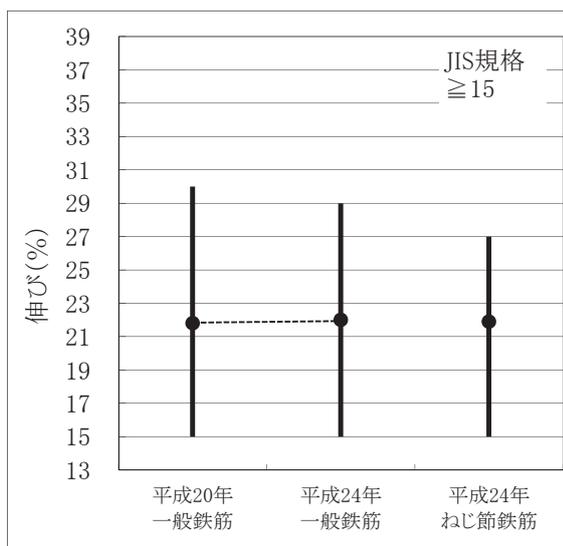
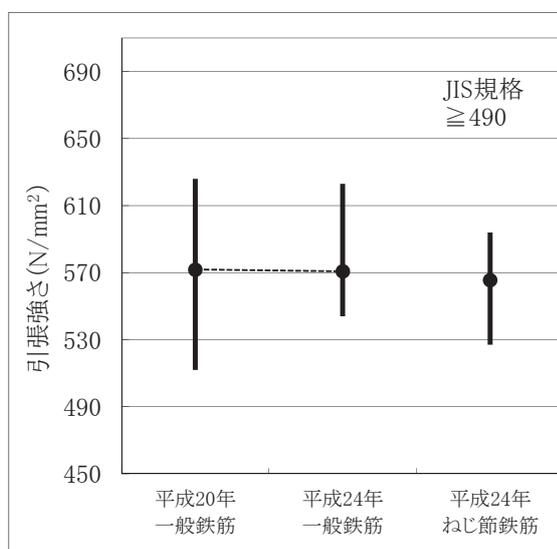
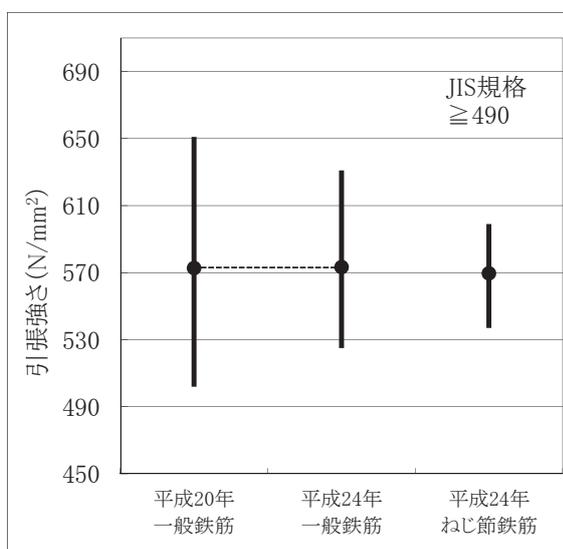
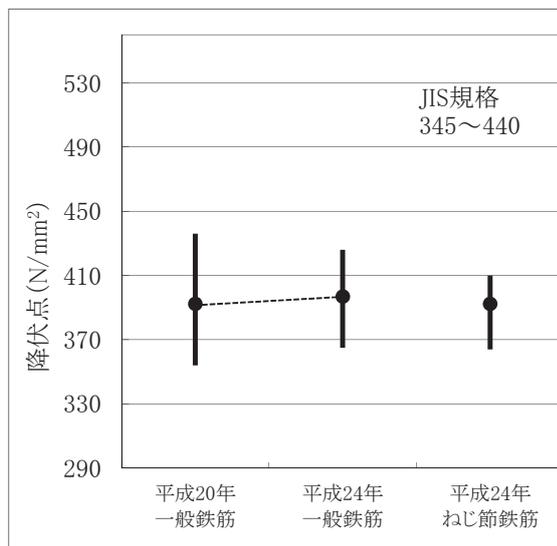
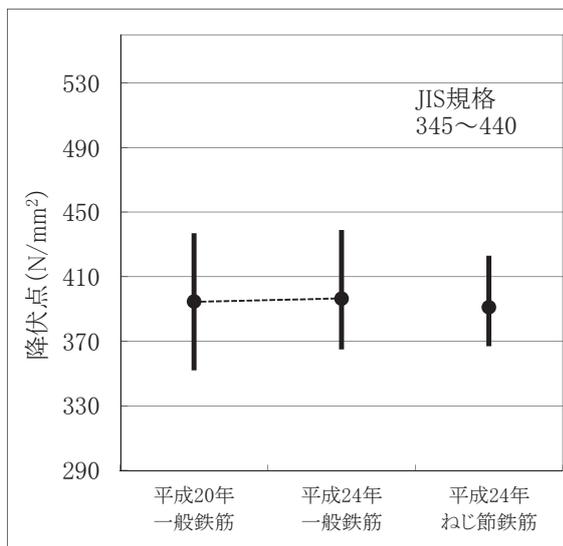


図3.2-9 機械的性質：SD345 D38

図3.2-10 機械的性質：SD345 D41

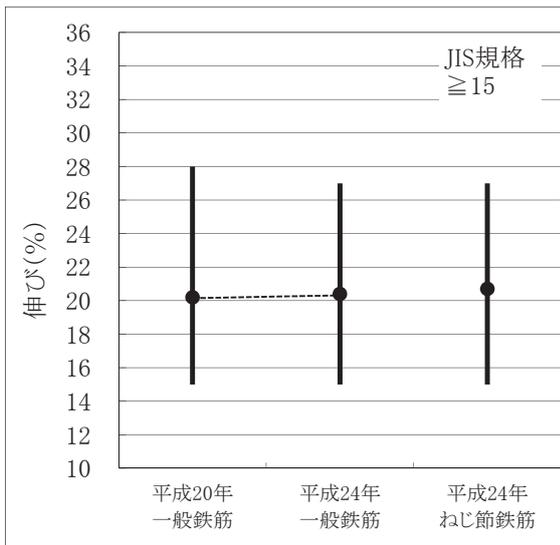
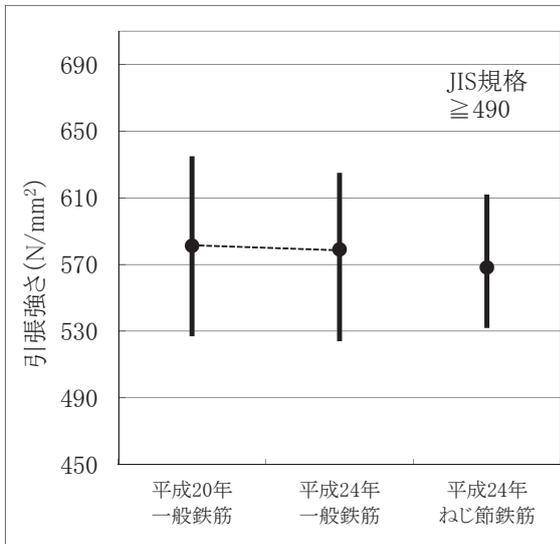
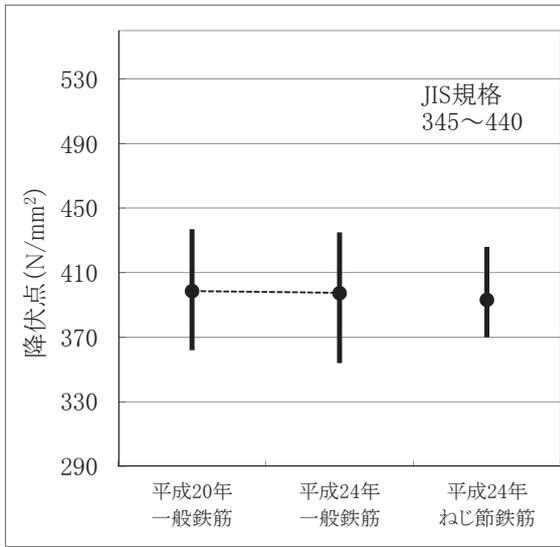


図3.2-11 機械的性質 : SD345 D51

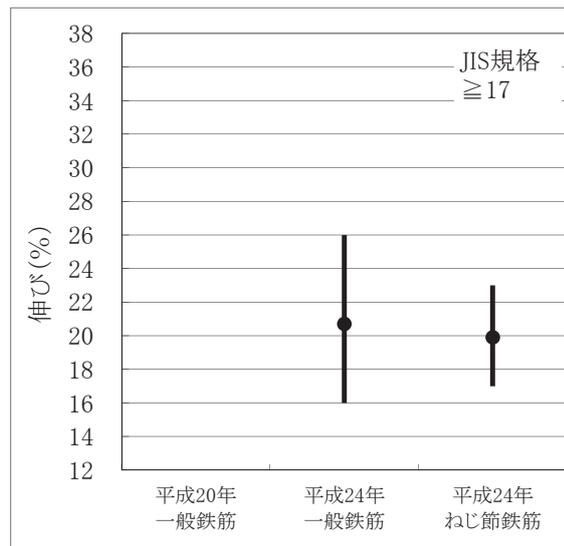
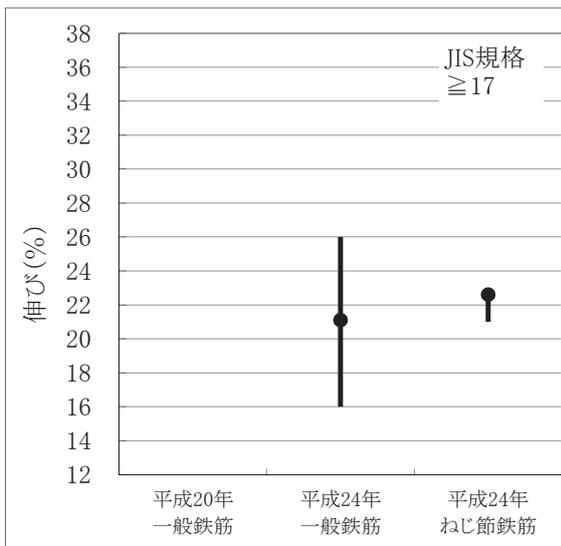
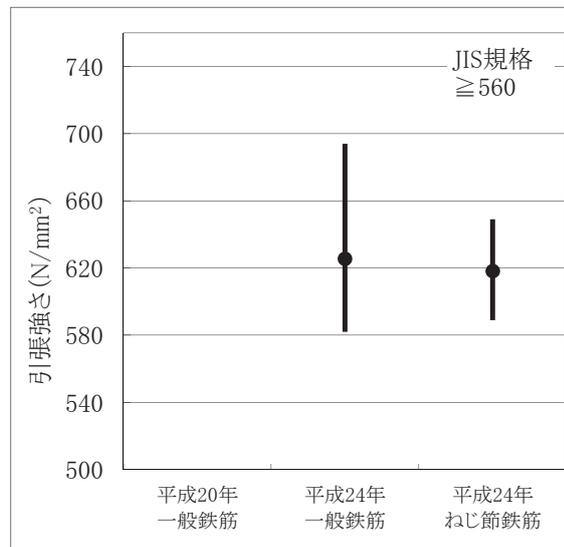
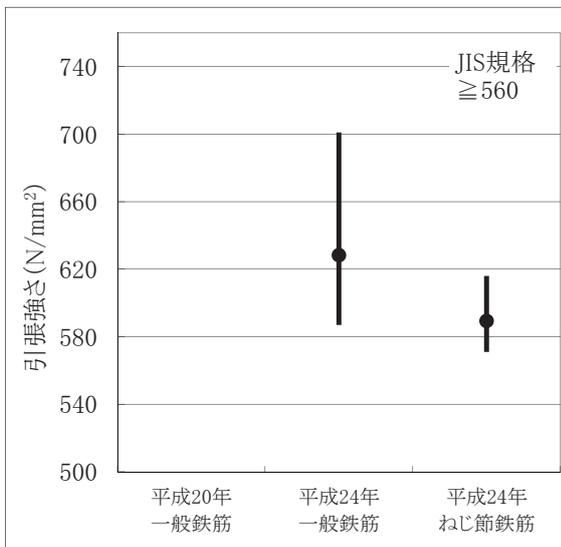
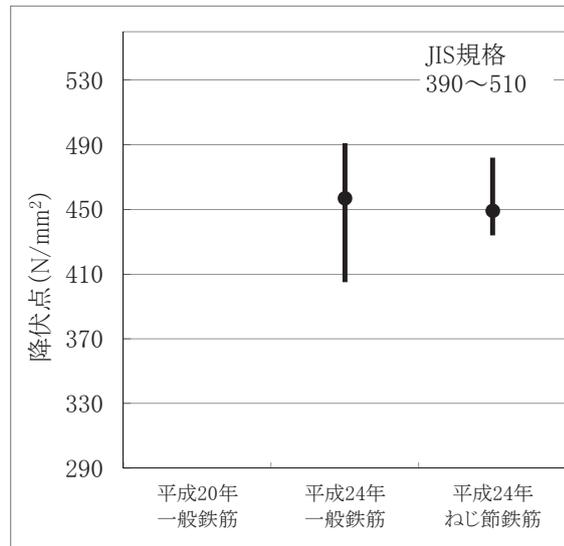
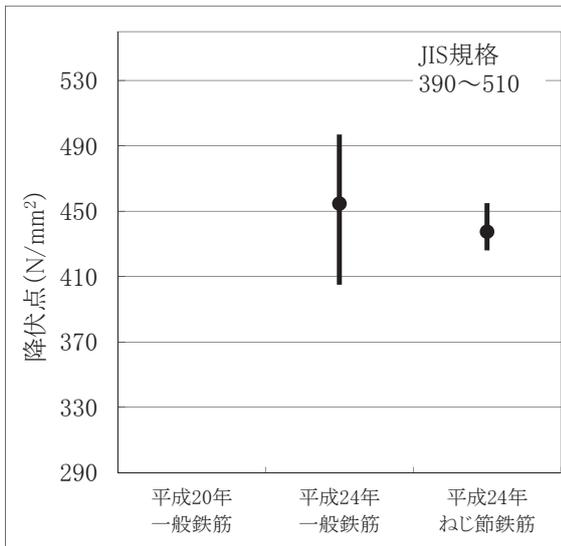


図3.3-1 機械的性質 : SD390 D16

図3.3-2 機械的性質 : SD390 D19

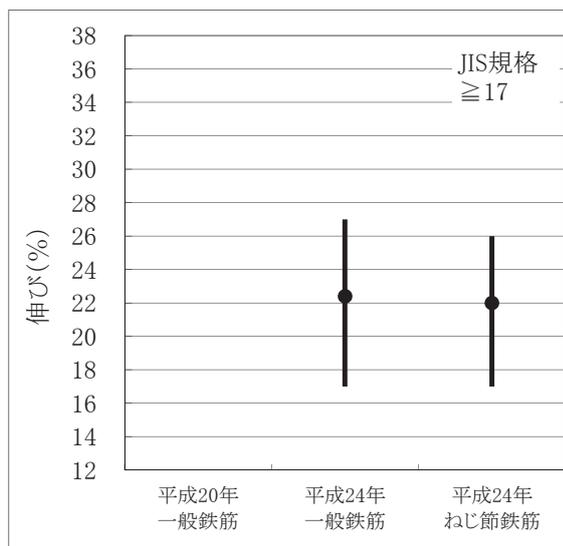
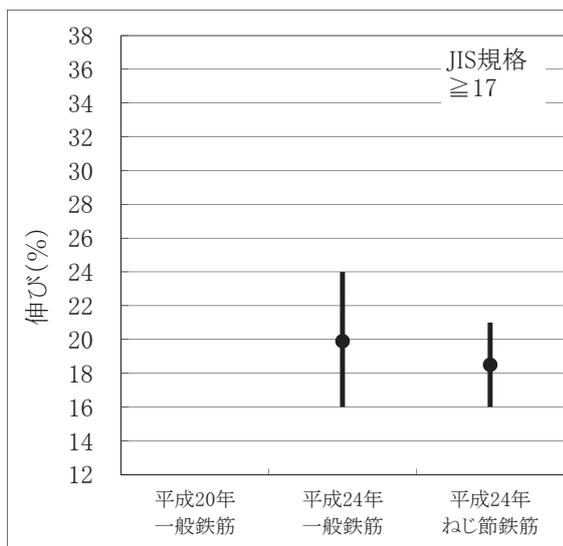
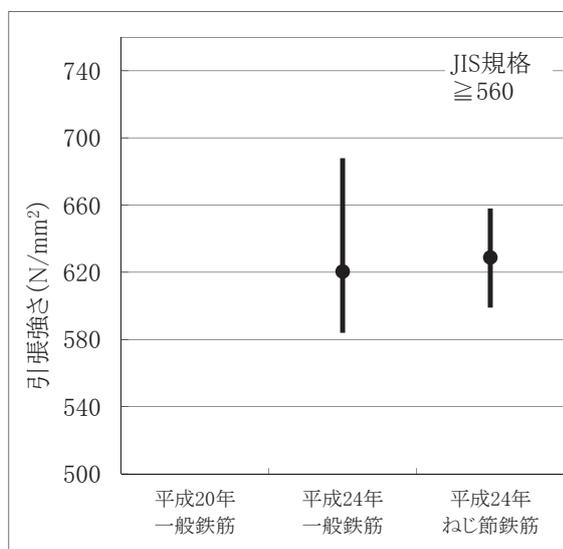
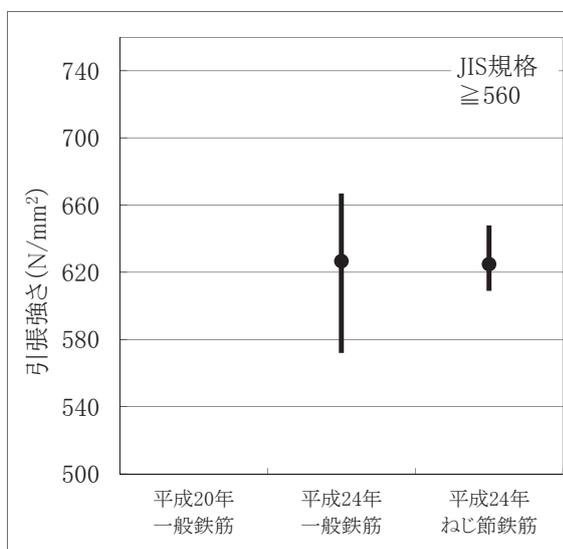
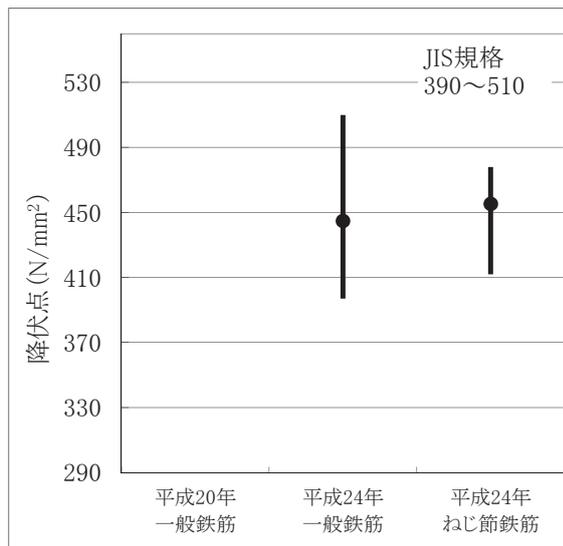
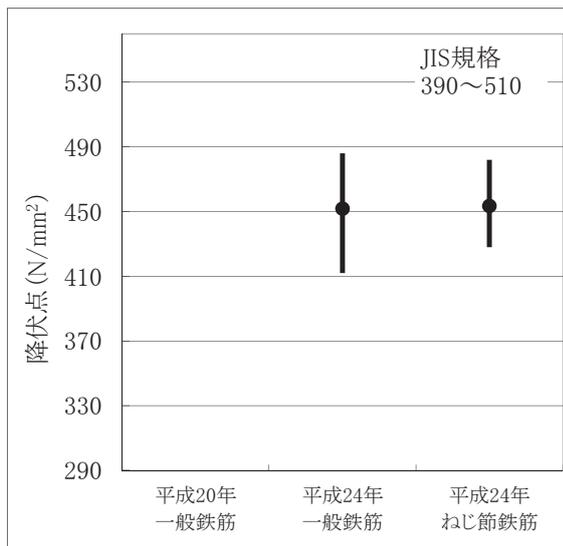


図3.3-3 機械的性質：SD390 D22

図3.3-4 機械的性質：SD390 D25

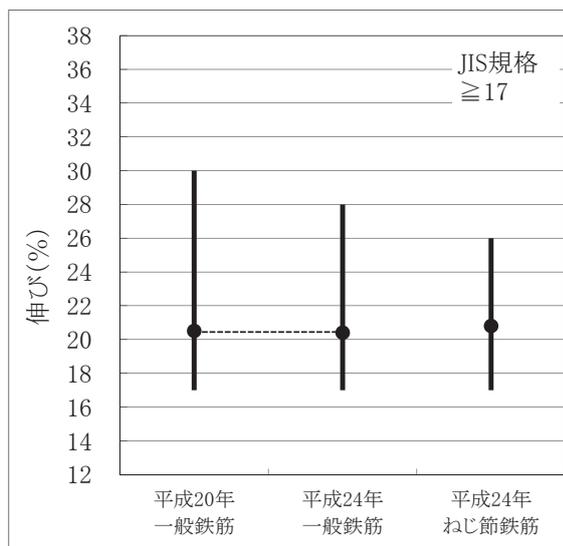
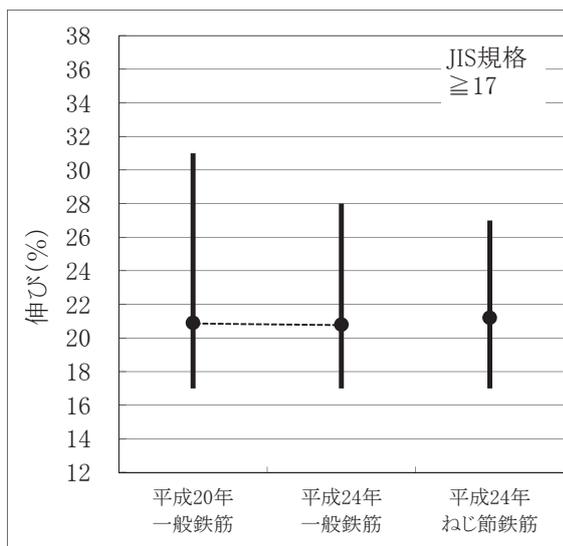
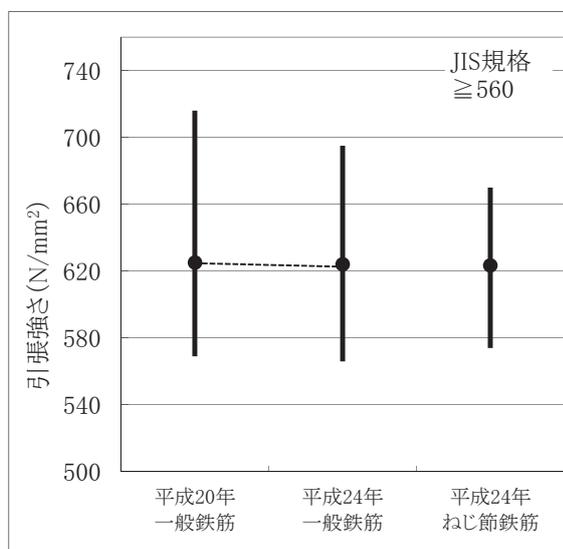
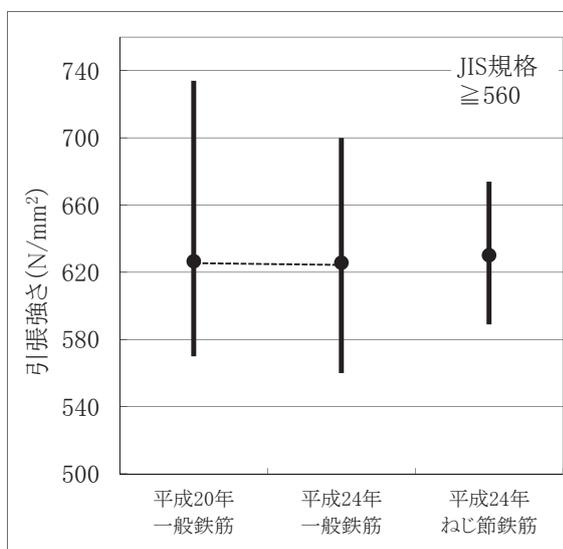
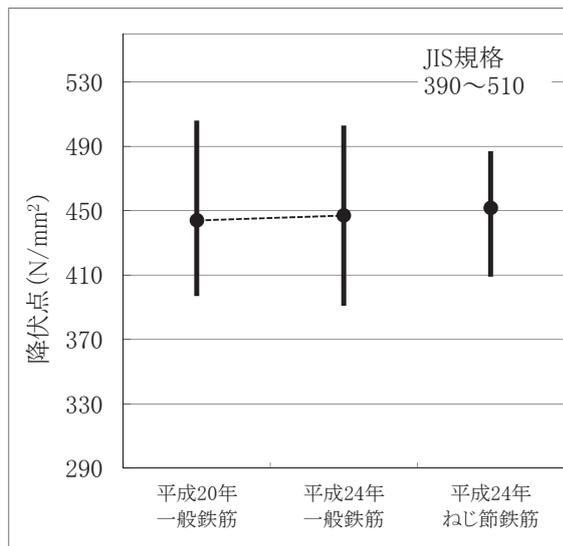
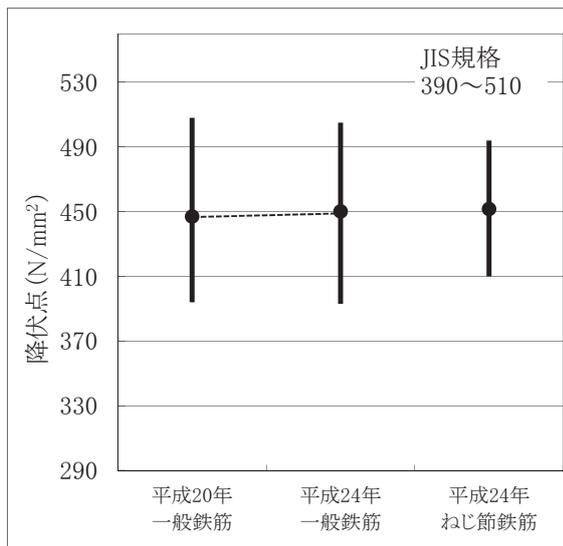


図3.3-5 機械的性質 : SD390 D29

図3.3-6 機械的性質 : SD390 D32

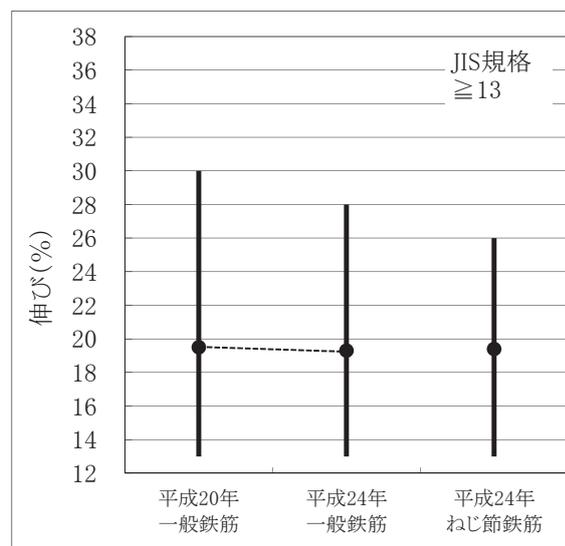
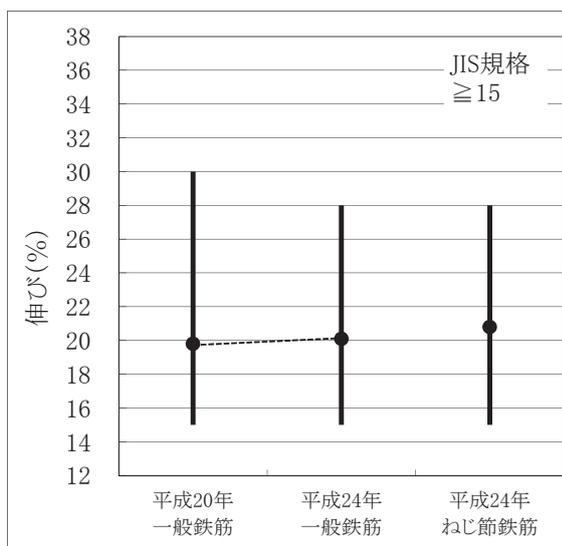
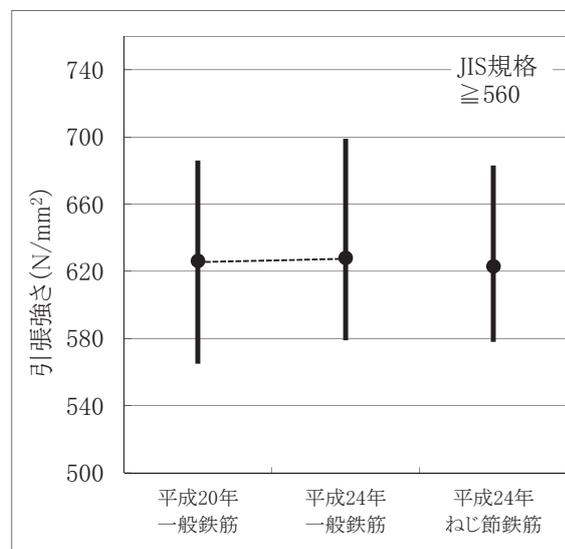
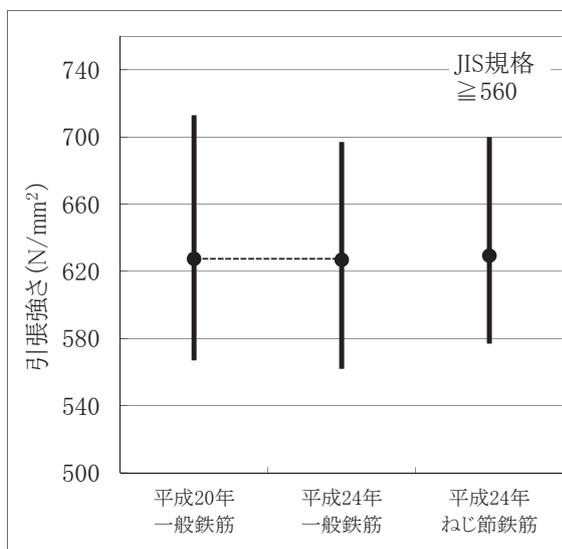
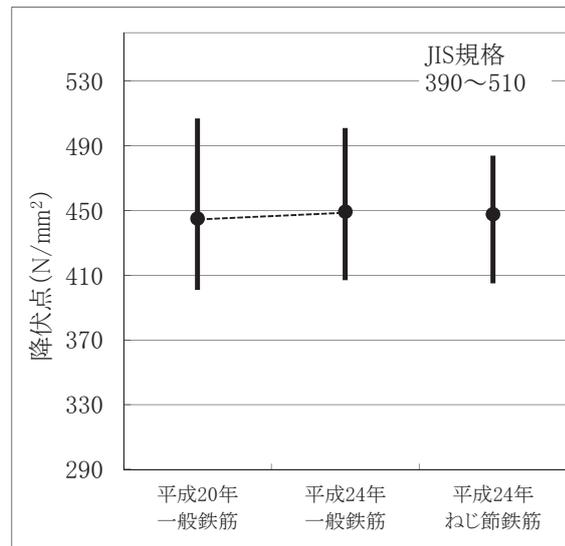
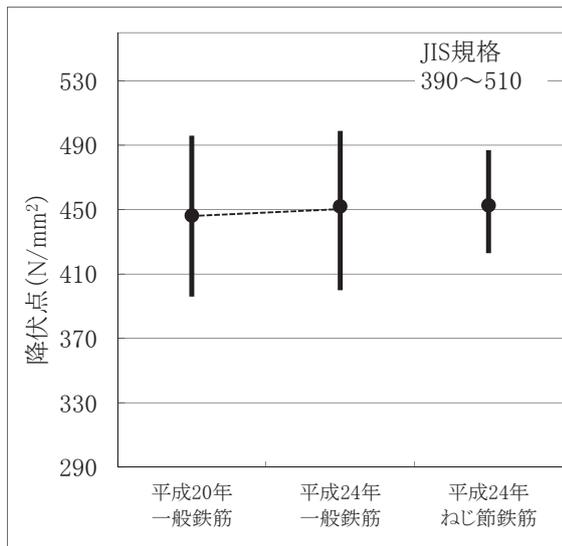


図3.3-7 機械的性質 : SD390 D35

図3.3-8 機械的性質 : SD390 D38

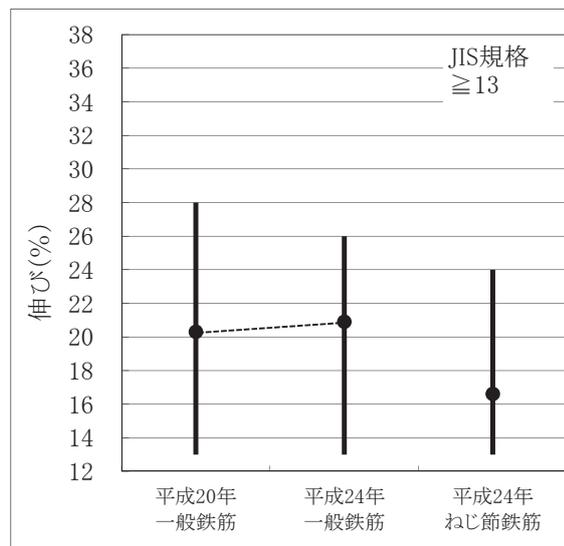
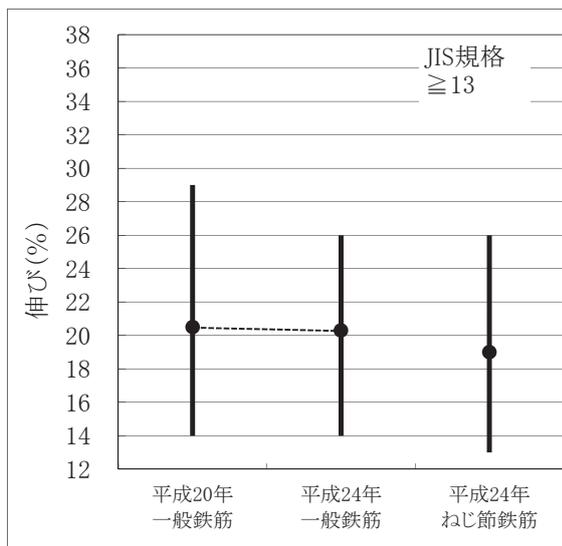
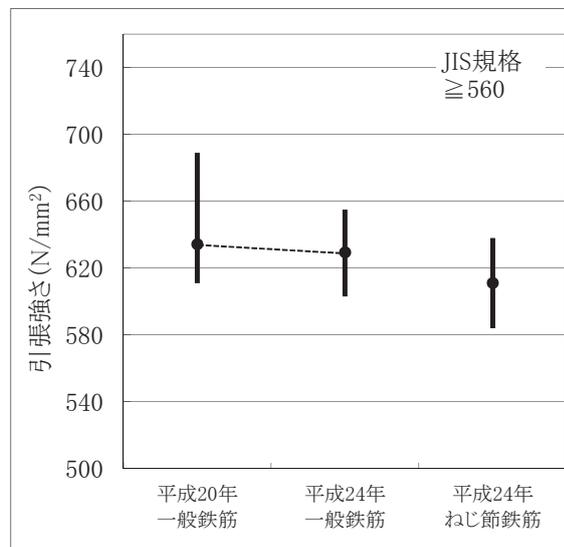
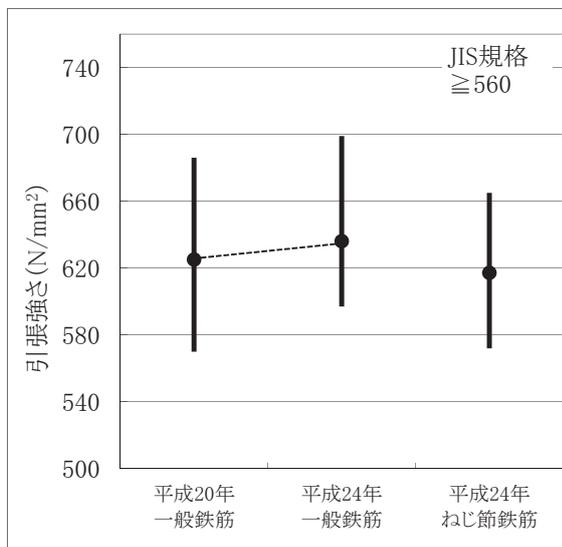
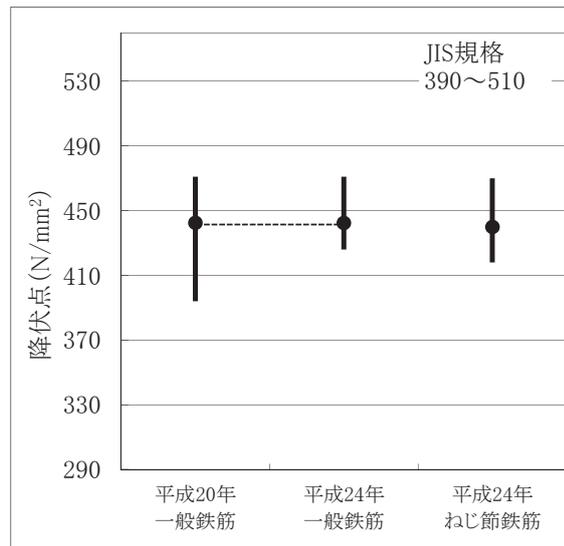
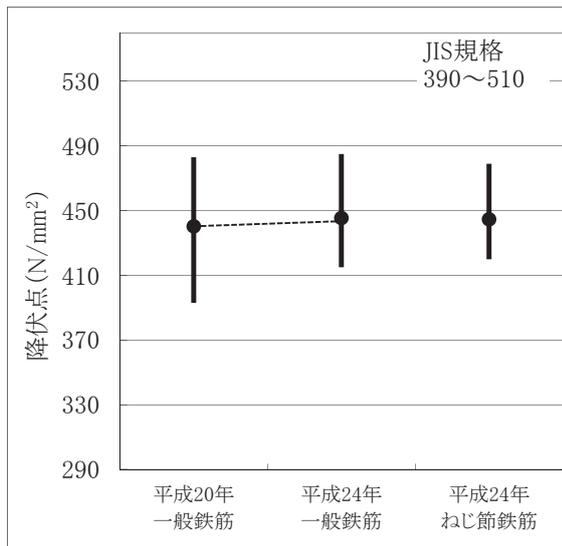


図3.3-9 機械的性質 : SD390 D41

図3.3-10 機械的性質 : SD390 D51

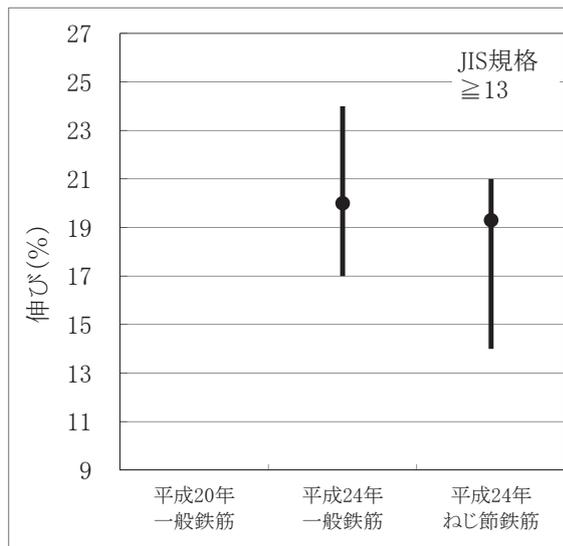
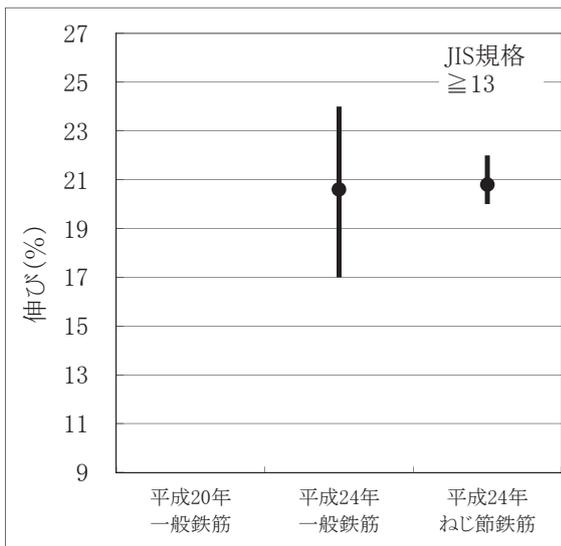
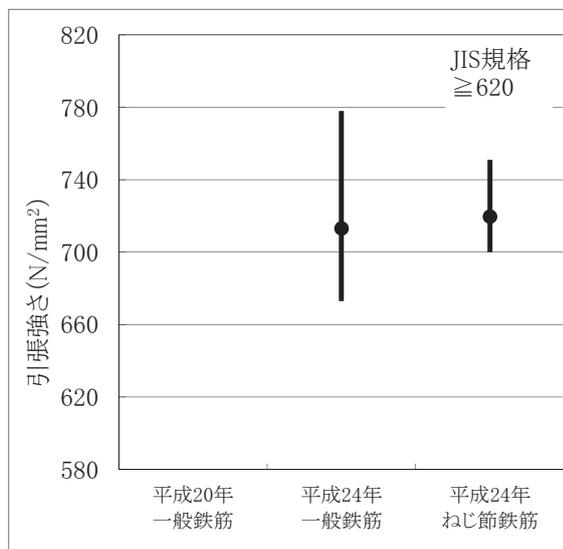
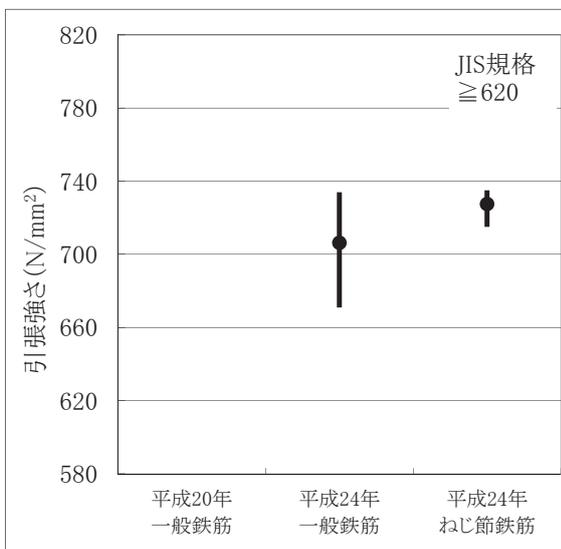
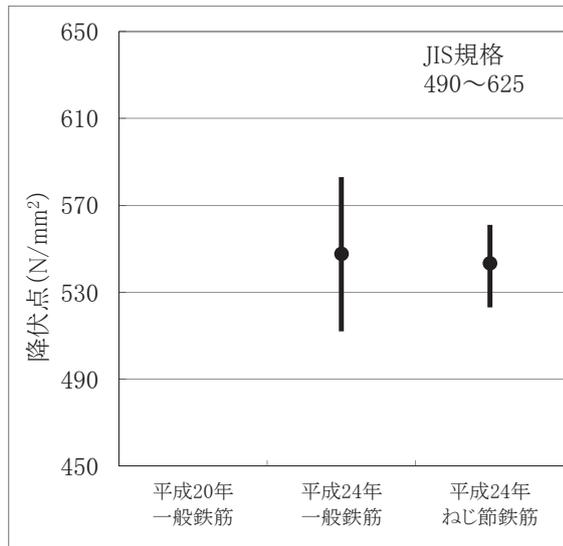
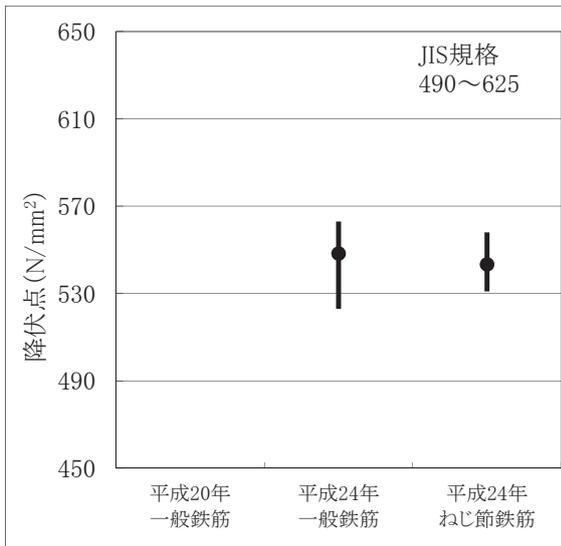


図3.4-1 機械的性質：SD490 D25

図3.4-2 機械的性質：SD490 D29

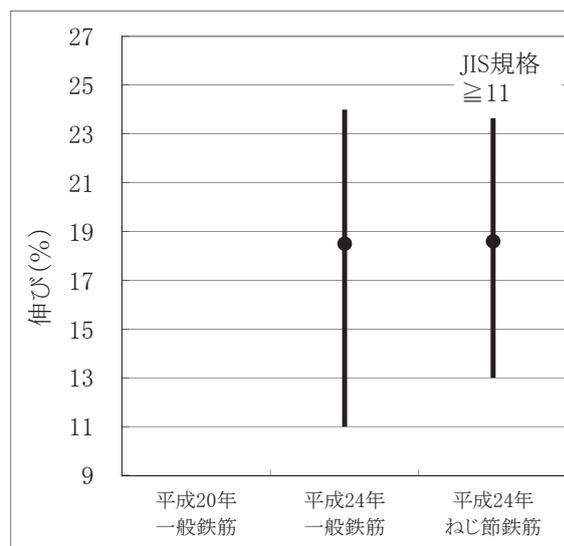
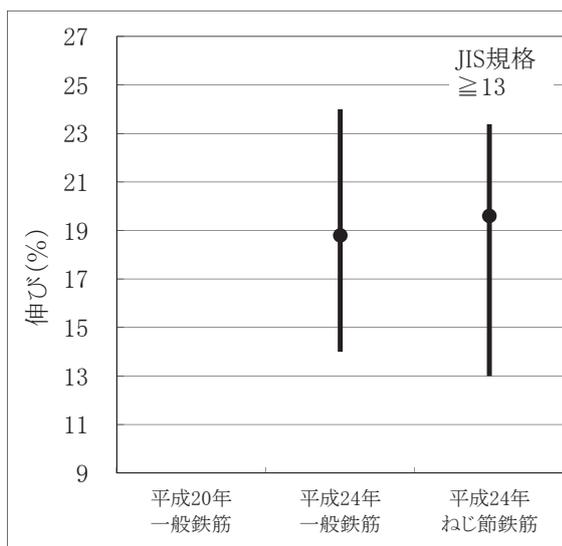
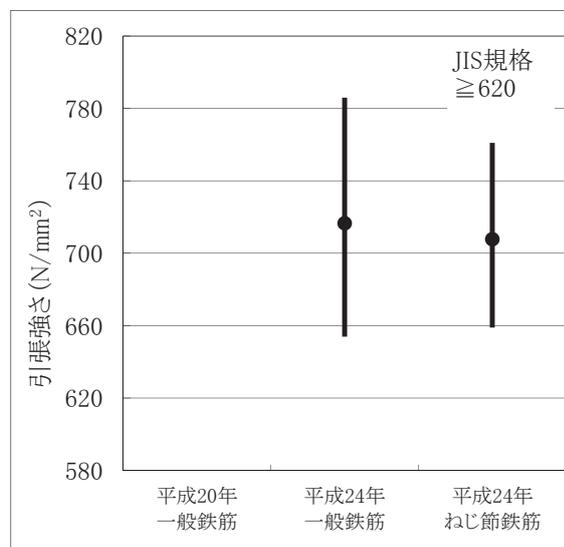
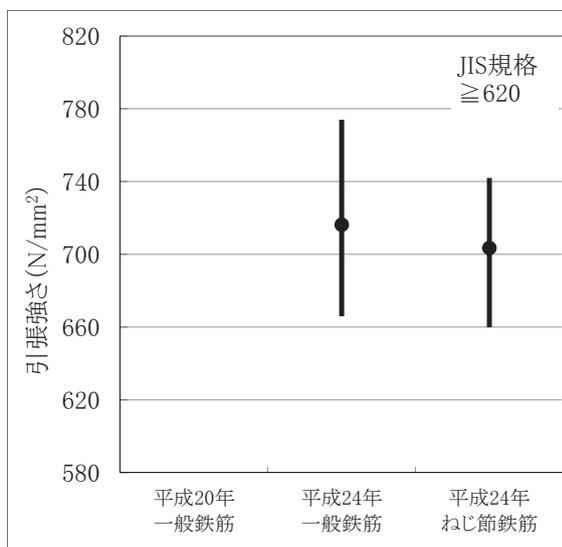
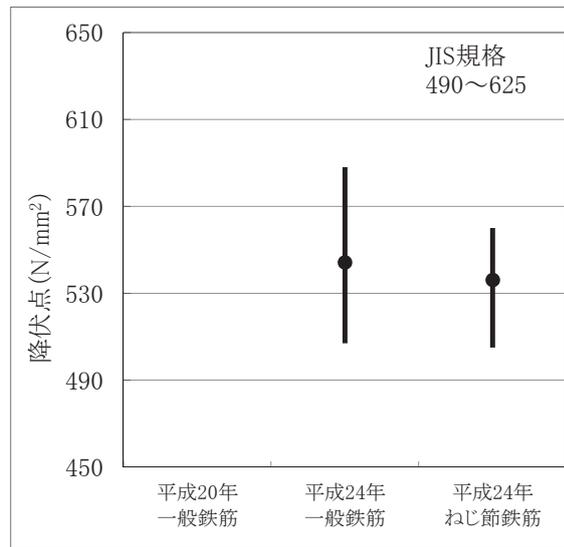
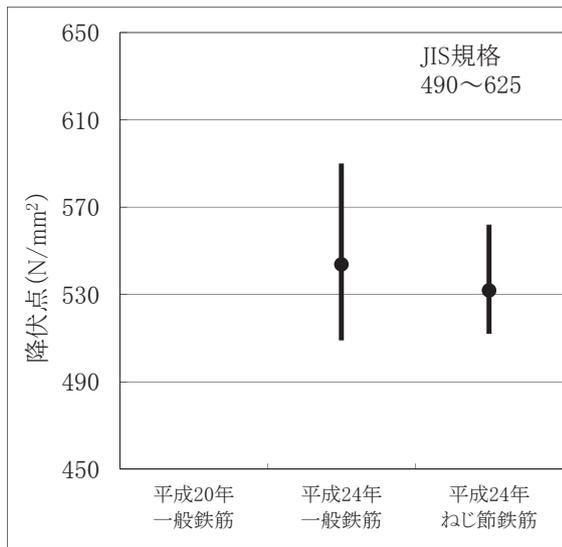


図3.4-3 機械的性質 : SD490 D32

図3.4-4 機械的性質 : SD490 D35

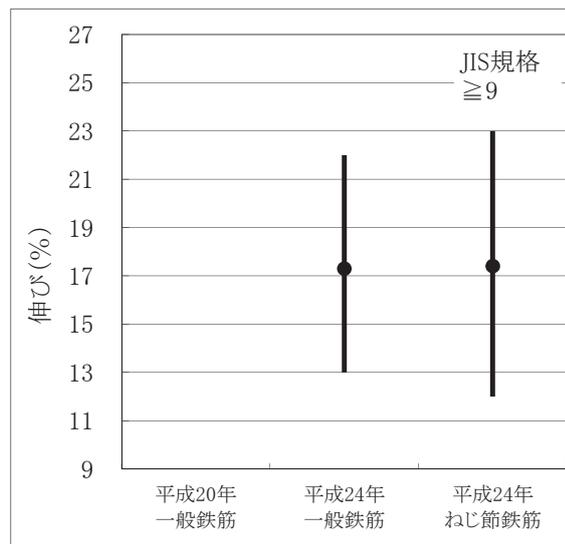
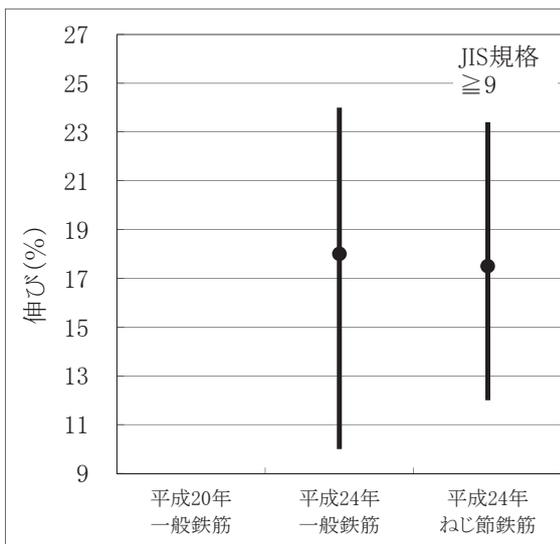
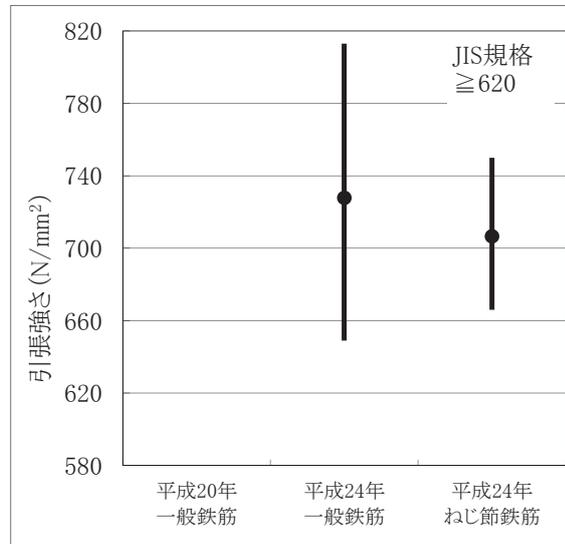
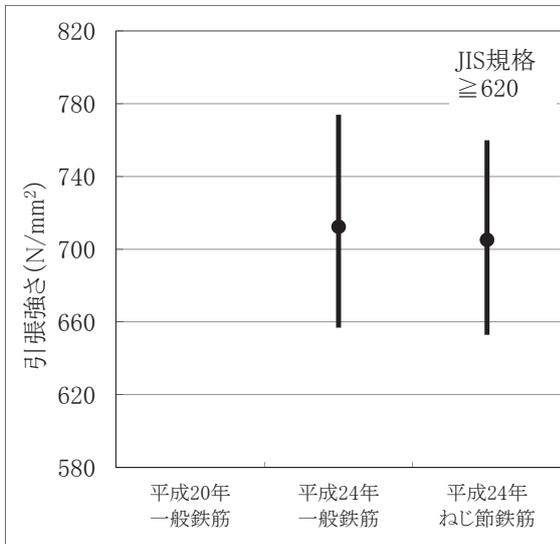
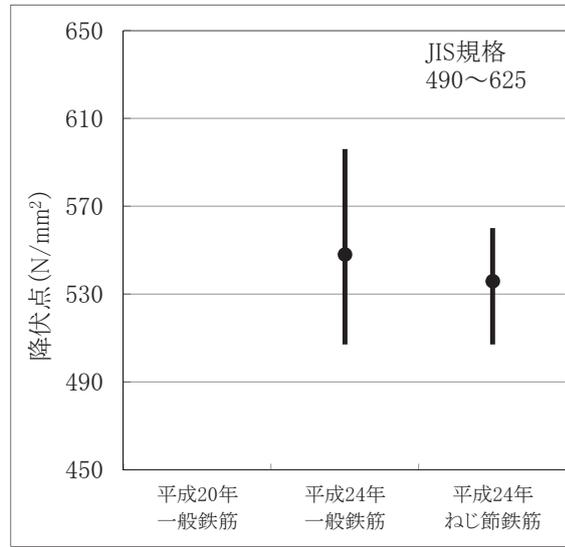
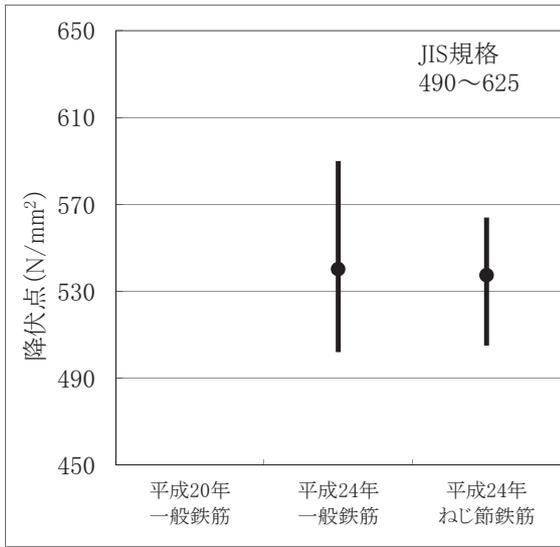


図3.4-5 機械的性質：SD490 D38

図3.4-6 機械的性質：SD490 D41

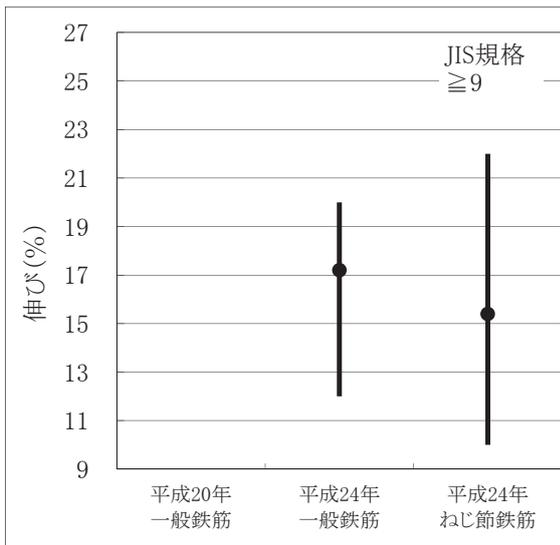
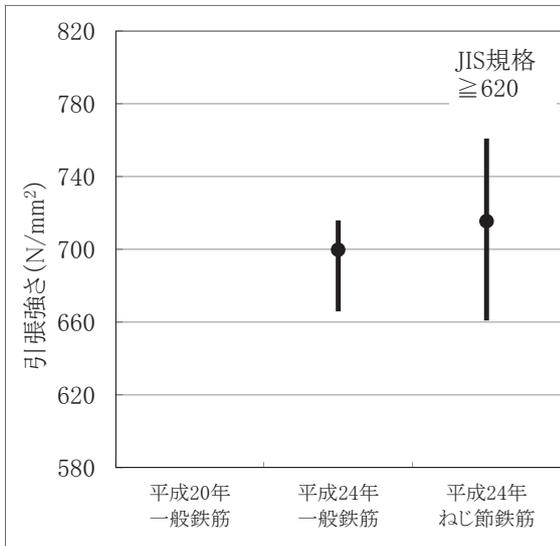
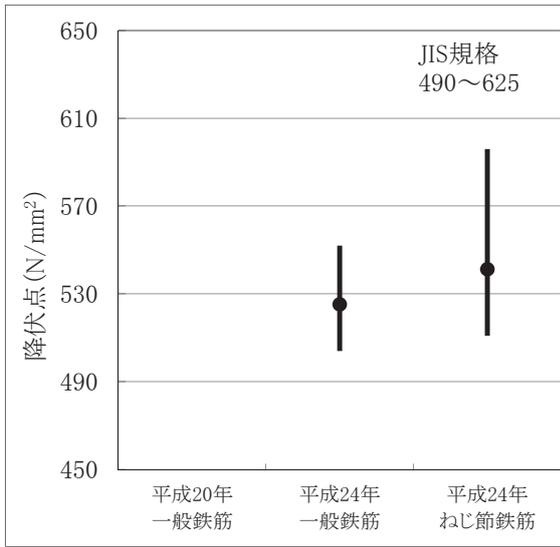


図3.4-7 機械的性質：SD490 D51

4. 単位質量調査結果

収集したデータの単位質量調査結果比較を表 4.1 に、平成 20 年に調査した結果との比較グラフを図 4.1 に示した、その結果概要は次の通りである。JIS 規格はゼロを起点にして、プラス、マイナスで許容範囲を設定している。

4.1 一般鉄筋

- (1) D10・D13・D16 は平均値で前回と比較するとマイナス幅がやや少なくなっているが、いずれも JIS 規格内である。
- (2) D19～D29 においては前回と比較すると最小値、平均値とも同程度となっているが、いずれも JIS 規格内である。
- (3) D32～D51 は前回と比較すると平均値でマイナス 0.2～マイナス 0.5、最小値でマイナス 0.0～マイナス 0.3 であるがいずれも JIS 規格内である。

4.2 一般鉄筋とねじ節鉄筋の比較

- (1) D10 製造実績は無い、D13・D16 の比較では、ねじ節鉄筋は最大・最少の幅が 2.8%～3.0%と一般鉄筋より小さい。
- (2) D19～D29 は D19 で最大・最少の幅 4.7%D22～D29 は 4.4%で一般鉄筋より安定している傾向である
- (3) D32～D51 は最大・最少の幅は 4.4%～5.2%であった。

4.3 まとめ

各サイズとも質量許容差のマイナス側ではあるが、全て JIS 規格を満足している。

今回は一般鉄筋とねじ節鉄筋を比較してみたが、ねじ節鉄筋は一般鉄筋と比較すると最大値と最小値の幅が小さく、ねじ節特有の管理がなされていると思われる。

表4.1 単位質量調査結果

(単位：%)

呼び名	前回(平成20年)			今回(平成24年)						JIS規格値
	一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ節鉄筋			
	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
D10	-5.9	4.3	-4.3	-5.9	0.9	-4.0	—	—	—	±6
D13	-6.0	0.7	-4.7	-6.0	1.5	-4.6	-5.5	-2.7	-4.1	±6
D16	-5.0	1.3	-3.7	-5.0	3.4	-3.5	-4.0	-0.4	-2.3	±5
D19	-4.9	0.2	-3.7	-4.9	-0.5	-3.7	-4.5	0.2	-2.9	±5
D22	-4.9	0.2	-3.8	-4.9	3.3	-3.5	-4.1	0.3	-2.6	±5
D25	-5.0	-1.0	-3.9	-5.0	0.7	-3.5	-4.6	-0.2	-3.2	±5
D29	-4.0	2.4	-2.7	-4.0	2.5	-2.7	-3.8	0.6	-2.4	±4
D32	-4.0	1.3	-2.7	-4.0	1.7	-2.5	-3.7	0.7	-2.2	±4
D35	-4.0	3.9	-2.1	-4.0	1.3	-2.3	-3.5	1.7	-2.0	±4
D38	-4.0	1.9	-2.0	-4.0	1.4	-2.2	-3.6	1.4	-1.9	±4
D41	-3.8	2.1	-1.4	-3.8	1.0	-1.9	-3.5	1.2	-1.5	±4
D51	-3.6	1.6	-1.0	-3.6	3.1	-1.2	-3.4	1.7	-1.3	±4

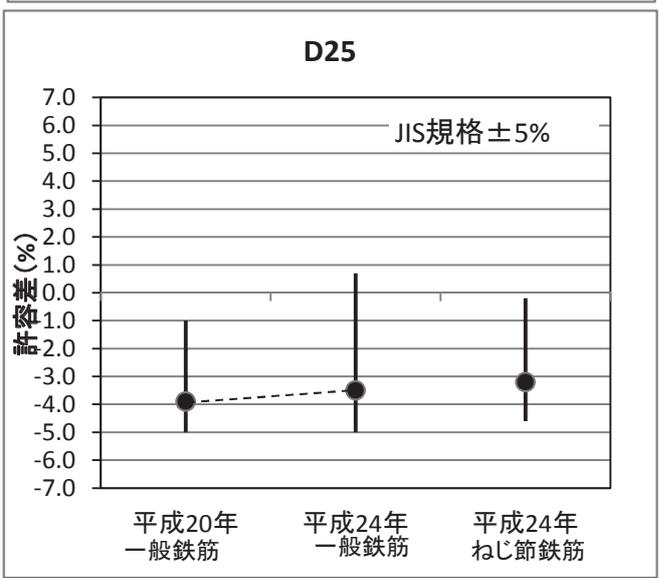
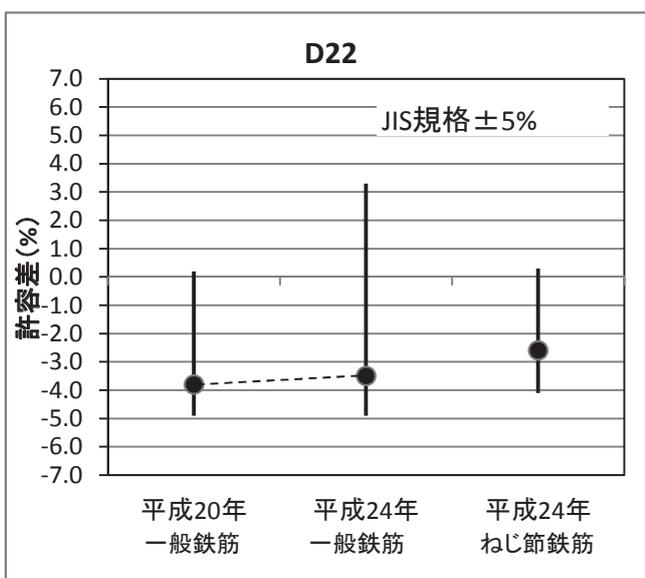
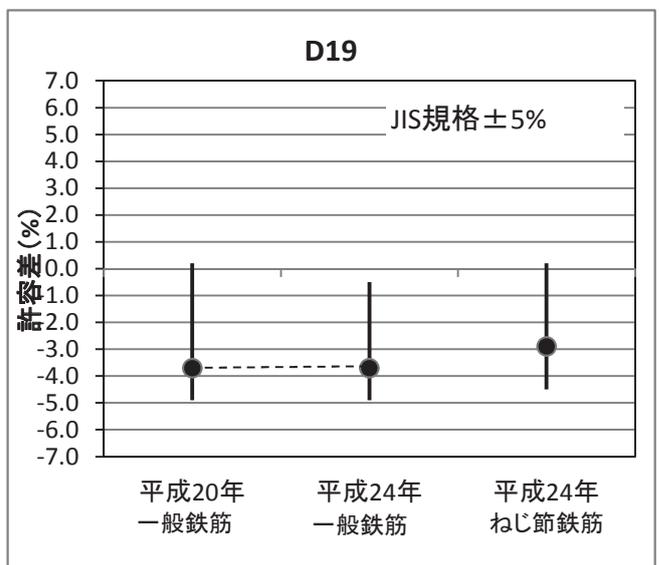
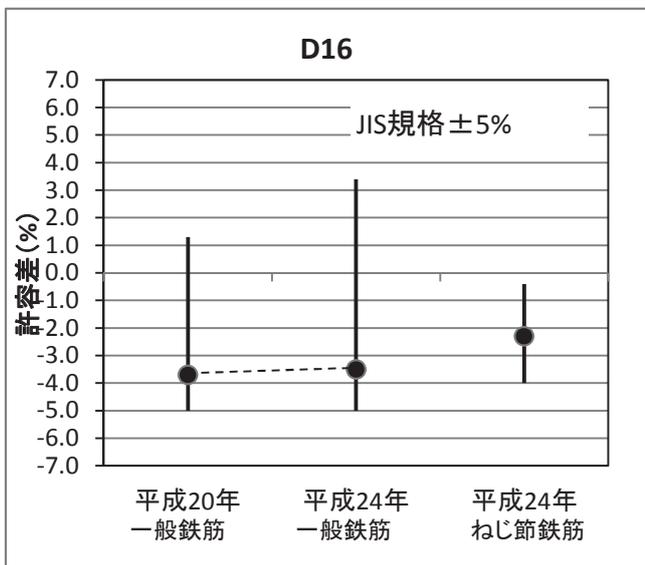
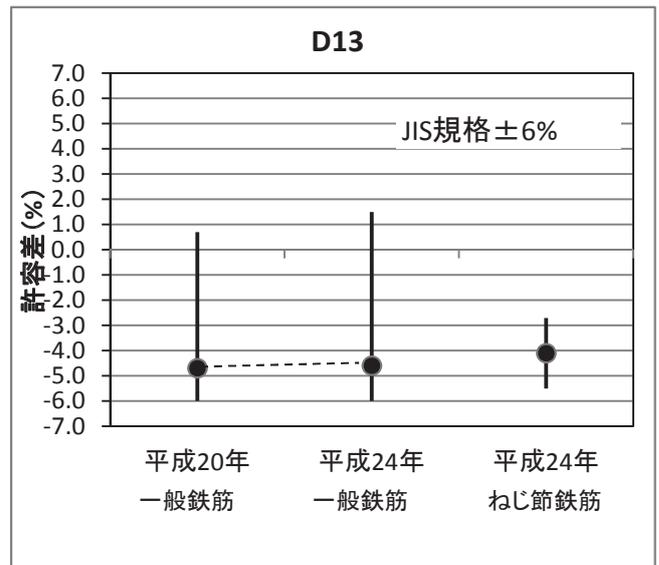
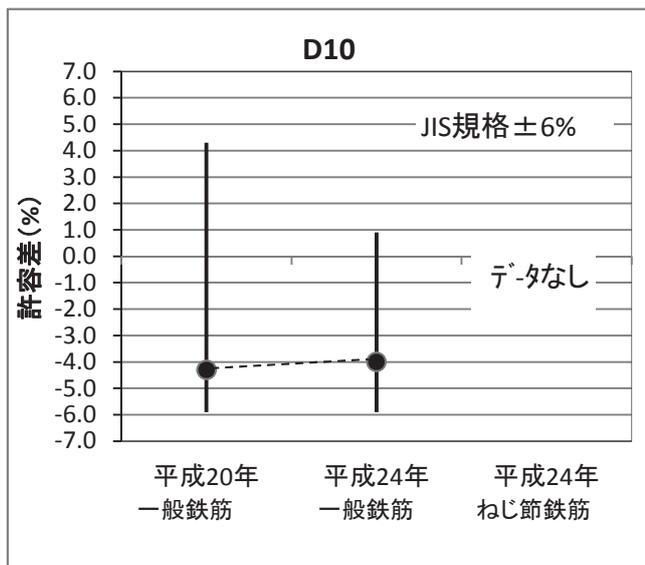


図 4.1-1 単位質量許容差(%)

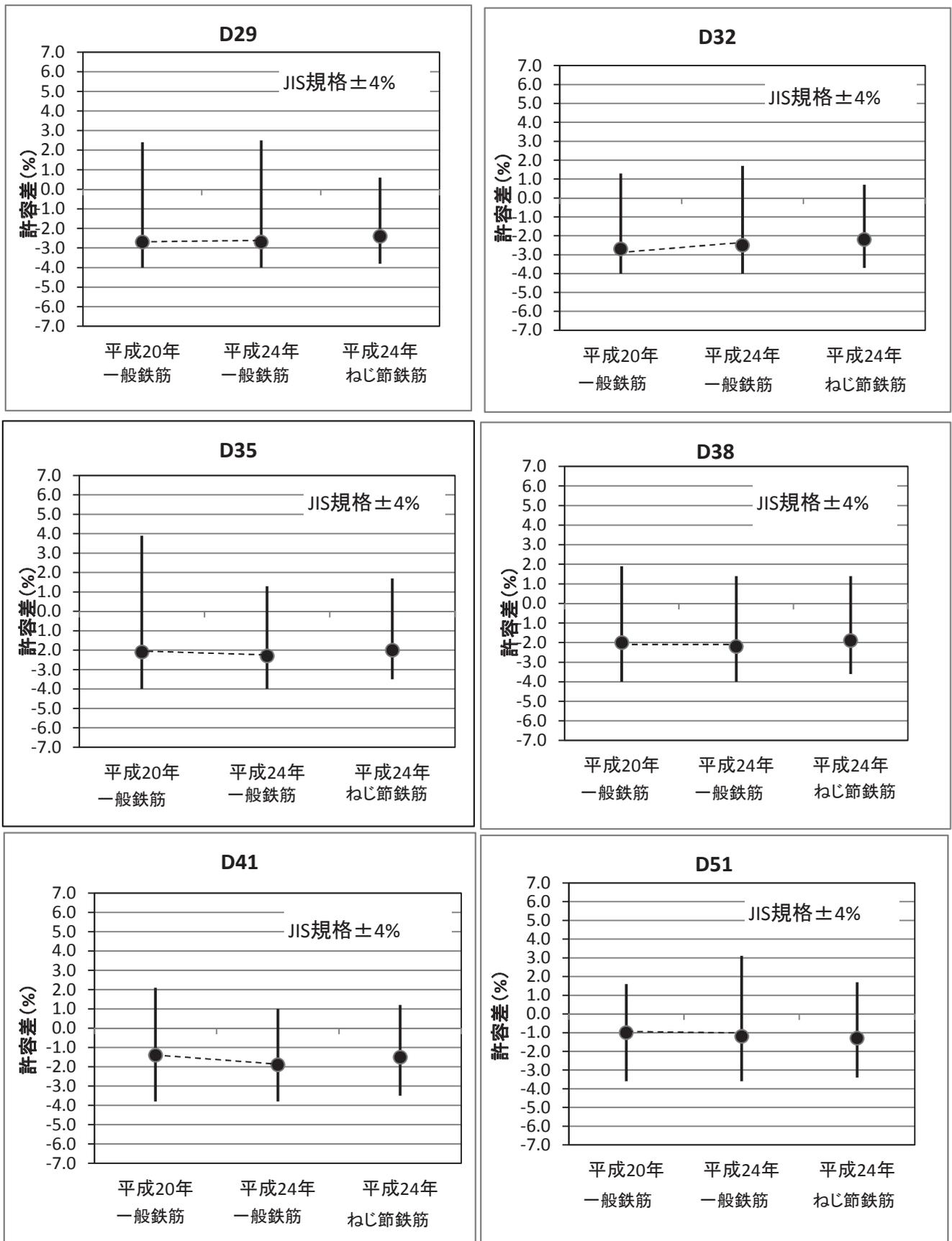


図 4.1-2 単位質量許容差(%)

5. 節形状調査結果

製品の節の高さの調査結果を表 5.1 及び図 5.1 に、節の平均間隔の調査結果を表 5.2 及び図 5.2 に示す。また、今回の調査より一般鉄筋だけでなく、ねじ節鉄筋の調査も行った。

調査結果の概要は、次のとおりである。

5.1 節の高さ

- (1) 一般鉄筋の D10～D51 の節高さの平均値は、前回調査と大きな差は認められない。各社の今回の平均値は D10 が 0.56mm、D51 は 3.10mm の実績である。
- (2) 一般鉄筋の最小値は、各サイズとも前回調査とほぼ同様の実績であり、全て JIS 規格を満足している。
- (3) 一般鉄筋の最大値は、D25・D29 が 2.5mm、D38 が 3.2mm、D41 が 3.8mm と前回調査より若干上昇しているが、全て JIS 規格を満足している。
- (4) ねじ節鉄筋の平均値は、各サイズとも一般鉄筋よりも上回っており、D13 が 0.95mm、D51 は 4.11mm の実績である。
- (5) ねじ節鉄筋の最小値は、ねじ節鉄筋の方が一般鉄筋より D13～D38 で 0.3mm～0.5mm 高さが高く、D41、D51 についても、0.7mm～0.9mm 高さが高い。最大値は、各サイズとも一般鉄筋とほぼ同様の実績であり、全て JIS 規格を満足している。

5.2 節の平均間隔

- (1) 一般鉄筋の節平均間隔の平均値は、D10～D25 が前回調査より 0.03mm～0.30mm と僅かに低下した。一方、D29～D35 は前回調査より 0.31mm～0.70mm 数値が上昇し、D38～D51 は、さらに 1.09mm～2.16mm 数値が上昇した。各社の今回の平均値は D10 が 6.23mm、D51 が 24.68mm の実績であった。
- (2) 一般鉄筋の最小値は、全サイズにおいて前回調査よりばらつきが見られ、マイナス 2.0mm～3.7mm の範囲で変動した。
- (3) 一般鉄筋の最大値は、D51 が 32.7mm と前回調査より 2.5mm 低下した。
- (4) 今回の調査において、一般鉄筋の節平均間隔（JIS 規格：公称直径の 70%以下）の公称直径に対する比率は、D10 の平均値が公称直径の 65%、範囲は 55%～70% 内にあり、D51 の平均値は公称直径の 49%、範囲は 30%～64% 内にあった。
- (5) ねじ節鉄筋については、一般鉄筋との比較で、最小値はマイナス 1.9mm～3.7mm と僅かな変動に対し、最大値はマイナス 1.9mm～マイナス 12.6mm と変動幅が大きい。これは、ねじ節鉄筋の方が、一般鉄筋よりも節平均間隔が狭く、かつ、最大値と最小値の幅も小さくなっていることを示している。

- (6) ねじ節鉄筋についても一般鉄筋と同様に節平均間隔（JIS 規格：公称直径の70%以下）の公称直径に対する比率を求めると、D13 の平均値は公称直径の 55% であって、JIS 規格の 54%～55% 内であった。また D51 の平均値は 39% であって、JIS 規格の 37%～40% 内と狭い範囲で寸法管理が成されている。

5.3 まとめ

今回の節形状調査結果は、節の高さ及び節の平均間隔共に前回と同様に JIS 規格を満足した結果であった。特にねじ節鉄筋においては、一般鉄筋の節形状に対してより高水準値で JIS 規格を満足していることが確認された。これは、ねじの性格上、一般鉄筋の節形状精度以上にねじ山の精度が要求され、各メーカーは JIS 規格を見据えると共に、メーカー独自の管理体制を講じてきた成果と推察される。

表5.1 節の高さの調査結果

(単位:mm)

呼び名	前回(平成20年)			今回(平成24年)						JIS規格値
	一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ鉄筋			
	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
D10	0.4	0.8	0.58	0.4	0.8	0.56	—	—	—	0.4~0.8
D13	0.5	1.0	0.73	0.5	1.0	0.70	0.9	1.0	0.95	0.5~1.0
D16	0.7	1.4	1.02	0.7	1.3	0.99	1.1	1.4	1.22	0.7~1.4
D19	1.0	2.0	1.34	1.0	2.0	1.32	1.5	1.9	1.69	1.0~2.0
D22	1.1	2.2	1.49	1.1	2.1	1.48	1.5	2.2	1.75	1.1~2.2
D25	1.3	2.3	1.67	1.3	2.5	1.67	1.6	2.5	2.02	1.3~2.6
D29	1.4	2.4	1.85	1.4	2.5	1.84	1.9	2.7	2.24	1.4~2.8
D32	1.6	3.1	2.01	1.6	2.9	2.02	2.0	3.0	2.52	1.6~3.2
D35	1.7	3.4	2.19	1.8	3.1	2.23	2.2	3.3	2.81	1.7~3.4
D38	1.9	3.0	2.33	2.0	3.2	2.44	2.4	3.5	2.98	1.9~3.8
D41	2.1	3.5	2.61	2.1	3.8	2.61	2.8	3.5	3.10	2.1~4.2
D51	2.5	4.3	3.13	2.5	4.2	3.10	3.4	4.8	4.11	2.5~5.0

表5.2 節の平均間隔の調査結果

(単位:mm)

呼び名	前回(平成20年)			今回(平成24年)						JIS規格値
	一般鉄筋			一般鉄筋			ねじ鉄筋			
	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	
D10	5.4	6.7	6.26	5.2	6.7	6.23	—	—	—	6.7以下
D13	6.2	8.9	8.25	7.0	8.9	8.18	6.9	7.0	6.98	8.9以下
D16	5.7	11.1	10.24	8.0	11.1	10.19	8.0	8.1	8.03	11.1以下
D19	9.9	13.3	12.20	7.9	13.3	11.99	7.9	9.1	8.20	13.4以下
D22	10.8	15.5	14.08	9.0	15.3	13.78	8.9	11.0	9.55	15.5以下
D25	12.0	17.7	15.73	11.9	17.7	15.65	10.0	12.1	11.02	17.8以下
D29	12.0	19.9	17.04	13.5	19.9	17.35	11.7	14.0	12.78	20.0以下
D32	10.0	22.1	18.70	13.7	22.2	18.96	12.8	16.1	13.67	22.3以下
D35	13.4	24.1	19.20	13.5	24.0	19.90	13.8	17.0	15.02	24.4以下
D38	13.4	26.2	20.69	15.2	26.2	21.78	14.9	17.0	15.69	26.7以下
D41	13.6	27.5	21.30	16.5	28.2	22.91	15.9	17.0	16.18	28.9以下
D51	14.5	35.2	22.52	15.3	32.7	24.68	19.0	20.1	19.81	35.6以下

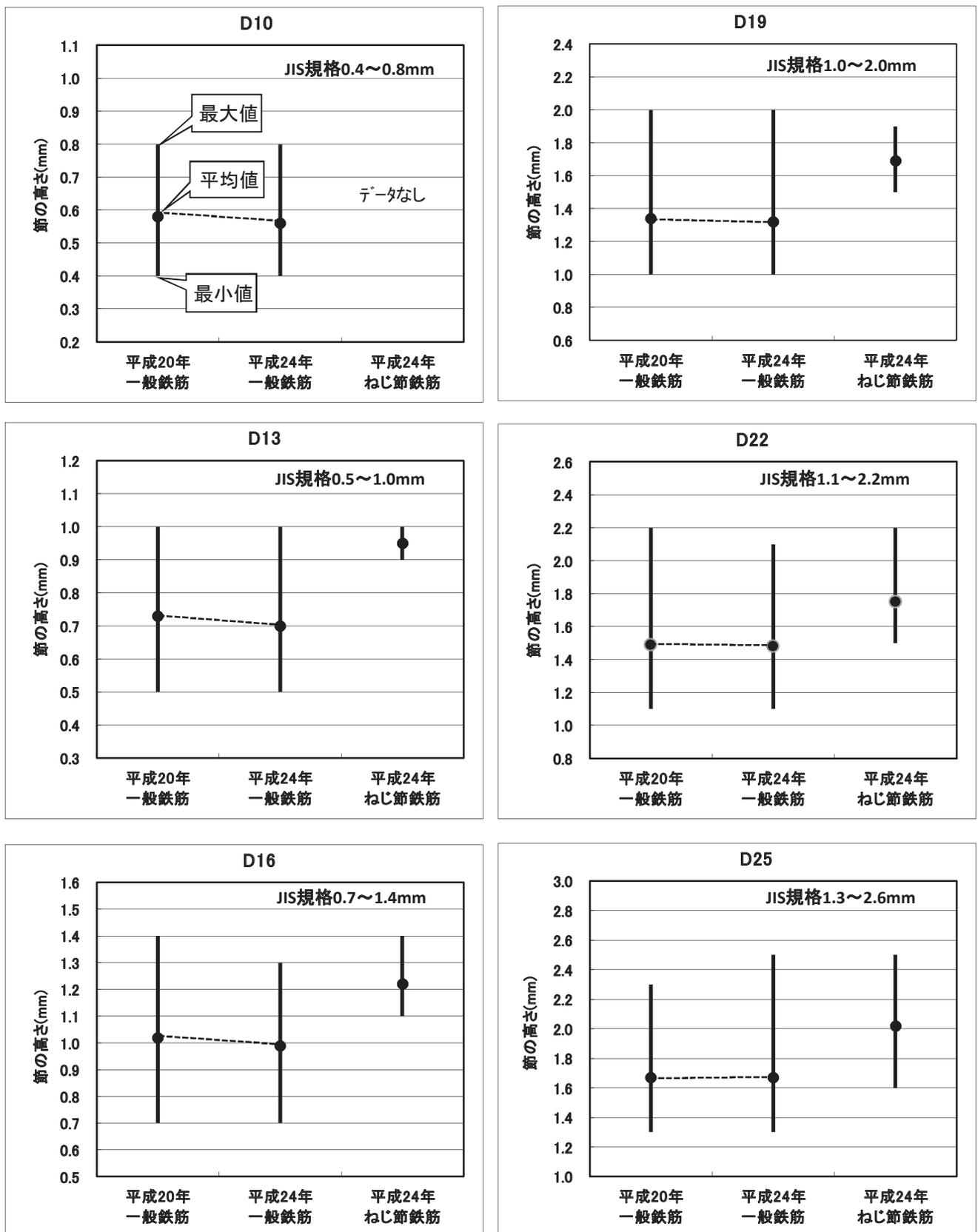


図5.1-1 節の高さ(D10~D25)

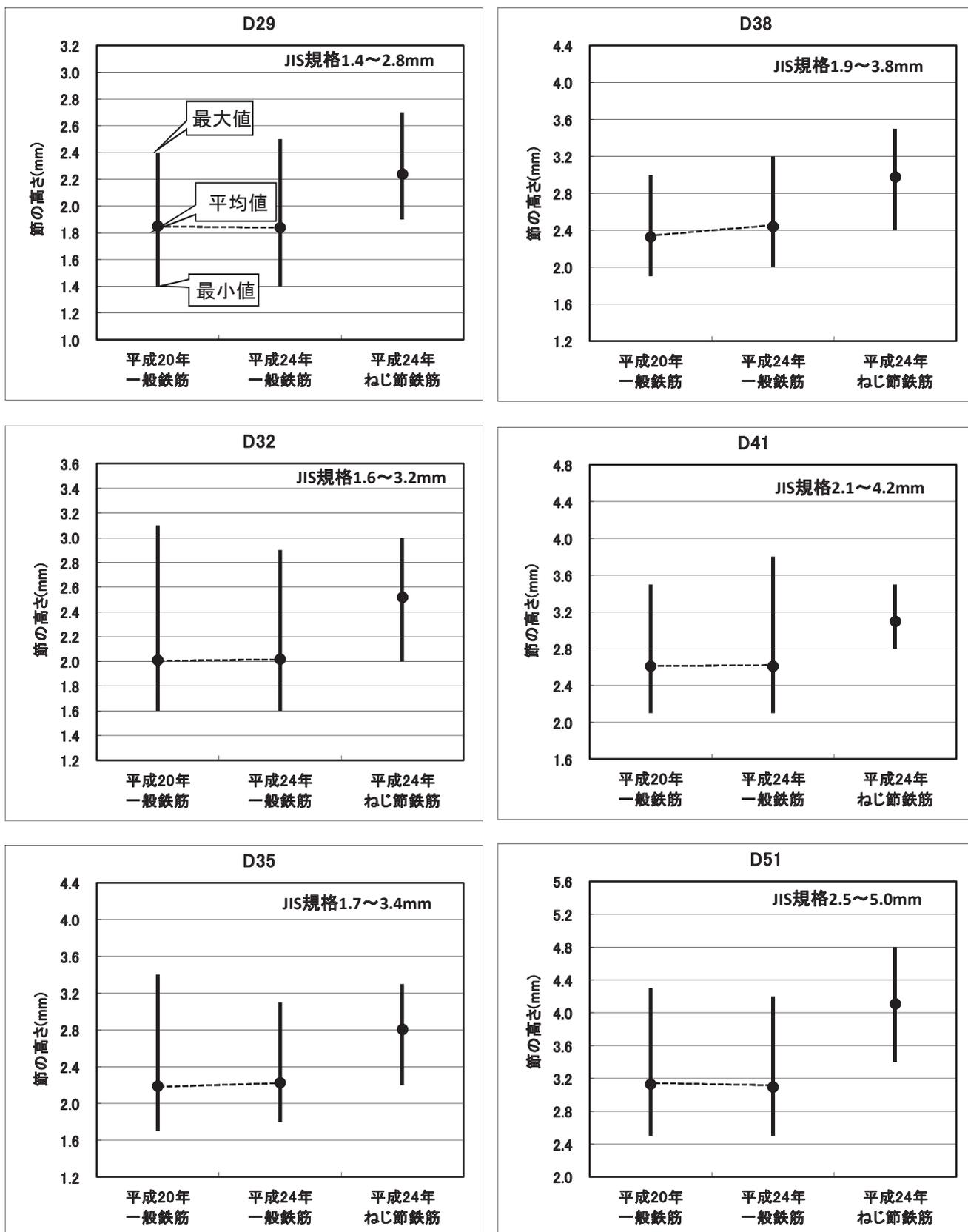


図5.1-2 節の高さ(D29~D51)

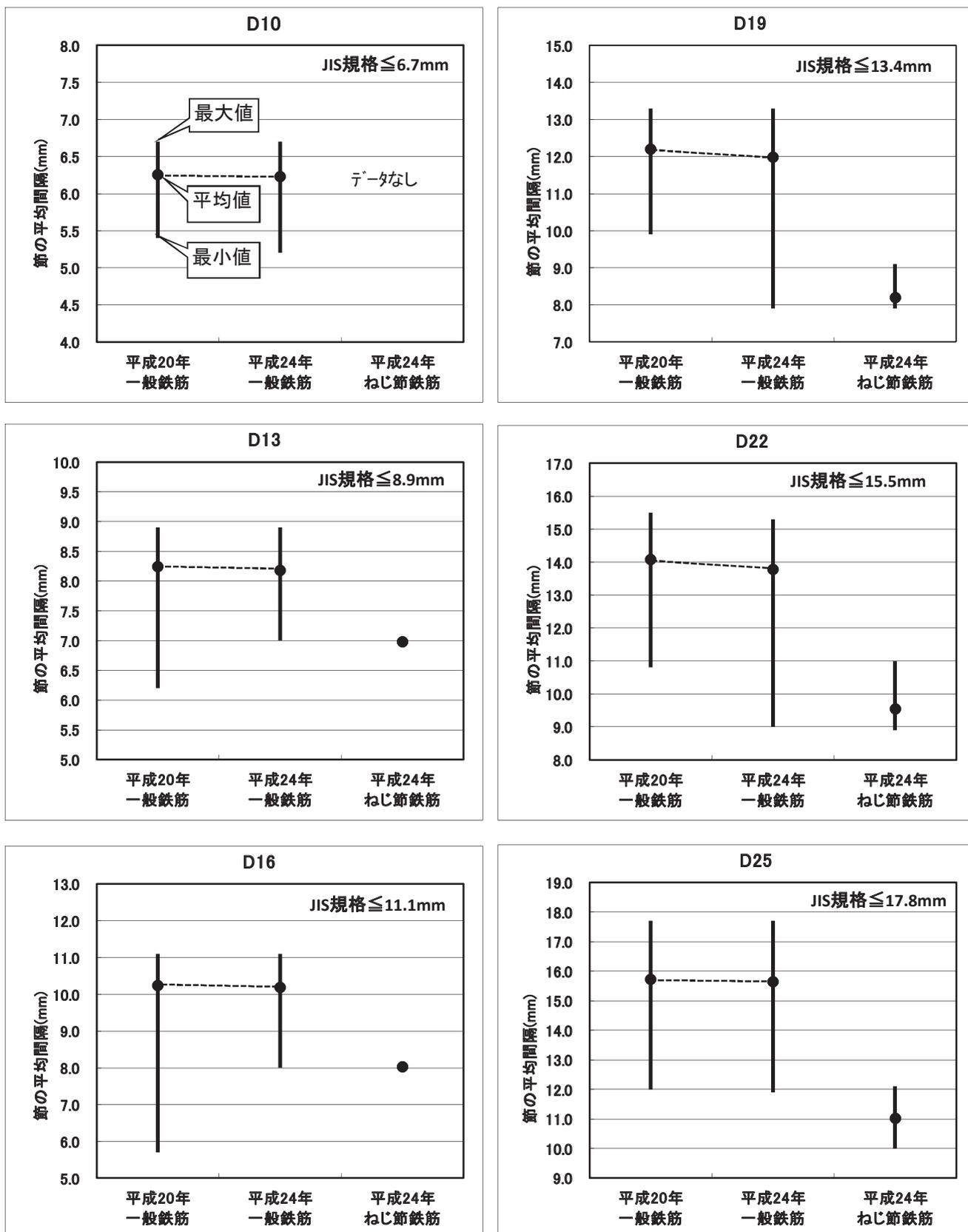


図5.2-1 節の平均間隔(D10~D25)

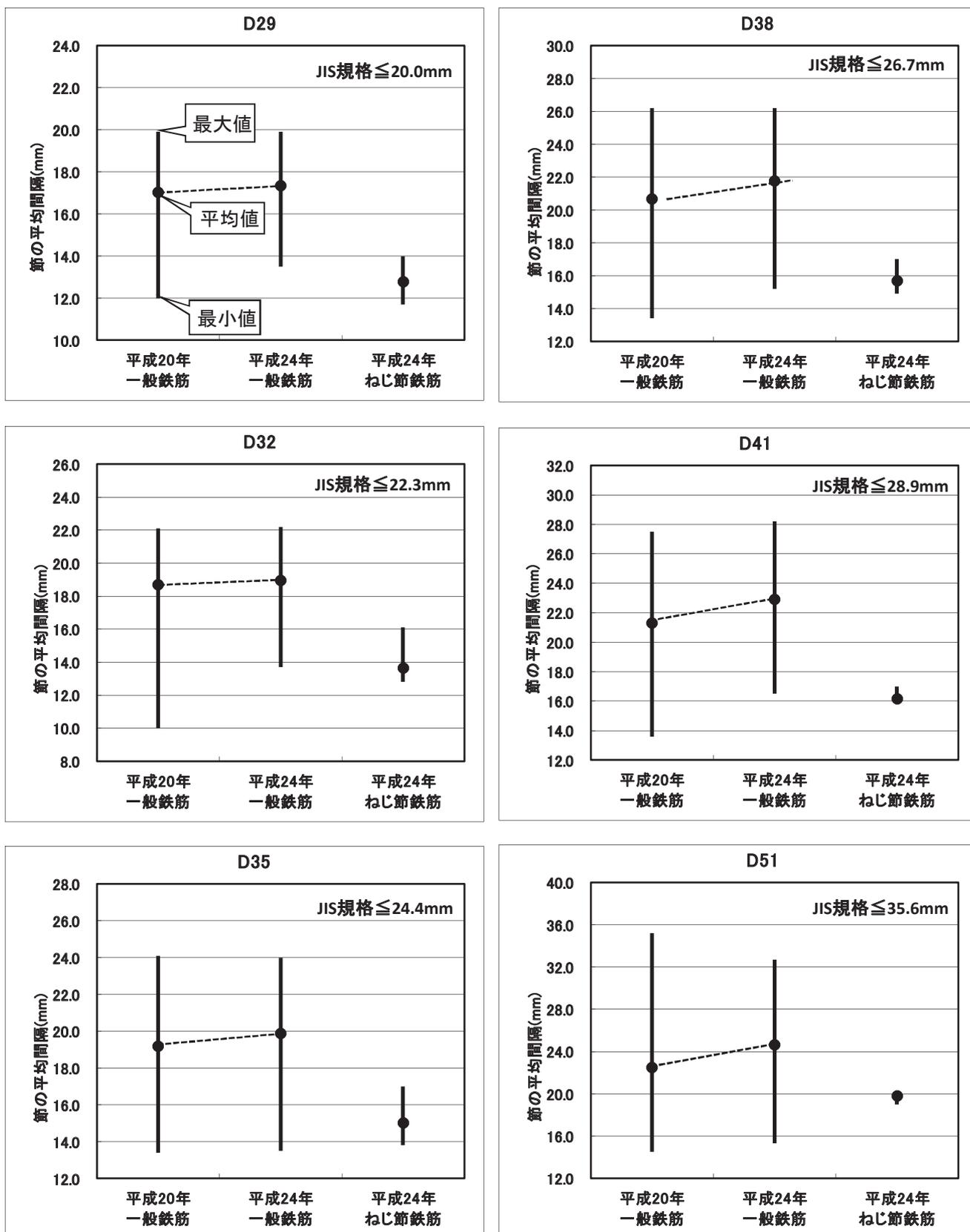


図5.2-2 節の平均間隔(D29~D51)

Ⅲ. 特別調査：せん断補強筋曲げ加工部に関する鉄筋品質性状調査

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物の鉄筋破断は、曲げ加工部の脆性的破断が一般的である。

これまで過去の震災、特に阪神・淡路大震災ではせん断補強筋が曲げ加工部で脆性的に破断した事象が観察されている。さらに、2011年3月11日の東日本大震災においても同様な傾向が見られている。近い将来、高い確率で起こるとされている南海トラフ巨大地震では、さらに甚大な被害が想定されている。

こうした背景のもとに、普通鋼電炉工業会電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会は、特別調査として「せん断補強筋曲げ加工部に関する鉄筋品質性状調査」をテーマに取り上げた。

本委員会は、平成20年10月の電炉鉄筋棒鋼品質調査報告書で、①JISに基づく曲げ半径による加工、②曲げ加工機の十分な手入れ、曲げ加工時の作動不良防止など、適切な曲げ加工が重要であると提言している。

本調査では、提言に基づき矩形断面せん断補強筋試験体を製作し、引張試験を行い曲げ加工部および接合部の品質性状を調査した。

せん断補強筋は、柱や梁に発生する曲げ応力によって、コンクリートが脆性的にせん断破壊することを防止する重要な役割を担っている。調査結果は報告書にまとめ公表し、鉄筋加工業者及び使用者が鉄筋の「品質特性」と「曲げ特性」に関して理解を深め、実作業の中で活用して頂くことを目的としている。

2. 提供サンプル詳細及び調査結果

2. 1 サンプル詳細

せん断補強筋製造に用いる鉄筋は、全国 24 社 31 事業所から提供された JIS 規格値範囲内サンプルである。「化学成分」「機械的性質」「寸法・質量」は、各事業所から提出された調査票で確認した。サンプルの種類は鋼種・呼び名は、SD295A (D13・D16・D19)、SD345 (D13・D16・D19)、SD390 (D13・D16・D19)、SD490 (D13・D16・D19) の 12 種類で、詳細は表 1 に示す。

表 1 サンプル採取一覧

地区	製造事業所	SD295A			SD345			SD390			SD490		
		D13	D16	D19	D13	D16	D19	D13	D16	D19	D13	D16	D19
北海道	1		●					●		●			
	2			●	●	●			●				
	3	●					●	●					
東北	4	●	●		●	●	●						
	5							●	●	●	●	●	
北越	6							●	●	●	●	●	●
	7	●				●	●						
	8		●		●								
関東	9	●					●						
	10					●	●						
	11			●					●	●			
	12	●				●							
	13					●			●	●			
	14		●				●						
	15		●		●								
	16	●											
	17												
	18				●			●	●				
19		●		●									
中部	20			●				●	●	●			
	21	●				●	●						
	22		●		●								
関西	23						●	●		●			
	24	●	●		●								
	25					●			●	●			
中四国	26		●						●	●			
	27	●			●	●	●						
九州沖縄	28	●											
	29				●		●						
	30		●			●							
	31			●				●	●	●			
合計 (ロット数)		10	10	4	10	10	10	8	10	10	2	2	1

合計ロット数 : 87ロット

2. 2 化学成分調査

(1) 調査内容

C、Si、Mn、P、S、Cu、Ni、Cr、Sn、V、C+Mn/6 の分析調査。

対象サンプル：87 ロット

調査方法：JIS G 0320「鋼材の溶鋼分析方法」

(2) 調査結果

JIS G 3112「化学成分」を表 2 に示し、サンプルの鋼種・呼び名別の調査結果（最小値・最大値・平均値）を表 3.1～3.4、グラフを図 1.1～1.4 に示す。

調査結果は、曲げ加工性に最も影響を与える成分「C」量を見てみると、SD295A で平均 0.208%～0.209%、SD345 で平均 0.234%～0.240%、SD390 で平均 0.236%～0.259%、SD490 で平均 0.275%～0.280%と JIS 規格上限を下回っていた。また、他の成分を見ても JIS 規格 5 元素（C、Si、Mn、P、S）以外においてもメーカーにて充分管理された状況が見られた。調査結果は、すべて JIS 規格値を満足する結果であった。

表 2 JIS G 3112「化学成分」

鋼種	化学成分 (%)					
	C	Si	Mn	P	S	C+Mn/6
SD295A	-	-	-	0.050 以下	0.050 以下	-
SD345	0.27 以下	0.55 以下	1.60 以下	0.040 以下	0.040 以下	0.50 以下
SD390	0.29 以下	0.55 以下	1.80 以下	0.040 以下	0.040 以下	0.55 以下
SD490	0.32 以下	0.55 以下	1.80 以下	0.040 以下	0.040 以下	0.60 以下

表 3.1 SD295A 化学成分調査結果

鋼種		SD295A								
呼び名		D13 (n10)			D16 (n10)			D19 (n4)		
分析元素		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
化学成分 (%)	C	0.16	0.26	0.208	0.17	0.25	0.209	0.20	0.22	0.208
	Si	0.11	0.26	0.159	0.13	0.23	0.165	0.12	0.23	0.163
	Mn	0.49	0.85	0.619	0.57	0.78	0.663	0.59	0.72	0.648
	P	0.020	0.031	0.0255	0.023	0.037	0.0287	0.026	0.030	0.0273
	S	0.020	0.039	0.0327	0.026	0.043	0.0316	0.018	0.036	0.0295
	Cu	0.02	0.36	0.256	0.18	0.32	0.259	0.29	0.38	0.348
	Ni	0.01	0.13	0.082	0.01	0.11	0.077	0.07	0.12	0.093
	Cr	0.03	0.28	0.169	0.14	0.25	0.206	0.09	0.36	0.220
	Sn	0.009	0.025	0.0169	0.011	0.029	0.0175	0.014	0.030	0.0193
	V	0.001	0.008	0.0043	0.003	0.010	0.0056	0.002	0.003	0.0025
	C+Mn/6	0.26	0.40	0.308	0.29	0.37	0.319	0.31	0.32	0.318

表 3.2 SD345 化学成分調査結果

鋼種		SD345								
呼び名		D13 (n10)			D16 (n10)			D19 (n10)		
分析元素		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
化学成分 (%)	C	0.21	0.26	0.234	0.20	0.27	0.240	0.21	0.26	0.236
	Si	0.13	0.28	0.182	0.15	0.31	0.205	0.15	0.24	0.199
	Mn	0.75	1.04	0.871	0.68	1.14	0.916	0.79	1.06	0.883
	P	0.024	0.034	0.0281	0.021	0.032	0.0274	0.020	0.030	0.0252
	S	0.025	0.040	0.0311	0.028	0.039	0.0317	0.028	0.040	0.0342
	Cu	0.20	0.33	0.265	0.19	0.39	0.297	0.16	0.33	0.265
	Ni	0.07	0.11	0.087	0.01	0.12	0.084	0.06	0.12	0.085
	Cr	0.17	0.30	0.241	0.10	0.34	0.211	0.09	0.31	0.185
	Sn	0.010	0.024	0.0152	0.009	0.034	0.0201	0.010	0.043	0.0210
	V	0.002	0.012	0.0062	0.001	0.013	0.0066	0.003	0.017	0.0099
	C+Mn/6	0.34	0.42	0.379	0.35	0.45	0.392	0.35	0.41	0.384

表 3.3 SD390 化学成分調査結果

鋼種		SD390								
呼び名		D13 (n8)			D16 (n10)			D19 (n10)		
分析元素		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
化学成分 (%)	C	0.20	0.27	0.236	0.22	0.29	0.254	0.24	0.27	0.259
	Si	0.13	0.25	0.191	0.16	0.28	0.211	0.15	0.30	0.203
	Mn	0.80	1.12	0.978	0.86	1.13	1.010	0.90	1.15	1.045
	P	0.026	0.030	0.0278	0.023	0.033	0.0293	0.021	0.038	0.0289
	S	0.025	0.039	0.0329	0.011	0.038	0.0260	0.017	0.035	0.0267
	Cu	0.26	0.39	0.306	0.24	0.36	0.300	0.21	0.46	0.291
	Ni	0.08	0.11	0.090	0.08	0.16	0.105	0.08	0.13	0.100
	Cr	0.08	0.33	0.209	0.09	0.40	0.236	0.09	0.32	0.193
	Sn	0.011	0.028	0.0191	0.013	0.020	0.0180	0.009	0.034	0.0201
	V	0.020	0.030	0.0238	0.015	0.033	0.0223	0.016	0.033	0.0241
	C+Mn/6	0.34	0.46	0.400	0.39	0.48	0.423	0.40	0.45	0.430

表 3.4 SD490 化学成分調査結果

鋼種		SD490								
呼び名		D13 (n2)			D16 (n2)			D19 (n1)		
分析元素		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
化学成分 (%)	C	0.27	0.28	0.275	0.28	0.28	0.280	0.28	0.28	0.280
	Si	0.24	0.30	0.270	0.25	0.30	0.275	0.29	0.29	0.290
	Mn	1.17	1.21	1.190	1.22	1.25	1.235	1.28	1.28	1.280
	P	0.025	0.025	0.0250	0.023	0.028	0.0255	0.022	0.022	0.0220
	S	0.018	0.020	0.0190	0.020	0.022	0.0210	0.012	0.012	0.0120
	Cu	0.20	0.28	0.240	0.25	0.30	0.275	0.32	0.32	0.320
	Ni	0.09	0.09	0.090	0.08	0.09	0.085	0.08	0.08	0.080
	Cr	0.20	0.26	0.230	0.22	0.30	0.260	0.27	0.27	0.270
	Sn	0.020	0.020	0.0200	0.017	0.020	0.0185	0.020	0.020	0.0200
	V	0.043	0.044	0.0435	0.041	0.046	0.0435	0.040	0.040	0.0400
	C+Mn/6	0.47	0.48	0.473	0.48	0.49	0.487	0.49	0.49	0.490

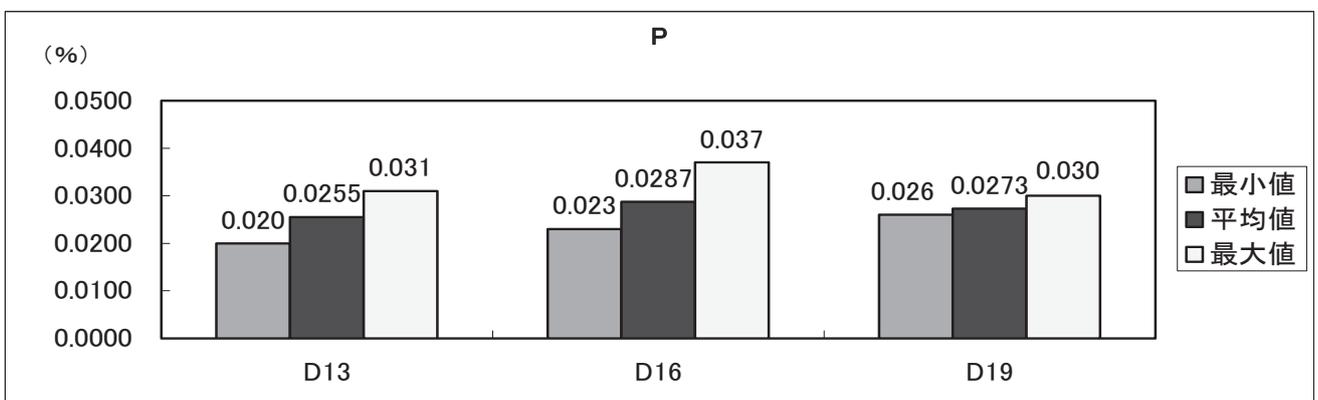
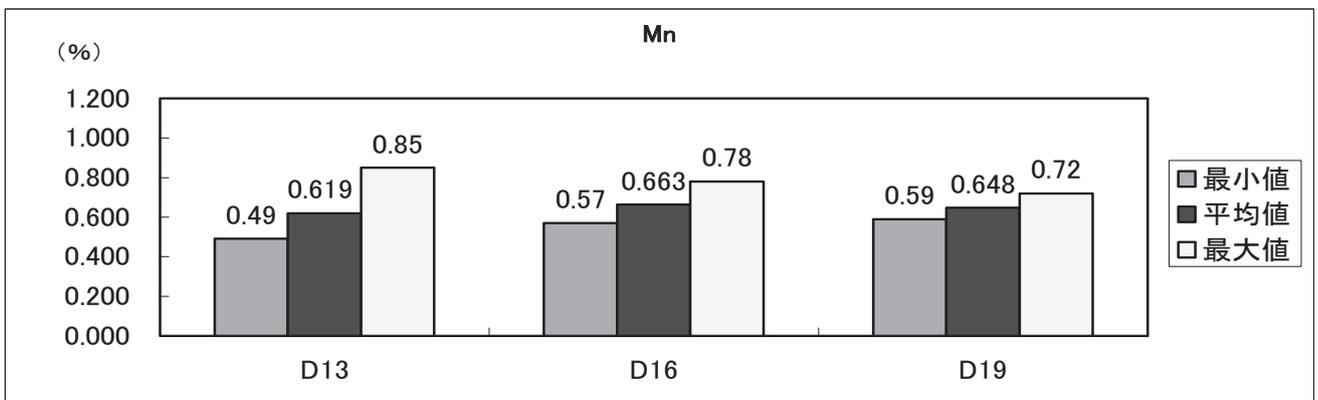
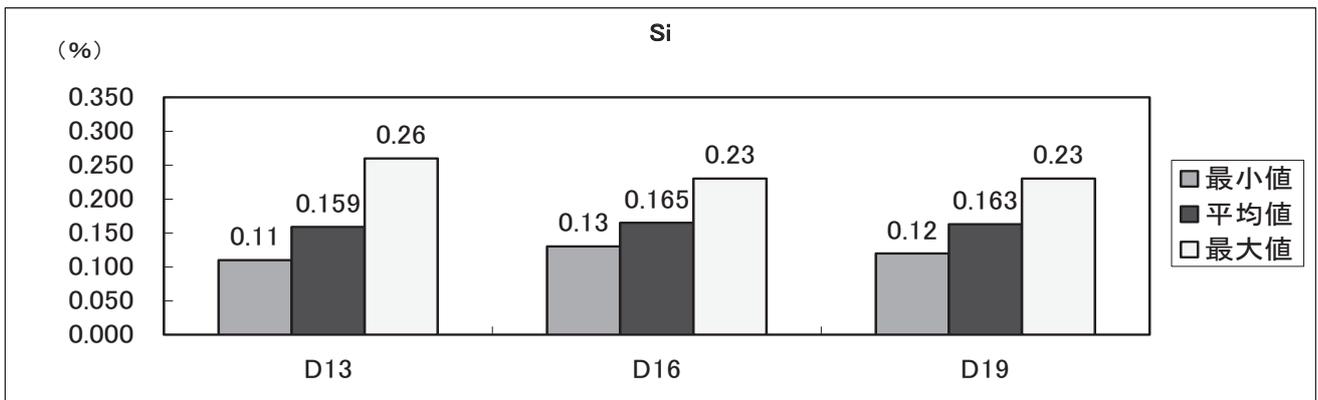
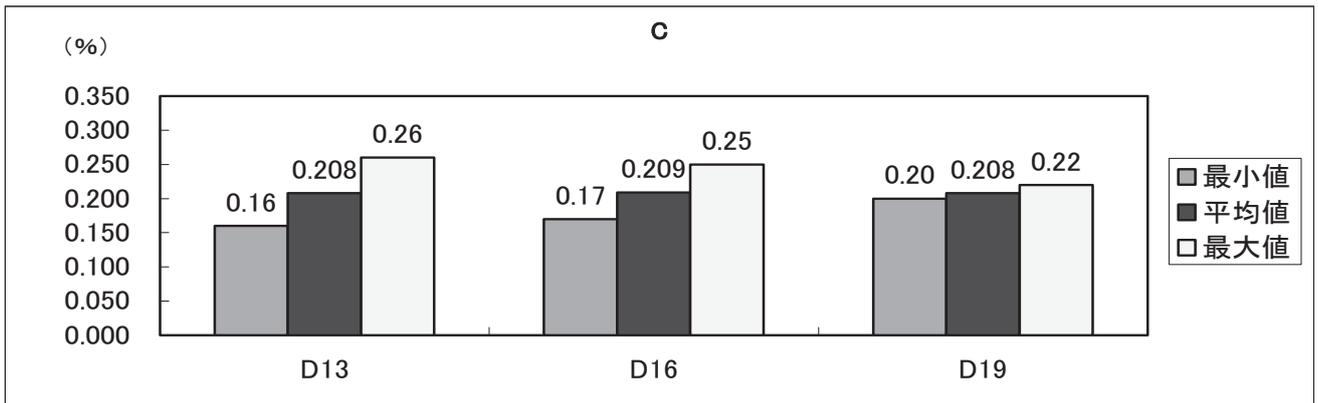


図 1.1-① SD295A 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

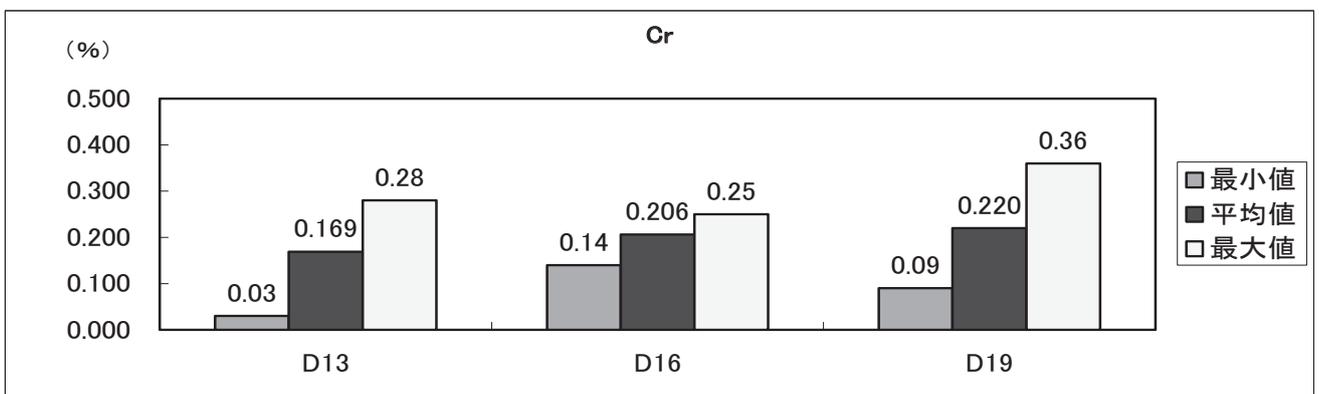
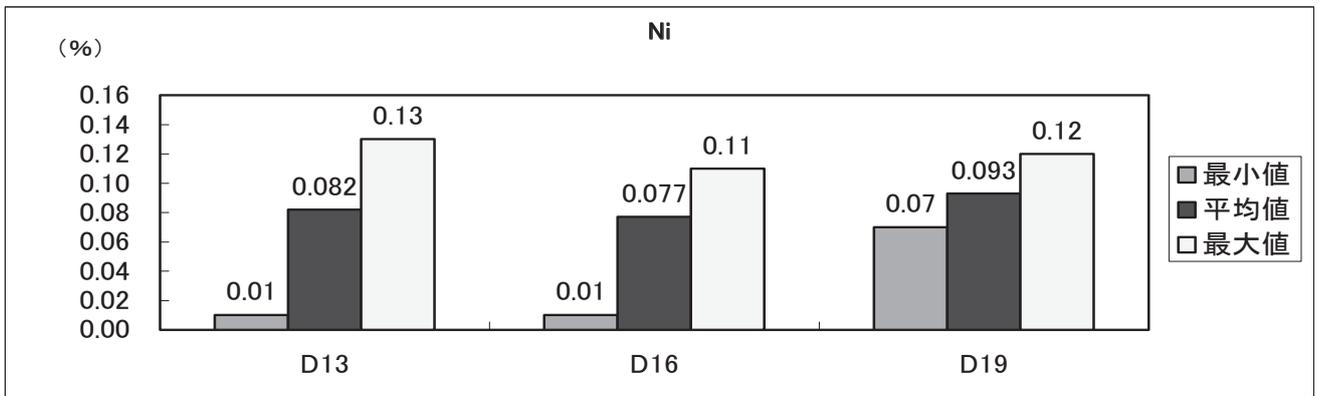
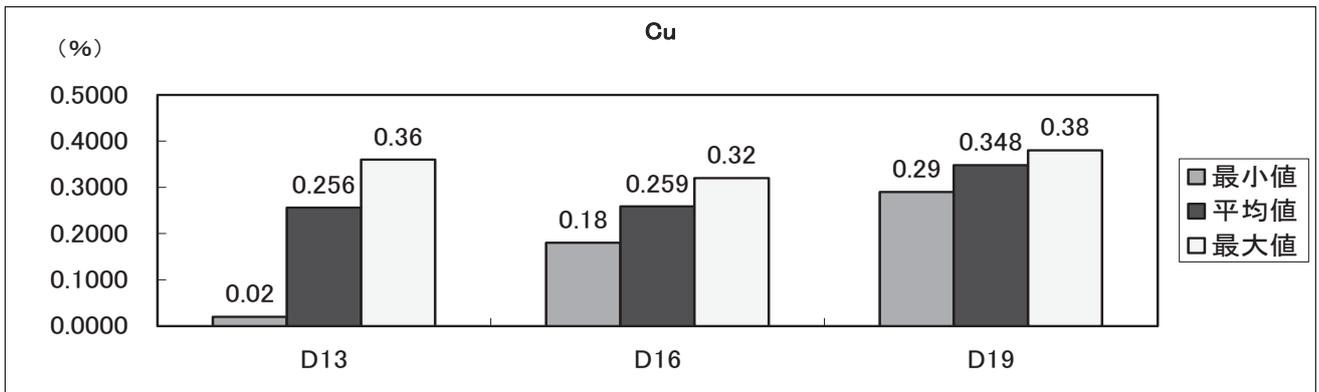
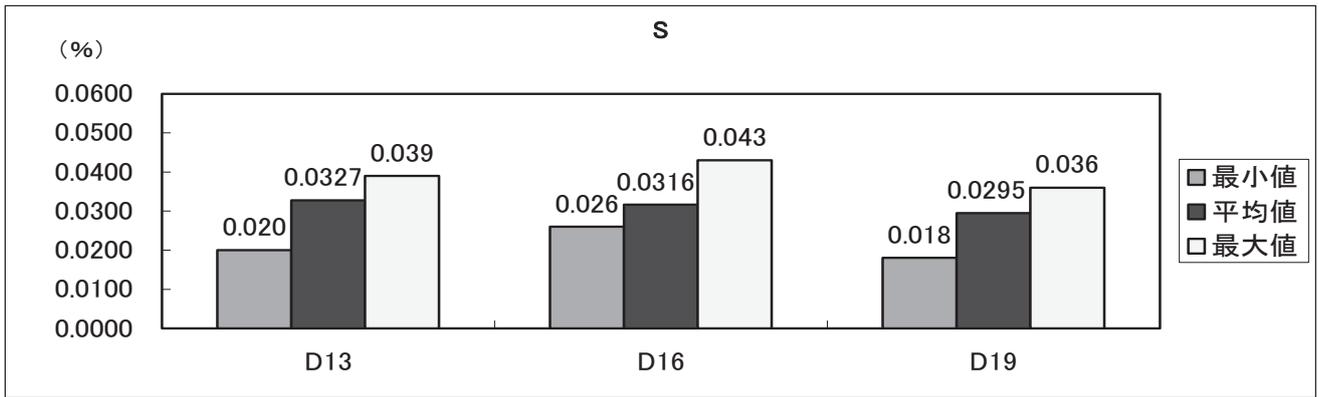


図 1.1-② SD295A 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

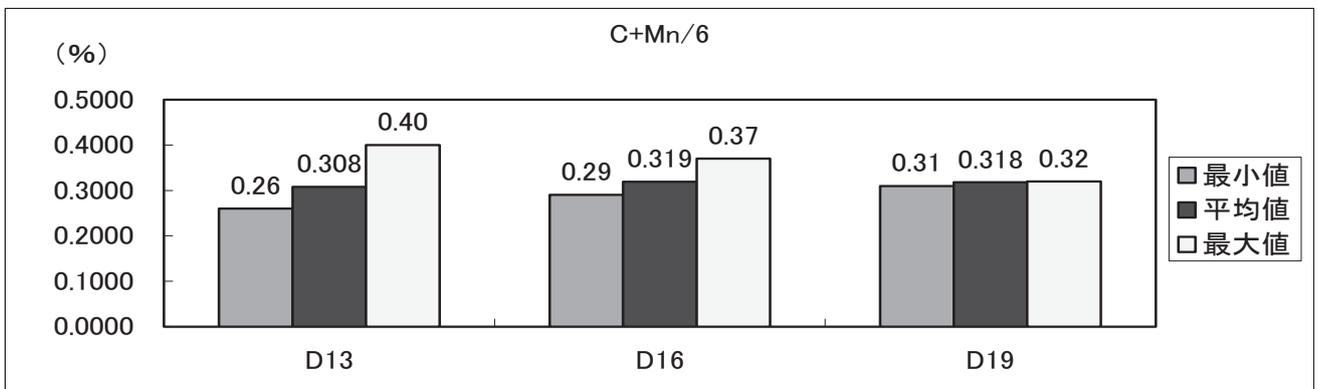
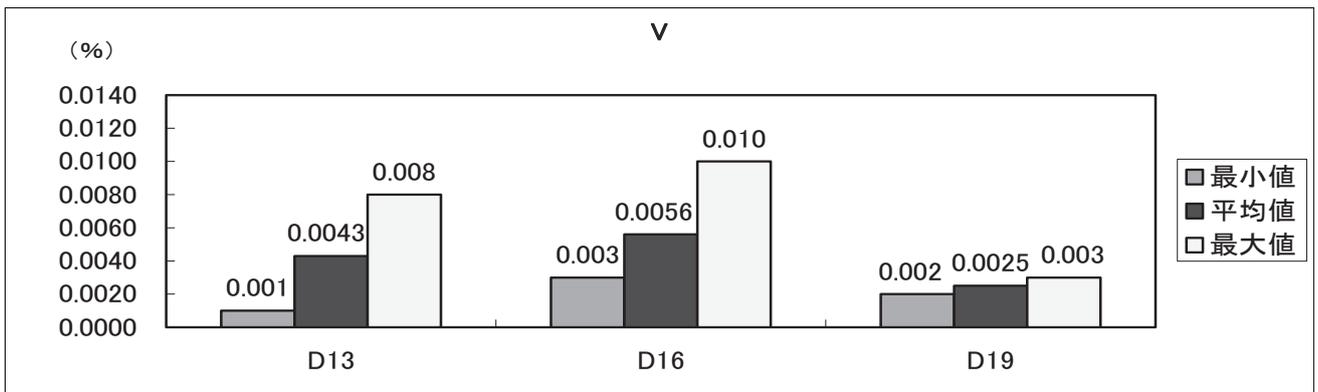
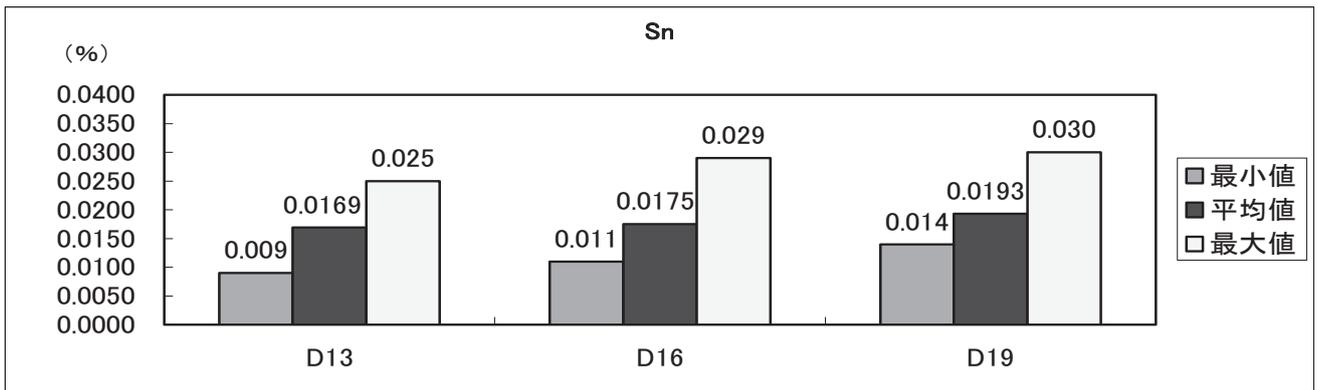


図 1.1-③ SD295A 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

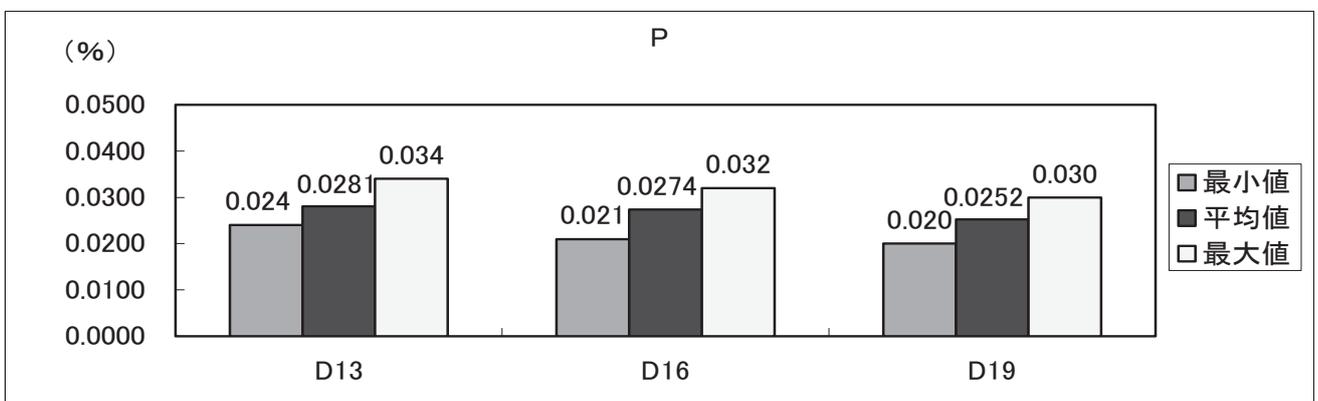
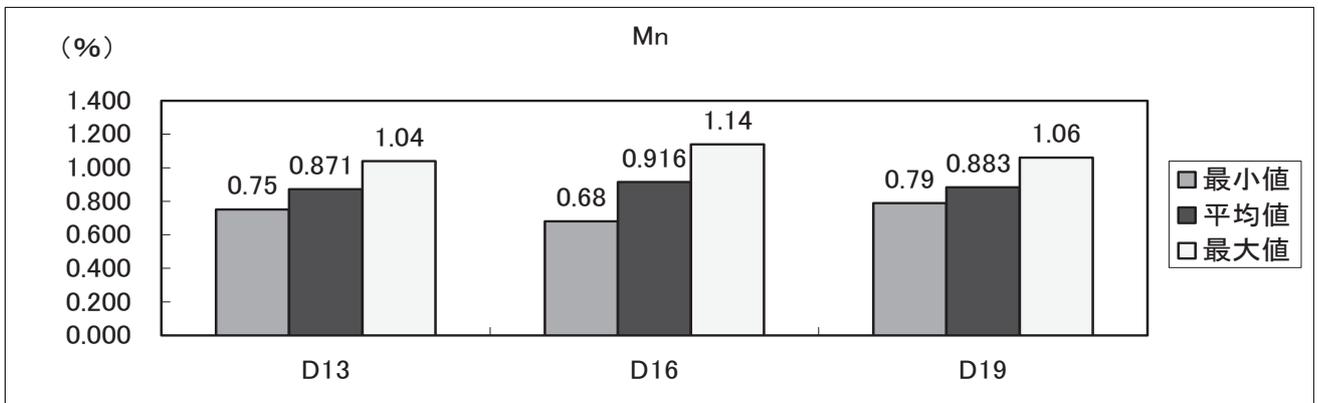
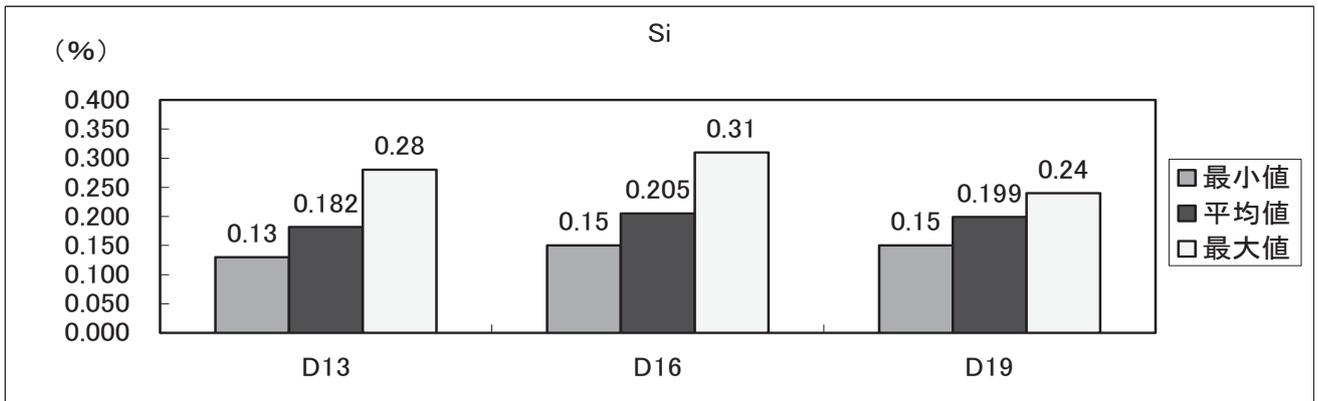
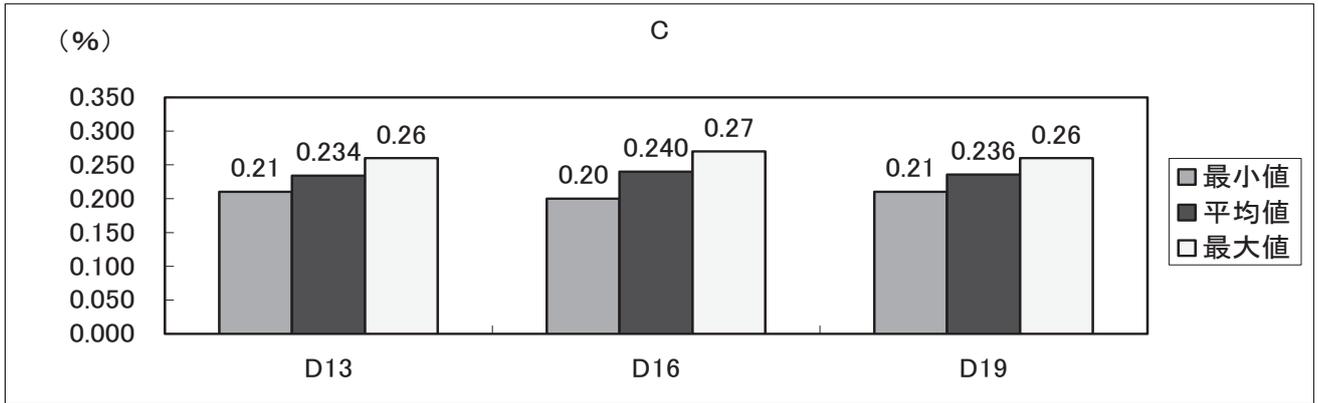


図 1.2-① SD345 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

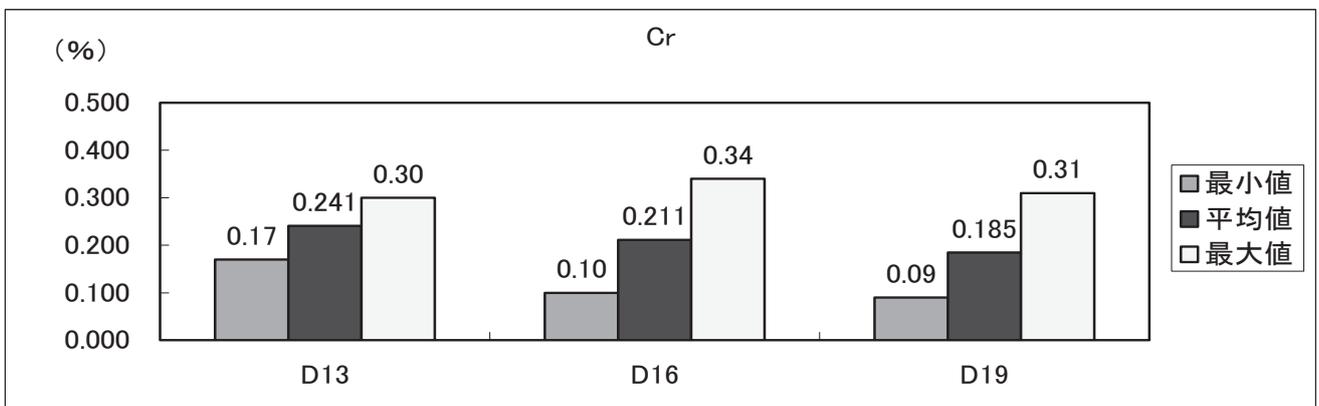
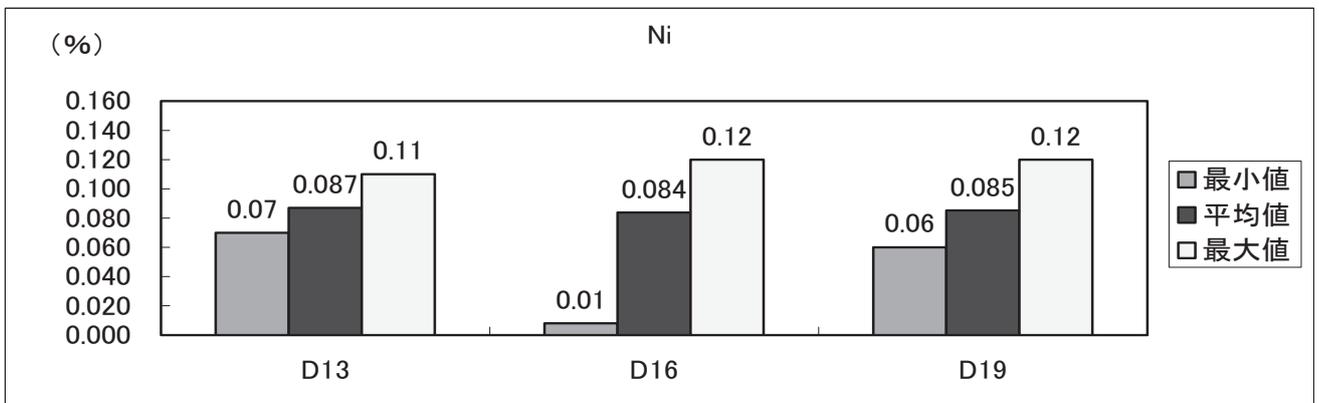
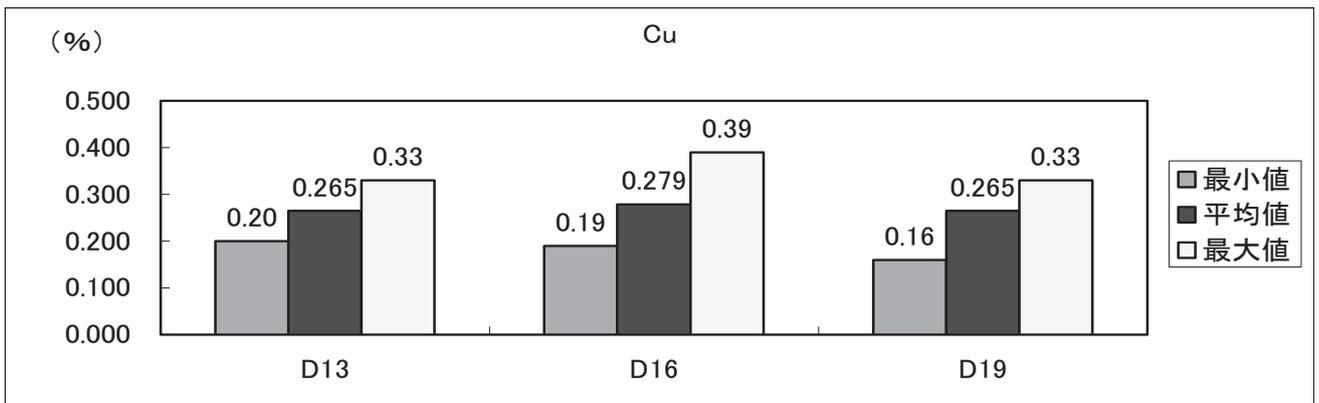
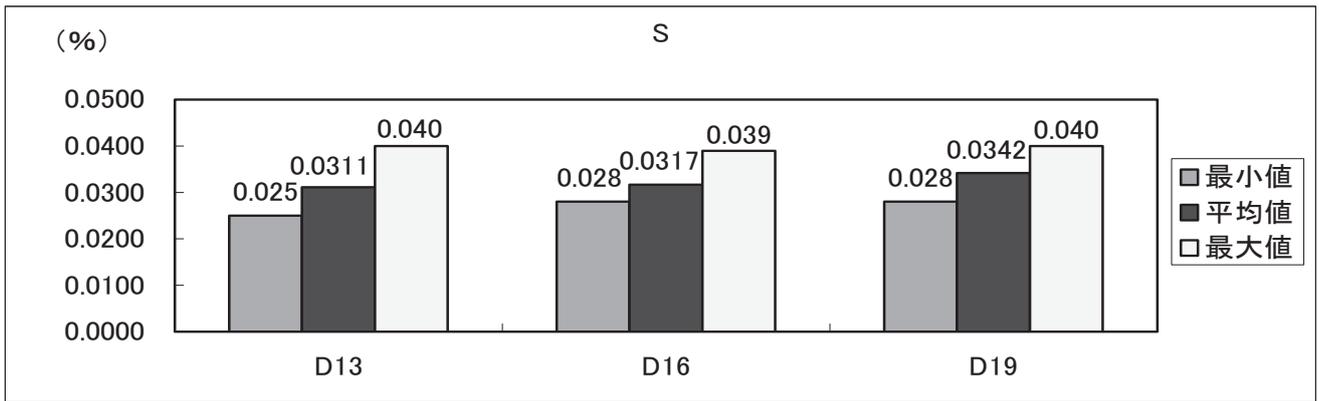


図 1.2-② SD345 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

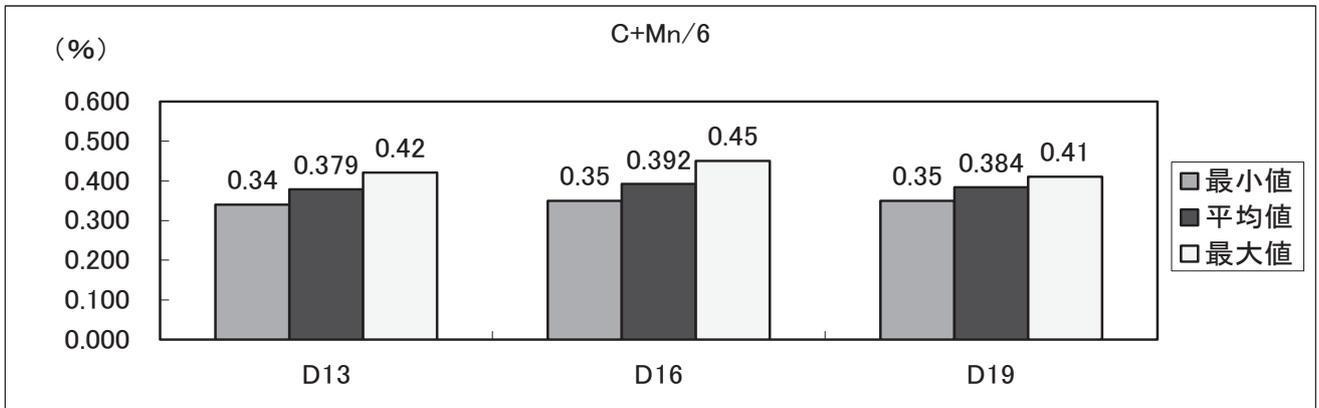
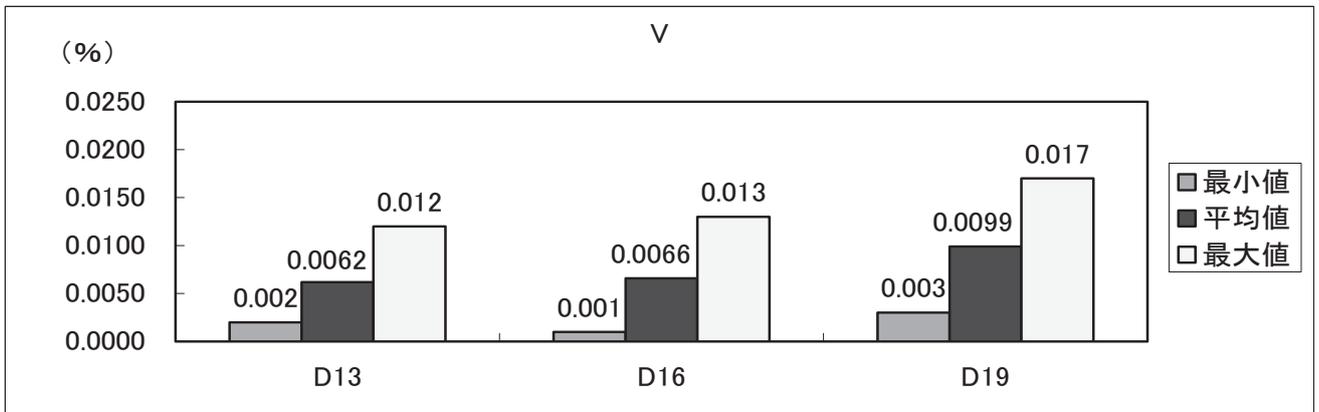
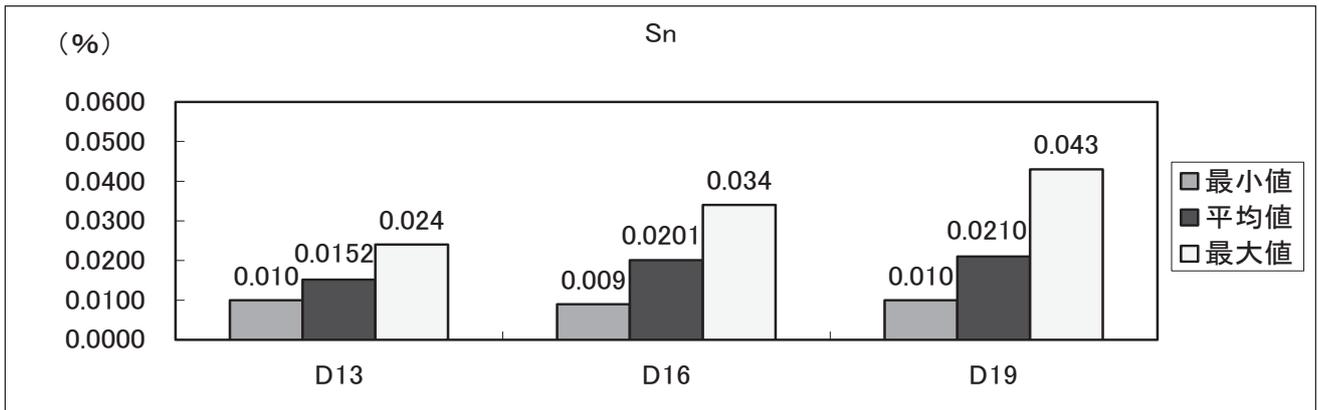


图 1.2-③ SD345 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

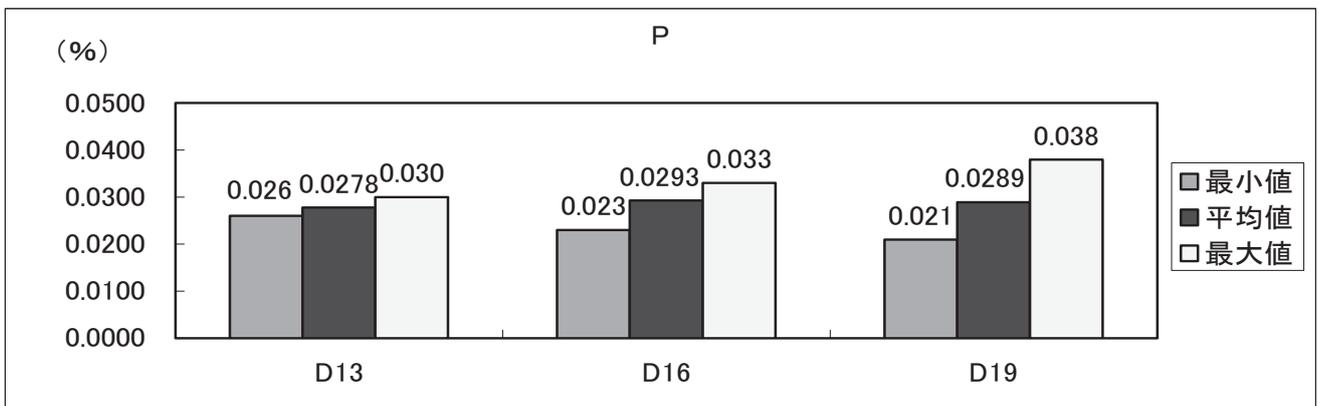
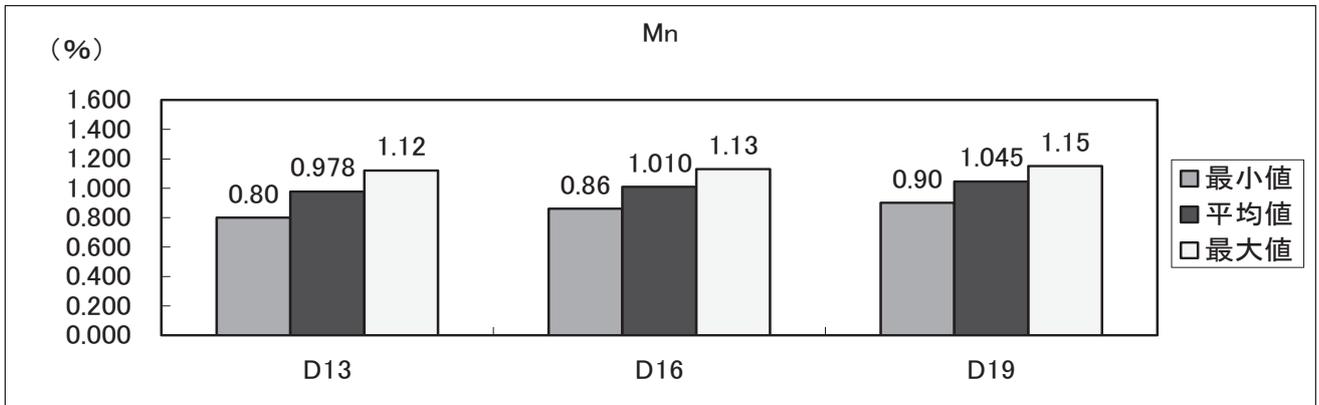
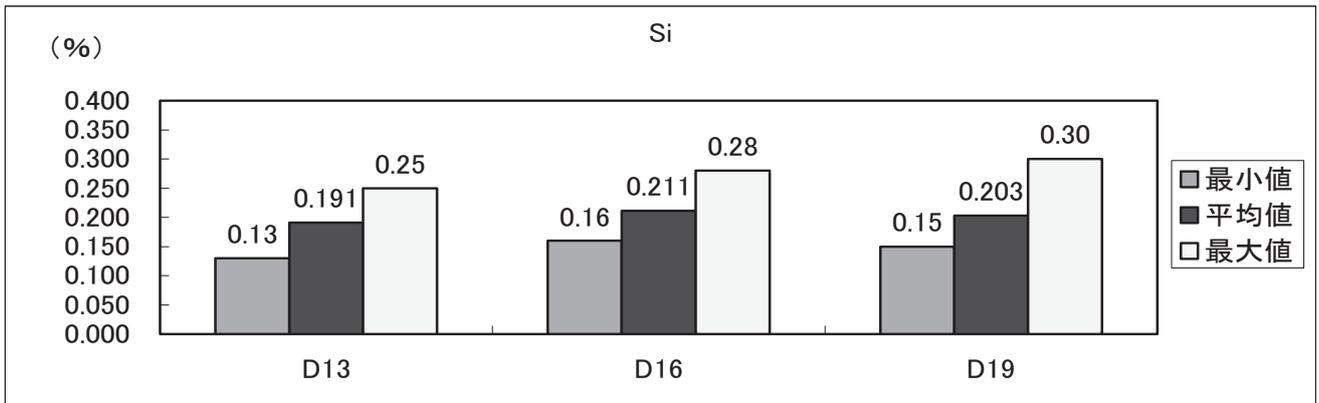
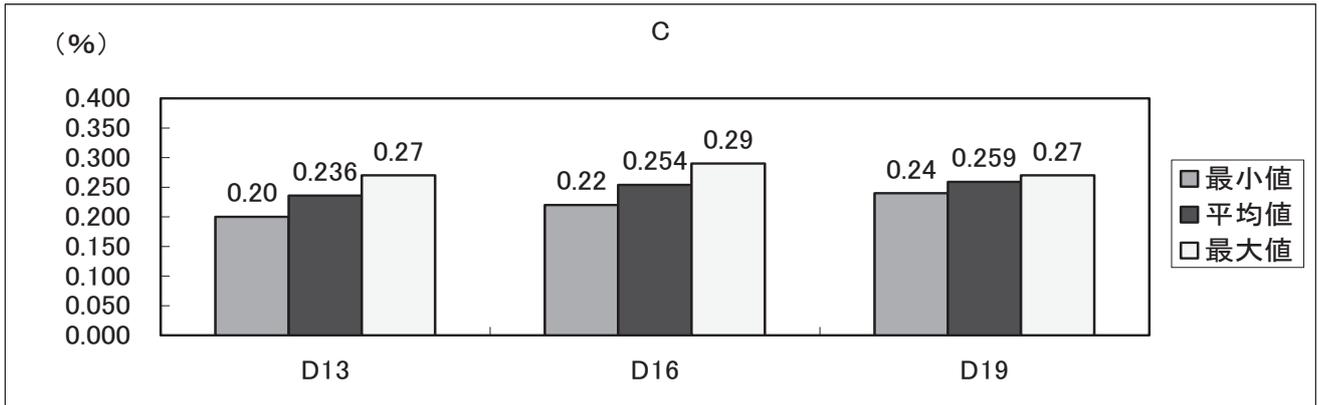


图 1.3-① SD390 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

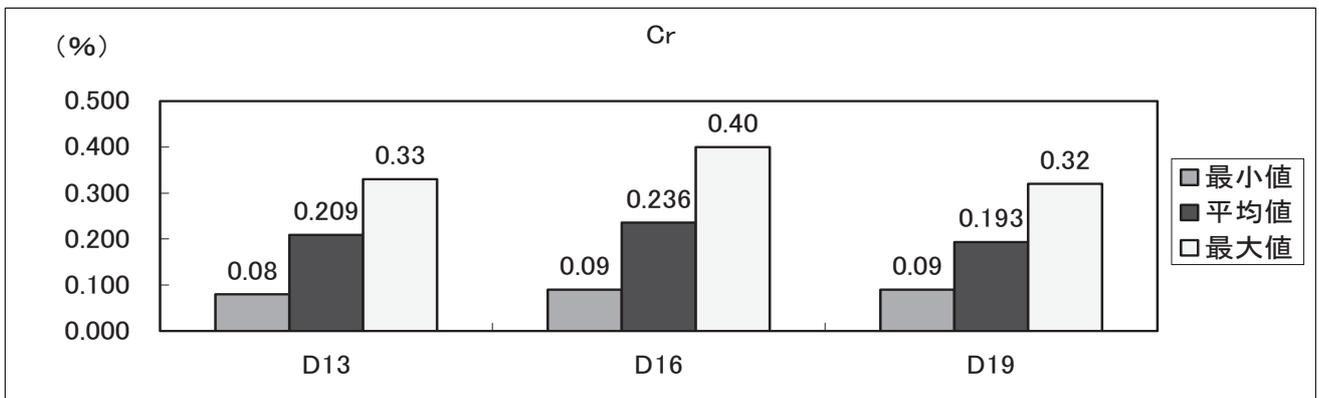
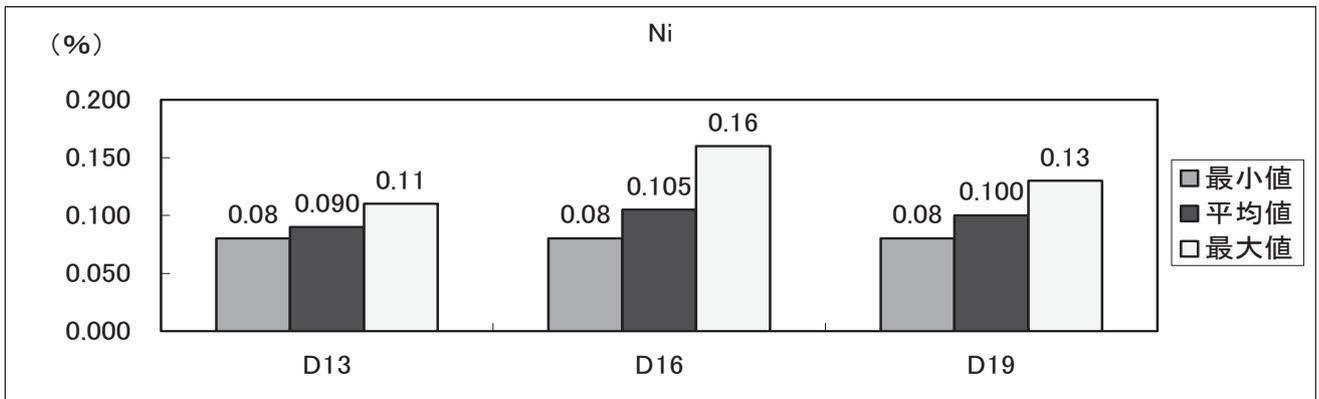
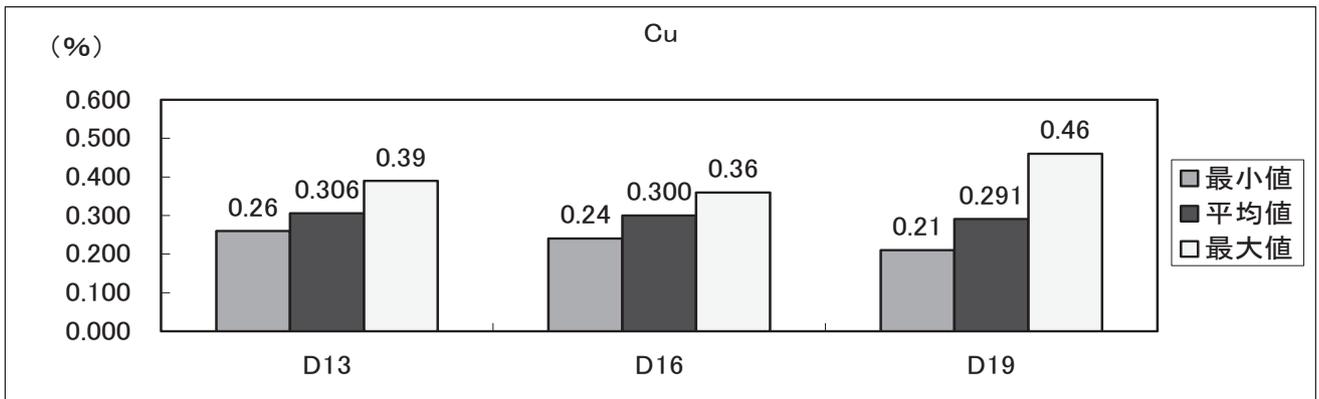
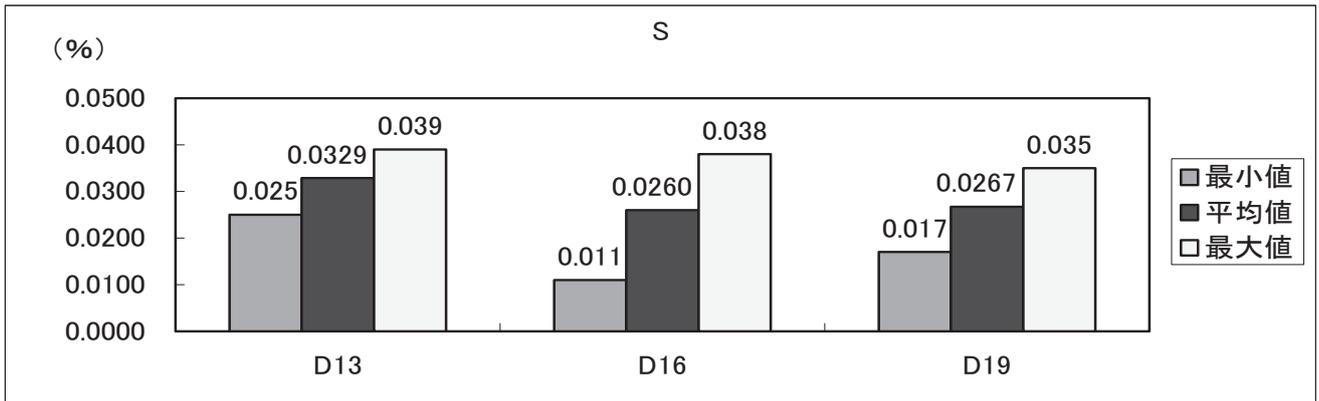


図 1.3-② SD390 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

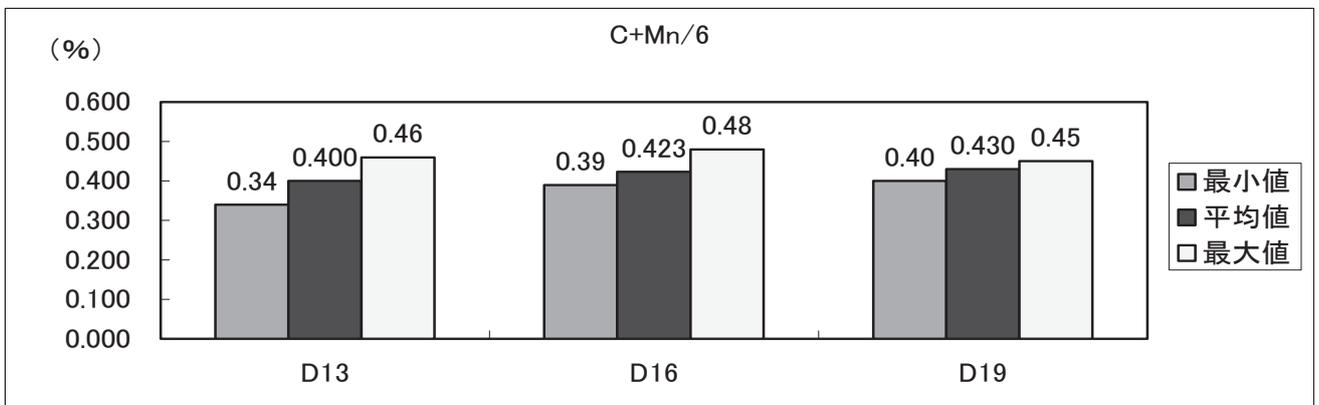
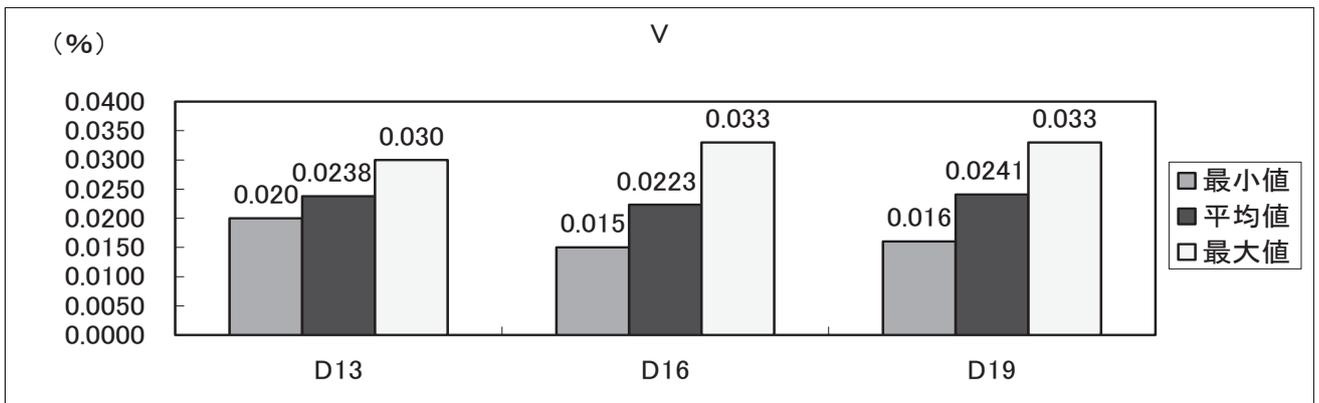
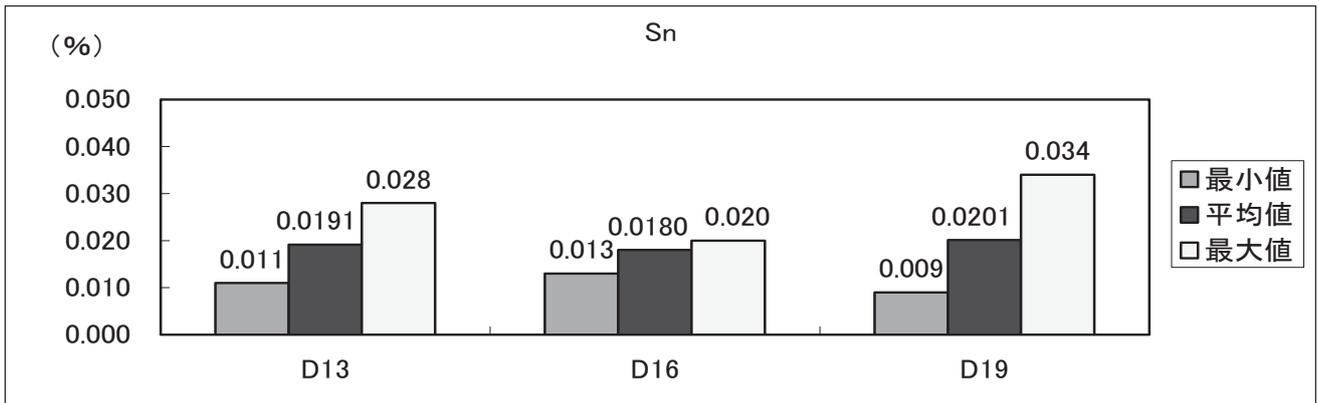


图 1.3-③ SD390 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

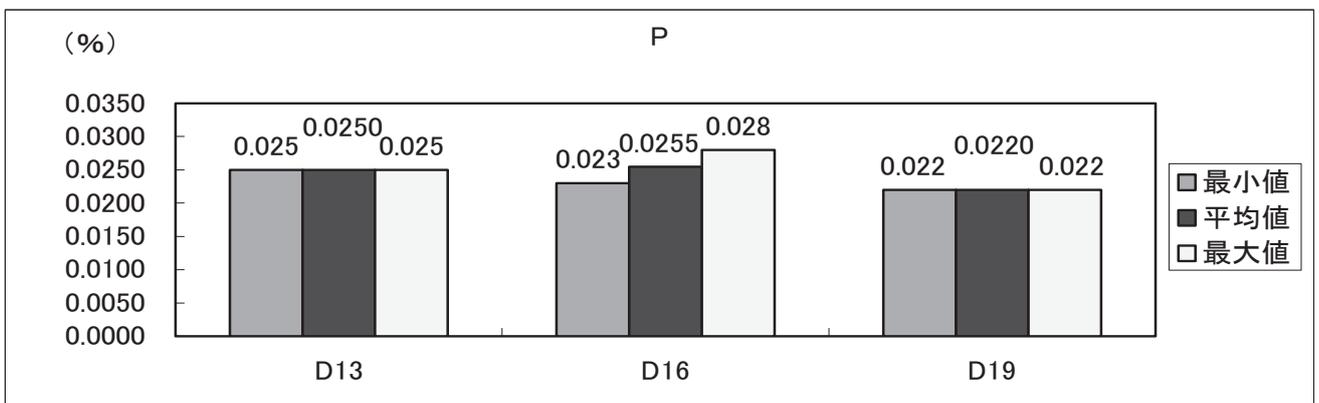
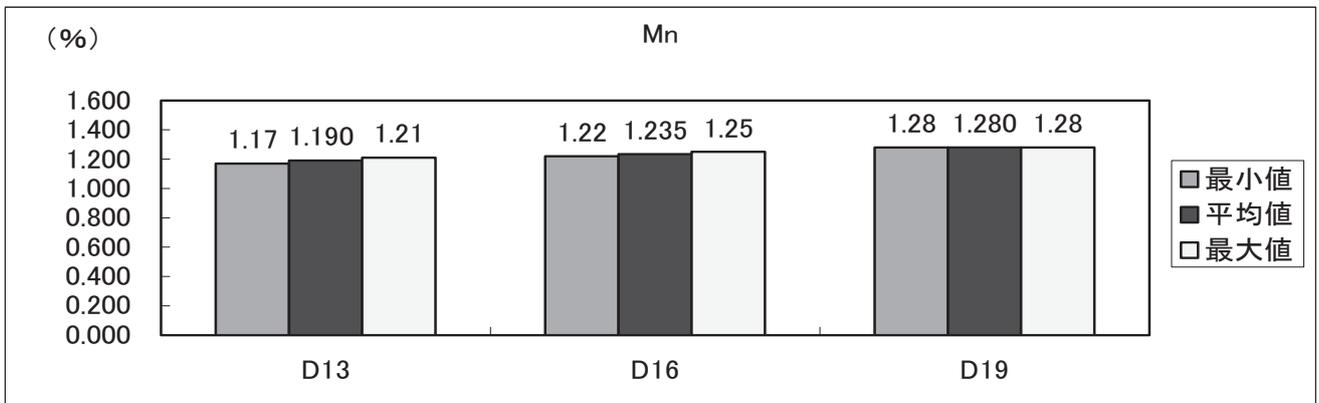
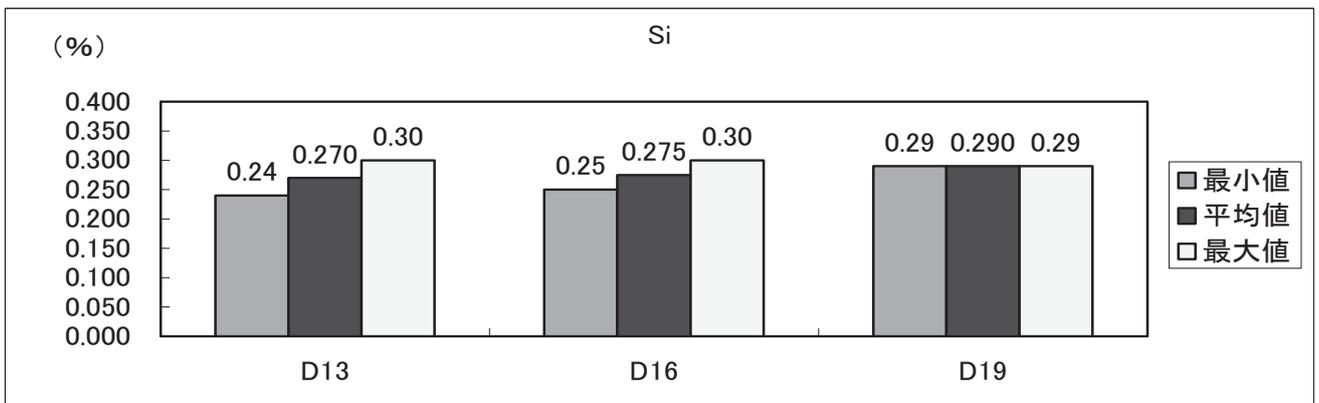
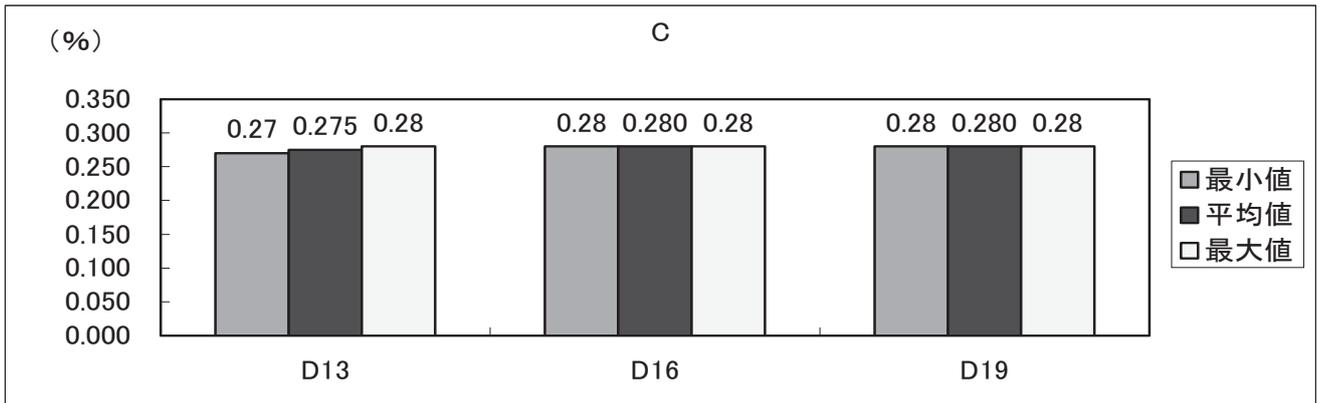


図 1.4-① SD490 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

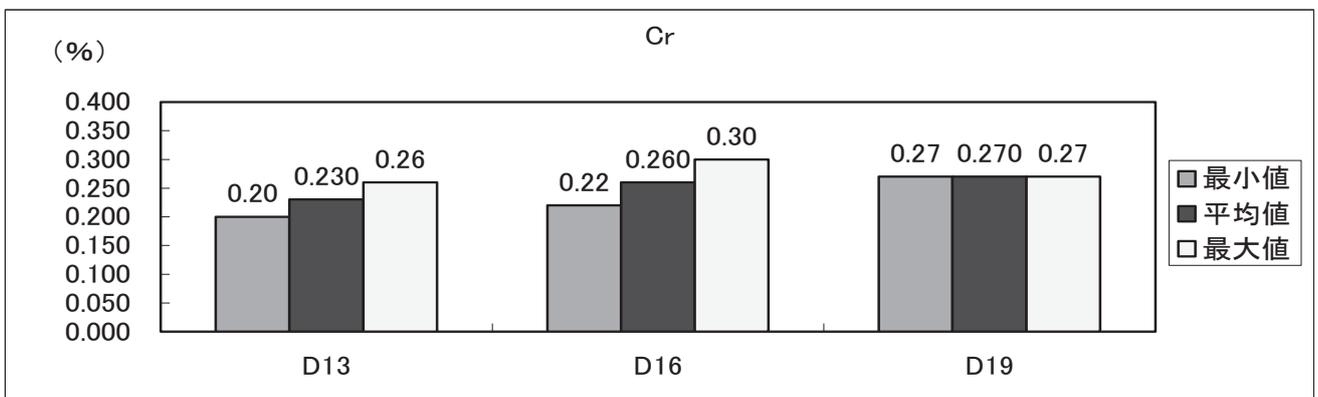
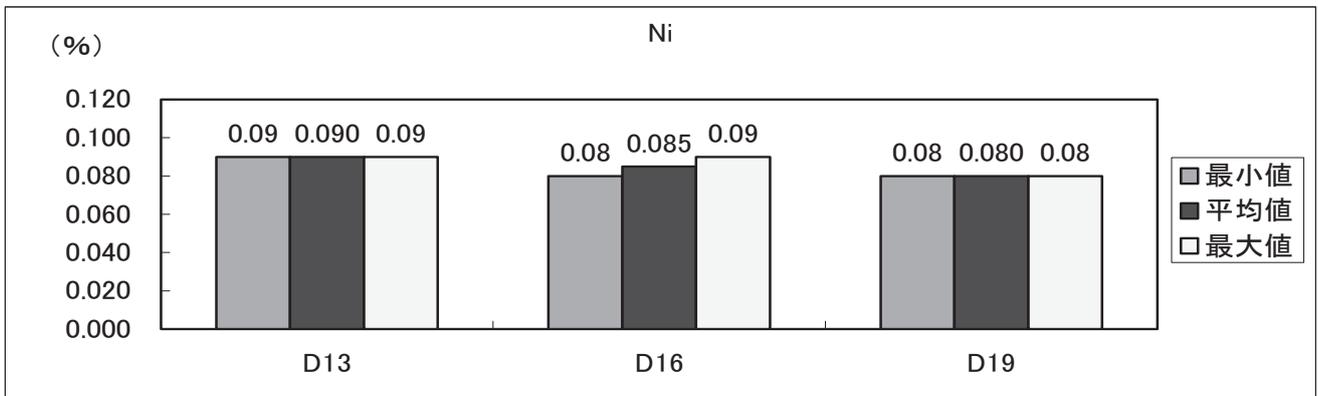
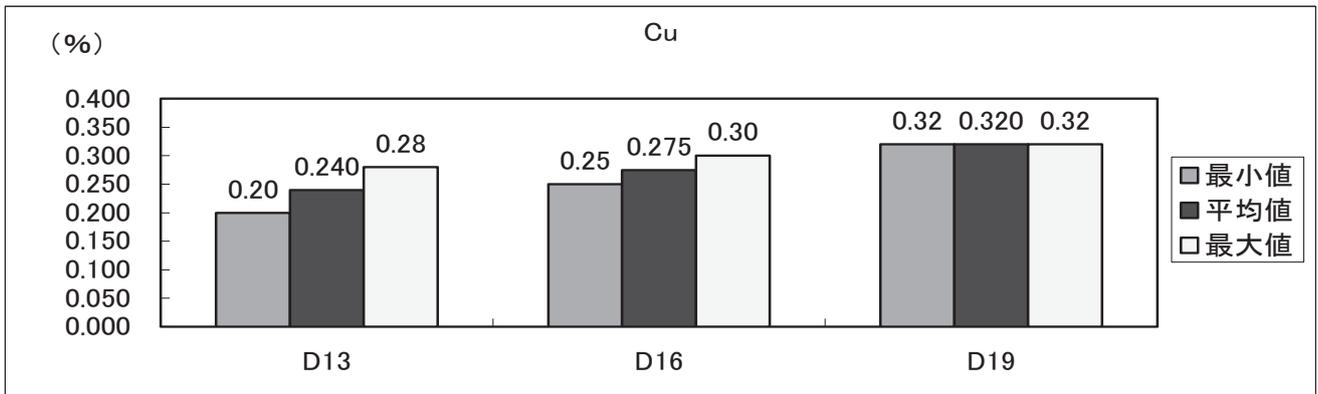
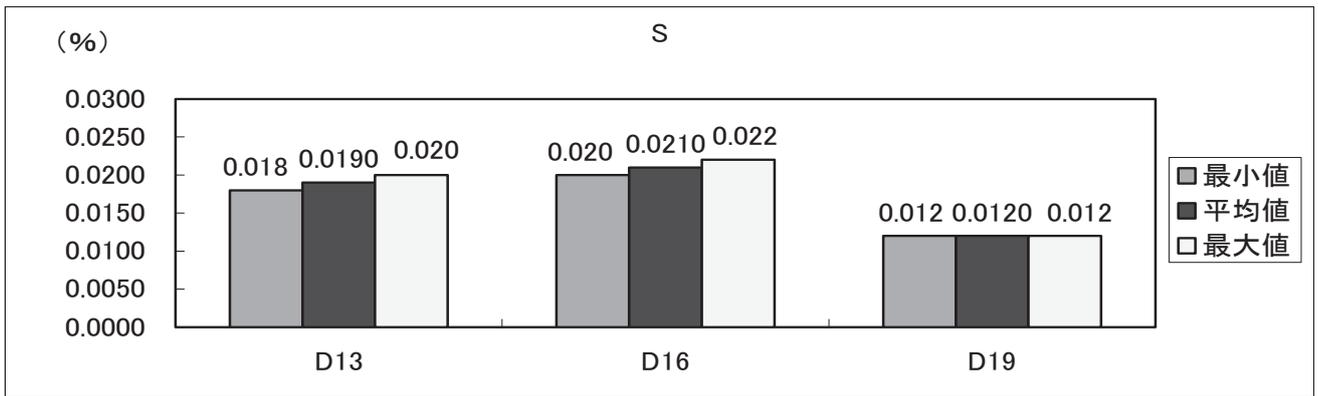


図 1.4-② SD490 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

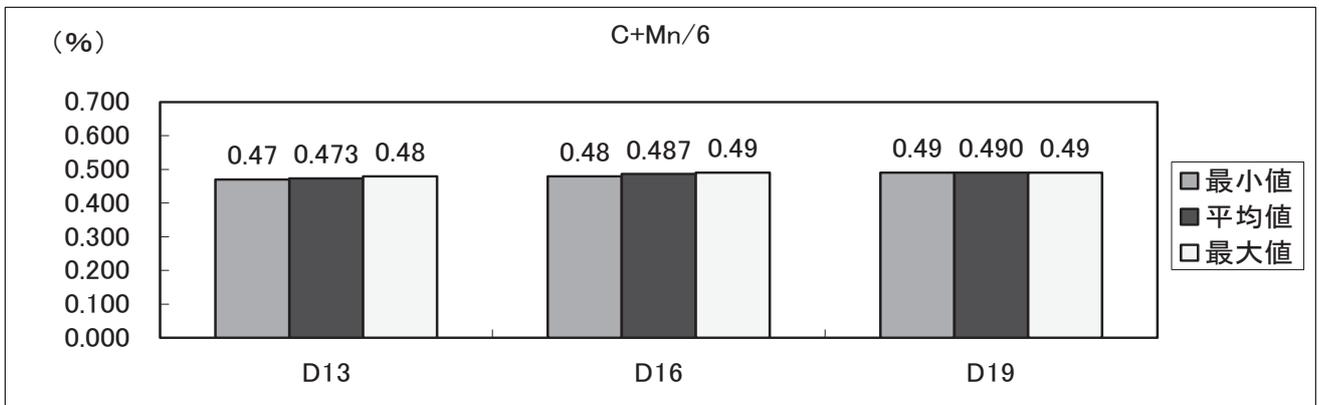
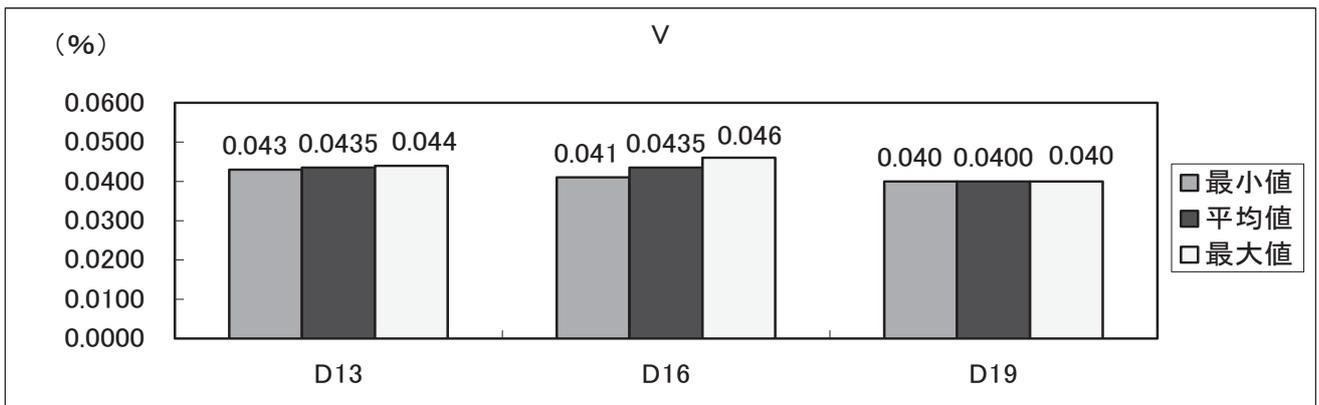
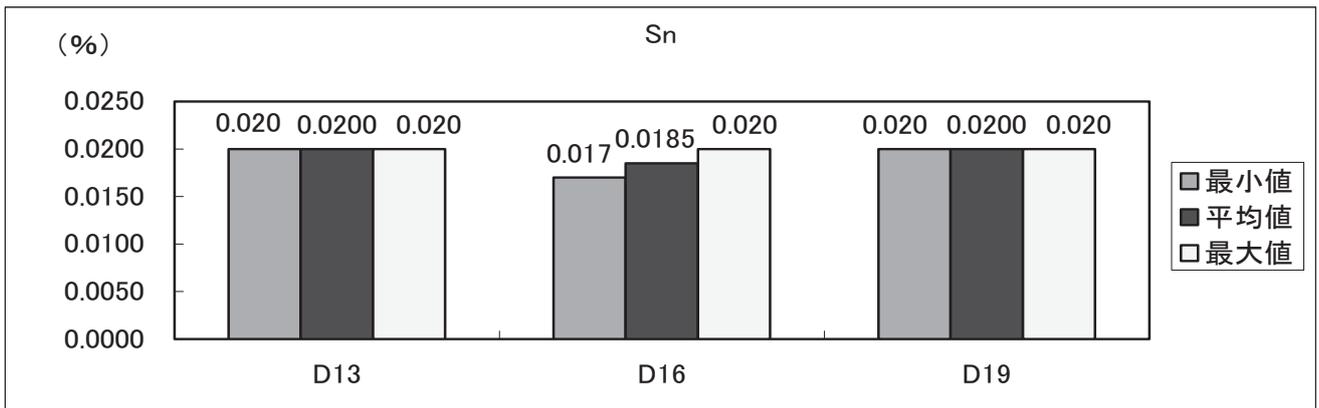


图 1.4-③ SD490 化学成分調査結果 (最小・平均・最大)

2. 3 機械的性質調査

(1) 調査内容

降伏点、引張強さ、降伏比、伸びの測定を実施。

対象サンプル：87 ロット

調査方法：JIS Z 2241「金属材料引張試験方法」

(2) 調査結果

JIS G 3112「機械的性質」の抜粋を表 4 に示し、サンプルの鋼種・呼び名別の引張試験調査結果（最小値・最大値・平均値）を表 5.1～5.4 及び図 2.1～2.4 に示す。

調査結果は、全サンプルとも JIS 規格を満足し、曲げ加工性との関連が強い伸び値を見ると、SD295A で平均 25.32%～26.42%、SD345 で平均 24.18%～25.76%、SD390 で平均 20.20%～21.99%、SD490 で平均 17.00%～18.35%を示した。

今回、新たに追加した降伏比の調査結果は、SD295A で平均 0.693～0.707、SD345 で平均 0.672～0.698、SD390 で平均 0.713～0.724、SD490 で平均 0.715～0.770 を示した。

表 4 JIS G 3112「機械的性質（抜粋）」

鋼種	降伏点又は耐力	引張強さ	引張試験片	伸び
	N/mm ²	N/mm ²		%
SD295A	295 以上	440～600	2号に準じるもの	16 以上
			14A号に準じるもの	17 以上
SD345	345～440	490 以上	2号に準じるもの	18 以上
			14A号に準じるもの	19 以上
SD390	390～510	560 以上	2号に準じるもの	16 以上
			14A号に準じるもの	17 以上
SD490	490～625	620 以上	2号に準じるもの	12 以上
			14A号に準じるもの	13 以上

※異形棒鋼で、寸法が呼び名 D 32 を超えるものについては、呼び名 3 を増すごとに表の伸びの値からそれぞれ 2 減じる。ただし減じる限度は 4 とする。

表 5.1 SD295A 引張試験調査結果

鋼種		SD295A								
呼び名		D13 (n10)			D16 (n10)			D19 (n10)		
機械的性質		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
引張試験値	降伏点 (N/mm ²)	337	376	359.8	339	380	360.2	344	369	357.3
	引張強さ (N/mm ²)	481	549	513.2	496	540	511.9	509	531	517.0
	降伏比	0.67	0.72	0.698	0.68	0.74	0.707	0.68	0.72	0.693
	伸び (%)	21.0	30.0	26.42	22.0	28.0	25.32	24.0	29.5	26.15

表 5.2 SD345 引張試験調査結果

鋼種		SD345								
呼び名		D13 (n10)			D16 (n10)			D19 (n10)		
機械的性質		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
引張試験値	降伏点 (N/mm ²)	372	406	387.5	375	391	385.1	364	401	384.2
	引張強さ (N/mm ²)	534	594	560.2	544	627	573.7	538	604	561.2
	降伏比	0.64	0.74	0.698	0.62	0.75	0.672	0.65	0.74	0.688
	伸び (%)	23.0	28.0	25.76	21.0	27.6	24.18	22.0	27.0	24.68

表 5.3 SD390 引張試験調査結果

鋼種		SD390								
呼び名		D13 (n8)			D16 (n10)			D19 (n10)		
機械的性質		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
引張試験値	降伏点 (N/mm ²)	414	464	438.9	427	476	453.1	437	475	452.8
	引張強さ (N/mm ²)	576	636	607.0	595	660	631.9	604	684	637.0
	降伏比	0.67	0.75	0.724	0.69	0.76	0.719	0.65	0.75	0.713
	伸び (%)	16.0	24.9	21.99	17.0	27.0	20.98	17.1	22.3	20.20

表 5.4 SD490 引張試験調査結果

鋼種		SD490								
呼び名		D13 (n2)			D16 (n2)			D19 (n1)		
機械的性質		最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
引張試験値	降伏点 (N/mm ²)	530	544	537.0	545	582	563.5	559	559	559.0
	引張強さ (N/mm ²)	736	768	752.0	730	742	736.0	728	728	728.0
	降伏比	0.71	0.72	0.715	0.75	0.78	0.765	0.77	0.77	0.770
	伸び (%)	15.0	20.1	17.55	17.7	19.0	18.35	17.0	17.0	17.00

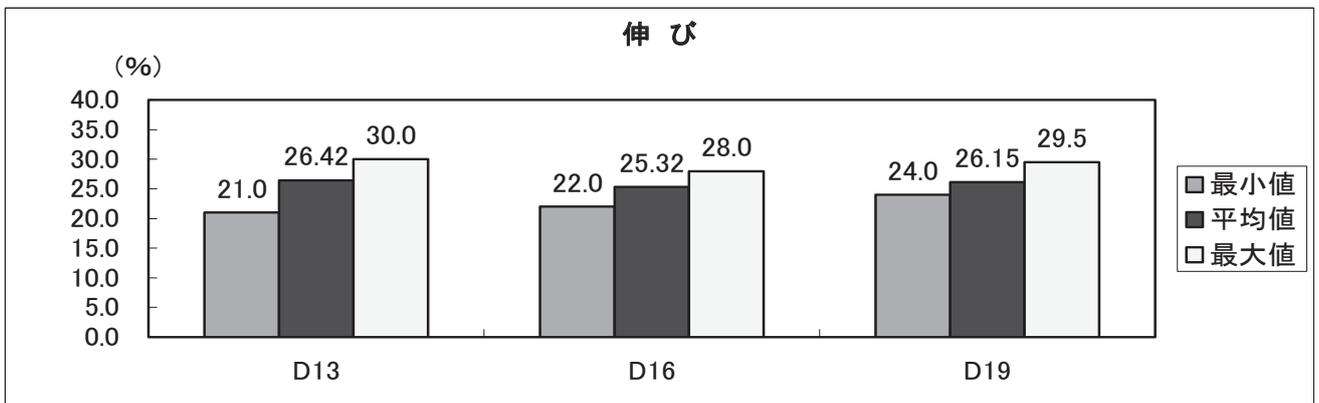
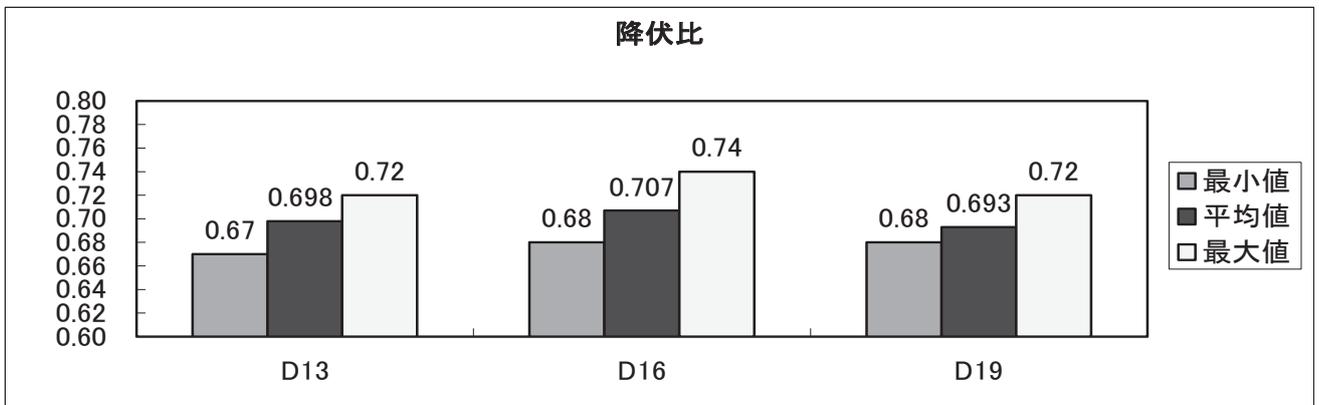
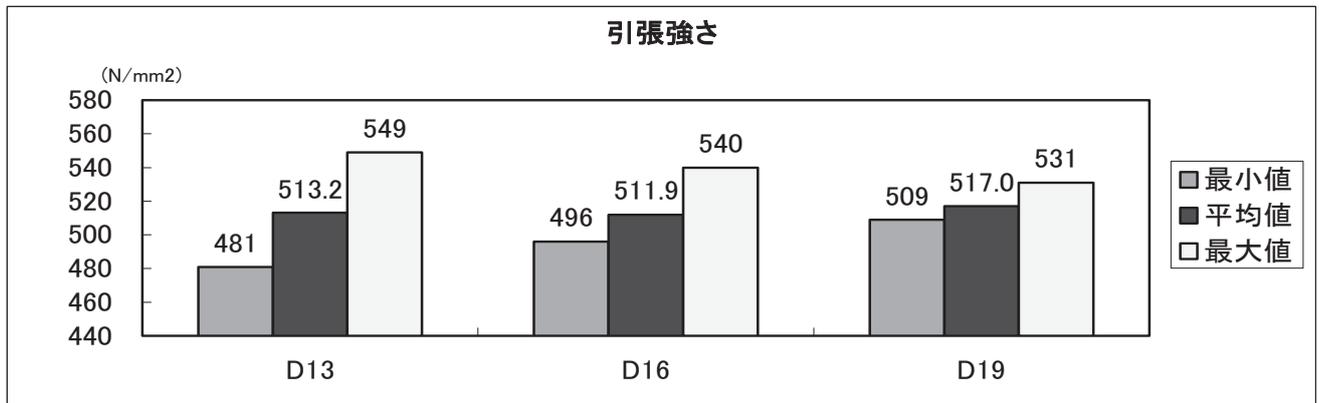
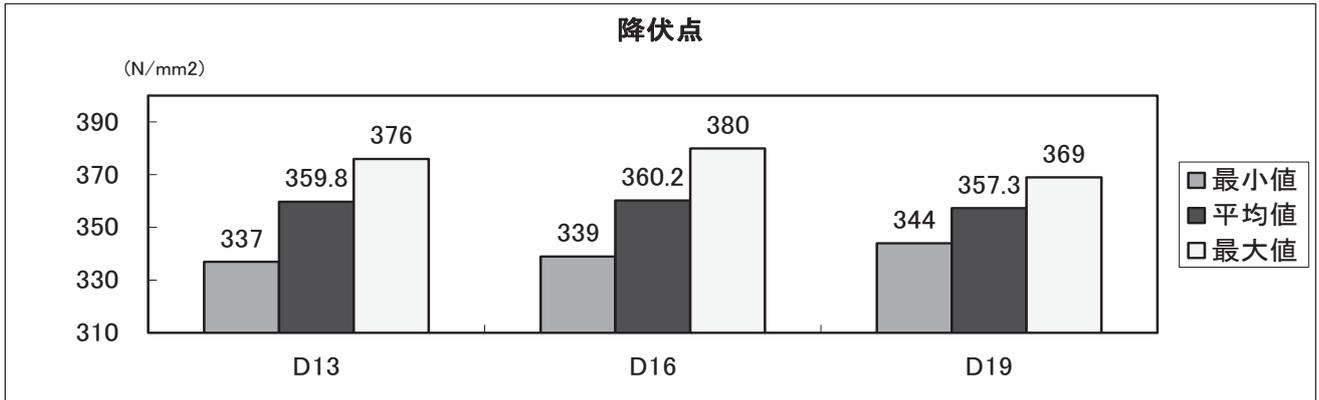


図 2.1 SD295A 引張試験調査結果 (最小・平均・最大)

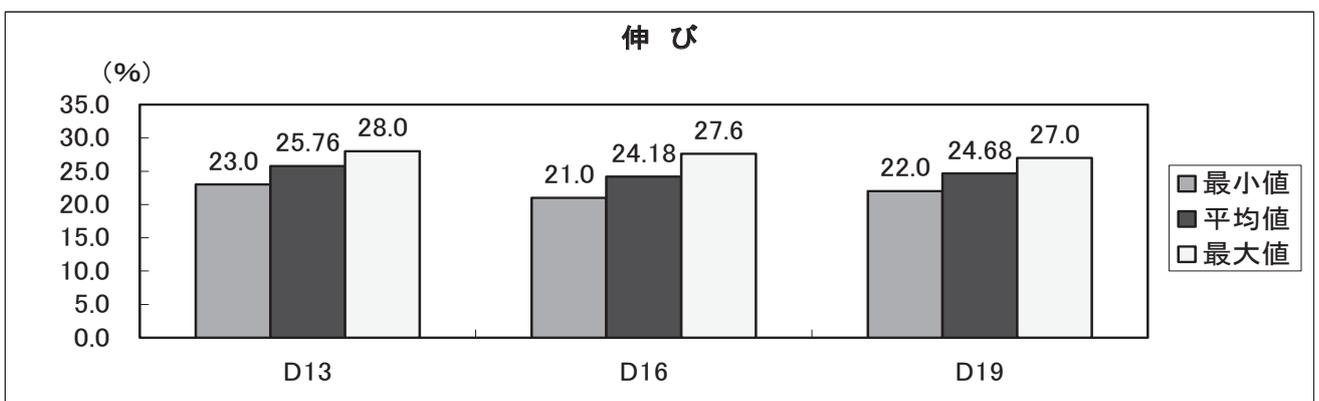
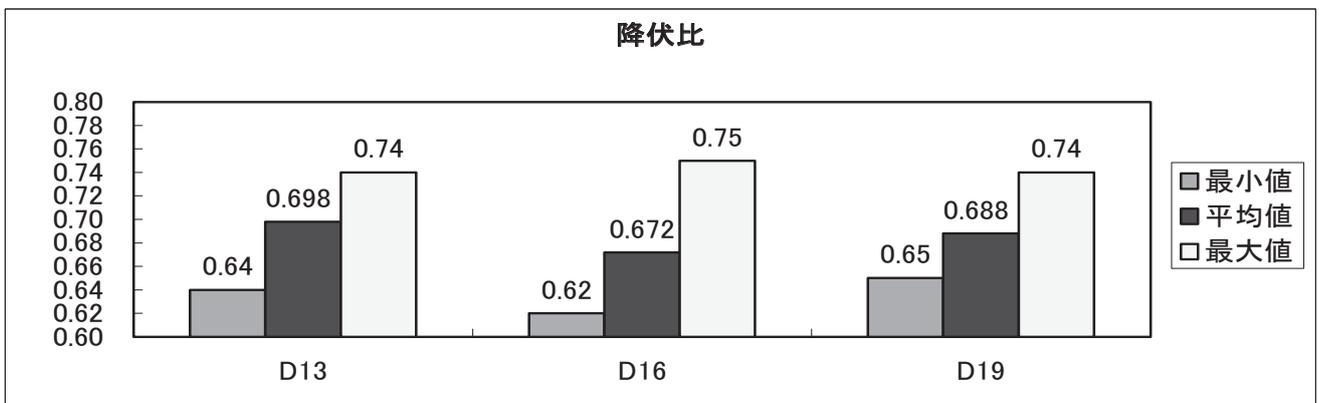
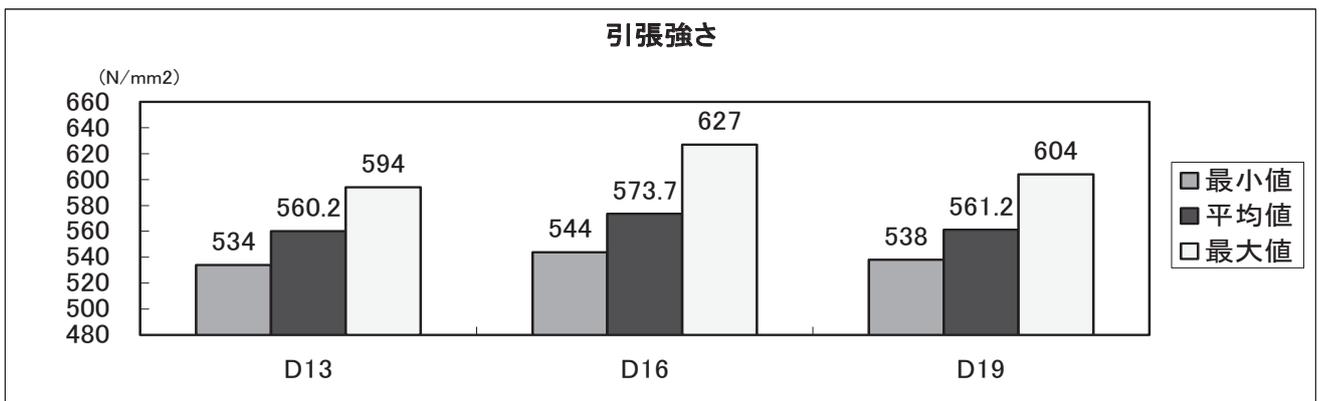
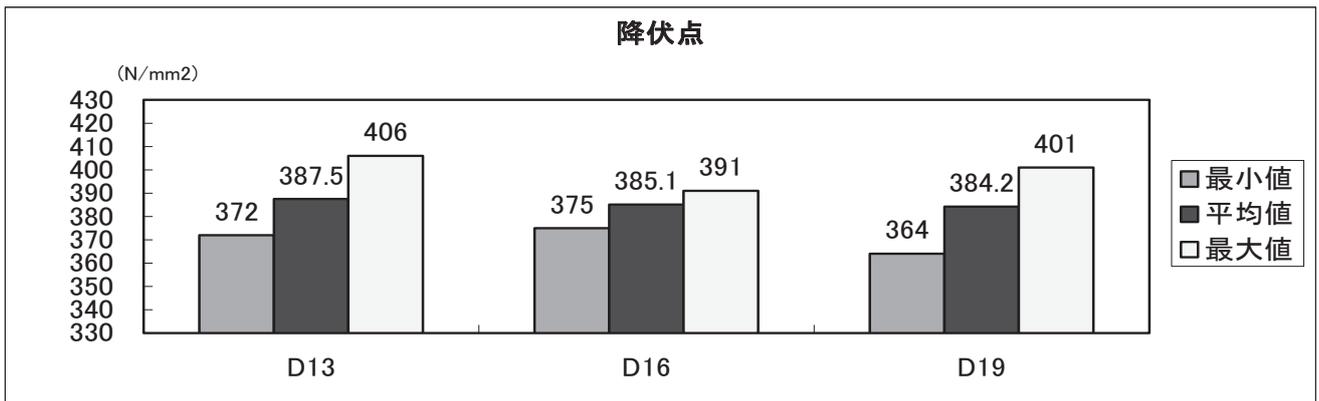


図 2.2 SD345 引張試験調査結果 (最小・平均・最大)

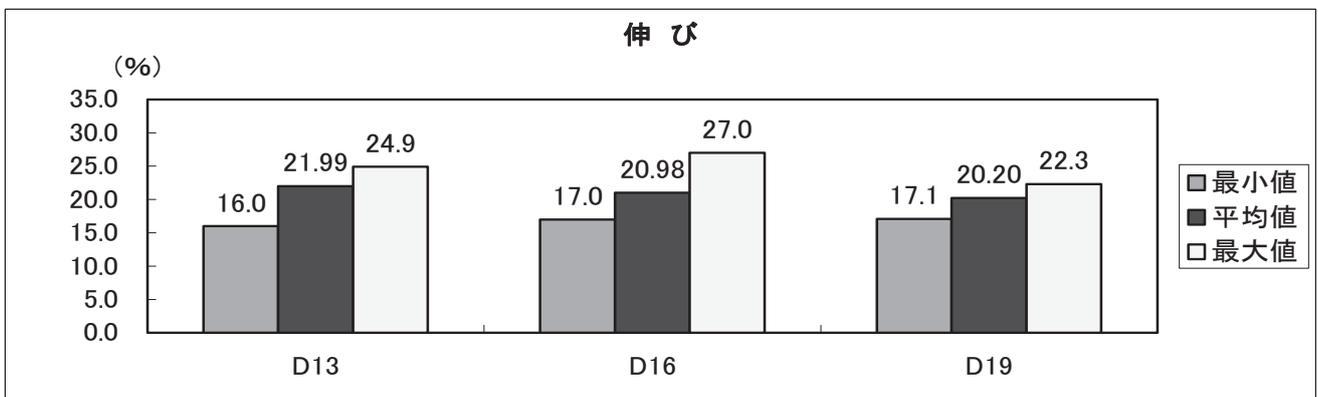
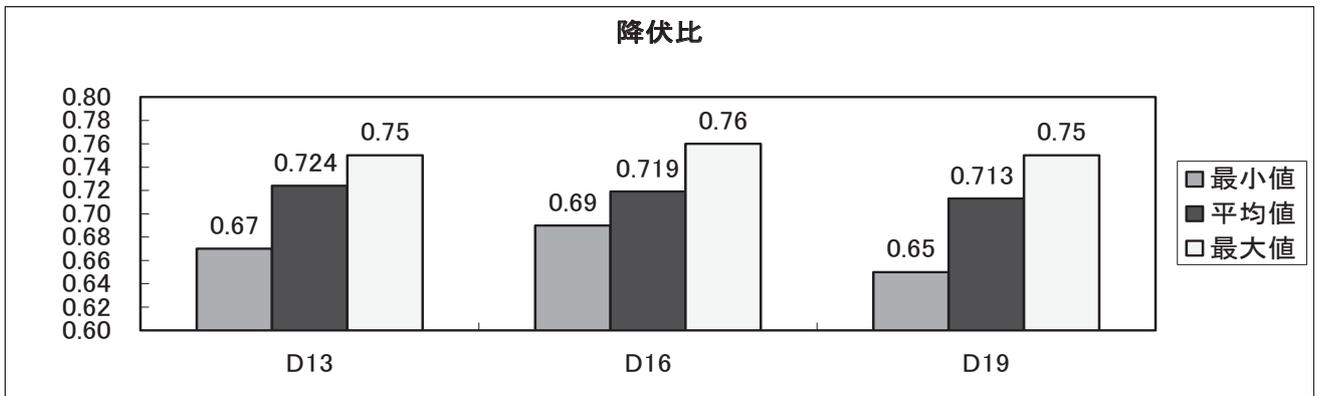
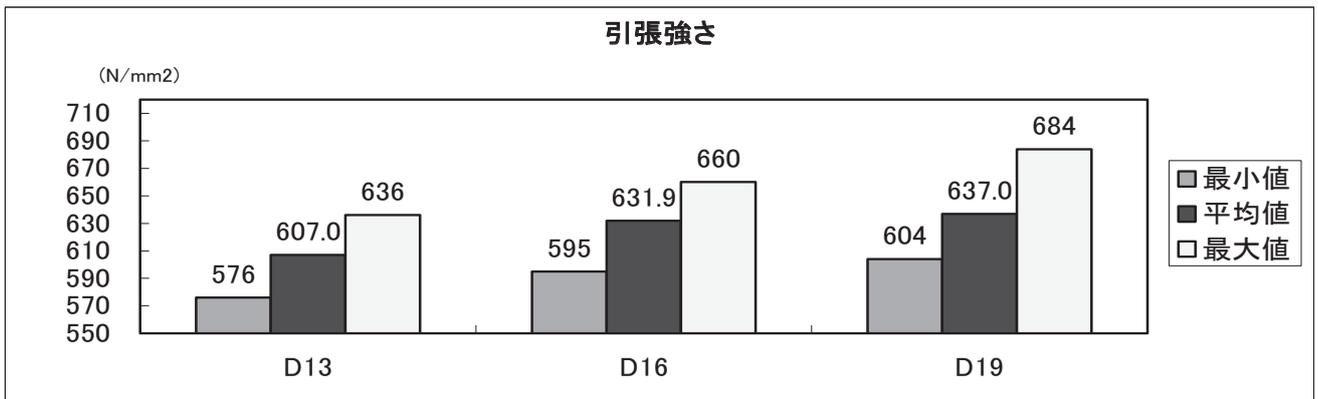
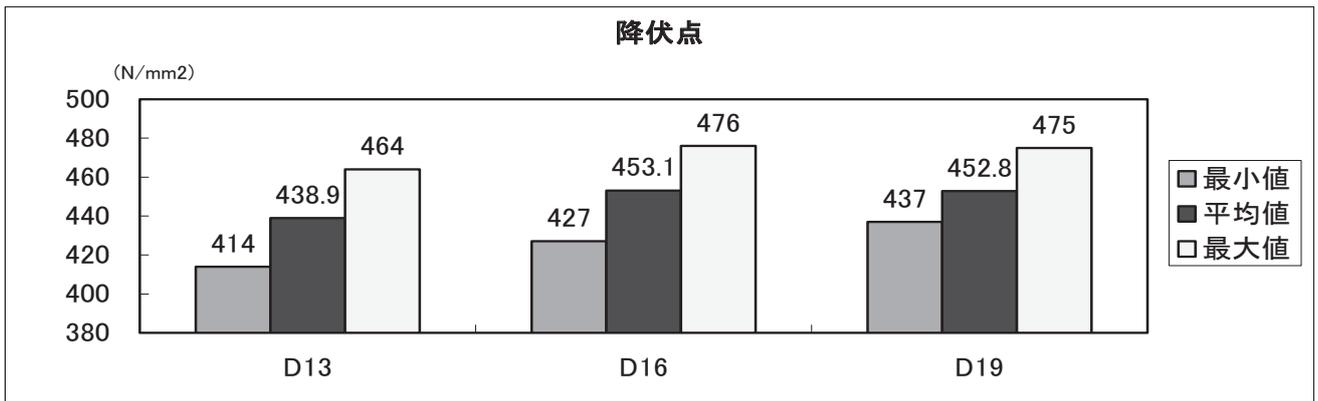


図 2.3 SD390 引張試験調査結果 (最小・平均・最大)

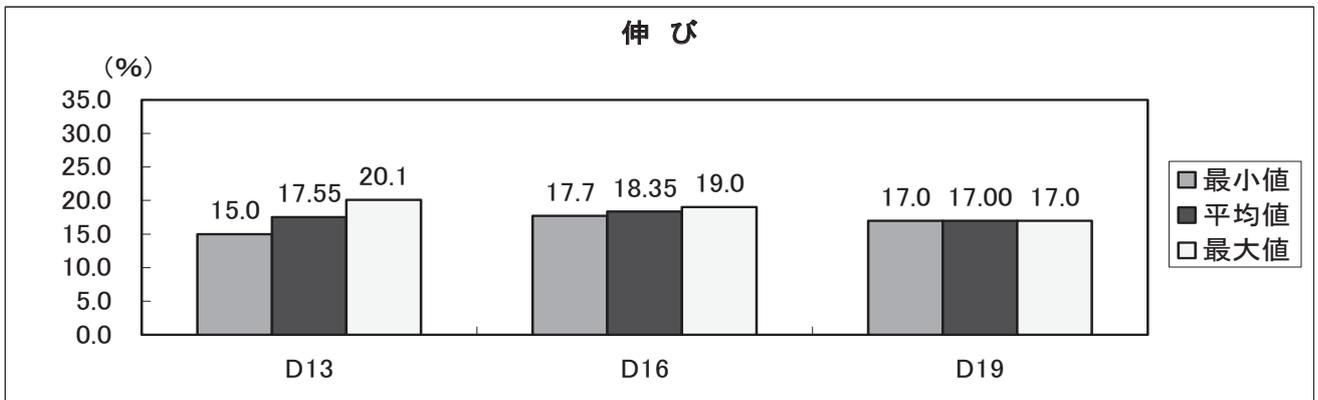
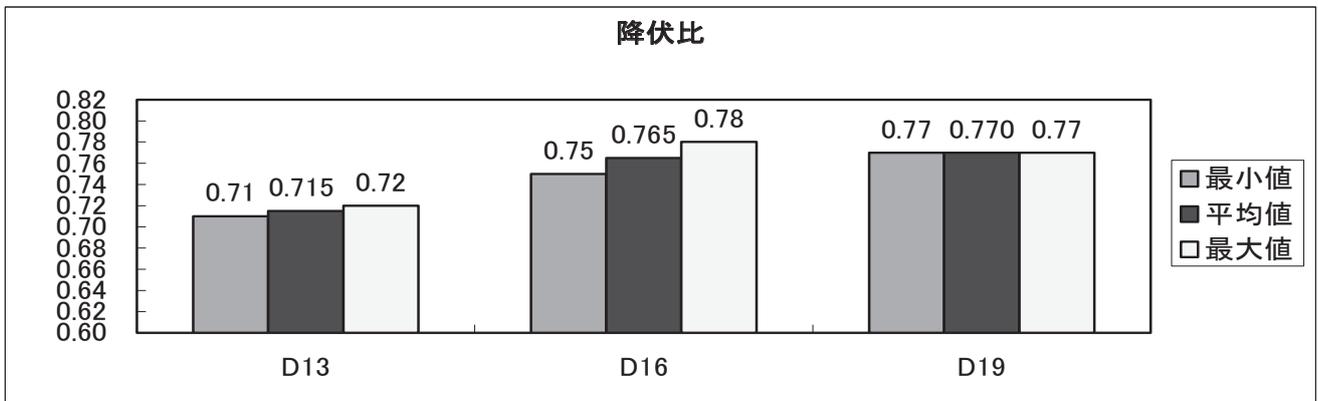
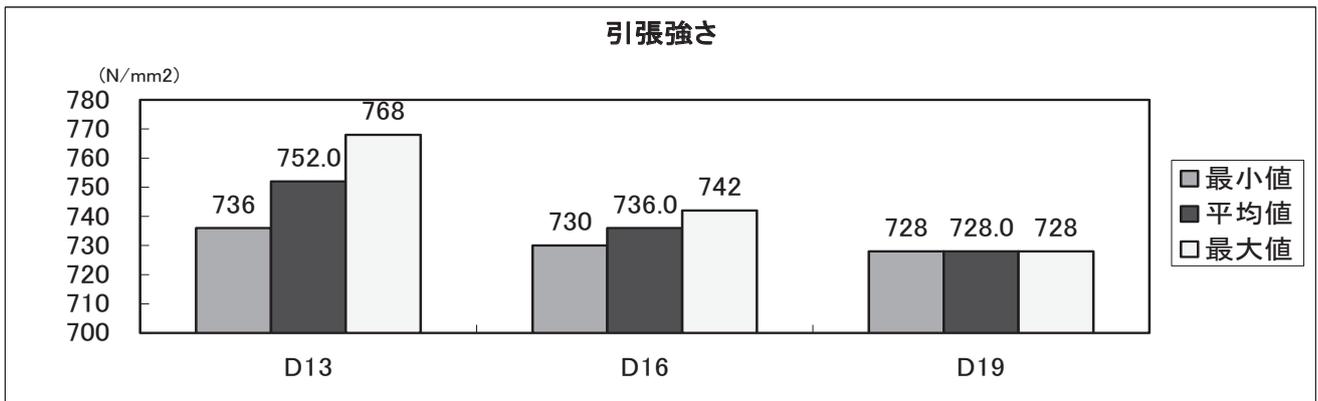
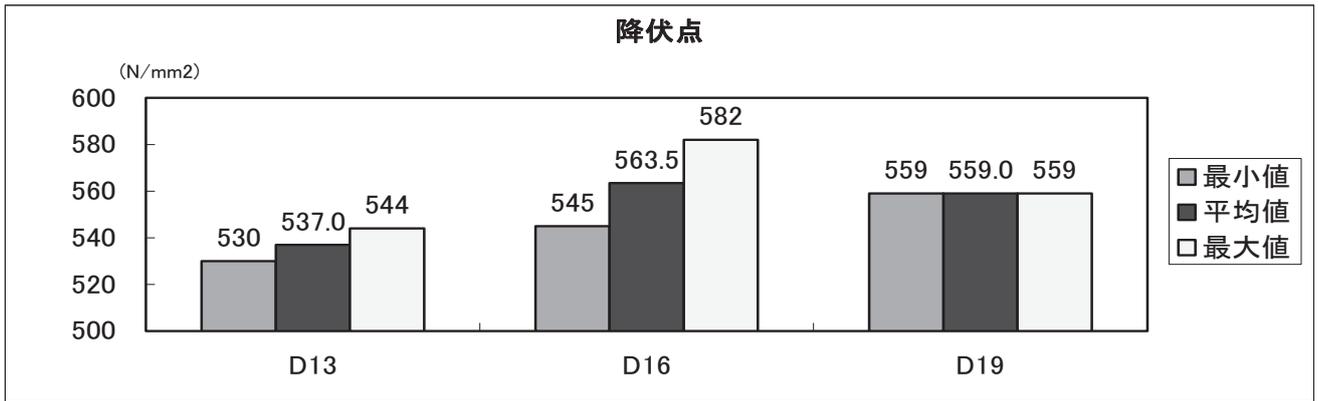


図 2.4 SD490 引張試験調査結果 (最小・平均・最大)

2. 4 寸法・質量調査

(1) 調査内容

対象サンプル：87 ロット（サイズ毎評価）

測定方法：JIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」

(2) 調査結果

JIS G 3112「寸法、単位質量及び節の許容限度」を表6に、1本の質量許容差を表7に、サンプルの呼び名別、寸法・質量調査結果（最小値・最大値・平均値）を表8及び図3に示す。調査結果は、すべてJIS規格値を満足する結果であった。

表6 JIS G 3112「寸法、単位質量及び節の許容限度」

呼び名	公称寸法			単位質量 (kg/m)	節の 平均間隔 の最大値 (mm)	節の長さ(mm)		節の すきまの 和の 最大値 (mm)
	直径(d) (mm)	周長(l) (cm)	断面積 (S) (cm ²)			最小値	最大値	
D13	12.7	4.0	1.267	0.995	8.9	0.5	1.0	10.0
D16	15.9	5.0	1.986	1.56	11.1	0.7	1.4	12.5
D19	19.1	6.0	2.865	2.25	13.4	1.0	2.0	15.0

表7 1本の質量許容差

呼び名	許容差	摘要
D10 未満	+規定しない -8%	供試材は同一形状・寸法のもの1ロールごとに長さ0.5m以上のもの1個を採取する。
D10 以上 D16 未満	±6%	
D16 以上 D29 未満	±5%	

※質量許容差の算出方法は、表6の単位質量に長さを乗じて求めた計算質量と、計量による実測質量との差を計算質量で除して百分率で表す。

表8 寸法・質量調査結果

呼び名	D13 (n30)			D16 (n32)			D19 (n25)		
	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値
単位質量の許容差 (%)	-5.4	-3.5	-4.53	-4.7	-1.6	-3.42	-4.5	-0.9	-3.40
節の平均間隔 (mm)	7.2	8.9	8.33	9.6	10.9	10.17	10.6	13.4	12.29
節の長さ (mm)	0.5	1.0	0.70	0.8	1.3	0.98	1.0	1.7	1.27
節のすき間の和 (mm)	4.0	8.2	5.75	2.5	10.2	7.08	3.0	11.8	8.08

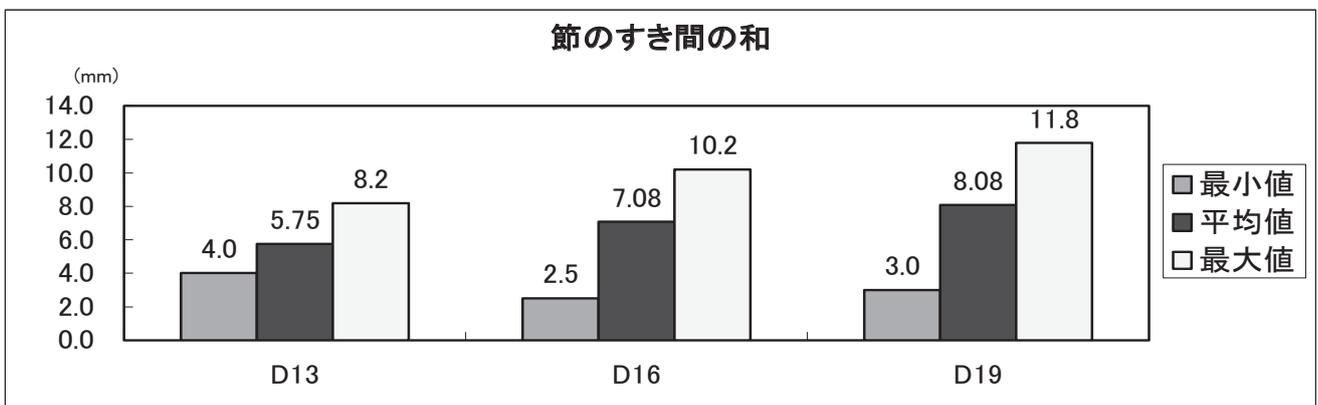
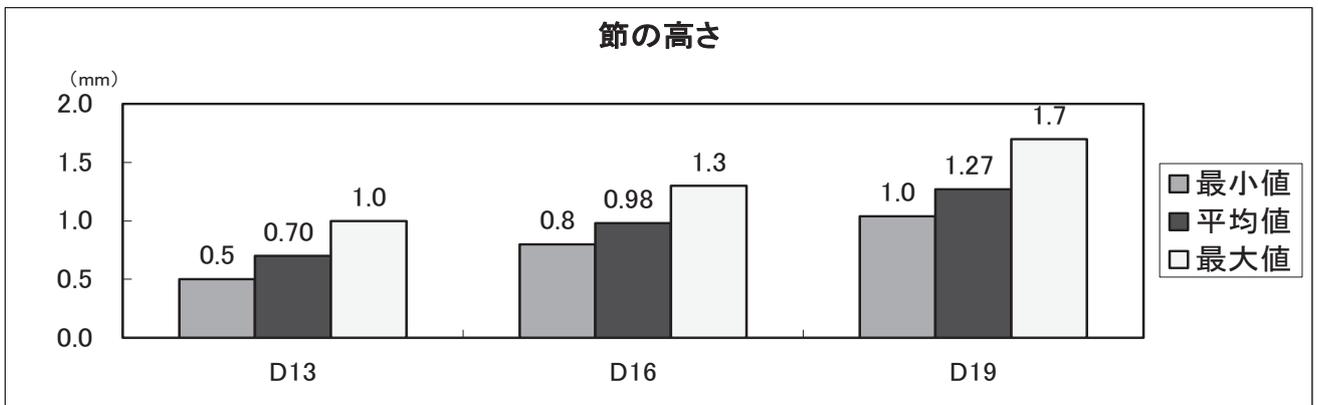
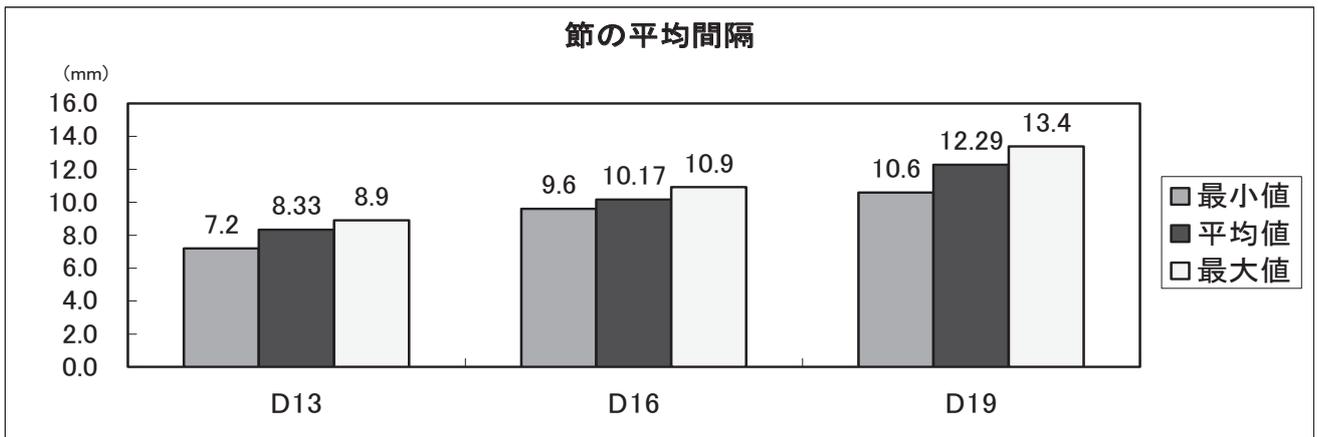
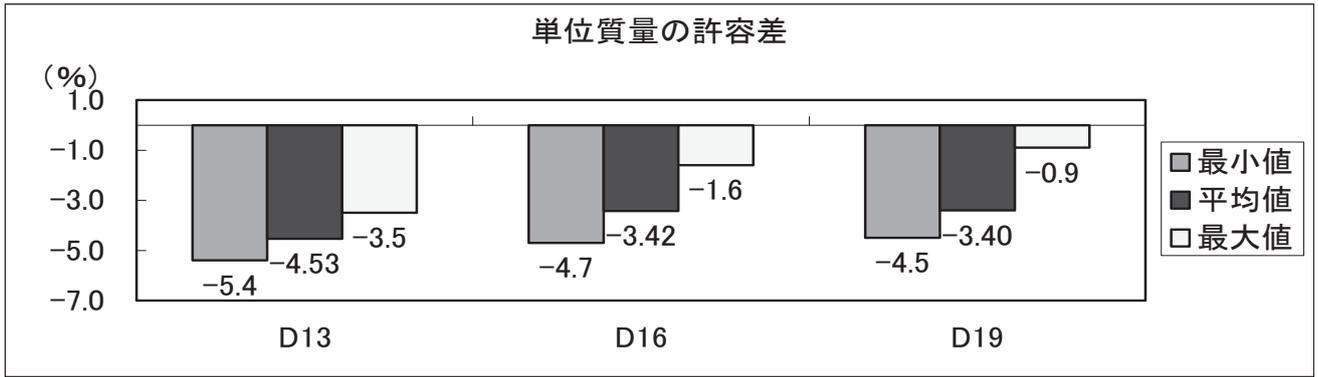


図3 寸法・質量調査結果（最小・平均・最大）

3. せん断補強筋の製造状況

(1) サンプル保管

サンプルを入れる棚を製作し、各メーカー毎に置場管理。



写真 1 サンプル保管状況

(2) 切断工程

鉄筋切断機を使用して切断加工。



写真 2 鉄筋切断機

(3) 曲げ工程

鉄筋曲げ機を使用してサンプルの曲げ加工を実施した。加工条件は JIS 曲げを基本とし表 9 の通りである。

表 9 JIS G 3112 「機械的性質」

鋼種	曲げ性		
	曲げ角度	内側半径	
SD295A	180°	D16 以下	公称直径の 1.5 倍
		D16 超え	公称直径の 2 倍
SD345	180°	D16 以下	公称直径の 1.5 倍
		D16 超え	公称直径の 2 倍
SD390	180°		公称直径の 2.5 倍
SD490	90°	D25 以下	公称直径の 2.5 倍

※曲げ性の場合、その外側にき裂を生じてはならない

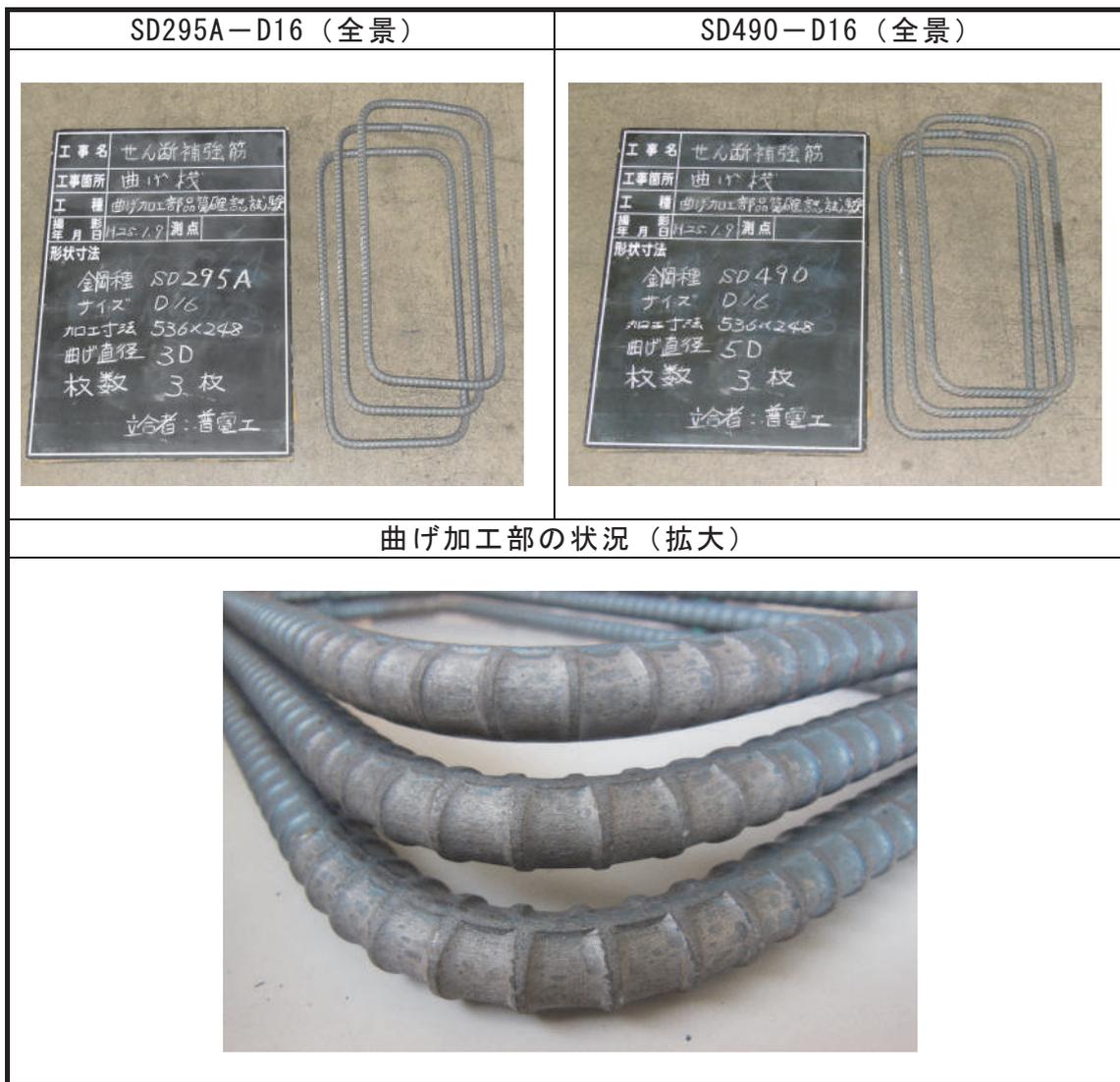


写真 3 鉄筋曲げ機



写真 4 曲げ加工状況

(4) 曲げ加工後の試験体例



(5) 溶接工程

鉄筋溶接機を使用して閉鎖型溶接せん断補強筋に加工した。



写真5 電気抵抗溶接機

4. せん断補強筋の人工時効処理状況

(1) 試験体の種類と数量

表 10 試験体の種類と数量

鋼種	呼び名	数量		備考
		ロット数	枚数	
SD390	D16	10	30	1 ロット 3 枚
SD490	D16	2	6	

(2) 人工時効処理方法

試験体の人工時効処理 100℃×1 時間は、JIS G 3112:2010 解説を参考にして本試験でも採用した。経時期間を以下の参考文献の式から求めると 3 か月に相当する。

[参考文献] B.B.Hundy : J. Iron Steel Inst, 178(1954)

$$\log(\text{tr}/t) = 4400(1/\text{Tr} - 1/T) - \log(T/\text{Tr})$$

ただし Tr 常温と tr 時間

T 高温と t 時間



写真 6 恒温装置



写真 7 恒温装置内部

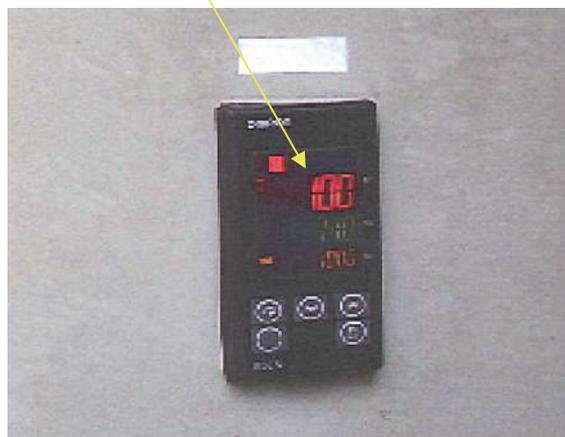


写真 8 恒温装置設定温度 (100℃)

5. せん断補強筋の引張試験

(1) 試験体

試験体の種類と数量を表 11 に、加工概要を表 12 に示す。各社の事業所から提供された。サンプルの多くは、圧延後 1～6 カ月経過したものである。

表 11 試験体の種類と数量

	人工時効処理 100℃×1時間	D13	D16	D19
SD295A	無	10	10	4
SD345	無	10	10	10
SD390	無	8	10	10
	有	–	10	–
SD490	無	2	2	1
	有	–	2	–
ロット計		30	44	25
試験体計=297体 (1ロット3体)		90	132	75

表 12 試験体の加工概要

呼び名	鋼種	形状 (長辺×短辺) mm	曲げ直径	曲げ角度	溶接方式
D13	SD295A	530×240	3D	90度	電気抵抗 溶接
	SD345		3D		
	SD390		5D		
	SD490		5D		
D16	SD295A	536×248	3D		
	SD345		3D		
	SD390		5D		
	SD490		5D		
D19	SD295A	540×258	4D		
	SD345		4D		
	SD390		5D		
	SD490		5D		

注) D13, D16 はアプセットバット溶接、D19 はフラッシュバット溶接で実施。

(2) 試験方法

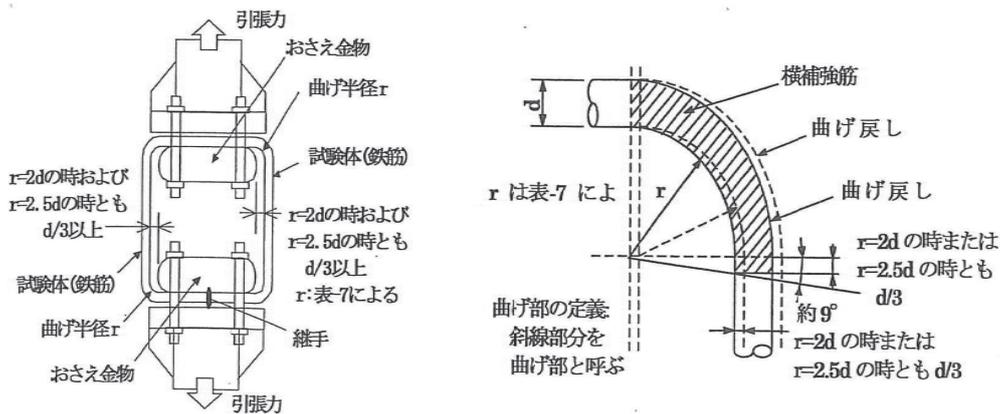
専用治具を取り付けた引張試験機で溶接閉鎖型に加工されたせん断補強筋の引張試験を行った。人工時効処理試験体は、100℃で1時間保持後自然冷却し試験を行った。判定方法は表 13 に、試験の概要図を図 4 に示す。

表 13 試験結果の判定方法

判定方法	・引張試験で曲げ部で破断しない。
	・母材強度比は95%以上であること。

注 1) 曲げ部とは図 4 右の斜線部をいう。

注 2) 母材強度比 (%) = (引張試験の引張強度 / 母材強度) × 100



[引張試験の概要図]

[曲げ部の概要図]

図4 引張試験の概念図（コンクリート工学 Vol. 38 2000. 10 より参考）

(3) 試験結果

引張試験結果を表 14.1～表 15.2、図 5.1～図 5.4 に示す。引張試験結果は、全試験体（297 体）とも「曲げ部での破断はなし」かつ「母材強度比は 95%以上」で全数合格であった。一般試験体（261 体）及び人工時効処理試験体（36 体）別に、結果概要を以下に示す。

① 一般試験体（261 体）

母材強度比は、SD295A が平均で 98.9%～100.6%、SD345 が平均で 99.0%～99.6%、SD390 が平均で 99.5%～100.1%、SD490 が平均で 98.1%～101.1% であった。曲げ部での破断は無く、すべて母材の直線部で破断した。

表 14.1 引張試験結果（SD295A）

試験体 No.	SD295A					
	D13		D16		D19	
	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比
1	母材	98.7	母材	101.0	母材	99.4
2	母材	98.7	母材	98.9	母材	101.3
3	母材	97.7	母材	100.0	母材	100.0
4	母材	100.4	母材	101.9	母材	101.6
5	母材	99.6	母材	99.6	-	-
6	母材	97.7	母材	99.6	-	-
7	母材	97.8	母材	98.4	-	-
8	母材	99.4	母材	100.4	-	-
9	母材	100.6	母材	100.6	-	-
10	母材	98.8	母材	100.2	-	-
	D13		D16		D19	
	最小値	97.7	最小値	98.4	最小値	99.4
	平均値	98.9	平均値	100.1	平均値	100.6
	最大値	100.6	最大値	101.0	最大値	101.6

表 14.2 引張試験結果 (SD345)

試験体No.	SD345					
	D13		D16		D19	
	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比
1	母材	100.0	母材	98.9	母材	100.4
2	母材	97.1	母材	96.9	母材	98.7
3	母材	99.3	母材	97.9	母材	99.8
4	母材	99.3	母材	98.1	母材	100.4
5	母材	98.5	母材	99.8	母材	98.5
6	母材	98.8	母材	100.2	母材	99.8
7	母材	98.9	母材	100.2	母材	99.6
8	母材	99.1	母材	98.8	母材	98.7
9	母材	99.5	母材	99.7	母材	100.5
10	母材	99.1	母材	100	母材	99.7
	D13		D16		D19	
	最小値	97.1	最小値	96.9	最小値	98.5
	平均値	99.0	平均値	99.1	平均値	99.6
	最大値	100.0	最大値	100.2	最大値	100.5

表 14.3 引張試験結果 (SD390)

試験体No.	SD390					
	D13		D16		D19	
	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比
1	母材	101.4	母材	98.0	母材	101.8
2	母材	99.5	母材	100.3	母材	99.1
3	母材	98.2	母材	99.4	母材	98.9
4	母材	99.8	母材	101.2	母材	98.9
5	母材	98.8	母材	98.9	母材	99.4
6	母材	98.7	母材	97.8	母材	100.3
7	母材	99.7	母材	99.2	母材	99.4
8	母材	100.2	母材	99.5	母材	100.8
9	-	-	母材	100.0	母材	101.5
10	-	-	母材	101.0	母材	100.7
	D13		D16		D19	
	最小値	98.2	最小値	98.0	最小値	98.9
	平均値	99.5	平均値	99.5	平均値	100.1
	最大値	101.4	最大値	101.2	最大値	101.5

表 14.4 引張試験結果 (SD490)

試験体No.	SD490					
	D13		D16		D19	
	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比
1	母材	100.1	母材	100.5	母材	101.1
2	母材	96.1	母材	100.7	-	-
	D13		D16		D19	
	最小値	96.1	最小値	100.5	最小値	101.1
	平均値	98.1	平均値	100.6	平均値	101.1
	最大値	100.1	最大値	100.7	最大値	101.1

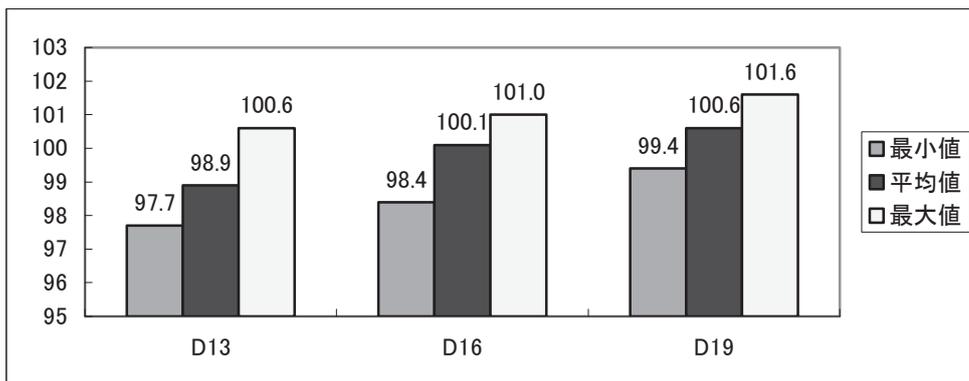


图 5.1 SD295A 母材強度比 (最小・平均・最大)

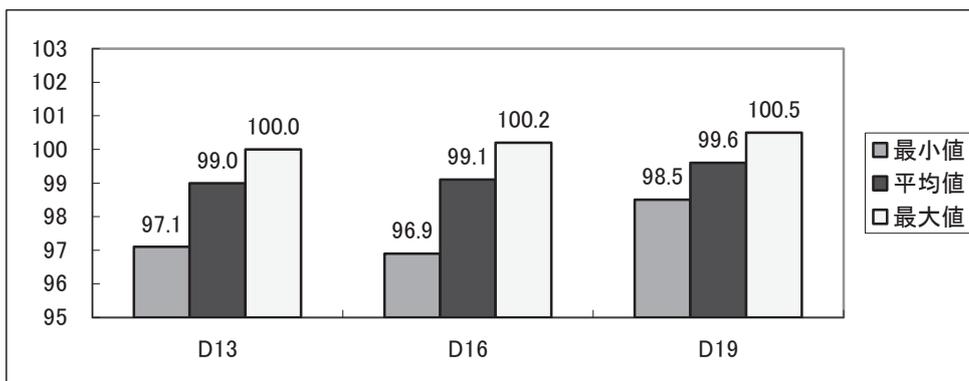


图 5.2 SD345 母材強度比 (最小・平均・最大)

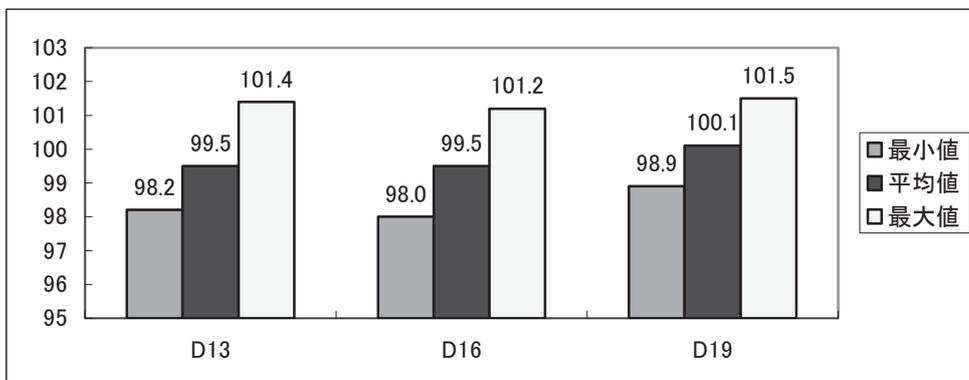


图 5.3 SD390 母材強度比 (最小・平均・最大)

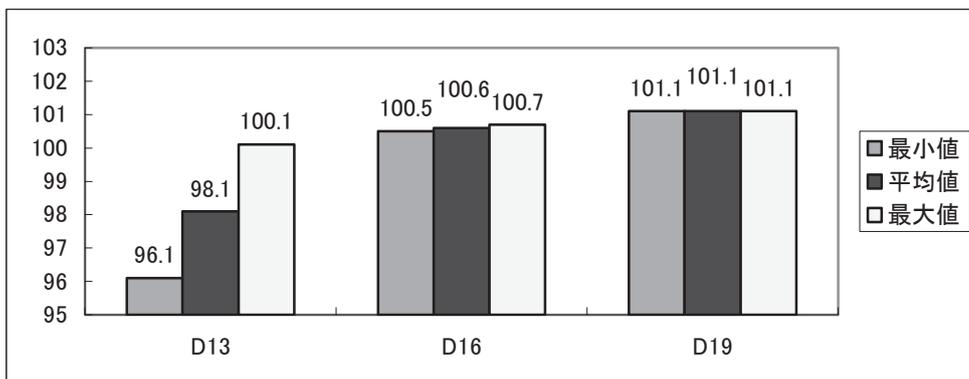


图 5.4 SD490 母材強度比 (最小・平均・最大)

② 人工時効処理試験体（36体）

母材強度比は、SD390 が平均で 99.7%、SD490 が平均で 100.5%であった。一般試験体の母材強度比は、SD390 が平均で 99.5%、SD490 が平均で 100.6%あり、同等の結果を示した。曲げ部での破断は無く、すべて母材の直線部で破断した。

表 15.1 引張試験結果（SD390：人工時効処理試験体と一般試験体比較）

試験体No.	SD390			
	D16(人工時効処理)		D16(一般)	
	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比
1	母材	98.1	母材	98.0
2	母材	100.6	母材	100.3
3	母材	99.2	母材	99.4
4	母材	100.9	母材	101.2
5	母材	99.7	母材	98.9
6	母材	98.4	母材	97.8
7	母材	99.8	母材	99.2
8	母材	99.5	母材	99.5
9	母材	100.0	母材	100.0
10	母材	100.8	母材	101.0

D16 人工時効処理		D16 一般	
最小値	98.1	最小値	98.0
平均値	99.7	平均値	99.5
最大値	100.9	最大値	101.2

表 15.2 引張試験結果（SD490：人工時効処理試験体と一般試験体比較）

試験体No.	SD490			
	D16(人工時効処理)		D16(一般)	
	破断位置	母材強度比	破断位置	母材強度比
1	母材	99.7	母材	100.5
2	母材	101.3	母材	100.7

D16 人工時効処理		D16 一般	
最小値	99.7	最小値	100.5
平均値	100.5	平均値	100.6
最大値	101.3	最大値	100.7

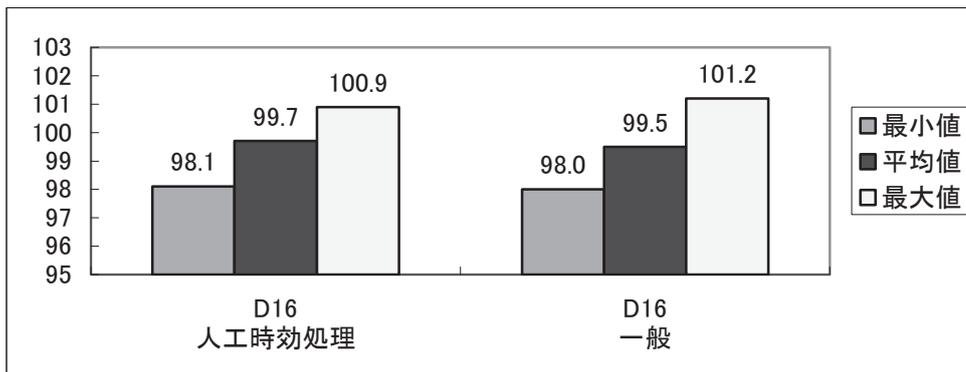


図 6.1 SD390 母材強度比（最小・平均・最大）人工時効処理試験体一般試験体比較

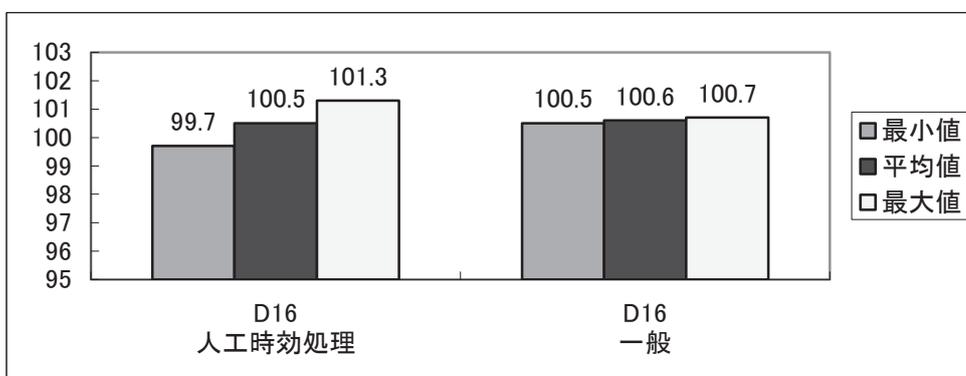


図 6.2 SD490 母材強度比（最小・平均・最大）人工時効処理試験体と一般試験体比較

6. まとめ

- (1) 全国 24 社 31 事業所から提供されたサンプルの化学成分、機械性質、寸法・質量は、すべて JIS 規格を満足し品質上問題はなかった。
- (2) せん断補強筋の一般試験体と人工時効処理試験体の引張試験は、同等の結果であった。
- (3) JIS 鉄筋を用い JIS に基づく曲げ半径で、「参考資料 2：鉄筋棒鋼の使用上の注意事項」を踏まえ製作したせん断補強筋の曲げ加工部は、「図 4：引張試験の概念図」に示す過酷な条件下で引張試験をしても、曲げ加工部での破断はなく、母材強度比も 95% 以上あることが確認できた。

試験体 (SD345, 390, 490 D16 の例)



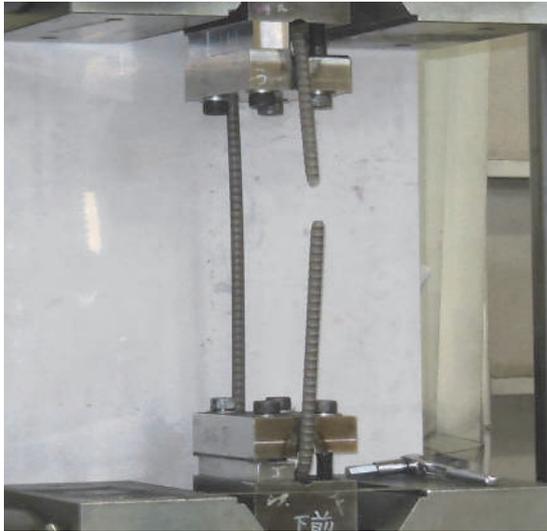
試験体全景



引張試験前の試験体取付け状況



引張試験後の試験体破断状況

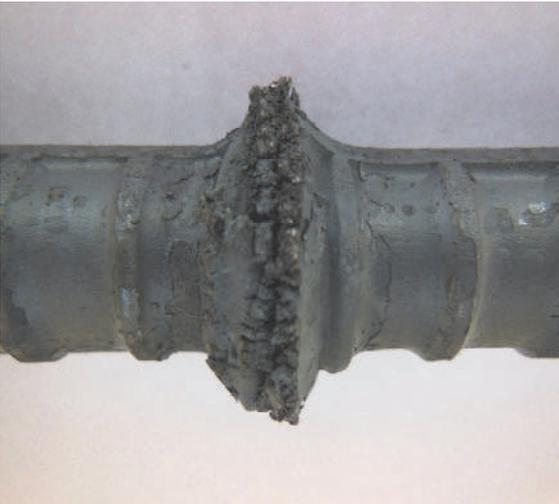


試験終了試験体状況 (例：SD490-D19)



試験前と試験後の試験体状況



引張試験後 試験体全景	引張試験後 曲げ加工部の状況
	
引張試験後 溶接部の状況 (アプセットバット溶接)	引張試験後 溶接部の状況 (フラッシュバット溶接)
	

あとがき

電炉鉄筋棒鋼の品質調査は、電炉鉄筋の品質向上とユーザーへの周知と理解を目的として、昭和 62 年に開始して以来、各種の調査活動を実施してきました。この間、ゼネコン、設計会社等のユーザー、官公庁をはじめ関係諸団体から種々の意見を聞き、鉄筋棒鋼メーカーにフィードバックすることにより、顧客満足度の向上に繋げてまいりました。

今回は第 8 回の品質調査として、平成 24 年 10 月に調査を開始し、実験や解析等を重ねここに報告するものです。

まずは、定例調査として普通鋼電炉工業会会員のうち鉄筋棒鋼を生産する全国 24 社 31 事業所から、化学成分、機械的性質、寸法、質量について、1 カ年分(平成 24 年)の実績データを収集しバラツキ分析等統計的に品質解析調査を行いました。

また、特別調査「せん断補強筋曲げ加工部に関する鉄筋品質性状調査」においては、上記 31 事業所からのサンプルを採取し、曲げ加工、時効実験、引張試験などの各種材質調査を実施し検証・実態把握に努めてまいりました。

このように本報告書は、電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会が行ってきた鉄筋棒鋼の品質改善、要求される性能の向上に関する実験結果を総合的に取り纏めたものです。更に調査研究の必要な事項も残されてはおりますが、現時点では最大限情報を盛り込んでいると考えています。

今後本報告が、鉄筋コンクリート造の設計者、鉄筋加工業者、及び使用者に役立つべく活用されれば幸いです。最後に、本調査研究を進めるにあたりご助言、ご協力をいただいた関係各位に深謝申し上げます。

平成 25 年 10 月
鉄筋棒鋼技術委員長
小曾根 茂雄

〔参考資料〕

- 〔参考資料 1〕 過去7回の品質調査項目と結果の概要(特別調査テーマ)
- 〔参考資料 2〕 鉄筋棒鋼の使用上の注意事項
- 〔参考資料 3〕 電炉鉄筋棒鋼メーカーの一覧
- 〔参考資料 4〕 電炉鉄筋棒鋼のロールマーク
- 〔参考資料 5〕 電炉鉄筋棒鋼メーカーの機械式継手の現状

過去7回の品質調査項目と結果の概要(特別調査テーマ)

電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会

調査時期	主要調査項目	調査結果(概略)
第1回 調査 1987年3月 (S62. 3)	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋棒鋼とコンクリートとの付着性 鉄筋棒鋼の耐疲労性 鉄筋棒鋼のガス圧接性 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄筋棒鋼とコンクリートとの付着性に関しては、異形棒鋼の表面性状は、節側面の傾斜角度(または、節頂部と高さの1/3までを結んだ線と軸線とのなす角度)は30度以上、節間隔は鉄筋直径以下、節高さは鉄筋直径の8%程度とするのが良い。(鉄筋表面性状アンケート調査等により、上記3条件はクリアしている) 土木学会コンクリート標準示法書で規定している異形棒鋼の疲労強度特性値を、十分満足している。 微量元素が多い素材(例えば各々の素材でCu0.7%、Cr5%、Ni0.10%、Sn0.07%)をガス圧接し、その後0.8dに切削した短評点試験片で引張り試験を行ったが、何らの欠陥は見られなかった。
第2回 1989年9月 (H1. 9)	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーニーズの調査 	<ul style="list-style-type: none"> ユーザーニーズを、鉄筋加工業者、ガス圧接業者、構造設計関係者など施工業者から聴取した。
第3回 1991年4月 (H3. 4)	<ul style="list-style-type: none"> 曲げ戻し 	<ul style="list-style-type: none"> 常温曲げ戻し試験(215本)を実施し、亀裂の発生や折損はみられなかった。低温曲げ戻しでは、430本中 5本が節の付け根部分に軽微な亀裂が発生したが、それらの亀裂材を引張ったところ、亀裂部及び屈折部での破断はなく、母材の引張強度を有していることを確認した。
第4回 1997年3月 (H9. 3)	<ul style="list-style-type: none"> 曲げ戻し 溶接性 PL法関連 	<ul style="list-style-type: none"> 常温曲げ戻し103本、低温曲げ戻し98本とも亀裂も発生せず折損もしなかった。 フレアー溶接試験は、全試験体とも降伏点及び引張強さはJIS規格を十分満足している。また、曲げ試験も亀裂折損等は皆無であった。 スポット溶接試験は、ある溶接条件では 引張試験において いずれの母材規格を満足する結果をえたが、曲げ試験では折損またはクラックが発生するものが多く問題ある結果となった。しかし、予熱温度または溶接条件においては、引張試験、曲げ試験とも、問題なしと考えられる結果が得られた。このように、スポット溶接施工前には、予め適正溶接条件を検討し、その適性条件にしたがった作業を行うことが必要である。 PL法を視野に入れ、「鉄筋棒鋼の使用上の注意事項」をまとめた。
第5回 2001年3月 (H13. 3)	<ul style="list-style-type: none"> 高強度鉄筋 SD490 に関する試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 特別調査として、最近の建築技術の動向に沿い、鉄筋が高強度化、太径化している状況から、高強度鉄筋であるSD490について調査を行った。 その結果、十分な強度と靱性を確保していること、また耐震構造の建築物に使用する場合、狭い降伏点の上下限値の設定、降伏比の上値の設定、降伏棚の歪み値などに特別な要求性能が付加され、これに十分に込んでいることを確認した。
第6回 2004年10月 (H16. 10)	<ul style="list-style-type: none"> アルカリ骨材反応が補強鉄筋に及ぼす影響に関する調査 鉄筋材料調査 化学成分と機械的性質、曲げ戻し調査、シャルピー衝撃値とN含有量の調査、曲げ加工部のピッカース硬さ調査 コンクリート内部膨張圧のモデル供試体による試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> (1)鉄筋の品質特性を調査する「鉄筋の材質調査」と、(2)コンクリート部材による「アルカリ骨材反応が鉄筋コンクリート構造物の補強筋に及ぼす影響」について二面性から調査した。 材料調査：普通より過酷な条件で使用する場合、またJISの範ちゅうを超える材料性能を必要とする場合は、使用者側として、製造者に対しその条件を明示することが必要である。 アルカリ骨材反応に起因するコンクリート内部膨張圧が、鉄筋コンクリート構造物補強筋に与える影響を、モデル供試体によって検討した結果、本試験の範ちゅう内では次のことが言える。 コンクリート内膨張圧による補強鉄筋の発生応力は、最大で250N/mm²であって、本試験に供した補強筋SD295のJISに規定している引張強さ440N/mm²の約57%であった。このことから、コンクリート内部膨張圧程度では、補強鉄筋の破断および亀裂は考えにくい。 補強筋の被り厚によって、コンクリート表面に発生するひび割れ状態が相違することが認められた。構造物の立地条件により、(社)土木学会コンクリート標準示法書などに記されている被り厚を十分に考慮することが重要である。 報道されているコンクリート構造物の補強筋の破断、亀裂は、複数の要因が重なって発生したものと推察される。したがって、補強筋に関しては、加工をマニュアルに沿って行うことが重要である。

調 査 時 期
<p>第7回 調査 2008年10月 (H20.10)</p>
主 要 調 査 項 目
<p>(1) JIS規格項目の試験(定例報告)</p> <p>JISに規定されている試験項目(化学成分、機械的性質、寸法、質量等)については、前回同様、各社から化学成分、機械的性質、寸法、質量について、鋼種・呼び名ごとに、ある期間の試験データを提出してもらい、それらを統計的に集計して平均値等について調査するものです。</p> <p>(2) 特別調査テーマ「異形鉄筋の曲げ性能の調査」</p> <p>鉄筋の加工として最も多く行われる「曲げ加工」について、太径・高強度鉄筋を含め、曲げ半径、加工温度など、加工条件を変えて試験を行い、「曲げ特性」の実態を把握する。</p>
調 査 結 果 (概 要)
<p>実績データの収集による品質統計調査では、対象事業所の鉄筋棒鋼はJIS規格に対する品質には問題は無い調査結果であった。また同調査からCu、Cr、Snの地域比較及び前回調査(15年年間)との比較を行ったが、この間の各メーカーのスクラップ管理の厳格化及び非鉄金属需要の増加によるスクラップ分別化促進等を反映して、概ね各地域でこれらの成分の低下がみられた。</p> <p>「異形鉄筋棒鋼の曲げ加工性能に関する調査」においては、①鉄筋の曲げ加工半径の影響を調査するためJISによる曲げ半径、及びそれを上回る厳しい曲げ半径とし、②曲げ加工機の力点ローラーをフリー、固定の場合で条件設定とし、③試験材の温度は常温とマイナス5度、鉄筋供試材1479本について曲げ試験等を行った。</p> <p>この曲げ試験における鉄筋試験材の折損は皆無であった。しかし、力点ローラー固定による曲げ試験では、節の潰れたものもみられた。</p> <p>本試験での鉄筋試験材では折損はなく、節の潰れた状況にとどまったものの、実際の使用では、JISを上回る厳しい曲げ半径での加工が無理に行われる場合が考えられることや、ローラーの状態などによっては、折損に結びつく場合もあると推察された。</p> <p>さらに曲げ加工試験後の供試材の材質変化をみるためビッカース硬さを調査し、鉄筋曲げ加工の試験データとして集積した。</p> <p>こうしたことから、河合委員長のご指摘にもあるように、鉄筋コンクリート構造物施工における鉄筋曲げ加工時での①JISに基づく曲げ半径による加工、②曲げ加工機の十分な手入れ、曲げローラーの作動不良防止など、適切な曲げ加工が重要であるとの認識を一層深めた。</p>

鉄筋棒鋼の使用上の注意事項

鉄鋼メーカー各社より、「不適切な鉄筋棒鋼の使用法をとっている加工メーカーや工事現場が時々見受けられる。また、引張試験も不適切な方法が見られる場合がある。」との意見があったため、鉄筋メーカー各社に加工メーカーの意見も含めて、アンケート調査を実施しました。その調査結果を踏まえて、下表に示すように鉄筋棒鋼を使用する上での注意事項を作成しました。

ユーザーおよび試験所各位におかれましては、この注意事項を十分参考にし、加工・施工および試験をしていただくようお願いいたします。

鉄筋棒鋼の使用上の注意事項

No	項 目	注 意 事 項
1	曲げ加工時の亀裂および破損防止	(1) 「JIS G3112 鉄筋コンクリート用棒鋼」で規定されている曲げ半径およびそれ以上の半径を必ず採用すること (2) 曲げ内側の節がつぶれないよう配慮すること (3) 鉄筋表面に過大な疵をつけないこと (4) 気象条件（特に気温）を配慮し、加工温度に注意すること (5) ローラーベンダーなど加工機のローラー整備を十分行うこと（節への応力集中を避けるため）
2	スポット溶接・ショートビード溶接のHAZ割れ防止その他	(1) できるだけ仮付溶接手法を用いずに他の方法で材料を固定すること (2) 適正な溶接手順試験を予め行い、溶接条件を確立すること（作成基準の統一化） (3) 必要に応じて溶接後熱処理も考慮すること (4) 溶接部またはその近辺を支点にした曲げ加工は避けること
3	曲げ戻しによる亀裂および破損防止	(1) 鉄筋は、曲げ戻しを行う場合、設計、施工、材料の選定、曲げ半径の大きさ等について十分配慮する必要があるため、曲げ戻し加工を極力避けることが望ましいが、やむを得ず曲げ戻し法を適用しなければならない箇所に使用する鉄筋の購入に当たっては、予め材料製造業者と協議すること

	<p>(続)</p> <p>曲げ戻しによる亀裂および破損防止</p>	<p>(2) 「JIS G3112 鉄筋コンクリート用棒鋼」で規定されている曲げ半径およびそれ以上の半径を必ず採用すること</p> <p>(3) 曲げ内側の節がつぶれないよう配慮すること</p> <p>(4) 鉄筋表面に過大な疵をつけないこと</p> <p>(5) 気象条件（特に気温）を配慮し、加工温度に注意すること</p> <p>(6) ローラーベンダーなど加工機のローラー整備を十分行うこと（節への応力集中を避けるため）</p> <p>(7) パイプ等に入れて曲げないこと（曲げ半径が小さくなるため）</p> <p>(8) 「コンクリート標準示方書」（土木学会）等を参考にすること</p>
4	<p>不適切な吊方の禁止</p>	<p>(1) 結束番線で結束を吊らないこと</p> <p>(2) 鉄筋をフック等の吊り具またはその部材として使用しないこと</p> <p>(3) 専用治具を使用すること</p>
5	<p>ガス圧接時留意点</p>	<p>(1) ガス圧接時に鉄筋に過大なチャック疵を残さないこと</p> <p>(2) 特にリブ面にはチャック疵をつけないこと</p> <p>(3) 鉄筋断面の錆、汚れを除去すること</p> <p>(4) 鉄筋断面を平滑に仕上げること</p> <p>(5) 強風時や降雪雪時の施工は極力避けること</p> <p>(6) (社)日本圧接協会発行の「鉄筋のガス圧接工事標準仕様書」を参考にすること</p>
6	<p>引張試験のC破断防止</p>	<p>(1) 引張荷重が試験片の軸方向に平行になるよう注意を要すること</p> <p>(2) 試験片のつかみ部分に過度に食いこませないこと</p> <p>(3) 標点打刻はリブ上とし、しかも過度の力で打ち込まないこと</p> <p>(4) 試験片中に社名ロールマーク等が入らないこと（但し、端部なら可）</p>

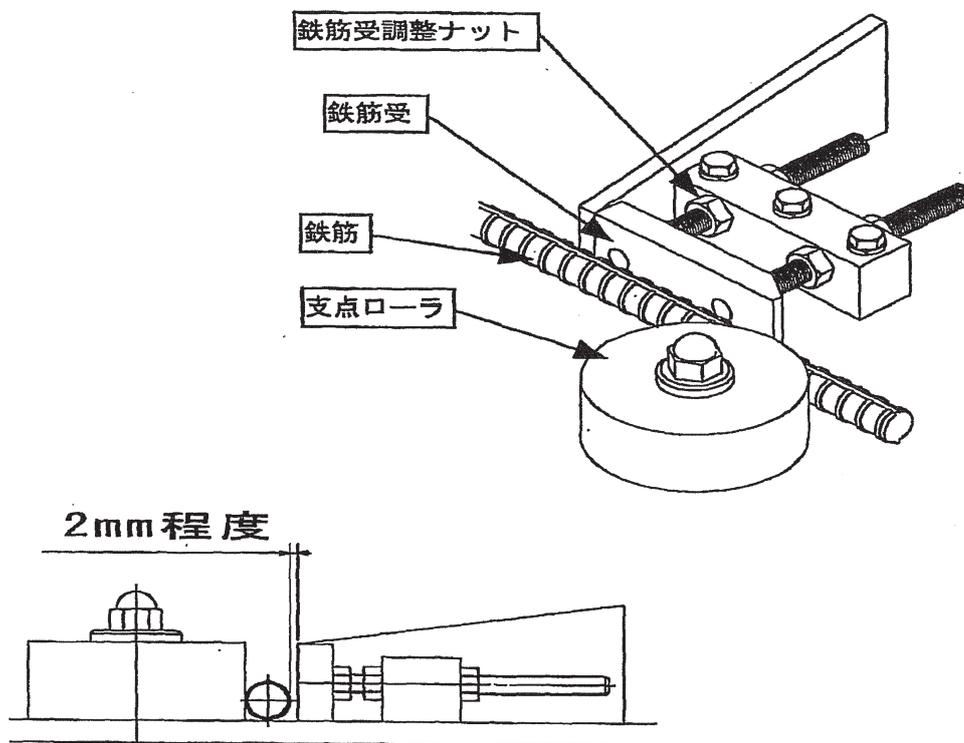
* 次ページ 参考文献参照 :

- 参考文献
1. 支点ローラー調整
 2. 力点ローラー調整
 3. 保守・点検事項
 4. 力点ローラーのグリスアップ

《参考文献》

○曲げ加工する鉄筋径や、使用する「支点ローラ」径の違いによって「鉄筋受」の調整が必要です。

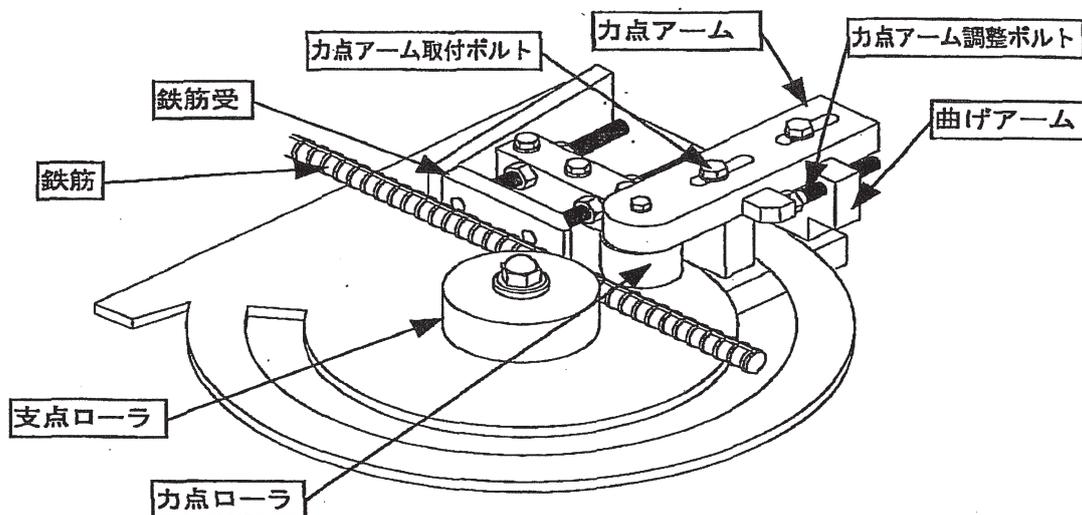
- ①「鉄筋受調整ナット」を付属の工具等でゆるめてください。
- ②加工する鉄筋を「鉄筋受」と「支点ローラ」との間に、まっすぐセットしてください。
- ③鉄筋を「支点ローラ」に当て、鉄筋と「鉄筋受」のスキマが2mm程度になるように「鉄筋受」を調整し、「鉄筋受調整ナット」を締めてください。



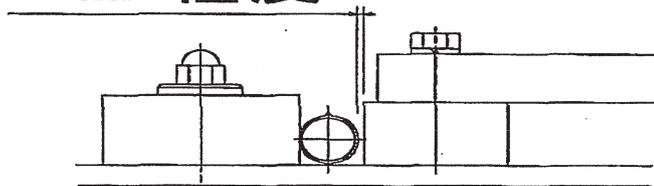
参考文献1 支点ローラ調整

○曲げ加工する鉄筋径や、使用する「支点ローラ」径の違いによって「力点アーム」の調整が必要です。

- ①「力点アーム取付ボルト」を付属の工具等でゆるめてください。
- ②加工する鉄筋を「鉄筋受」と「支点ローラ」との間に、まっすぐセットしてください。
- ③鉄筋と「力点ローラ」のスキマが3mm程度になる位置に「力点アーム」をセットしてください。
 - ・「力点アーム」の位置によって「力点アーム調整ボルト」を回してください。
- ④「力点アーム取付ボルト」を締めて「力点アーム」を固定してください。
- ⑤「力点アーム調整ボルト」を「曲アーム」に当たるまで回してください。



3mm程度



参考文献2 力点ローラー調整

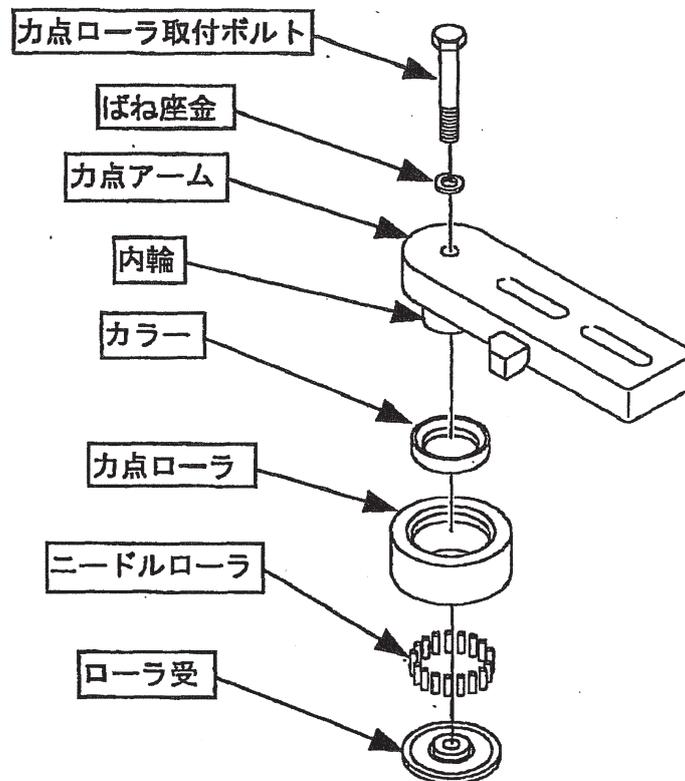
点検項目	点検要領・処置	毎日	1ヶ月	3年
・機械の外観	・変形や損傷（磨耗）等はないか。 →あれば、部品交換、修理依頼する。	○		
・配線回り	・電源線やモータ配線接続部のゆるみ、断線などの異常はないか。 →あれば、配線の増し締め、交換する。	○		
・押ボタンスイッチ	・正常にON、OFFするか。 →不具合や破損があれば交換する。	○		
・機械本体のカバー	・正常に取り付いているか。 →確実に取り付ける。	○		
・各ボルト、ナット	・各取付ボルト、ナットにゆるみ、不具合はないか。（また、使用しない取付穴にプラグを取り付けているか） →あれば、増し締め（取り付け）、交換する。	○		
・カ点、支点ローラ 支点軸	・摩耗や損傷はないか。 →あれば、交換する。	○		
・異常音	・機械内部、モータに異常音はないか。 →あれば、修理依頼する。	○		
・機械上部（加工面）	・機械上部に鉄粉等が堆積していないか。 →あれば、除去する。	○		
・Vベルト	・始動時に異常音はないか。 →Vベルトにゆるみがあれば調整する。 （「6-2 Vベルトの張り調整及び交換」の項を参照）	○		
	・伸びや、摩耗はないか。 →あれば、交換する。		○	
・カ点ローラへのグ リースアップ	・グリース切れで回転は重くないか。 →定期的にグリースを補給する。 （「6-3 カ点ローラへのグリースアップ」の項を参照）		○	
・減速機内の油の点 検	・減速機側面の「油面計」で油量、汚れ具合を確認する。 →不足していれば補給、汚れていれば交換する。（「6-4 減速機の油の点検・交換」の項を参照）		○	
・オーバーホール	・定期的にオーバーホールが必要です。 →3年に1回は実施する。			○

参考文献3 保守・点検事項

○グリースは、リチウムグリース（通称：万能グリース）をご使用ください。

・大R用も標準用と同じ要領でグリースアップしてください。

- ①「カ点ローラ取付ボルト」と「ばね座金」を付属の工具等でゆるめて外してください。
- ②「カ点ローラ」と「ローラ受」を取り外し、内部の「ニードルローラ」と「カラー」を外してください。（「ニードルローラ（41本）」を紛失しないように注意してください）
- ③取り外した部品を洗淨油で洗淨したあと、布でふき取り「カ点ローラ」に「ニードルローラ」を組み込んだあと「ニードルローラ」全体にグリースを塗布してください。
※このとき、鉄粉等を付けないように注意してください。
- ④「カ点アーム」に取り外した部品を元のように組み込み、「ばね座金」と「カ点ローラ取付ボルト」を締めてください。



参考文献 4 カ点ローラのグリスアップ

東陽建設工機株式会社 鉄筋曲機「B-52型」取扱説明書より抜粋

電炉鉄筋棒鋼メーカーの一覧

JISG3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)取得の普通鋼電炉工業会会員メーカー

会社名	所在地(本社)	電話	FAX番号
朝日工業(株)	〒170-6049東京都豊島区東池袋3-1-1 サンシャイン60 49階	03-3987-2161	03-3987-5326
(株)伊藤製鐵所	〒130-0013東京都墨田区錦糸3-2-1 アルカイーストビル4階	03-5819-1101	03-5819-1120
大阪製鐵(株)	〒541-0045大阪府大阪市中央区道修町3-6-1 京阪神御堂筋ビル13階	06-6204-0300	06-6204-0171
大谷製鐵(株)	〒934-8567富山県射水市奈呉の江8番地の4	0766-84-6151	0766-84-1999
関東スチール(株)	〒300-4111茨城県土浦市大畑580	029-862-5111	029-862-5115
岸和田製鋼(株)	〒596-0013大阪府岸和田市臨海町20	072-438-0015	072-437-4750
九州製鋼(株)	〒811-2501福岡県糟屋郡久山町大字久原字原2920	092-976-1677	092-976-2806
共英製鋼(株)	〒530-0004大阪府大阪市北区堂島浜1-4-16 アクア堂島西館18階	06-6346-5221	06-6346-5210
合同製鐵(株)	〒530-0004大阪府大阪市北区堂島浜2-2-8 東洋紡ビル8階	06-6343-7600	06-6343-7676
三興製鋼(株)	〒254-0801神奈川県平塚市久領堤2-19	0463-22-1750	0463-24-0651
JFE条鋼(株)	〒105-0004東京都港区新橋5-11-3 新橋住友ビル5階	03-5777-3811	03-3577-3800
清水鋼鐵(株)	〒279-0024千葉県浦安市港54	047-351-2112	047-351-1721
(株)城南製鋼所	〒332-0004埼玉県川口市領家5-13-35	048-223-3116	048-224-7607
新北海鋼業(株)	〒047-0261北海道小樽市銭函3-520-3	0134-62-5141	0134-62-5146
拓南製鐵(株)	〒900-0025沖縄県那覇市壺川3-2-4 拓南ビル3階	098-832-0588	098-832-0586
千代田鋼鐵工業(株)	〒120-0005東京都足立区綾瀬6-10-6	03-3605-2191	03-5673-2133
(株)トーカイ	〒811-2501福岡県糟屋郡久山町大字久原字原2920	092-976-1677	092-976-2806
東京鐵鋼(株)	〒102-0071東京都千代田区富士見2-7-2 ステージビルディング 11・12階	03-5276-9700	03-5276-9711
トピー工業(株)	〒141-8634東京都品川区大崎1-2-2 アートヴィレッジ大崎セントラルタワー7階	03-3493-0125	03-3493-0351
中山鋼業(株)	〒555-0042大阪府大阪市西淀川区西島1-2-133	06-6471-5881	06-6471-6582
北越メタル(株)	〒940-0028新潟県長岡市蔵王3-3-1	0258-24-5111	0258-21-2000
三星金属工業(株)	〒959-1286新潟県燕市小関736	0256-61-1000	0256-61-1012
(株)向山工場	〒332-0016埼玉県川口市幸町3-9-1	048-255-8021	048-253-6321
山口鋼業(株)	〒500-8364岐阜県岐阜市本荘仲ノ町5-8	058-271-0111	058-273-9402

電炉鉄筋棒鋼のロールマーク

JISG3112(鉄筋コンクリート用棒鋼)

会社名	所在地(工場)	表示マーク
朝日工業(株)	埼玉	
(株)伊藤製鐵所	茨城、宮城	O N I
大阪製鐵(株)	熊本	
大谷製鐵(株)	富山	V
関東スチール(株)	茨城	
岸和田製鋼(株)	大阪	
九州製鋼(株)	福岡	
共英製鋼(株)	大阪、愛知、山口	
合同製鐵(株)	大阪、千葉	
三興製鋼(株)	神奈川	S K
JFE条鋼(株)	北海道、茨城、埼玉、岡山	
清水鋼鐵(株)	北海道	
(株)城南製鋼所	埼玉	J S
新北海鋼業(株)	北海道	H
拓南製鐵(株)	沖縄	TC
千代田鋼鉄工業(株)	東京	CK
(株)ト一カイ	福岡	T
東京鐵鋼(株)	青森、栃木	
トピー工業(株)	愛知	
中山鋼業(株)	大阪	
北越メタル(株)	新潟	UC
三星金属工業(株)	新潟	SC
(株)向山工場	埼玉	M
山口鋼業(株)	岐阜	

出所:普通鋼電炉工業会 会員メーカー平成25年6月調べ

電炉鉄筋棒鋼メーカーの機械式継手の現状

■ はじめに

近年、機械式継手は鉄筋工事の施工の合理化を目的とした先組鉄筋工法やプレキャスト工法などの工業化工法の普及に伴い、その使用が増加しています。

工業化工法では、ユニット化された部材の複数本の鉄筋を同時に継ぐ必要性から、簡便で施行の容易な継手が要求されており、さらに最近では、鉄筋の高強度・太径化が進み、より高品質で信頼性の優れたものが望まれてきております。

電炉各社は、こうしたニーズに応えるために継手開発を実施し、機械式継手分野に積極的に参入しています。本資料は電炉各社の機械式継手を紹介するものです。

■ 鉄筋継手の工法別施行実績の推移

公益社団法人日本鉄筋継手協会 鉄筋継手市場調査報告書(2013年5月版)から引用した2012年度の鉄筋継手の施行実績数量の推移を以下に示します。

- ・ガス圧接継手、機械式継手、突合せ溶接継手の年度施行実績(図1)
- ・機械式継手の工法別施行実績数量の年度推移(図2)

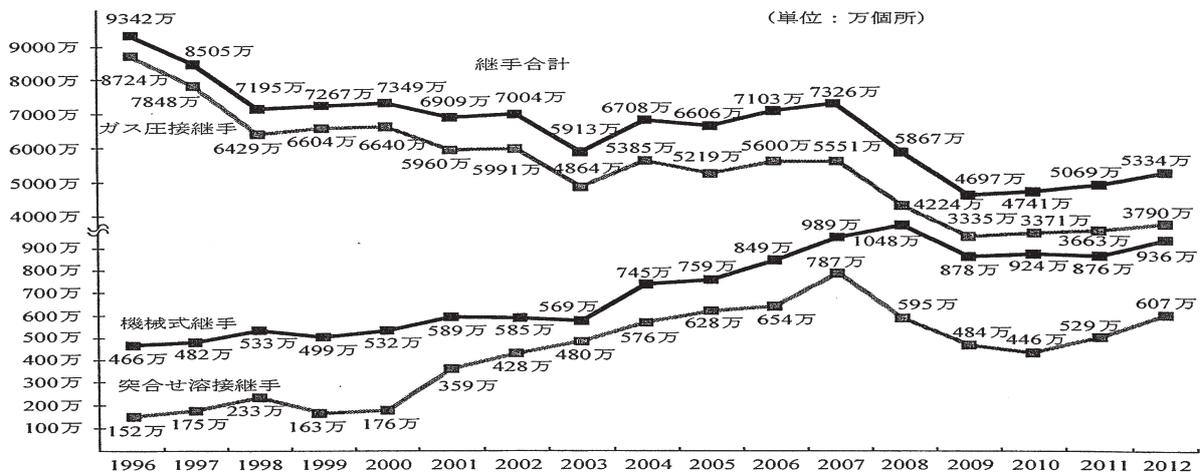


図1 鉄筋継手の工法別 施工実績の推移

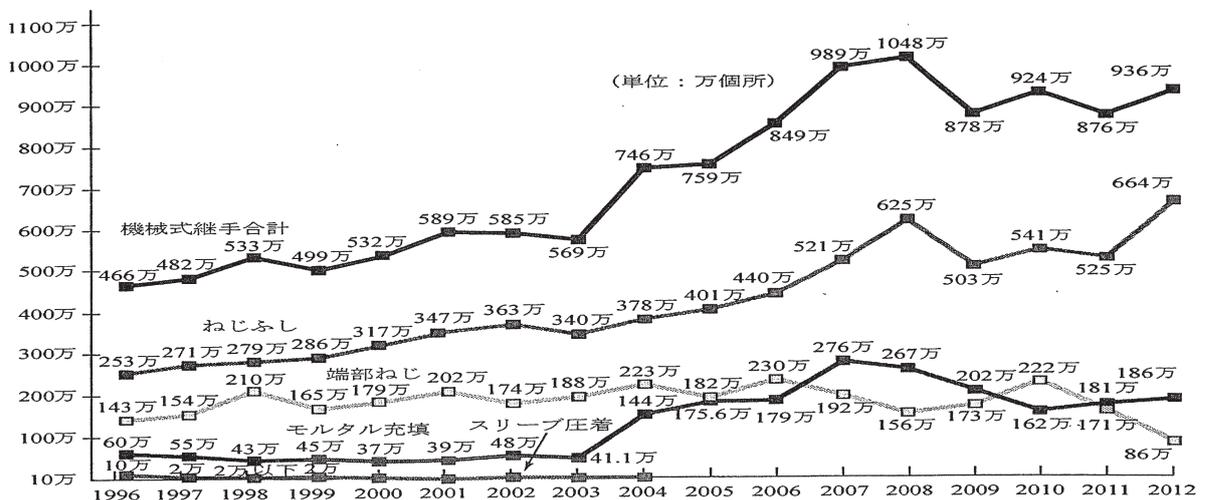


図2 機械式継手の工法別・年度別の施工数量推移

電炉鉄筋メーカー各社の機械式継手の方式

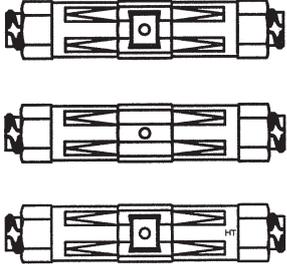
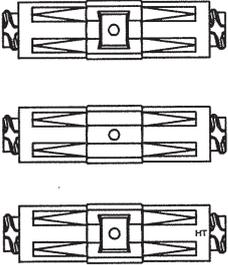
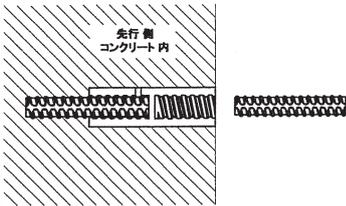
(1)	朝日工業(株)	.....	140
(2)	(株)伊藤製鐵所	.....	142
(3)	大阪製鐵(株)	.....	144
(4)	共英製鋼(株)	.....	146
(5)	合同製鐵(株)	.....	148
(6)	清水鋼鐵(株)	.....	150
(7)	JFE条鋼(株)	.....	152
(8)	拓南製鐵(株)	.....	154
(9)	トピー工業(株)	.....	156
(10)	(株)トーカイ	.....	158
(11)	東京鐵鋼(株)	.....	160
(12)	北越メタル(株)	.....	162
(13)	中山鋼業(株)	.....	164

(1) 朝日工業(株)

1. 機械式継手の方式及び商品

継手の方式	継手の商品名	日本建築センター評定取得状況
ねじ節鉄筋継手	ネジエーコン	A級

2. 継手の種類

商品名 (形状)	適用範囲		固定方式			建築 センター 評定	特徴
	サイズ	鋼種	グラウト		トルク		
			無機	樹脂			
ネジエーコンホワイトジョイント 	D19~D41 同径間~ 2サイズ違いまで 対応可能	SD295A~SD490 同一鋼種~ 3鋼種違いまで 対応可能	○	-	-	A級	ロックナット締付後、 無機グラウト材を 注入固化する。
	D19~D51 同径間~ 2サイズ違いまで 対応可能	USD590A, USD590B 同一鋼種~ 4鋼種違いまで 対応可能					
ネジエーコンブルージョイント 	D19~D51 同径間~ 2サイズ違いまで 対応可能	SD295A~SD490, USD590A, USD590B 同一鋼種~ 4鋼種違いまで 対応可能	-	○	-	A級	樹脂グラウト材を 注入固化する。 耐火制限有り ・60mm(2時間耐火) ・80mm(3時間耐火)
ネジエーコンリングジョイント 	D13~D19 同径間のみ	SD295A~SD390 同一鋼種~ 2鋼種違いまで 対応可能	-	-	○	A級	打継工法に使用、 躯体に継手を埋め 込むため、鉄筋が 表面に突出しない。
	D19~D51 同径間のみ	SD295A~SD390 同一鋼種~ 2鋼種違いまで 対応可能	○	○	-	A級	
ネジエーコン AJ ジョイント 	D19~D41 同径間のみ	SD295A~SD490 同一鋼種~ 3鋼種違いまで 対応可能	○	○	-	A級	ねじピッチのズレを 吸収できる継手 ロックナットが不要

(1) 朝日工業(株)

・ネジエーコンの機械的性質

種類	降伏点 又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	試験片	伸び (%)	曲 げ	
					角度	内側半径 (D:公称直径)
SD295A	295以上	440-600	2号に準ずるもの	16以上	180°	D16以下 1.5D
			14A号に準ずるもの	17以上		D16を超えるもの 2D
SD345	345-440	490-620	2号に準ずるもの	18以上	180°	D16以下 1.5D
			14A号に準ずるもの	19以上		D16を超えD41以下 2D
SD390	390-510	560-690	2号に準ずるもの	16以上	180°	2.5D
			14A号に準ずるもの	17以上		
SD490	490-625	620-830	2号に準ずるもの	12以上	90°	D25以下 2.5D
			14A号に準ずるもの	13以上		D29以上 3D

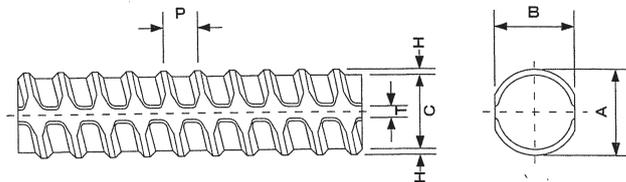
伸び：寸法が呼び名D32を超えるものについては、呼び名3を増やすごとに上表の伸び値からそれぞれ2%減じる。ただし、減じる限度は4%とする。

種類	降伏点 又は耐力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	降伏比 (%)	伸び (%)		曲 げ		
				降伏棚の ひずみ度	破断伸び	角度	内側半径	
USD590A	590-675	695-900	85以下	1.4以上	≤D22 2号	12以上	90°	2D
					≥D25 3号			
USD590B	590-650	738-900	80以下	1.4以上	≤D22 2号	12以上	90°	2D
					≥D25 3号			

降伏棚のひずみ度は、鉄筋の実強度が規格降伏点上限値を通過するときのひずみの値を「降伏棚のひずみ度」とする。

・ネジエーコンの標準寸法

呼び名	公称寸法			外径	基円径		ふしの寸法	
	直径 (mm)	断面積 (cm ²)	単位 質量 (kg/m)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	ピッチ P (mm)	高さ H (mm)
D13	12.7	1.267	0.995	14.0	11.6	12.0	7.0	1.0
D16	15.9	1.986	1.56	18.0	14.7	15.2	8.0	1.4
D19	19.1	2.865	2.25	21.7	18.0	18.5	8.0	1.6
D22	22.2	3.871	3.04	25.1	21.0	21.5	10.0	1.8
D25	25.4	5.067	3.98	28.6	24.1	24.6	12.0	2.0
D29	28.6	6.424	5.04	32.1	27.2	27.7	14.0	2.2
D32	31.8	7.942	6.23	35.6	30.3	30.8	14.0	2.4
D35	34.9	9.566	7.51	39.1	33.2	33.9	17.0	2.6
D38	38.1	11.40	8.95	42.6	36.3	37.0	17.0	2.8
D41	41.3	13.40	10.5	46.2	39.5	40.2	17.0	3.0
D51	50.8	20.27	15.9	56.5	48.6	49.5	20.0	4.0



3. 特長

- (1) 簡単な技術指導を受ければ誰でも施工が可能です。熟練工が不要で人手削減になります。
- (2) 大がかりな施工具が不要で高度な性能が得られ、作業性も向上します。
- (3) 悪天候でも作業ができるので、工期短縮につながります。
- (4) 鉄筋先組工法や、Hi-RC構造の高張力太径鉄筋を使用したPCa柱、梁、壁のジョイントなどに効力を発揮します。

(2) (株)伊藤製鐵所

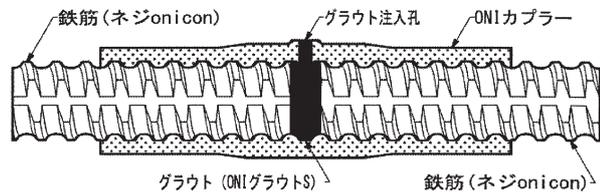
1. 機械式継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品名	日本建築センター評価取得状況
ねじ節鉄筋継手無機グラウト充填方式	ナットレスジョイント	A級
ねじ節鉄筋継手有機グラウト充填方式	EPジョイント	A級
ねじ節鉄筋継手トルク固定方式	ロックジョイント	A級
ネジ・グリップ継手	FDグリップ	A級

2. 継手の構成

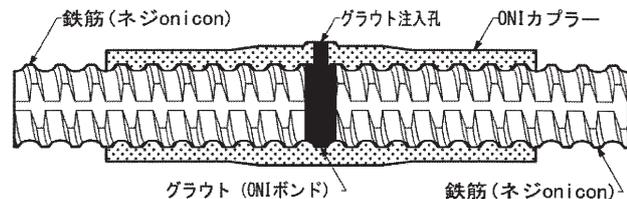
(1) ナットレスジョイント

ねじ節鉄筋をカプラーで接続して、カプラーとねじ節鉄筋の隙間に無機グラウト（セメント系）を充填・硬化させて固定する。



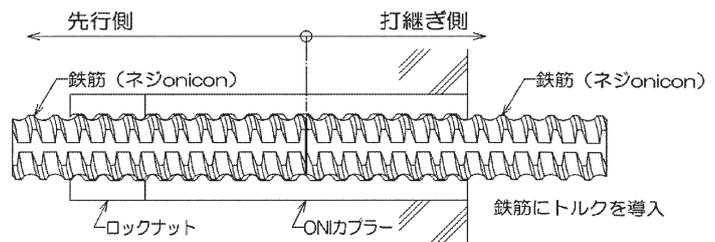
(2) EPジョイント

ねじ節鉄筋をカプラーで接続して、カプラーとねじ節鉄筋の隙間に有機グラウト（エポキシ系）を充填・硬化させて固定する。



(3) ロックジョイント

先行側のねじ鉄筋をカプラーとロックナットでトルク導入により固定し、打継ぎ側はトルク締め付け、又はグラウトの充填・硬化により固定する。



(4) FDグリップ

① Aタイプ

接続する鉄筋の少なくとも一方が回転容易で、且つ軸方向に移動できる場合、全ねじの接続ボルトを使用して接続する。

② Bタイプ

接続する鉄筋の回転が困難かまたは不可能で、軸方向の移動が出来る場合、左右が逆ねじの接続ボルト（ナット付き）に手接続する。（スリーブの雌ねじも左右逆ねじ）

(2) 株伊藤製鐵所

③Hタイプ

接続する鉄筋の回転及び移動が不可能な場合、雌ねじ部を長く加工したスリーブ側に、一旦全ねじボルトの長いほうをおさめ、次に対向するスリーブへボルトを送り出す事により接続する。

3. 継手の特長・利点

弊社の機械式継手は、以下の共通の特長がある。

- ・技能講習会を受ければ、誰にでも簡単に作業ができる
- ・全天候で接続可能な為、工期の短縮が図れる
- ・簡単な工具なので誰でも取り扱いやすく、作業効率がアップする

また、各継手の特長を下表に示す。

商品名	特長・利点
ナットレスジョイント	<ul style="list-style-type: none">・ロックナットが不要な為、工期の短縮が図れる。・在来、先組工法の対応が可能
EPジョイント	<ul style="list-style-type: none">・ロックナットが不要な為、工期の短縮が図れる。・在来、先組工法の対応が可能
ロックジョイント	<ul style="list-style-type: none">・コンクリートの打継ぎ部に使用・打継ぎ面に鉄筋が突出せず、施工が容易・逆打工法に有効・トルクを導入して固定する「トルク式」と、耐火性に優れた「無機グラウト式」、施工性に優れた「有機グラウト式」の3タイプがある。
FDグリップ	<ul style="list-style-type: none">・鉄筋端部に圧着されたスリーブ同士を接続ボルトで接続し、所定のトルクを導入し完了となり、充填材の注入及び充填材の養生が不要・3タイプ（A/B/H）の継手を選択する事で、様々な施工条件に対応可能

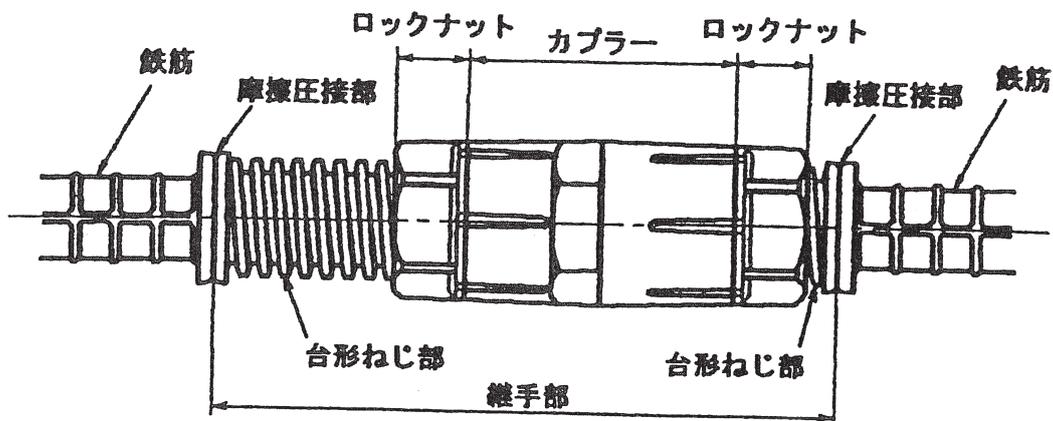
(3) 大阪製鐵(株)

1. 機械式継手の方式及び商品

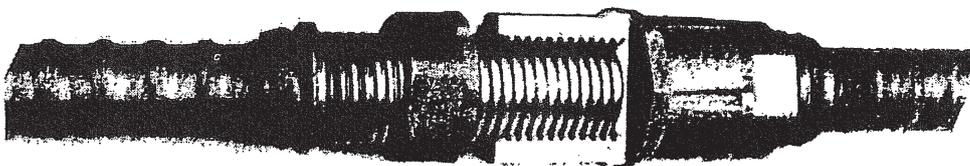
継手の方式	継手の商品名	(財)日本建築総合試験所
端部ねじ接合継手	「カンタンジョイント」	A級

2. 継手の構成

- ①概要:「ねじ接合継手」の一種で、ねじ摩擦圧接方式(トルク固定式)です。
鉄筋の端部に台形ねじ加工を施した部品を摩擦圧接により接合した鉄筋を相互に突き合せ、カップラーで接合した後にロックナットを締付け、鉄筋を継ぎ合せるものです。



②接続後のカップラー内部状況



(3) 大阪製鐵(株)

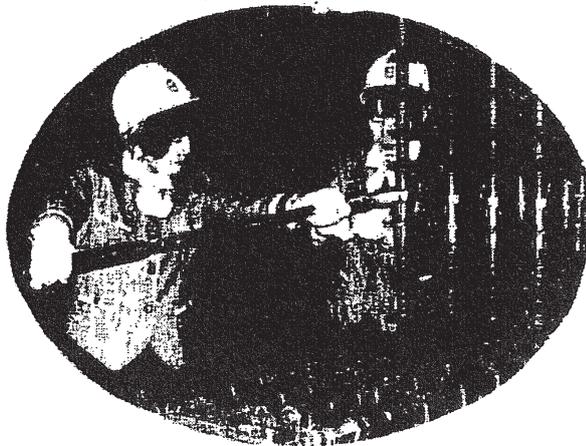
3. 特長又は利点

①全天候型

雨、風の中でも作業が可能。

②素人工で作業能率アップ

熟練工が不要で特殊工具も必要なく、規定のトルクで締め付けるだけで施工が完了。



③作業性を重視して、自由な形状に出来る強靱鑄鉄製カップラーを採用

- ・カップラーの中央部に八角形状を付けている。
- ・鑄肌のためカップラー表面がツルツルしない。
- ・カップラー両端12ヶ所にぬすみ(窪んだ部分)を設け、手回しの容易化と軽量化を図っている。

④台形ねじの採用

- ・ねじ山が損傷し難い。
- ・継手部品は、ピッチ&リードが大きい事により、1回転で大きく移動するとともに雄ねじと雌ねじ間に適度なクリアランスがある為作業性が良い。

⑤全タイプの鉄筋に対応でき母材以上の強度

JIS G3112に規定されたD13~D51の鉄筋に対応できしかも母材以上の強度を有している。

(4) 共英製鋼(株)

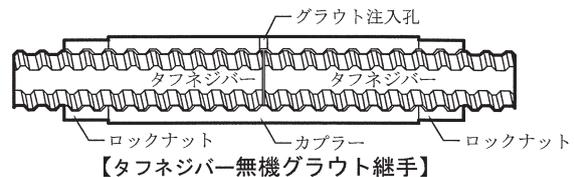
1. 機械式継手の方式および商品名

継手の方式	継手の名称	日本建築センターの評価
ねじ節鉄筋継手 グラウト充填方式	タフネジバー 無機グラウト継手	A級継手
	タフネジバー エポキシグラウト継手	
	タフネジバー ナットレス継手	
	タフネジバー 無機グラウト継手 LHタイプ	
	タフネジバー エポキシグラウト継手 LHタイプ	
	タフネジバー Wネジ継手	
ねじ節鉄筋継手 トルク固定方式	タフネジバー 打継ぎ継手	
	タフネジバー タフロックジョイント	

2. 継手の構成

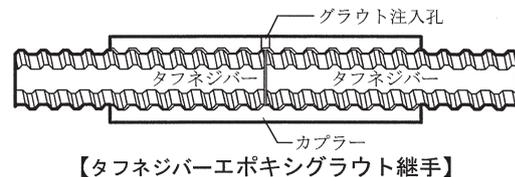
1) タフネジバー無機グラウト継手

ねじ節鉄筋(タフネジバー)をカプラーで接合し、ロックナットを締カプラー内にセメント系グラウトを注入する。



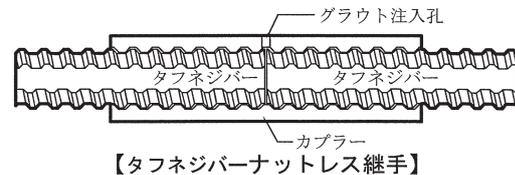
2) タフネジバーエポキシグラウト継手

ねじ節鉄筋をカプラーで接合し、カプラー内にエポキシ樹脂グラウトを注入する。



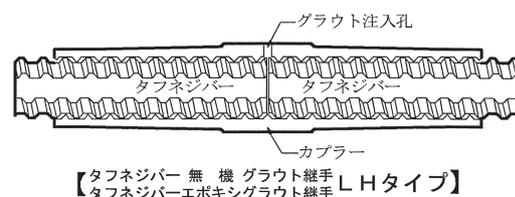
3) タフネジバーナットレス継手

ねじ節鉄筋をカプラーで接合、その内部に高強度セメント系グラウトを注入する。



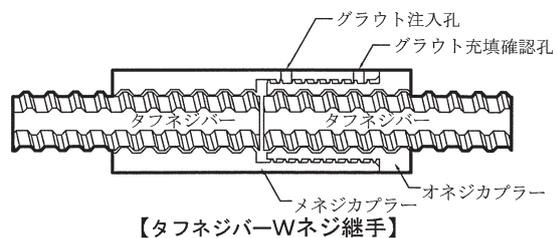
4) タフネジバー 無機グラウト継手 LHタイプ タフネジバーエポキシグラウト継手 LHタイプ

ねじ節鉄筋をカプラーで接合し、セメント系またはエポキシ樹脂グラウトを注入する。



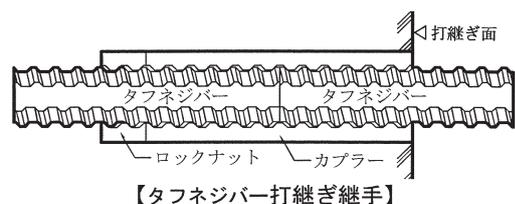
5) タフネジバーWネジ継手

ねじ節鉄筋をオネジ・メネジカプラーで接合し、高強度セメント系またはエポキシ樹脂グラウトを注入する。



6) タフネジバー打継ぎ継手

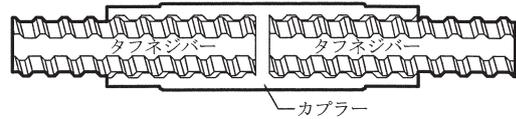
先行側(工場加工)は、ねじ節鉄筋とカプラーをロックナットで締付け、打継ぎ側はねじ節鉄筋をカプラーに嵌合させ、トルク締めまたはグラウトを注入する。



(4) 共英製鋼株

7) タフネジバータフロックジョイント

ねじ節鉄筋をカプラー中央部まで嵌合させ、トルク締めする。



【タフネジバータフロックジョイント】

3. 特長または利点

工法全般において、悪天候時の施工に強く・事前検査のみで抜取検査不要・熟練工不要。その他、各継手工法の特長は下表のとおり。

継手の名称	外観・形状	特長
無機グラウト継手		<ul style="list-style-type: none"> ・在来、先組工法に対応可能
エポキシングラウト継手		<ul style="list-style-type: none"> ・在来、先組工法に対応可能 ・グラウトの練混作業が不要 ・ロックナット不要
ナットレス継手		<ul style="list-style-type: none"> ・在来、先組工法に対応可能 ・ロックナット不要 ・施工後一定時間の静置時間が必要
無機グラウト継手 エポキシングラウト継手 LHタイプ		<ul style="list-style-type: none"> ・PCa工法に対応可能 ・ねじ節のピッチズレに対応 ・固定された鉄筋同士の接合に適している ・ロックナット不要
Wネジ継手		<ul style="list-style-type: none"> ・ねじ節のピッチズレに対応 ・固定された鉄筋同士の接合に適している ・PCa対応継手の中では、比較的全長が短い
打継ぎ継手		<ul style="list-style-type: none"> ・逆打ち工法に対応可能 ・コンクリート打継ぎ部分に使用 ・打継ぎ面に鉄筋が突出せず、施工が容易
タフロックジョイント		<ul style="list-style-type: none"> ・打継ぎ継手の改良タイプ ・打継ぎ継手よりも導入トルクが軽減 ・先行側コンクリート打込時のノロ逆流を防止

(5) 合同製鐵(株)

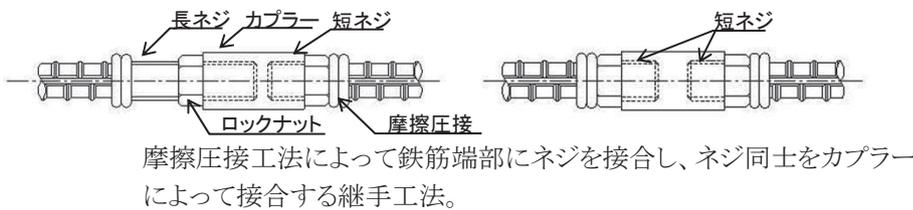
1. 機械式継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品名	評定取得状況
端部ネジ接合継手	・EGジョイント(標準タイプ)	・鉄筋継手性能判定基準A級 (BCJ評定-RC0001-02 C2269)
	・EGジョイント(打継タイプ)	
	・EG打継ジョイント(ナットレスタイプ)	・土木学会指針SA級 (土研セ企性 第1202号)
	・GJ打継ジョイント(ナットタイプ)	・鉄筋継手性能判定基準A級 (BCJ評定-C2189)
	・GJ打継ジョイント(ネジ接続タイプ)	
モルタル充填式継手	・GSスリーブ(Vタイプ)	・鉄筋継手性能判定基準A級 (BCJ評定-RC0271-03 0272-02)
	・GSスリーブ(Hタイプ)	

2. 継手の構成

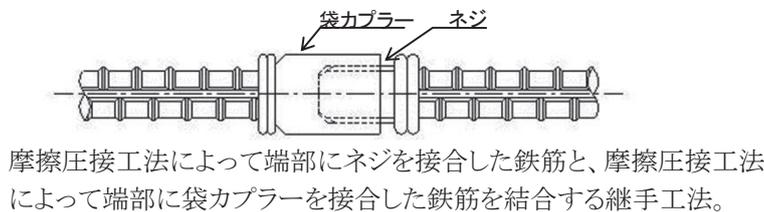
(1) 端部ネジ接合継手

・EGジョイント(標準タイプ・打継タイプ)



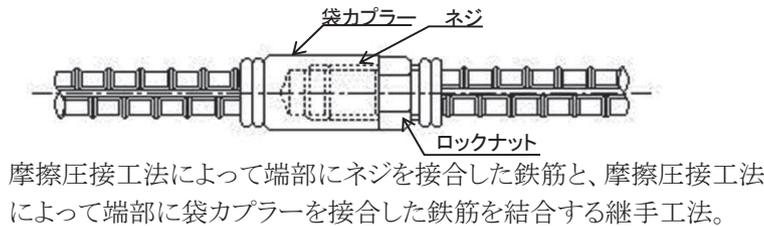
適用範囲	
サイズ	鋼種
D13～D51 上下2径間違いまで 対応可能。(ネジ、カ プラー等は細径側対応)	SD295A～SD490 1鋼種間違いまで 対応可能。

・EG打継ジョイント(ナットレスタイプ)



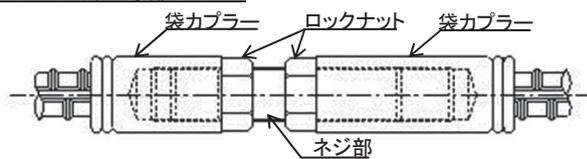
適用範囲	
サイズ	鋼種
D13～D32 上下2径間違いまで 対応可能。(ネジ、カ プラー等は細径側対応)	SD295A～SD390 1鋼種間違いまで 対応可能。

・GJ打継ジョイント(ナットタイプ)



適用範囲	
サイズ	鋼種
D13～D35 上下2径間違いまで 対応可能。(ネジ、カ プラー等は細径側対応)	SD295A～SD390 1鋼種間違いまで 対応可能。

・GJ打継ジョイント(ネジ接続タイプ)



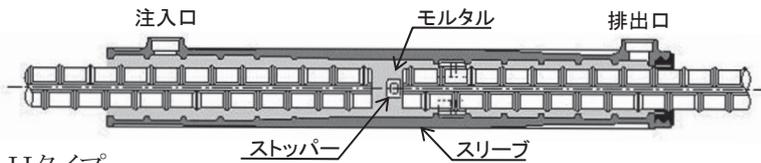
摩擦圧接工法によって鉄筋端部にカプラーを接合し、カプラー同士を接続ネジによって結合する継手工法。

(5) 合同製鐵(株)

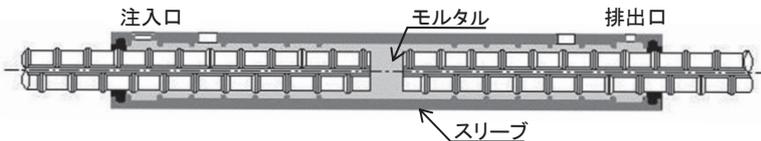
(2)モルタル充填式継手

・GS鉄筋継手工法(Vタイプ・Hタイプ)

Vタイプ



Hタイプ



適用範囲	
サイズ	鋼種
D13～D41	SD295A～SD490
上下2径間違いまで 対応可能。 (HタイプはD19～)	2鋼種間違いまで 対応可能。

接合する鉄筋をGSスリーブの中央部まで挿入し、鉄筋とスリーブとの隙間に当社製のGSモルタル(高強度・高流動・無収縮モルタル)を充填し、GSモルタルの硬化によって接合する継手工法。

3. 特長または利点

(1)端部ネジ接合継手(EGジョイント・EG打継ジョイント・GJ打継ジョイント)

1)コンパクトで十分な強度

ネジ部材質は機械構造用炭素鋼及び機械構造用調質鋼を使用。有効断面積を鉄筋より大きくする事で、継手部は強度が高く、かつ継手長さを短く設計しているため配筋が容易にできる。

2)全天候型で、スピーディーな施工

スパナ、トルクレンチといった簡単な工具だけで接合できる。

充填材が不要で天候にも左右されないためスピーディーな施工性がお客様のコストダウンを可能にする。

3)誰にでも簡単に施工

熟練工や当該品専門工を必要とせず、誰にでも簡単に完璧な施工が可能。(工事施工前に施工指導を実施)

4)均一な品質と高い信頼性を保証

摩擦圧接は自動車部品の接合に広く採用されているもので、信頼性の高い接合方法である。

これらを標準化・システム化された設備で工場加工することにより、均一で安定した品質を保証する。

(鉄筋継手性能判定基準A級 土木学会指針SA級)

5)土木、建築の各工法に対して合理的な施工が可能

橋脚工法、連壁工法、逆打ち工法、ビルの床版等の工事に対し、コンパクトで耐久性があり、施工性も良好。

6)検査は極めて簡単

強度検査は施工前の供試体で確認。施工後の検査は専用ゲージによる、ネジかん合長さのチェックと、トルク入力管理だけで良い。

(2)モルタル充填式継手(GSスリーブ(Vタイプ・Hタイプ))

1)鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造、プレキャストコンクリート造の鉄筋用継手。

2)JIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」に規定される熱間圧延異径棒鋼の竹節鉄筋に適用。

3)スリーブに鉄筋を挿入しGSモルタルを充填するだけ。施工性に優れ工期短縮が図れる。

4)両タイプともに施工誤差を吸収できる。

Vタイプ・・・プレキャスト工法に最適。

Hタイプ・・・現場打ち工法に最適。場所打杭にも適応。

(6) 清水鋼鐵(株)

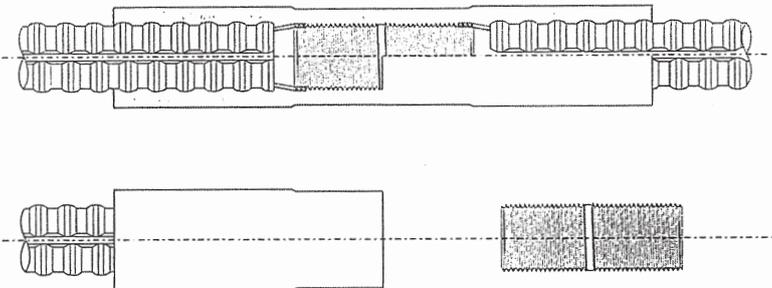
1. 機械式継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品名	日本建築センターの認定取得状況
ネジ・グリップ継手	FD-グリップ	A 級

2. 継手の構成

Aタイプ継手

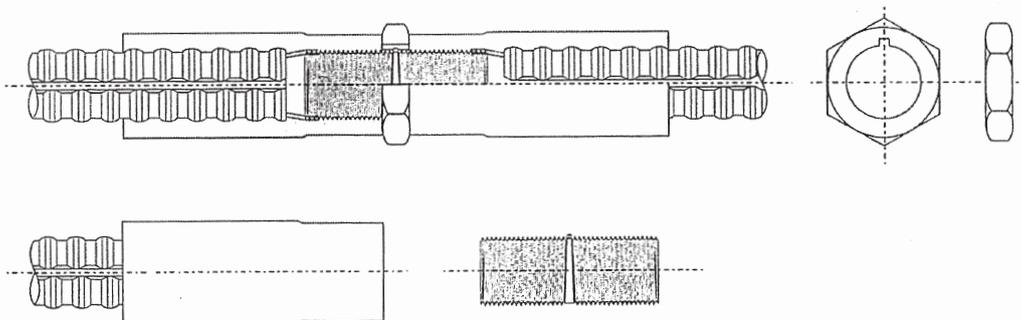
- 鉄筋を接合させる時、片側の鉄筋を回転させる事が容易な場合に使用します。



Bタイプ継手

- 鉄筋を回転して接合する事が困難か又は不可能な場合に使用。

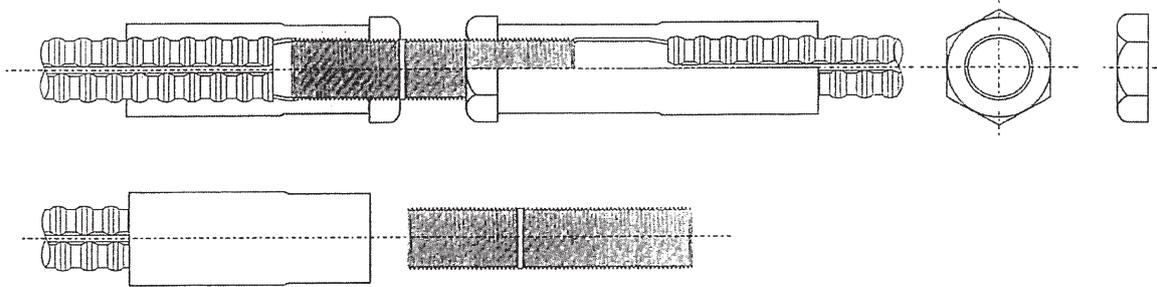
接続ボルトのねじ山が中央で右ねじと左ねじに分かれており、スリーブのねじも右ねじ、左ねじとなっています。(ターンバックル方式)



(6) 清水鋼鐵(株)

Hタイプ継手

- 接続する鉄筋が移動不可能な場合、めねじ部を長く加工したスリーブ側に、一旦、全ねじの長い方を納め、次に対向するスリーブへボルトを送り出す事により接続します。



3. 特徴及び利点

	構造上の特徴	施工上の利点
1)	工場での一貫生産により、精度のバラツキがなく、又、熱処理、充填材等を使用せず強度も安定。	特殊な工具や技術者を必要とせず、現場での施工計画通りに施工が可能であり、天候にも左右されない。
2)	接続ボルトで接合し締め付け後、規定トルクを導入するだけで管理が容易。	狭い場所、過密配筋、高所作業なども容易に対応できる。
3)	鉄筋は SD295A、SD345、SD390、SD490 の規格に対応できる。	ハイピア、高層ビル等の構造物にも対応可能。
4)	プレ・ファブ形式の継手である。	配筋時に労務者の遊び時間が少なく、急速施工が可能で作業は極めて簡単。
5)	鉄筋 D13～D38 までと 3 種類 (A・B・H) の継手がある。 異径間継手は 2 ランクまであり。	各タイプの性能を生かし、いかなる接合状況にも対応できる。

(7) J F E 条鋼(株)

1. 機械式継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品名	日本建築センターの 評定取得状況
ねじ節継手	ネジバーの機械式継手 (無機グラウト固定式)	BCJ 評定-RC0276-04
	ネジバーの機械式継手 (有機グラウト固定式)	BCJ 評定-RC0277-04
	ネジバーの機械式継手 (無機グラウト固定式) 打継ぎ用継手	BCJ 評定-RC0399-03
	ネジバーの機械式継手 (有機グラウト固定式) 打継ぎ用継手	BCJ 評定-RC0367-03

* 土木学会「鉄筋定着・継手指針[2007年版]」に基づく、継手単体の性能評価:

(i) 強度、剛性、伸び能力およびすべり量：A 級

(ii) 疲労強度：S-N 線図

・ 施工および検査に起因する信頼度：I 種(施工レベル=2、検査レベル=1)

2. 継手の構成

一般的な継手部位、及びコンクリートの打継ぎ部位に用いるため、熱間圧延により両側面の節を右ねじ状に形成したねじ節鉄筋(ネジバー)を、これと嵌合する雌ねじを有するカプラー(無機グラウト固定式の場合は、カプラー及びナット)で継ぎ、継手のガタを取り除くため、カプラー(同上)内にグラウト材を充填固化する鉄筋継手接合法です。

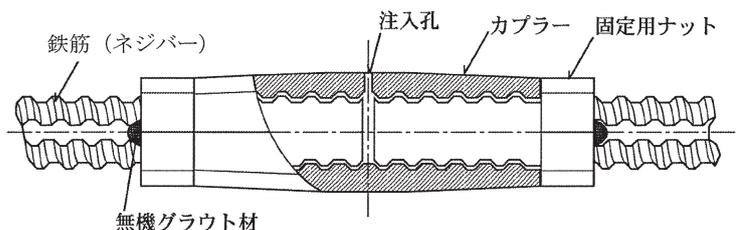


図 2. 1 ネジバーの機械式継手 (無機グラウト固定式)

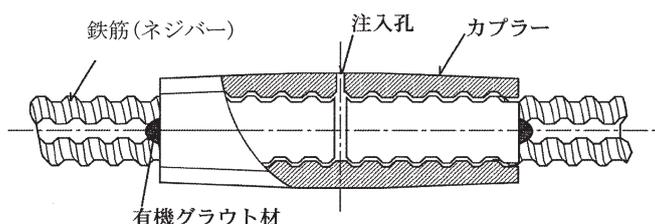


図 2. 2 ネジバーの機械式継手 (有機グラウト固定式)

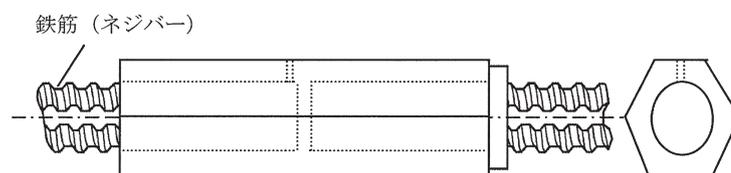


図 2. 3 ネジバーの機械式継手 (無機グラウト固定式) 打継ぎ用継手

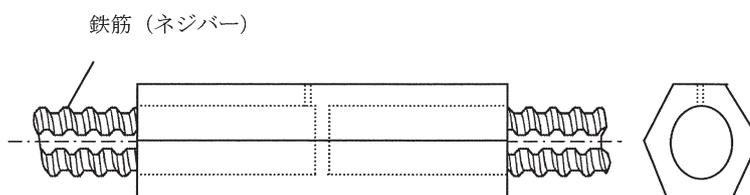


図 2. 4 ネジバーの機械式継手 (有機グラウト固定式) 打継ぎ用継手

(7) J F E 条鋼(株)

★ 適用範囲

- ・ 鋼種 : SD295A、SD345、SD390、SD490
- ・ 呼び名 : D19、D22、D25、D29、D32、D35、D38、D41、D51
- ・ 異径間継手及び異鋼種間継手 : 2サイズ違い、1鋼種違いまで

★ 耐火かぶり厚さ

- 有機グラウト固定式で、耐火性能を要求される場合のかぶり厚さ
耐火2時間 : 60mm以上、耐火3時間 : 80mm以上

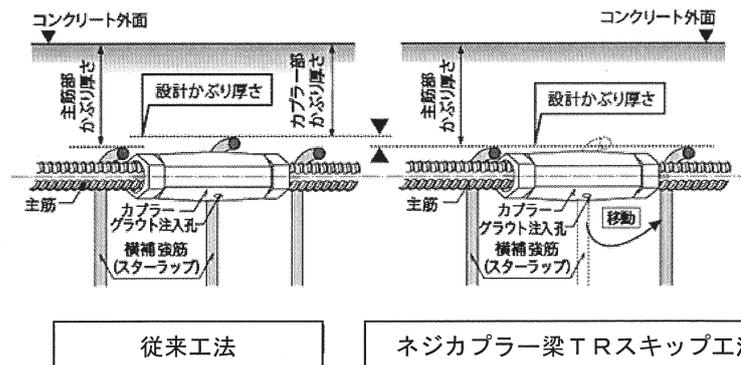
3. 特徴・利点

(1) 鉄筋、カプラーの名称、評定番号を統一

- ・ ねじ節鉄筋の名称「DSネジバー」、「ネジベアーコン」を、「ネジバー」に統一しました。
- ・ それぞれの評定内容を見直し、評定の一本化、再取得を行いました。

(2) 機械式継手(ねじ節継手)の特徴・利点

- ・ 熱を与えない工法ですので、鉄筋母材の品質に悪影響を与えません。
特に、太径、高強度鉄筋に安心して使用できます。
- ・ 継手作業に特殊な技能は不要で、技術講習を受けることで高品質の継手可以实现できます。
- ・ 抜取検査や超音波探傷検査等の煩雑な検査は不要で、嵌合マーキング、グラウト溢出等の目視による検査で品質が確保できます。
- ・ 天候に左右されにくい工法のため、工程管理が容易になります。
- ・ 先組み工法、プレキャスト工法の採用で、更に工期短縮が実現できます。
- ・ 無火気工法のため、現場の安全や周辺環境にやさしい工法です。
- ・ ねじ節鉄筋「ネジバー」は不純物が少なく、延性、韌性、曲げ加工性が良好で、安定した機械的性質（降伏点と引張強度）と耐疲労性を有しております。
- ・ 梁主筋継手においては、継手位置における横補強筋を省略できる、機械式梁主筋継手工法「ネジカプラー梁TRスキップ工法」(GBRC性能証明 第10-19号)も用意しております。



- ・ 機械式定着工法については、(一社)建築構造技術支援機構の建築技術評価を取得した、「ネジプレート」を用意しております。



SABTEC 評価 12-01 (2012年5月22日)
「ネジプレート定着工法」

(8) 拓南製鐵(株)

1. 機械式継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品名	日本建築センター評価取得状況
ねじ節鉄筋無機グラウト継手	エースジョイント	A級(注1)
ねじ節鉄筋樹脂グラウト継手	エポックジョイント	A級(注1)
ねじ節鉄筋打継ぎ用継手	リレージョイント	A級(注1)
モルタル充填式継手(フレキャスト用継手)	トップスジョイント	A級及び 条件付きSA級(注1)
モルタル充填式継手	ボルトトップス	A級(注1)
ねじ節鉄筋(無機・樹脂)グラウト充填継手	フリージョイント	A級(注1)
ネジ・グリップ継手	FDグリップ	A級

(注1) 東京鉄鋼による評価取得

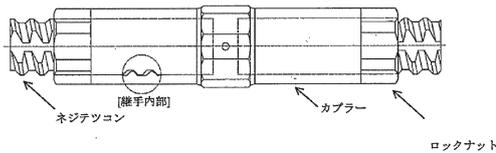
当社は、OEMによるネジテツコン生産を行う

2. 継手の構成

(1) ねじ節鉄筋

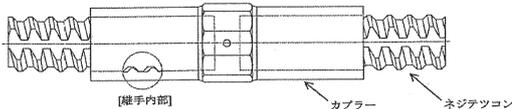
1) エースジョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)をカプラーとロックナットで接合し、両端のロックナットを仮締めし、カプラーと鉄筋の空隙に無機グラウトを充填、硬化させて固定する。



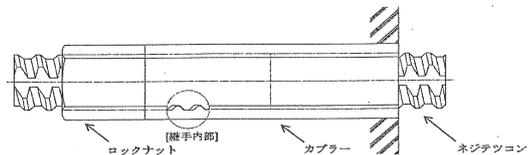
2) エポックジョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)をカプラーで接合し、カプラーと鉄筋の空隙に樹脂グラウトを充填硬化させて固定する。



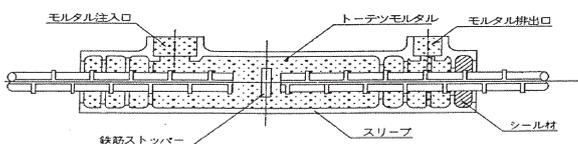
3) リレージョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)を先行側はロックナットで固定し、打継ぎ側はトルク締め又はグウトにより固定する。主にコンクリートの打継ぎ部に使用する。



4) トップスジョイント

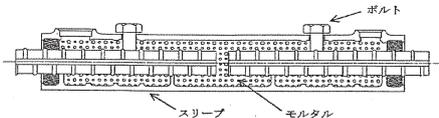
ねじ節鉄筋(ネジテツコン)を含めたすべての異形鉄筋を接合でき、鉄筋をスリーブに挿入し、モルタルを充填、硬化させて固定する。



(8) 拓南製鐵(株)

5) ボルトトックス

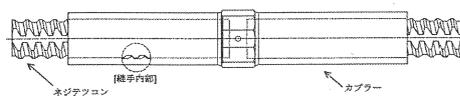
ねじ節鉄筋(ネジテツコン)を含めたすべての異形鉄筋を接合でき、鉄筋をスリーブに挿入し、モルタルを充填、硬化させて固定する。また、スリーブには、鉄筋を仮固定するためのボルトが付いている。



6) フリージョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)をカプラーで接合し、カプラーと鉄筋の空隙に無機グラウト又は樹脂グラウトを充填、硬化させ固定する。

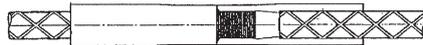
カプラーの軸方向の隙間を大きくしたことで、接合鉄筋のピッチズレに対応できる。



(2) ネジ・グリップ継手 (FDグリップ)

(Aタイプ)

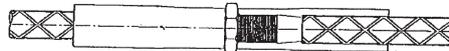
接続する鉄筋の少なくとも一方が回転容易で、かつ軸方向に移動できる場合、全ねじの接続ボルトを使用して接続する。



(Bタイプ)

接続する鉄筋の回転が困難かまたは不可能で、軸方向の移動はできる場合右ねじ左ねじの接続ボルト(ナット付)を使用して接続する。

(スリーブのめねじも右ねじ左ねじ)



(Cタイプ)

接続する鉄筋が移動不可能な場合、めねじを長く加工したスリーブ側に、一直金ねじボルトの長い方をおさめ、次に対向するスリーブへボルトを送り出すことにより接続する。



3. 特長

(1) ねじ節鉄筋

1) エースジョイント、2) エポックジョイント

- ① 同列(いも)継手で施工可能 ② 抜き取り検査、超音波検査不要 ③ 天候の悪い日でも作業可能 ④ 熟練した職人不要 ⑤ 大がかりな機械不要

3) リレージョイント

- ① 現場での省力化 ② 配筋、掘削作業が容易 ③ 熟練した職人不要 ④ 大がかりな機械不要

4) トップスジョイント

- ① PC工場や建築現場での管理が楽 ② 検査工程の簡略化 ③ 接合鉄筋の芯ズレに対応

5) ボルトトックス

- ① 芯ズレした鉄筋の接合が容易 ② 継手部に伸縮が生じない ③ ボルトにより、組付け、位置固定が容易

6) フリージョイント

- ① 固定鉄筋の接合可能 ② ネジピッチ合わせ不要 ③ 同列(いも)継手で施工可能 ④ 熟練した職人不要

(2) FDグリップ

- ① 特殊な工具や技能者を必要とせず天候に左右されない ② 現場の要望に対処出来る ③ ハイア、高層ビルにも対応可能 ④ 配筋時に遊び時間が少なく、急速施工が可能 ⑤ 各タイプの性能を生かし、いかなる接合状況にも対応可能。

(9) トピー工業(株)

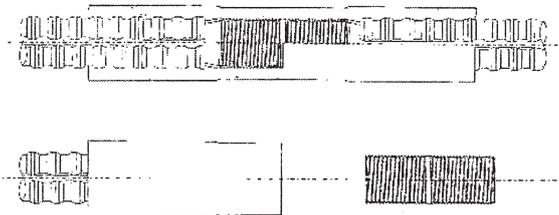
1. 機械継手の方式および商品名

- 1) 継手の方式：ネジ・グリップ継手（鋼管圧着と接続ボルトの併用）
- 2) 継手の商品名：FD-グリップ
- 3) 日本建築センターの評定取得状況：A級
- 4) 土木学会：鉄筋継手指針ASFに合致

2. 継手の構成

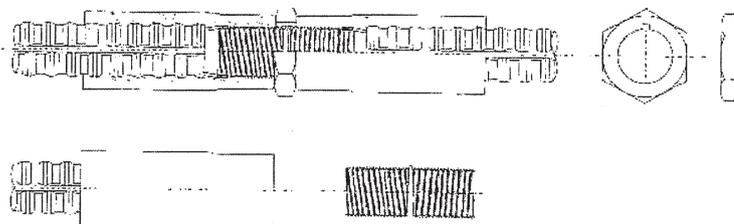
1) Aタイプ継手

接合する鉄筋の少なくとも一方が回転容易で、かつ軸方向に移動できる場合、全ねじの接続ボルトを使用して接続する。



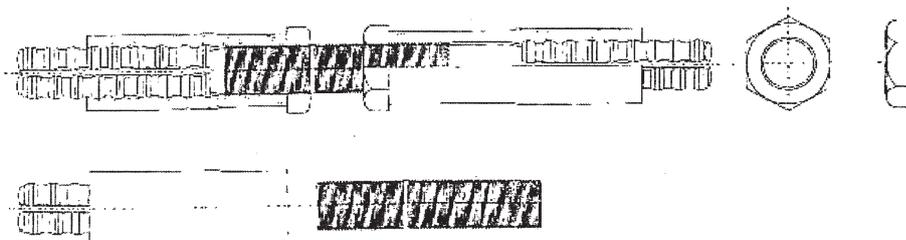
2) Bタイプ継手

接続する鉄筋の回転が困難かまたは不可能で、軸方向の移動はできる場合、左右逆ねじの接続ボルト（ナット付）にて接続する。（スリーブのめねじも左右逆ねじ）



3) Hタイプ継手

接続する鉄筋が移動不可能な場合、めねじ部を長く加工したスリーブ側に、いったん全ねじボルトの長いほうをおさめ、次に対向するスリーブへボルトを送り出すことにより接続する。



(9) トピー工業(株)

3. 特徴または利点

	構造上の特徴	施工上の利点
1	工場での一貫生産により、精度のバラツキがなく、また熱処理、充填材などを使用せず強度も安定。	特殊な工具や技能者を必要とせず、現場での施工計画通り施工が可能であり、天候にも左右されない。
2	特定の異形鉄筋を用いる必要がない。	現場のいかなる要望にも対処できる。
3	剛性が極めて大きい。	わずかな応力低減だけで、同一断面での使用が可能。
4	低温特性が極めて良好。	LNG タンクの基礎工などに使用できる。
5	鉄筋は SD295A,SD345,SD390 規格に対応できる。	ハイピア、高層ビルなどの構造物にも対応可能。
6	プレ・ファブ形式の継手である。	配筋時に労務者の遊び時間が少なく、急速施工が可能。
7	鉄筋 D13～D38 までと 3 種類(A,B,H)の継手がある。 異径継手は 3 ランクまでである。	各タイプの性能を生かし、いかなる接合状況にも対応できる。

(10) (株)トーカイ

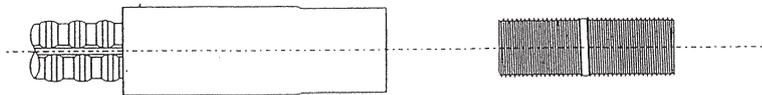
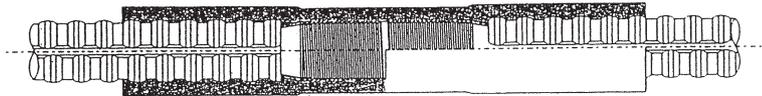
1. 機械継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品	日本建築センター評価取得状況
ネジグリップ継手 (鋼管圧着と接続ボルトの併用)	FDグリップ	A級 (土木学会) 「鉄建継手指針」 ASFに合格

2. 継手の構成

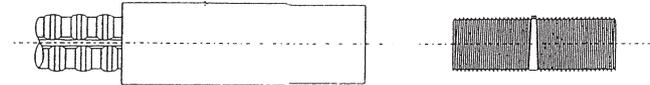
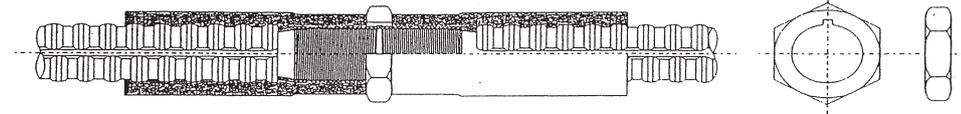
1) Aタイプ継手

接合する鉄筋の少なくとも一方が回転容易で、かつ軸方向に移動できる場合、全ねじの接続ボルトを使用して接続する。尚、Aタイプの中には、2条ねじ(D13~D22)、4条ねじ(D25~D51)を使用したSタイプがある。



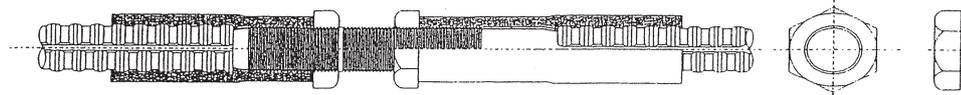
2) Bタイプ継手

接続する鉄筋の回転が困難かまたは不可能で、軸方向の移動はできる場合、左右逆ねじの接続ボルト(ナット付)にて接続する。(スリーブのめねじも左右逆ねじ)



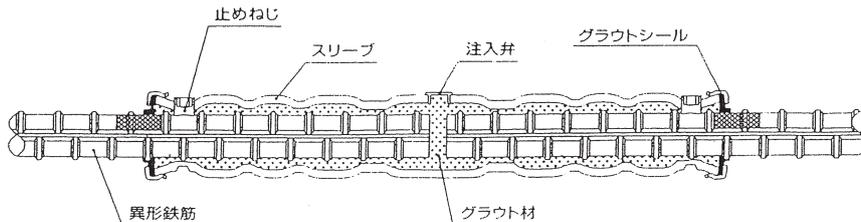
3) Hタイプ継手

接続する鉄筋の回転が移動不可能な場合、めねじ部を長く加工したスリーブ側に、一旦全ねじボルトの長い方をあさめ、次に対向するスリーブへボルトを送り出すことにより接続する。



4) Mタイプ継手

本継手は、あらかじめ加工したスリーブに鉄筋を挿入し、グラウト材を充填する。硬化したグラウトを介して応力伝達を図る機械式継手である。



(10) (株)トーカイ

3. 特長又は、利点

	構造上の特長	施工上の利点
1)	工場での一貫生産により精度のバラツキがなくまた、熱処理、充填材等を使用せず、強度も安定	特殊な工具、技能者を必要とせず現場での施工計画通り施工が可能であり又天候にも左右されない。
2)	特定の異形鉄筋を用いる必要がない。	現場のいかなる要望にも対処できる。
3)	剛性が極めて大きい	わずかな応力低減だけで同一断面での使用可能
4)	低温特性が極めて良好。	LNGタンク基礎等に使用できる。
5)	鉄筋はSD295A, B, 345, 390、490の規格に対応できる。	ハイピア、高層ビル等の構造物にも対応可能。
6)	プレハブ形式の継手である。	配筋時に労務者の遊び時間が少なく急速施工が可能。
7)	鉄筋径はD13～D51迄で、4種類(A, B, H, M [*])の継手がある。 異形継手は2ランクまであり。 (*Mタイプの鉄筋径はD16～D51)	各タイプの性能を活かし、いかなる接合状況にも対応できる。

(11) 東京鐵鋼(株)

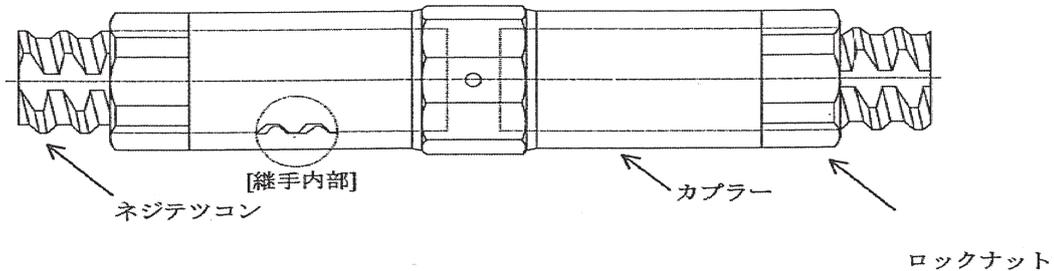
1. 機械式継手の方式および商品名

継手の方式	継手の商品名	日本建築センターの評価
・ねじ節鉄筋無機グラウト継手	エースジョイント	A級
・ねじ節鉄筋樹脂グラウト継手	エポックジョイント	A級
・ねじ節鉄筋打継ぎ用継手	リレージョイント	A級
・モルタル充填式継手(プレキャスト用継手)	トップスジョイント	A級及び条件付きSA級
・モルタル充填式継手	ボルトトップス	A級
・ねじ節鉄筋(無機・樹脂)グラウト充填継手	フリージョイント	A級

2. 継手の構成

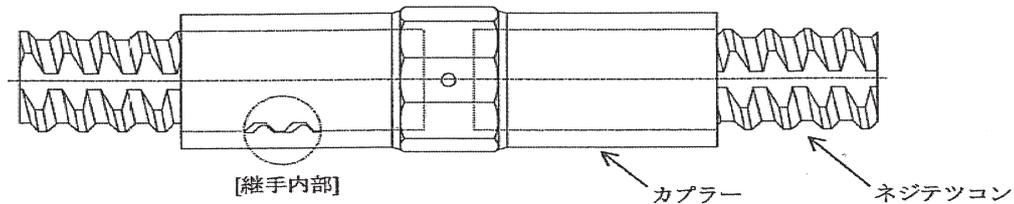
1) エースジョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)をカプラーとロックナットで接合し、両端のロックナットを仮締めしカプラーと鉄筋の空隙に無機グラウトを充填、硬化させ固定する。



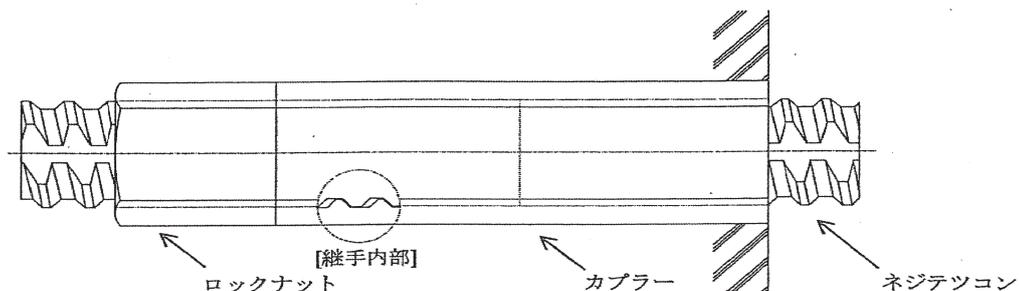
2) エポックジョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)をカプラーで接合し、カプラーと鉄筋の空隙に樹脂グラウトを充填、硬化させて固定する。



3) リレージョイント

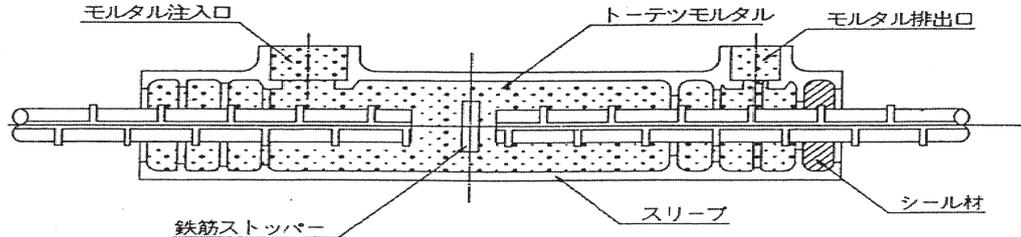
ねじ節鉄筋(ネジテツコン)を先行側はロックナットで固定し、打継ぎ側はトルク締め又はグラウトにより固定する。主にコンクリートの打継ぎ部に使用する。



(11) 東京鐵鋼株

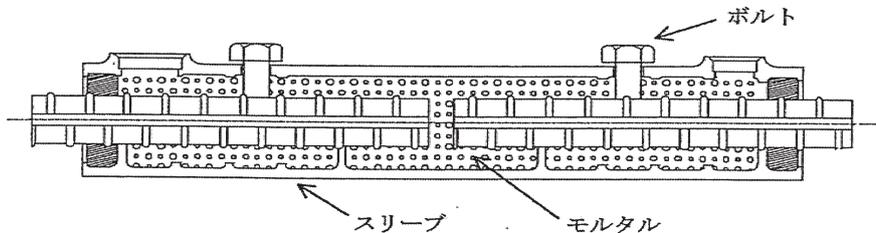
4) トップスジョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)を含めたすべての異形鉄筋を接合でき、鉄筋をスリーブに挿入し、モルタルを充填、硬化させて固定する。



5) ボルトトップス

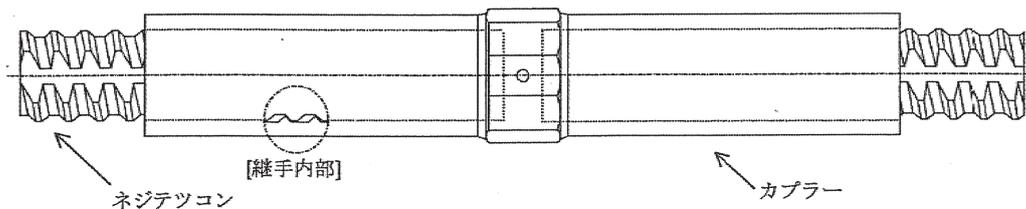
ねじ節鉄筋(ネジテツコン)を含めたすべての異形鉄筋を接合でき、鉄筋をスリーブに挿入し、モルタルを充填、硬化させて固定する。また、スリーブには、鉄筋を仮固定するためのボルトが付いている。



6) フリージョイント

ねじ節鉄筋(ネジテツコン)をカプラーで接合し、カプラーと鉄筋の空隙に無機グラウト又は樹脂グラウトを充填、硬化させ固定する。

カプラーの軸方向の隙間を大きくしたことで、接合鉄筋のピッチズレに対応できる。



3. 特長

1) エースジョイント、2) エポックジョイント

①同列(いも)継手で施工可能 ②抜取り検査、超音波検査不要 ③天候の悪い日でも作業可能 ④熟練した職人不要 ⑤大がかりな機械不要

3) リレージョイント

①現場での省力化 ②配筋、掘削作業が容易 ③熟練した職人不要 ④大がかりな機械不要

4) トップスジョイント

①PC工場や建築現場での管理が楽 ②検査工程の簡略化 ③接合鉄筋の芯ズレに対応

5) ボルトトップス

①芯ズレした鉄筋の接合が容易 ②継手部に伸縮が生じない ③ボルトにより、組付け、位置固定が容易

6) フリージョイント

①固定鉄筋の接合可能 ②ネジピッチ合わせ不要 ③同列(いも)継手で施工可能 ④熟練した職人不要

(12) 北越メタル(株)

1. 機械継手の方式及び商品名

継手の方式：ネジ・グリップ継手（鋼管圧着と接続ボルトの併用）

継手の商品名：FD-グリップ

日本建築センター：A級

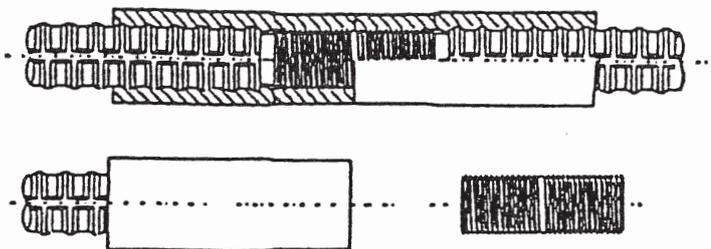
の評定取得状況

土木学会：鉄筋継手指針ASFに合致

2. 継手の構成

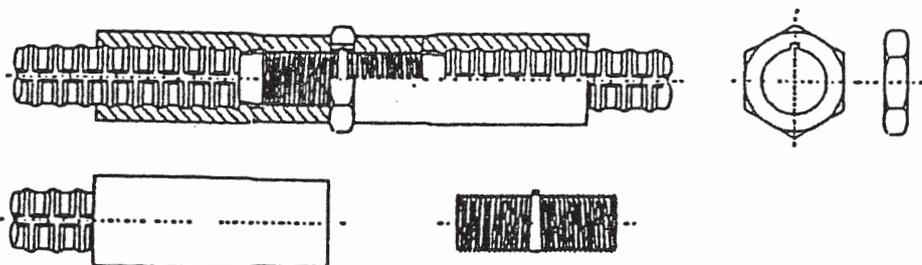
(Aタイプ継手)

・接合する鉄筋の少なくとも一方が回転容易で、かつ軸方向に移動できる場合、全ねじの接続ボルトを使用して接続する。



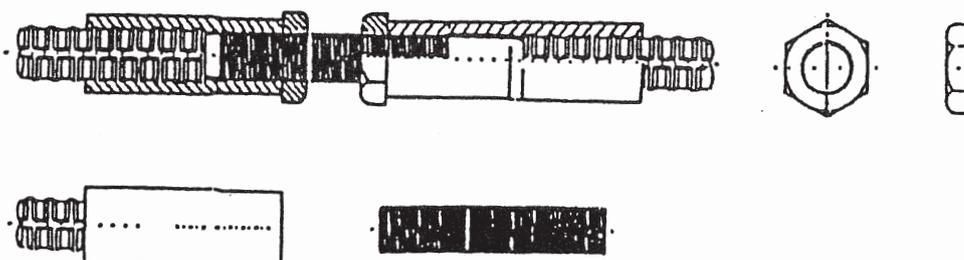
(Bタイプ継手)

・接続する鉄筋の回転が困難かまたは不可能で、軸方向の移動はできる場合、左右逆ねじの接続ボルト(ナット付)にて接続する。(スリーブのめねじも左右逆ねじ)



(Hタイプ継手)

・接続する鉄筋が移動不可能な場合、めねじ部を長く加工したスリーブ側に、一旦全ねじボルトの長い方をおさめ、次に対向するスリーブへボルトを送り出すことにより接続する。



(12) 北越メタル(株)

3. 特長又は利点

	構造上の特徴	施工上の利点
1)	工場での一貫生産により、精度のバラツキがなく、また熱処理、充填材等を使用せず強度も安定。	特殊な工具や技能者を必要とせず、現場での施工計画通り施工が可能であり、天候にも左右されない。
2)	特定の異形鉄筋を用いる必要がない。	現場のいかなる要望にも対応できる。
3)	剛性が極めて大きい。	僅かな応力低減だけで、同一断面での使用可能。
4)	低温特性が極めて良好。	LNGタンクの基礎工等に使用できる。
5)	鉄筋はSD295A, B, 345, 390, 490の規格に対応できる。	ハイピア、高層ビル等の構造物にも対応可能。
6)	プレ・ファブ形式の継手である。	配筋時に労務者の遊び時間が少なく、急速施工が可能。
7)	鉄筋D13～D51までと3種類(A・B・H)の継手がある。 異径継手は3ランクまであり。	各タイプの性能を生かし、いかなる接合状況にも対応できる。

(13) 中山鋼業(株)

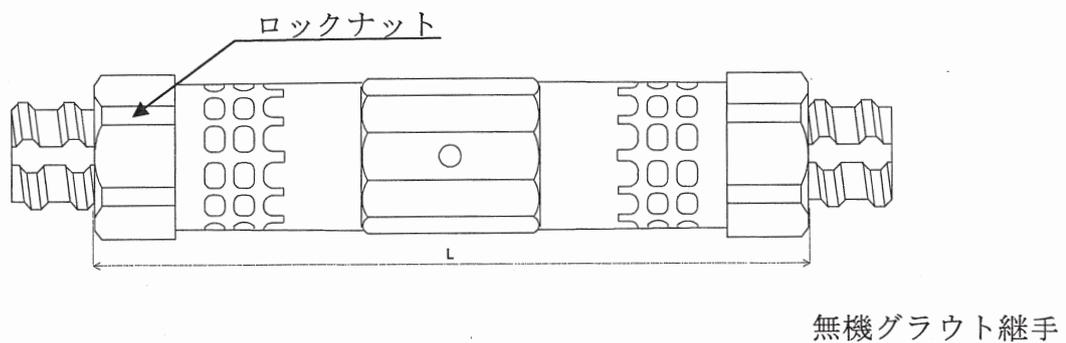
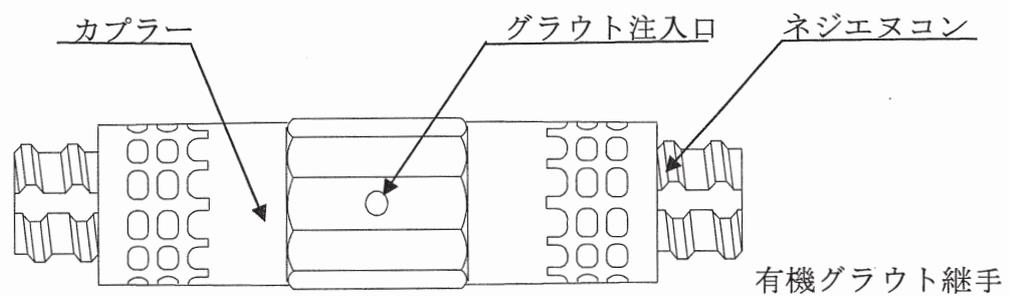
ネジエヌコン有機グラウト継手

1・機械式継手の方式及び商品名

継手の方式	継手の商品名	日本建築センター評定
ネジ節鉄筋	ネジエヌコン有機グラウト継手	A級
ネジ節鉄筋	ネジエヌコン無機グラウト継手	A級

2・継手の構成

Aタイプ



(13) 中山鋼業(株)

3・特長

①有機グラウト継手

速乾性のエポキシ系グラウト剤を注入するため仮止めのロックナットが不要。おもに土木工事に使用される。

②無機グラウト継手

モルタル系のグラウト剤を注入する為、仮止めのロックナットを使用。主に建築工事使用される。

4・対応可能サイズ、鋼種

サイズ D19. D22. D25. D29. D32. D35. D38. D41. D51

鋼種 SD295A SD345 SD390

(土木に限りSD490対応可能)

電炉鉄筋棒鋼品質調査報告書

平成25年10月 発行

編集者 普通鋼電炉工業会
電炉鉄筋棒鋼品質調査委員会

発行者 普通鋼電炉工業会
〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10
鉄鋼会館3階

TEL 03 (5640) 1122 FAX 03 (5640) 1125

URL : <http://www.fudenkou.jp>
