

土 木 研 究 所 資 料

鋼材料・鋼部材の強度等に関する 統計データの調査

平成20年3月

独立行政法人 土木研究所
構造物研究グループ 橋梁チーム

Copyright © (2008) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

鋼材料・鋼部材の強度等に関する 統計データの調査

構造物研究グループ
橋梁チーム
同
同
同
同

上席研究員	村越	潤
主任研究員	梁取	直樹 [*]
主任研究員	有馬	敬育 ^{**}
交流研究員	清水	英樹
交流研究員	小森	大資

要 旨

道路橋示方書の次期改訂に向けて、技術基準の国際的整合への対応を図るとともに、品質を確保しつつより合理的かつ効率的な道路橋整備を可能とするため、要求性能を合理的に検証する手段として、信頼性設計の考え方を基礎とする部分係数設計法の導入が検討されている。

本資料は、道路橋示方書Ⅱ鋼橋編において規定される鋼材の材料強度や部材強度等を対象として、信頼性設計の基本となる強度等の統計値について収集整理した結果をまとめたものである。

キーワード：鋼道路橋，部分係数設計法，材料強度，部材強度，寸法精度，統計値

＊ 在職期間（平成15年8月～平成18年7月）
現在：本州四国連絡高速道路株式会社企画部

＊＊ 在職期間（平成17年4月～平成19年3月）
現在：大日本コンサルタント株式会社構造事業部

目 次

1 章 はじめに	1
2 章 調査方法	2
2.1 調査対象	2
2.2 収集した統計データ	3
2.3 統計データの分析方法	11
3 章 調査結果	12
3.1 材料の強度	12
3.1.1 構造用鋼材	14
3.1.2 形鋼	29
3.1.3 ワイヤロープ	31
3.1.4 鉄筋	34
3.1.5 コンクリート	36
3.2 部材の強度	39
3.2.1 柱の圧縮座屈強度	39
3.2.2 はりの横ねじれ座屈強度	42
3.2.3 自由突出板の圧縮座屈強度	44
3.2.4 両縁支持板の圧縮座屈強度	46
3.2.5 補剛板の圧縮座屈強度	48
3.2.6 高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力	50
3.2.7 溶接継手の疲労強度	53
3.3 材料・部材の重量	57
3.3.1 構造用鋼材	58
3.3.2 鉄筋コンクリート床版	59
3.3.3 舗装	60
参考文献	61
付属資料	
資料－1 構造用鋼材等強度統計データの収集結果	資料 - 1
構造用鋼材の降伏強度〔頻度分布データ〕	資料 - 2
構造用鋼材の引張強さ〔頻度分布データ〕	資料 - 4
構造用鋼材の降伏比〔頻度分布データ〕	資料 - 5

構造用鋼材の板厚精度〔頻度分布データ〕	資料 - 6
形鋼の降伏強度, 引張強さ, 降伏比〔個別試験データ〕	資料 - 8
ワイヤロープの引張強さ, 素線径, 耐力〔頻度分布データ〕	資料 - 9
ワイヤロープのロープ径, 破断荷重, 弾性係数〔個別試験データ〕	資料 - 10
自由突出板の圧縮座屈強度〔個別試験データ〕	資料 - 12
高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力	資料 - 17
資料-2 構造用鋼材及び形鋼の統計データの頻度分布	資料 - 23
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種, 公称板厚区分）	資料 - 24
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種, 公称板厚区分）	資料 - 30
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種, 公称板厚区分）	資料 - 36
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種, 公称板厚区分）	資料 - 42
形鋼の降伏強度の頻度分布（鋼種, 形状区分）	資料 - 48
形鋼の引張強さの頻度分布（鋼種, 形状区分）	資料 - 49
形鋼の降伏比の頻度分布（鋼種, 形状区分）	資料 - 50

1章 はじめに

道路橋示方書¹⁾（以下、道示）の次期改訂に向けて、技術基準の国際的整合への対応を図るとともに、品質を確保しつつより合理的かつ効率的な道路橋整備を可能とするため、要求性能の明確化、充実化及びみなし仕様の充実化に向けた調査検討を進めている。道路橋示方書では、これまで許容応力度設計法が用いられてきたが、要求性能を合理的に検証する手段として、信頼性設計の考え方を基礎とする国際的な技術基準の書式としての部分係数設計法の導入が検討されている。部分係数の検討にあたっては、根拠となる鋼材料・製品・部材に係る強度特性、寸法精度等の統計値に関する情報が必要であり、文献調査等データ収集・分析を行ってきた。

本資料は、道示Ⅱ鋼橋編において規定される鋼材の材料強度や部材強度等を対象として信頼性設計の基本となる強度等の統計値について収集整理した結果をまとめたものである。なお、本資料は、調査時点において文献等により既に統計処理がなされているデータを中心に整理したものであり、既存の実験データのごく一部を収集整理したものである。

鋼材料・製品の強度統計データの収集にあたっては、（社）日本鉄鋼連盟を通じて、関連団体に協力頂いた。ここに記して感謝する次第である。

2 章 調査方法

2.1 調査対象

表-2.1 に調査対象とした鋼材料・製品・部材の強度等をまとめる．表に示すとおり，道路橋示方書Ⅱ鋼橋編（以下，道示Ⅱ鋼橋編）における強度等の規定に係る統計データを対象とした．

表-2.1 調査対象とした鋼材料・製品・部材の強度等

材料・製品・部材の種類、作用状態等				道示Ⅱ鋼橋編の関連規定
材料 または 製品	強度	降伏強度 (材料)	構造用鋼材（一般構造，溶接構造，耐候性）	機械的性質 (降伏点または0.2%永久伸び耐力，引張強度)
		降伏強度等 (製品)	鋼管，形鋼(L，H，CH，CT，I) [引張力，せん断力]	引張降伏強度
			鋳鋼品，鍛鋼品，鋳鉄品 [引張力，圧縮力，せん断力 支圧力(球面と球面，球面と平面)]	引張，圧縮，せん断，支圧降伏強度
			線材 [引張力]	引張強度，0.7%全伸び耐力
			スタッド [ずれ止め]	せん断降伏強度(引張降伏強度)
			仕上りボルト [引張力，せん断力，支圧力]	引張，せん断，支圧降伏強度
			アンカーボルト [せん断力]	せん断降伏強度(引張降伏強度)
			ピン [せん断力，曲げ，支圧力]	せん断，曲げ，支圧降伏強度
			鉄筋コンクリート用棒鋼 [引張力]	引張降伏強度
			支圧接合用高力ボルト [せん断力，支圧力]	ボルトせん断降伏強度 ボルト支圧降伏強度
			引張接合用高力ボルト [引張力]	ボルト引張降伏強度
			ケーブル，ケーブル定着器 [引張力]	破断荷重，0.7%全伸び耐力 疲労強度
			材料または製品の寸法精度(強度の影響因子)	寸法(板厚，肉厚，直径等)
	物理 定数	ヤング係数， ポアソン比， せん断弾性 係数	鋼及び鋳鋼	ヤング係数 ポアソン比 せん断弾性係数
			鋳鉄	ヤング係数 ポアソン比
			ストランドロープ，スパイラルロープ，ロックドコイルロープ 平行線ストランド，被覆平行線ストランド	ヤング係数
部材	強度	降伏強度	組合せ応力を受ける部材 (部位)	軸方向力と曲げモーメントと せん断力を受ける部材(部位) 2方向力を受ける部材(部位) ねじりモーメントを受ける部材(部位)
			引張力と曲げモーメントを受けるはり一柱部材	引張降伏強度(材料強度で整理)
			引張力を受ける 部材(部位)	溶接部 引張降伏強度
			せん断力を受ける部材 (部位)	溶接継手 せん断降伏強度
			圧縮力を受ける部材 (座屈の影響は考慮せず)	固定フランジ 圧縮降伏強度(材料強度で整理)
			鉄筋コンクリート用棒鋼	圧縮降伏強度(材料強度で整理)
			疲労強度	溶接継手，スタッド溶接部 疲労強度
	安定	座屈強度	圧縮力を受ける部材 (部材座屈)	柱部材 座屈強度
			山形及びT形断面を有する部材 (偏心柱部材)	座屈強度
			圧縮力を受ける部材 (連成座屈)	柱部材 連成座屈強度
			圧縮力，面内曲げモーメント を受ける部材 (局部座屈)	両縁支持板 自由突出板 補剛板 鋼管 局部座屈強度 局部座屈強度 補剛材間の局部座屈強度 局部座屈強度
			圧縮力と曲げモーメントを受けるはり一柱部材(連成座屈) (圧縮と1軸曲げ，または2軸曲げ)	局部座屈，全体座屈に対する照査式
			曲げを受ける部材 (部材座屈)	はりの横ねじれ座屈強度
			せん断力を受ける部材 (局部座屈)	補剛鋼管 無補剛鋼管 局部座屈強度 局部座屈強度
			圧縮力とせん断力を受ける部材	鋼管 組合せ座屈耐力
			曲げモーメントとせん断力 を受ける部材(鋼げた)	腹板 座屈強度
			強度・ 変形	塑性化を考慮する部材(鋼製橋脚の基部等)
			部材製作精度等(強度の影響因子)	終局耐力，残留変位 (耐震設計編で規定)
				初期たわみ
				板取精度
				溶接に伴う残留応力
				接合面のすべり耐力
連結部	強度	すべり耐力等	高力ボルト継手	
			摩擦接合	
			支圧接合	ボルトせん断降伏強度(材料強度で整理)
			引張接合	ボルト支圧降伏強度(材料強度で整理) ボルト引張降伏強度(材料強度で整理)

注) 強度、安定の照査に用いる強度または照査式を示している規定を抽出

2.2 収集した統計データ

表-2.2 に表-2.1 の各項目について、統計データの収集状況を示す。また、統計データを引用した文献名、データの数、内容、調査時期、調査方法等の概要を以下にまとめる。文献については、個別の実験結果に関する文献は対象とせず、統計データがある程度まとまった形で整理されている文献を対象とした。したがって、個別の実験結果、特に最近の部材強度に関する実験データについては反映されておらず、今後、適宜収集整理が必要と考えられる。

表-2.2 鋼材料・製品・部材に関する強度等の統計データの収集状況

材料・製品・部材の種類、作用状態等				道示Ⅱ鋼橋編の関連規定	統計データの収集状況				
材料 または 製品	強度	降伏強度 (材料)	構造用鋼材(一般構造、溶接構造、耐候性)	機械的性質 (降伏点または0.2%永久伸び耐力、引張強度)	◎				
		降伏強度等 (製品)	鋼管、形鋼(L,H,CH,CT,U〔引張力、せん断力〕)	引張降伏強度	◎				
			鋳鋼品、鍛鋼品、鋳鉄品〔引張力、圧縮力、せん断力、支圧力(球面と球面、球面と平面)〕	引張、圧縮、せん断、支圧降伏強度	×				
			鋼材〔引張力〕	引張強度、0.7%全伸び耐力	○				
			スタッド〔すれ止め〕	せん断降伏強度(引張降伏強度)					
			仕上げボルト〔引張力、せん断力、支圧力〕	引張、せん断、支圧降伏強度					
			アンカーボルト〔せん断力〕	せん断降伏強度(引張降伏強度)	—				
			ピン〔せん断力、曲げ、支圧力〕	せん断、曲げ、支圧降伏強度					
			鉄筋コンクリート用棒鋼〔引張力〕	引張降伏強度	○				
			支圧接合用高力ボルト〔せん断力、支圧力〕	ボルトせん断降伏強度 ボルト支圧降伏強度	—				
	引張接合用高力ボルト〔引張力〕	ボルト引張降伏強度	—						
	ケーブル、ケーブル定着器〔引張力〕	破断荷重、0.7%全伸び耐力 疲労強度	○						
	材料または製品の寸法精度(強度の影響因子)			寸法(板厚、肉厚、直径等)	◎ 板厚のみ				
	物理 定数	ヤング係数、 ポアソン比、 せん断弾性 係数	鋼及び鋳鋼	ヤング係数 ポアソン比 せん断弾性係数	◎ ○				
			鋳鉄	ヤング係数 ポアソン比	—				
ストランドロープ、スパイラルロープ、ロックドコイルロープ			ヤング係数	○					
平行線ストランド、被覆平行線ストランド			ヤング係数	一部数値データ有り					
部材	強度	降伏強度	組合せ応力を受ける部材(部位)	軸方向力と曲げモーメントとせん断力を受ける部材(部位) 2方向力を受ける部材(部位) ねじりモーメントを受ける部材(部位)	部材または溶接部におけるvon Mises降伏条件式	×			
			引張力と曲げモーメントを受けるはり一柱部材	引張降伏強度(材料強度で整理)	—				
			引張力を受ける部材(部位)	溶接部	引張降伏強度	—			
			せん断力を受ける部材	溶接継手	せん断降伏強度	—			
			圧縮力を受ける部材(座屈の影響は考慮せず)	固定フランジ	圧縮降伏強度(材料強度で整理)	—			
			鉄筋コンクリート用棒鋼	圧縮降伏強度(材料強度で整理)	—				
			疲労強度	溶接継手、スタッド溶接部	疲労強度	○			
			安定	座屈強度	圧縮力を受ける部材(部材座屈)	柱部材	座屈強度	○	
						山形及びT形断面を有する部材(偏心柱部材)	座屈強度	—	
					圧縮力を受ける部材(連成座屈)	柱部材	連成座屈強度	—	
						圧縮力、面内曲げモーメントを受ける部材(局部座屈)	両縁支持板	局部座屈強度	◎
					自由突出板	局部座屈強度	一部数値データ有り		
					補剛板	補剛材間の局部座屈強度	—		
					鋼管	局部座屈強度	—		
					圧縮力と曲げモーメントを受けるはり一柱部材(連成座屈)(圧縮と1軸曲げ、または2軸曲げ)	局部座屈、全体座屈に対する照査式	—		
	曲げを受ける部材(部材座屈)	はりの横ねじれ座屈強度			○				
	せん断力を受ける部材(局部座屈)	補剛鋼管			局部座屈強度	—			
	無補剛鋼管	局部座屈強度			—				
	圧縮力とせん断力を受ける部材	鋼管			組合せ座屈耐力	—			
	曲げモーメントとせん断力を受ける部材(鋼けた)	腹板			座屈強度	—			
	強度・ 変形	塑性化を考慮する部材(鋼製橋脚の基部等)			終局耐力、残留変位 (耐震設計編で規定)	—			
	部材製作精度等(強度の影響因子)				初期たわみ 板取精度 溶接に伴う残留応力	—			
	連結部	強度			すべり耐力等	高力ボルト継手	摩擦接合	接合面のすべり耐力	◎ 接合面状態別 一部数値データ有り
							支圧接合	ボルトせん断降伏強度(材料強度で整理) ボルト支圧降伏強度(材料強度で整理)	—
							引張接合	ボルト引張降伏強度(材料強度で整理)	—

(注) 強度、安定の照査に用いる強度または照査式を示している規定を抽出

◎: 統計処理可能な数値データ有り
○: 平均値と標準偏差データ有り

—: 未収集
×: データ無し

(1) 鋼材の強度

- 奈良敬, 中村聖三, 安波博道, 川端文丸, 塩飽豊明: 橋梁向け構造用鋼板の板厚および強度に関する統計調査, 土木学会論文集, No.752/ I -66, 2004.1.
 - ・データの内容: ミルシート (上降伏点) の鋼種毎のデジタルデータ
 - ・データ数: 78901 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 2001 年. 鉄鋼メーカー5 社 (新日本製鐵, NKK, 川崎製鉄, 住友金属工業, 神戸製鋼所) から橋梁向けに出荷された鋼材を調査
- 南邦明, 三木千壽: 橋梁で使用する鋼材の機械的性質の現状, 鋼構造論文集, Vol.11, No.42, 2004.6.
 - ・データの内容: ミルシート (上降伏点) の鋼種毎のデジタルデータ
 - ・データ数: 1412 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 2002 年 7 月. 日本橋梁建設協会の溶接技術部会に参加の 14 社で使用した鋼材を調査
- 土木学会: 鋼構造シリーズ 6 鋼構造物の終局強度と設計, 1994.7.
 - ・データの内容: 上・下降伏点の鋼種毎の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数: 148 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 1989 年. 鉄鋼メーカーが実施した引張試験結果を調査
- 西村昭: 鋼材の機械的性質のばらつきについて, 鋼構造論文集, Vol.5, No.48, 1969.
 - ・データの内容: ミルシート (上降伏点) の鋼種毎の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数: 1407 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 1967 年 1 月~12 月. 橋梁製作会社 8 社に調査票を配布しミルシート値を記入したものを収集 [橋梁製作会社: 石川島播磨重工業(株), 汽車製造(株), 日本橋梁(株), 日本鋼管(株), 松尾橋梁(株), 三菱重工業(株)横浜造船所, (株)宮地鉄工所, (株)横河橋梁製作所]
- 鈴木博之: 溶接構造用圧延鋼材の機械的性質の実績調査, JSSC, No.18, 1995.10
 - ・データの内容: 上降伏点の鋼種別・板厚別の平均値, 最大値, 最小値の紙面データ
 - ・データ数: 約 2500 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 1970 年~1992 年. 橋梁製作会社で行われた静的引張試験により得られたデータを収集

(2) 鋼材の板厚

- 奈良敬, 中村聖三, 安波博道, 川端文丸, 塩飽豊明: 橋梁向け構造用鋼板の板厚および強度に関する統計調査, 土木学会論文集, No.752/ I -66, 2004.1. (前掲)
 - ・データの内容: 製造時の板厚品質管理記録の鋼種毎のデジタルデータ
 - ・データ数: 160980 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 2001 年. 鉄鋼メーカー5 社 (新日本製鐵, NKK, 川崎製鉄, 住友金属工業, 神戸製鋼所) が橋梁向けに出荷された鋼材を調査

(3) 鋼材の物理定数（ヤング係数，ポアソン比）

- 土木学会：鋼構造シリーズ 2 座屈設計ガイドライン，1987.10.
- 土木学会：鋼構造シリーズ 12 座屈設計ガイドライン，2005.10.
 - ・データの内容：（上記 2 文献は同内容）ヤング係数とポアソン比の鋼種別と板厚別の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：1024（ヤング係数），588（ポアソン比）
- 久保全弘，福本嘯士：曲げ部材の抵抗強度評価について，土木学会年次学術講演概要集 I -306，1979.10.
 - ・データの内容：過去の鋼板の引張試験結果の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：801（ヤング係数），386（ポアソン比）
- 日本建築学会：鋼構造限界状態設計基準（案），1990.2.
 - ・データの内容：鋼板 SS400,SM490A の引張試験結果の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：477（ヤング係数），107（ポアソン比）
- 成田信之，池村雅司，宮沢宏：H 形鋼の残留応力に関する調査報告書，土木研究所資料-662，1971.3.
 - ・データの内容：H 形鋼の切り出し試験片の引張試験の紙面データ
 - ・データ数：28（ヤング係数，ポアソン比）
 - ・備考：調査時期 1970 年，最も使用されていると思われる H 形鋼 10 断面（H200×100～H400×400）を国内 3 社（八幡，富士，川鉄）それぞれの市販品を測定

(4) 鉄筋の強度

- 普通鋼電炉工業会：電炉鉄筋棒鋼品質調査報告書，2001.3.
 - ・データの内容：鉄筋径 D13，D16，D19 の降伏強度と引張強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：24（D13），22（D16），21（D19）

(5) コンクリートの強度

- 河野広隆，片平博，古賀裕久：レディーミクストコンクリートの品質実態調査－(2)1999 年調査結果－，土木研究所資料第 3838 号，2001.11.
 - ・データの内容：各地方整備局管内のコンクリート材齢 28 日圧縮強度の紙面データ
 - ・データ数：100 データ（300 試料）
 - ・備考：調査時期 1999 年

(6) 溶接継手の疲労強度

- 山田健太郎，島田静雄，菊池洋一：疲れ試験データベースの作成と疲労許容応力度の評価，昭和 62 年度科学研究費補助金（一般研究 C）研究成果報告書，1988.3.
 - ・データの内容：国内外の各機関で実施された継手分類 47 継手の疲労試験のデジタルデータ
 - ・データ数：約 6500
- 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993.4.
 - ・データの内容：主としてわが国で実施された継手分類 29 継手の疲労試験結果に対して統計解析を行うことにより求めた各継手の 2×10^6 回疲労強度（非超過確率 50% および 97.7%）.
 - ・データ数：3871，全 29 継手

(7) 鋼部材の座屈強度

1) 軸方向圧縮柱の座屈強度

- 東海鋼構造研究グループ (SGST)：鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用(上)(下)，橋梁と基礎，1980.11-12.
 - ・データの内容：座屈パラメータ毎の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：440
 - ・備考：圧延 I 形断面柱
- 福本昤士，伊藤義人：座屈実験データベースによる鋼柱の基準強度に関する実証的研究，土木学会論文集，No.335，1983.7.
 - ・データの内容：細長比別の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：1665
 - ・備考：中心軸圧縮鋼柱の実験体数，欧州 1018 体，米国 137 体，日本 510 体の合計 1665 体の座屈試験結果
- 西村宣男，青木徹彦，西井学，福本昤士：鋼柱部材の基本強度の統一評価，土木学会論文集，No.410/I-12，1989.10.
 - ・備考：文献 17) のデータを用いた極限強度の評価法を検討

2) はりの横ねじれ座屈強度

- 東海鋼構造研究グループ (SGST)：鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用(上)(下)，橋梁と基礎，1980.11-12.（前掲）
 - ・データの内容：座屈パラメータ毎の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：221（圧延梁 131，溶接梁 90）

- 福本昤士，伊藤義人：座屈実験データベースによる鋼はりの横ねじれ基準強度に関する実証的研究，土木学会論文集，No.341，1984.1.
 - ・データの内容：細長比別の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：544
 - ・備考：横ねじれ座屈強度に関する鋼はりの実験体数，日本 420 体，英国 49 体，米国 33 体，西独 27 体，豪州 15 体の合計 544 体の座屈試験結果
- 西村宣男，久保全弘，西井学，福本昤士：鋼はり部材の横ねじれ強度の統一評価，土木学会論文集，No.416／I-13，1990.4.
 - ・備考：文献 19) のデータを用いた極限強度の評価法を検討

3) はりー柱部材の相関強度

- 東海鋼構造研究グループ (SGST)：鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用(上)(下)，橋梁と基礎，1980.11-12. (前掲)
 - ・データの内容：作用力組合せ毎の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：201 (等断面梁 170，変断面梁 31)
- 西村宣男，笠原宏紹，福本昤士：鋼はりー柱部材の相関強度式の適正化，土木学会論文集，No.416／I-13，1990.4.
 - ・備考：実験データなし．弾塑性有限変位解析により数値解析を行っている．
- 西村宣男，笠原宏紹，誉田喜之：2 軸曲げを受ける鋼はりー柱部材の相関強度式，土木学会論文集，No.428／I-15，1991.4.
 - ・備考：実験データなし．弾塑性有限変位解析により数値解析を行っている．

4) 自由突出板の圧縮座屈強度

- 東海鋼構造研究グループ (SGST)：鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用(上)(下)，橋梁と基礎，1980.11-12. (前掲)
 - ・データの内容：座屈パラメータ毎の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：49
- McDermott, J.F. : Local Buckling of A514 Steel Members, Proc. of ASCE, Paper 6761, 1969.9.
 - ・データの内容：実験供試体の断面諸元，実験条件，最大圧縮強度の紙面データ
 - ・データ数：12
- 福本昤士，伊藤義則：フランジの局部座屈強度とフランジの幅厚比制限，土木学会論文集，No.160，1968.12.
 - ・データの内容：実験供試体の断面諸元，実験条件，最大圧縮強度の紙面データ
 - ・データ数：53
- Nishino, F., Tall, L. and Okumura, T. : Residual Stress and Torsional Buckling Strength of H and Critiform Columns, 土木学会論文集 No.160, 1968.12.
 - ・データの内容：実験供試体の断面諸元，実験条件，最大圧縮強度の紙面データ
 - ・データ数：5

5) 両縁支持板の圧縮座屈強度

- 東海鋼構造研究グループ (SGST) : 鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用(上)(下), 橋梁と基礎, 1980.11-12. (前掲)
 - ・ データの内容 : 座屈パラメータ毎の強度の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・ データ数 : 60
- 西村宣男, 大崎史淳, 長谷川徹雄 : 曲げを受ける鋼 I 形断面の局部座屈強度と限界幅厚比に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.37A, 1991.3.
 - ・ データの内容 : 幅厚比と耐荷力の紙面データ
 - ・ データ数 : 9

6) プレートガーダーの終局強度

以下については, 統計データの収集のみを行った.

- 長谷川彰夫, 西野文雄, 奥村敏恵 : 水平補剛材を有するプレートガーダーの曲げ耐荷力実験, 土木学会論文集, No.234, 1975.2.
 - ・ データの内容 : 実験供試体の断面諸元, 実験条件, 終局曲げ強度の紙面データ
 - ・ データ数 : 7
- 藤原稔, 村越潤, 鹿嶋久義, 斉藤浩 : 既存のプレートガーダー耐荷力実験データに関する検討, 土木研究所資料第 2940 号, 1991.3.
 - ・ データの内容 : 実験供試体の断面諸元, 実験条件, 終局曲げモーメント, 終局せん断力の紙面データ
 - ・ データ数 : 314

7) 補剛板の圧縮座屈強度

- 佐伯彰一, 金井道夫, 小笠原保, 大塚一喜, 大塩俊雄, 笹森伸博, 佐藤和徳 : 補剛板の限界状態 (その 1, 大型供試体による耐荷力試験), 土木研究所資料第 1779 号, 1982.2.
 - ・ データの内容 : 幅厚比と耐荷力の紙面データ
 - ・ データ数 : 45

8) 鋼部材の初期不整

- 小松定夫, 渡邊英一, 北田俊行, 奈良敬 : 鋼橋部材の形状初期不整と耐荷力の統計学的研究, 鋼構造論文集, Vol.16, No.170, 1980.4.
 - ・ データの内容 : 部材毎の初期不整量の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・ データ数 : 791 (腹板), 123 (圧縮補剛板), 49 (ダイヤフラム), 28 (I げた横倒れ), 367 (自由突出フランジ), 238 (板継ぎ部自由突出フランジ), 102 (圧縮フランジ板継ぎ部板パネル), 50 (圧縮フランジ板継ぎ部リブ)

(8) 高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数

- 東海鋼構造研究グループ(SGST)：鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用(上)(下)，橋梁と基礎，1980.11-12.（前掲）
 - ・データの内容：摩擦接合のすべり係数実測の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：498
- 西村宣男，秋山寿行，亀井義典：高力ボルト摩擦接合継手に関する最近の研究動向，土木学会論文集，No.675／I -55，2001.4.
 - ・データの内容：母材降伏の影響を受けない範囲の接触面状態毎のすべり係数のデジタルデータ
 - ・データ数：130（無塗装），131（無機ジンクリッチペイント），
79（有機ジンクリッチペイント）
 - ・備考：調査時期 1990～2000 年頃．高力ボルト摩擦接合継手のすべり強度に関する既往の実験データから，すべり係数を調査。
本資料では，すべり係数の統計値は，母材降伏を受けない範囲（すべり強度／母材の降伏強度比 β が 0.7 以下）の無塗装 19 データ，無機ジンクリッチペイント 127 データについて参照。
グラフ作成には，無塗装 130 データ，無機ジンクリッチペイント 131 データを参照.
- 金井道夫：鋼橋の強度係数および荷重係数に関する信頼性解析，土木研究所資料第 1225 号，1977.3.
 - ・データの内容：摩擦接合のすべり係数実測の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数：不明
- 南邦明，森猛，堀川秀信：50mm 厚鋼板を用いた太径ボルト(M36)継手のすべり耐力試験，土木学会論文集，Vol.62 No.2，2006.4.
 - ・データの内容：ボルト径 M36，M22 を用いて，すべり/降伏耐力比が 0.8 および 1.0 の厚膜型無機ジンクリッチペイントを塗布した状態のすべり係数の紙面データ
 - ・データ数：15
 - ・備考：本資料では，15 データについてのすべり係数を参照.
- (社)日本橋梁建設協会：高力ボルト摩擦接合における 1mm 以下の板厚差がすべり係数におよぼす影響 試験報告書，2006.4.
 - ・データの内容：板厚差が 2mm，3mm，4mm，5mm に対して，2.3mm，3.2mm，4.5mm のフィラープレートを使用し，無機ジンクリッチペイントを塗布した状態のすべり係数の紙面データ.
 - ・データ数：27
 - ・備考：本資料では，27 データについてのすべり係数を参照.
- 森猛，南邦明，井口進，山口隆司：接合面処理方法と品質を考慮した高力ボルト摩擦接合継手すべり係数の提案，土木学会論文集 A，Vol.64 No.1，2008.1.
 - ・データの内容：無塗装処理面および無機ジンクリッチペイント，裕樹ジンクリッチペイントを塗布した状態のすべり係数の紙面データ
 - ・データ数：9（無塗装），9（無機ジンクリッチペイント）
6（有機ジンクリッチペイント）
 - ・備考：本資料では，標準的なブラスト処理が行われた無塗装 3 データ，標準膜厚を有する無機ジンクリッチペイント 3 データについてのすべり係数を参照.

(9) 材料・部材の重量

1) 構造用鋼材

- 奈良敬, 中村聖三, 安波博道, 川端文丸, 塩飽豊明: 橋梁向け構造用鋼板の板厚および強度に関する統計調査, 土木学会論文集, No.752/ I -66, 2004.1. (前掲)
 - ・データの内容: 製造時の板厚品質管理記録の鋼種毎のデジタルデータ
 - ・データ数: 160980 (全鋼種)
 - ・備考: 調査時期 2001 年. 鉄鋼メーカー5 社 (新日本製鐵, NKK, 川崎製鉄, 住友金属工業, 神戸製鋼所) が橋梁向けに出荷された鋼材を調査

2) 鉄筋コンクリート床版

- (社)日本道路協会: 限界状態設計法分科会荷重検討班第一次報告書, 1986.11.
 - ・データの内容: 床版厚さおよび鉄筋コンクリート床版の単位体積重量の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数: 不明

3) 舗装

- (社)日本道路協会: 限界状態設計法分科会荷重検討班第一次報告書, 1986.11.
 - ・データの内容: 舗装厚さの施工の相対誤差の平均値と標準偏差の紙面データ
 - ・データ数: 不明

注記) デジタルデータ: Excel もしくは text 形式の電子データ
紙面データ: 文献紙面に数値が書かれているデータ

2.3 統計データの分析方法

鋼材料の材料係数，鋼部材の部材係数（以下，抵抗側部分係数）を設定するにあたって，それらの強度の統計値（平均値，標準偏差等）を把握しておくことが重要である．本資料では，前述の文献のうち，現時点で入手可能な統計データを扱うこととし，強度項目別，鋼種別等に統計値の比較整理を行った．

3 章 調査結果

3.1 材料の強度

表-3.1 に鋼材の材料強度および鋼部材の抵抗強度に関する統計値の算出結果をまとめる．参考までに（社）日本鉄鋼連盟製品規定 MDCR 0014-2004 に基づく，BHS500 に関する統計値も示す．

なお，JIS 規格に強度の下限值が規定されている材料に関しては，下限値を下回るデータは，いずれの材料においても含まれていなかった．

表-3.1 材料・部材強度の統計値

抵抗側 不確定要因		分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）		デー タ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数	備 考
材 料 強 度	鋼材降伏強度 （構造用鋼材）	SS400, SM400	板厚 $t \leq 16\text{mm}$	235N/mm ² ; 道示(245N/mm ² ; JIS)	78901	1.23	0.10	0.08	
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$	235N/mm ² ; 道示, JIS						
			40mm $< t \leq 100\text{mm}$	215N/mm ² ; 道示, JIS					
		SM490	板厚 $t \leq 16\text{mm}$	315N/mm ² ; 道示(325N/mm ² ; JIS)					
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$	315N/mm ² ; 道示, JIS						
		40mm $< t \leq 100\text{mm}$	295N/mm ² ; 道示, JIS						
		SM490Y, SM520	板厚 $t \leq 16\text{mm}$	355N/mm ² ; 道示(365N/mm ² ; JIS)					
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$	355N/mm ² ; 道示, JIS						
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$	335N/mm ² ; 道示, JIS						
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$	325N/mm ² ; 道示, JIS						
		板厚 $t \leq 16\text{mm}$	450N/mm ² ; 道示(460N/mm ² ; JIS)						
		SM570	16mm $< t \leq 40\text{mm}$	450N/mm ² ; 道示, JIS					
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$	430N/mm ² ; 道示, JIS						
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$	420N/mm ² ; 道示, JIS						
		板厚 $t \leq 16\text{mm}$	235N/mm ² ; 道示(245N/mm ² ; JIS)						
		SMA400	16mm $< t \leq 40\text{mm}$	235N/mm ² ; 道示, JIS					
		40mm $< t \leq 100\text{mm}$	215N/mm ² ; 道示, JIS						
		板厚 $t \leq 16\text{mm}$	355N/mm ² ; 道示(365N/mm ² ; JIS)						
		SMA490	16mm $< t \leq 40\text{mm}$	355N/mm ² ; 道示, JIS					
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$	335N/mm ² ; 道示, JIS						
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$	325N/mm ² ; 道示, JIS						
		板厚 $t \leq 16\text{mm}$	450N/mm ² ; 道示(460N/mm ² ; JIS)						
		SMA570	16mm $< t \leq 40\text{mm}$	450N/mm ² ; 道示, JIS					
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$	430N/mm ² ; 道示, JIS						
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$	420N/mm ² ; 道示, JIS						
	BHS500	板厚6mm $\leq t \leq 100\text{mm}$	500N/mm ² ; 日本鉄鋼連盟製品規定 ^{注1)} (JIS規格案 ^{注2)})	1467	1.15	0.05	0.04	(社) 日本鉄鋼連盟 の調査による	
	鋼材引張強さ （構造用鋼材）	SS400, SM400	板厚 $t \leq 200\text{mm}$	400N/mm ² ; JIS(400～510N/mm ²)	78901	1.12	0.04	0.03	
		SM490	板厚 $t \leq 200\text{mm}$	490N/mm ² ; JIS(490～610N/mm ²)					
		SM490Y	板厚 $t \leq 100\text{mm}$	490N/mm ² ; JIS(490～610N/mm ²)					
		SM520	板厚 $t \leq 100\text{mm}$	520N/mm ² ; JIS(520～640N/mm ²)					
		SM570	板厚 $t \leq 100\text{mm}$	570N/mm ² ; JIS(570～720N/mm ²)					
		SMA400	板厚 $t \leq 200\text{mm}$	400N/mm ² ; JIS(400～540N/mm ²)					
		SMA490	板厚 $t \leq 200\text{mm}$	490N/mm ² ; JIS(490～610N/mm ²)					
		SMA570	板厚 $t \leq 100\text{mm}$	570N/mm ² ; JIS(570～720N/mm ²)					
	BHS500	板厚6mm $\leq t \leq 100\text{mm}$	570N/mm ² ; 日本鉄鋼連盟製品規定 ^{注1)} (JIS規格案 ^{注2)}) (570～720N/mm ²)	1467	1.16	0.04	0.04	(社) 日本鉄鋼連盟 の調査による	
	鋼材降伏強度 （H形鋼）	SS400, SM400			235N/mm ² ; 道示, JIS	186	1.23	0.10	0.08
SM490				315N/mm ² ; 道示, JIS					
SM490Y				355N/mm ² ; 道示, JIS					
鋼材引張強さ （H形鋼）	SS400, SM400			400N/mm ² ; JIS(400～510N/mm ²)	186	1.11	0.04	0.03	
	SM490			490N/mm ² ; JIS(490～610N/mm ²)					
	SM490Y			490N/mm ² ; JIS(490～610N/mm ²)					
ワイヤロープの 降伏強度	平行線ケーブル（PWS）				5870	1.11	0.01	0.01	0.7, 0.8%耐力
ワイヤロープの 破断強度	ストランドロープ、スパイラルロープ、ロックドコイルロープ				287	1.14	0.05	0.04	
	平行線ケーブル（PWS）				97932	1.05	0.01	0.01	
鉄筋降伏強度	SD295A	D13, D16	295N/mm ² ; (295N/mm ² ～)		67	1.19	0.065	0.054	
鉄筋引張強さ	SD345	D19	345N/mm ² ; (345～440N/mm ²)		67	1.16	0.047	0.040	
	SD295A	D13, D16	440N/mm ² ; (440～660N/mm ²)						
SD345	D19	490N/mm ² ; (490N/mm ² ～)							
コンクリートの 圧縮強度	設計基準強度 （呼び強度）		21, 24, 27N/mm ²		100 (300)	1.27	0.12	0.10	
部 材 強 度	柱の圧縮 座屈強度	$\lambda \leq 0.2$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0$		165	1.27	0.109	0.086	
		$0.2 < \lambda \leq 1.0$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.109 - 0.545\lambda$						
		$1.0 < \lambda$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0 / (0.773 + \lambda^2)$						
	はりの横ねじれ 座屈強度	$\alpha \leq 0.2$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0$		221	1.30	0.171	0.131	
		$0.2 < \alpha$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0 - 0.412(\alpha - 0.2)$						
	自由突出板の 圧縮座屈強度	$R \leq 0.7$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0$		24	1.068	0.0775	0.0726	R: 座屈パラメータ 座屈領域R>0.7の統計量はRの関数として与えた
		$0.7 < R$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 0.5 / R^2$						
	両縁支持板の 圧縮座屈強度	$R \leq 0.7$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0$		22	0.984	0.0853	0.0867	R: 座屈パラメータ 座屈領域R>0.7の統計量はRの関数として与えた
		$0.7 < R$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 0.5 / R^2$						
	補剛板の 圧縮座屈強度	$R \leq 0.5$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.0$		7	1.107	0.1261	0.1139	R: 座屈パラメータ 座屈領域R>0.5の統計量はRの関数として与えた
		$0.5 < R \leq 1.0$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 1.5 - R$						
		$1.0 < R$	$\sigma_{cr} / \sigma_y = 0.5 / R^2$						
摩擦接合継手の すべり耐力	接合面状態：無塗装		0.4		19	1.48	0.17	0.11	
溶接継手の 疲労強度	面外ガセット継手		基本許容応力範囲 50MPa		55	1.48	0.095	0.175	
	リブ十字継手		基本許容応力範囲 80MPa		341	1.58	0.064	0.111	
断面 定数	鋼材板厚	板厚 $t \leq 100\text{mm}$	板厚公称値		160980	1.002	0.0121	0.0121	
鋼材物 理定数	弾性係数	200000N/mm ²			1024	0.999	0.045	0.045	
	ポアソン比	0.30			588	0.937	0.085	0.091	

注1) (社) 日本鉄鋼連盟: (社) 日本鉄鋼連盟製品規定MDCR 0014-2004 降伏点500N/mm²及び700N/mm²溶接構造用圧延鋼材, 2005年3月

注2) (社) 日本鉄鋼連盟: 日本工業規格(案) 橋梁用高降伏点鋼板 High yield strength steel plates for bridges, 2008年2月29日

3.1.1 構造用鋼材

鋼材の降伏強度、引張強さ及び板厚の統計値については、比較的データが新しくデータ数の多い奈良他²⁾の調査分析結果を参照した。なお、これらの統計値（デジタルデータ）の収集にあたっては、（社）日本鉄鋼連盟に協力頂いた。

（１）降伏強度

表-3.2 に降伏強度に関する全 78901 データの統計値を示す（BHS500 も併記）。図-3.1 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示す。また、表-3.3 に鋼種および板厚区分で分類した場合の統計値を示し、図-3.3 に鋼種別の降伏強度の頻度分布と正規確率密度分布を示す。なお、表-3.3 より、溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材 SMA400 の(降伏点実測値／基準値)の平均値は、他の鋼種と比べ明らかに高い。これは通常の軟鋼では添加されない Cu, Cr, Ni などの合金成分の影響と考えられる²⁾が、データ数が 2094 データと全データ数に比べて少ないため、表-3.2 の統計値は SMA400 を含めて算出された統計値を参照した。

鋼種、板厚毎の降伏強度の頻度分布データ、頻度分布図については巻末の付属資料に示す。

表-3.2 鋼材降伏強度(降伏強度実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鋼材降伏強度 (構造用鋼材)	SS400, SM400 板厚 $t \leq 16\text{mm}$	78901	1.23	0.10	0.08
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		SM490 板厚 $t \leq 16\text{mm}$				
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		SM490Y, SM520 板厚 $t \leq 16\text{mm}$				
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$				
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		SM570 板厚 $t \leq 16\text{mm}$				
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$				
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		SMA400 板厚 $t \leq 16\text{mm}$				
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		SMA490 板厚 $t \leq 16\text{mm}$				
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$				
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		SMA570 板厚 $t \leq 16\text{mm}$				
		16mm $< t \leq 40\text{mm}$				
		40mm $< t \leq 75\text{mm}$				
		75mm $< t \leq 100\text{mm}$				
		BHS500 板厚6mm $\leq t \leq 100\text{mm}$	1467	1.15	0.05	0.04

注1) （社）日本鉄鋼連盟：（社）日本鉄鋼連盟製品規定MDCR 0014-2004 降伏点500N/mm²及び700N/mm²溶接構造用圧延鋼材，2005年3月

注2) （社）日本鉄鋼連盟：日本工業規格（案）橋梁用高降伏点鋼板 High yield strength steel plates for bridges，2008年2月29日

表-3.3 鋼材降伏強度(降伏強度実測値／基準値)の鋼種板厚分類別の統計値

No.	鋼種	板厚		規格下限値 [N/mm2]	分類別の統計値特性調査結果				N データ数	μ 平均値	σ 標準偏差	V 変動係数	全数	
		区分	範囲[mm]		鋼種及び板厚区分分類	JIS規格下限値分類	鋼種							
1	SS400 SM400	I	6≦t≦12	245	N=16236	μ = 1.27 σ = 0.12 V = 0.09	N=22483	μ = 1.25 σ = 0.11 V = 0.09	N=31579	μ = 1.25 σ = 0.10 V = 0.08	N=73489	μ = 1.23 σ = 0.09 V = 0.08	N=78901	μ = 1.23 σ = 0.10 V = 0.08
2	SS400 SM400	II	12<t≦16		N=6247	μ = 1.19 σ = 0.08 V = 0.07								
3	SS400 SM400	III	16<t≦25		N=6207	μ = 1.26 σ = 0.08 V = 0.06								
4	SS400 SM400	IV	25<t≦32	235	N=1827	μ = 1.24 σ = 0.08 V = 0.06	N=9096	μ = 1.25 σ = 0.08 V = 0.06						
5	SS400 SM400	V	32<t≦40		N=1062	μ = 1.22 σ = 0.06 V = 0.05								
6	SS400 SM400	VI	40<t≦100	215	データ無し									
7	SM490	I	6≦t≦12	325	N=618	μ = 1.26 σ = 0.11 V = 0.09	N=1010	μ = 1.25 σ = 0.11 V = 0.09						
8	SM490	II	12<t≦16		N=392	μ = 1.24 σ = 0.10 V = 0.08								
9	SM490	III	16<t≦25	315	N=686	μ = 1.25 σ = 0.10 V = 0.08	N=1040	μ = 1.25 σ = 0.10 V = 0.08						
10	SM490	IV	25<t≦32		N=219	μ = 1.24 σ = 0.09 V = 0.07								
11	SM490	V	32<t≦40		N=135	μ = 1.23 σ = 0.10 V = 0.08								
12	SM490	VI	40<t≦100	295	N=398	μ = 1.32 σ = 0.10 V = 0.08	N=398	μ = 1.32 σ = 0.10 V = 0.08						
13	SM490Y	I	6≦t≦12	365	N=6650	μ = 1.20 σ = 0.09 V = 0.08	N=13559	μ = 1.20 σ = 0.08 V = 0.07						
14	SM490Y	II	12<t≦16		N=6909	μ = 1.19 σ = 0.08 V = 0.07								
15	SM490Y	III	16<t≦25	355	N=7693	μ = 1.20 σ = 0.07 V = 0.06	N=14915	μ = 1.19 σ = 0.07 V = 0.06						
16	SM490Y	IV	25<t≦32		N=3898	μ = 1.18 σ = 0.07 V = 0.06								
17	SM490Y	V	32<t≦40		N=3324	μ = 1.18 σ = 0.06 V = 0.05								
18	SM520	VI	40<t≦100	335.325	N=1539	μ = 1.23 σ = 0.11 V = 0.09	N=1539	μ = 1.23 σ = 0.11 V = 0.09						
19	SM570	I	6≦t≦12	460	N=403	μ = 1.29 σ = 0.07 V = 0.05	N=1489	μ = 1.28 σ = 0.07 V = 0.05						
20	SM570	II	12<t≦16		N=1086	μ = 1.28 σ = 0.06 V = 0.05								
21	SM570	III	16<t≦25	450	N=2287	μ = 1.25 σ = 0.08 V = 0.06	N=5465	μ = 1.22 σ = 0.08 V = 0.06						
22	SM570	IV	25<t≦32		N=1633	μ = 1.20 σ = 0.07 V = 0.06								
23	SM570	V	32<t≦40		N=1545	μ = 1.19 σ = 0.06 V = 0.05								
24	SM570	VI	40<t≦100	430.420	N=2495	μ = 1.19 σ = 0.08 V = 0.07	N=2495	μ = 1.19 σ = 0.08 V = 0.07						
25	SMA400	I	6≦t≦12	245	N=1050	μ = 1.46 σ = 0.12 V = 0.08	N=1392	μ = 1.44 σ = 0.12 V = 0.08						
26	SMA400	II	12<t≦16		N=342	μ = 1.39 σ = 0.09 V = 0.06								
27	SMA400	III	16<t≦25	235	N=375	μ = 1.41 σ = 0.09 V = 0.06	N=594	μ = 1.39 σ = 0.09 V = 0.06						
28	SMA400	IV	25<t≦32		N=117	μ = 1.37 σ = 0.08 V = 0.06								
29	SMA400	V	32<t≦40		N=102	μ = 1.36 σ = 0.09 V = 0.07								
30	SMA400	VI	40<t≦100	215	N=108	μ = 1.51 σ = 0.13 V = 0.09	N=108	μ = 1.51 σ = 0.13 V = 0.09						
31	SMA490	I	6≦t≦12	365	N=975	μ = 1.26 σ = 0.10 V = 0.08	N=1632	μ = 1.24 σ = 0.10 V = 0.08						
32	SMA490	II	12<t≦16		N=657	μ = 1.22 σ = 0.09 V = 0.07								
33	SMA490	III	16<t≦25	355	N=655	μ = 1.25 σ = 0.08 V = 0.06	N=1571	μ = 1.26 σ = 0.09 V = 0.07						
34	SMA490	IV	25<t≦32		N=368	μ = 1.30 σ = 0.11 V = 0.08								
35	SMA490	V	32<t≦40		N=348	μ = 1.26 σ = 0.10 V = 0.08								
36	SMA490	VI	40<t≦100	335.325	N=115	μ = 1.26 σ = 0.10 V = 0.08	N=115	μ = 1.26 σ = 0.10 V = 0.08						
データ区分数					36(35)	18(17)	6	2	1					

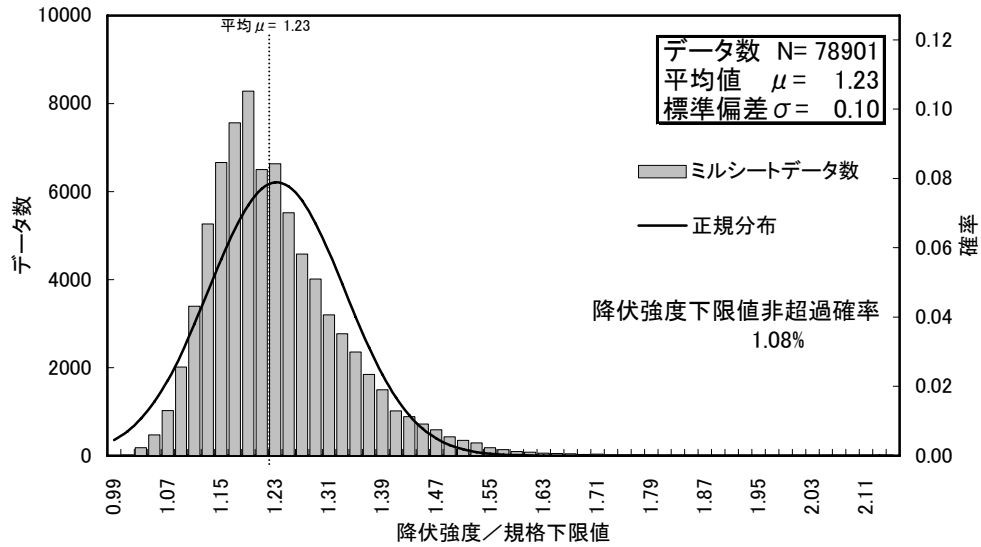


図-3.1 全データによる降伏強度の頻度分布

注) 上図頻度分布の横軸の領域は、0.02 単位で分けており数値は中央値を示している。例えば 0.99 の場合、領域は $0.98 < x \leq 1.00$ となり降伏強度が規格下限値と同値 (1.00) の場合が含まれる。

図-3.2 に全データによる降伏強度の相対頻度分布と各確率密度分布を示す。図中の改良対数正規分布とは、規格下限値未満の確率が 0 となるように横軸をシフトさせた対数正規分布のことである。いずれの確率密度分布も平均値 μ を 1.23、標準偏差 σ を 0.10 としている。

以下に、それぞれの分布の確率密度関数を示す。

・正規分布
$$f_x(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad (-\infty < x < \infty)$$

ここに μ は平均値、 σ は標準偏差

・対数正規分布
$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\xi x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \lambda}{\xi}\right)^2\right] \quad (0 < x < \infty)$$

ここに、 $\lambda = \ln\left(\frac{\mu}{\sqrt{1 + \sigma^2/\mu^2}}\right)$, $\xi = \sqrt{\ln\left(1 + \frac{\sigma^2}{\mu^2}\right)}$

・改良対数正規分布
$$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\xi'(x-1)} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-1) - \lambda'}{\xi'}\right)^2\right] \quad (1 < x < \infty)$$

ここに、 $\lambda' = \ln\left(\frac{\mu-1}{\sqrt{1 + \sigma^2/(\mu-1)^2}}\right)$, $\xi' = \sqrt{\ln\left(1 + \frac{\sigma^2}{(\mu-1)^2}\right)}$

相対頻度分布に対して正規分布及び対数正規分布を仮定した場合、相対頻度分布と比べてピーク位置がずれる。これは、JIS 規格による強度規格下限値の存在により、相対頻度分布がピーク位置に対して対称とはならず、ピーク値と平均値が一致しないことによる。改良対数正規分布とは、これを考慮したものであり、3 分布の中で相対頻度分布と最も良く一致している。

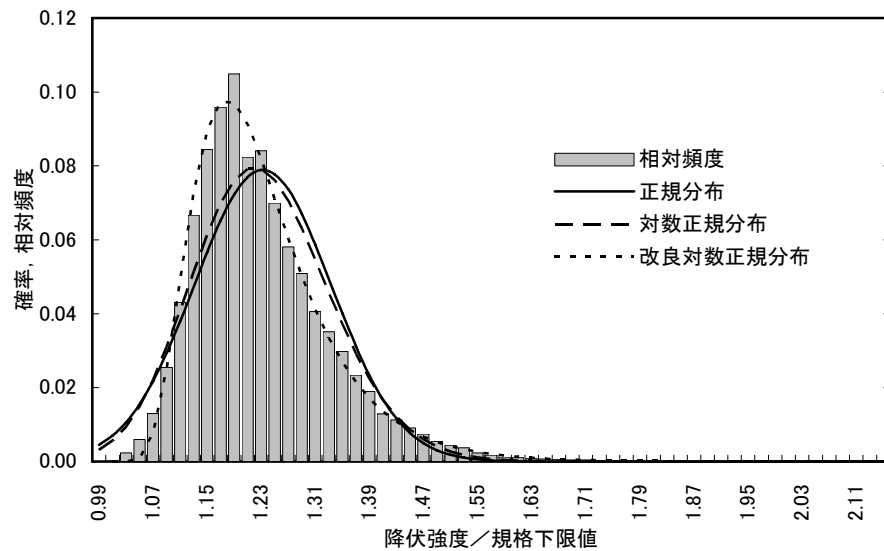
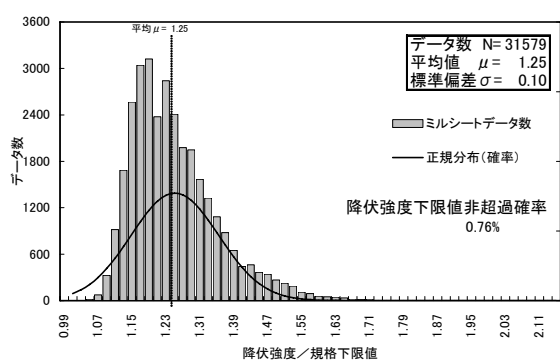
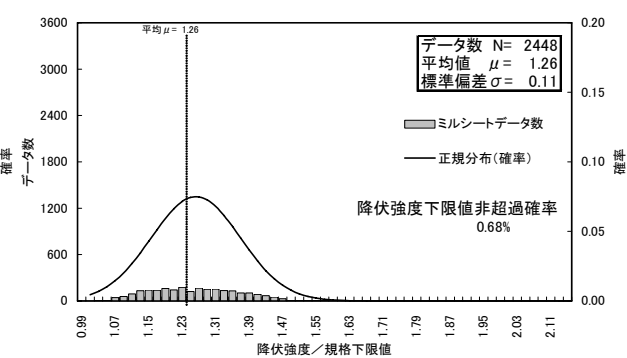


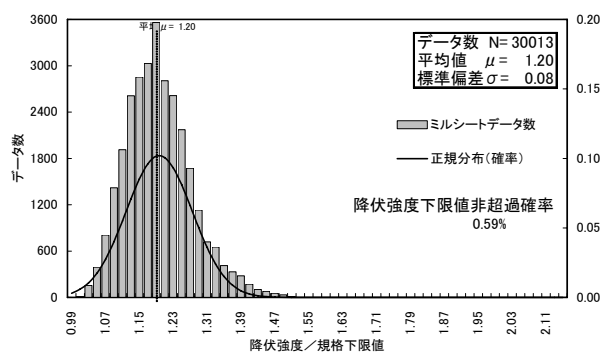
図-3.2 全データによる降伏強度の相対頻度分布



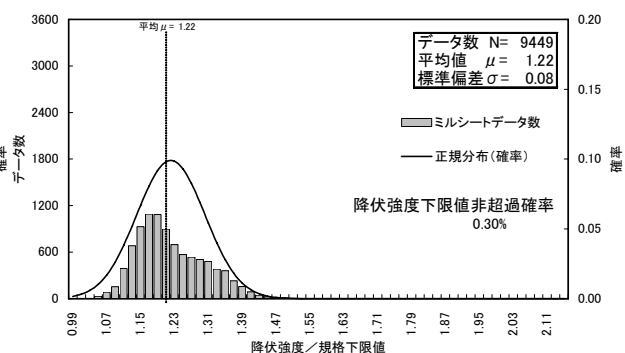
(a)鋼種：SS400,SM400A~C



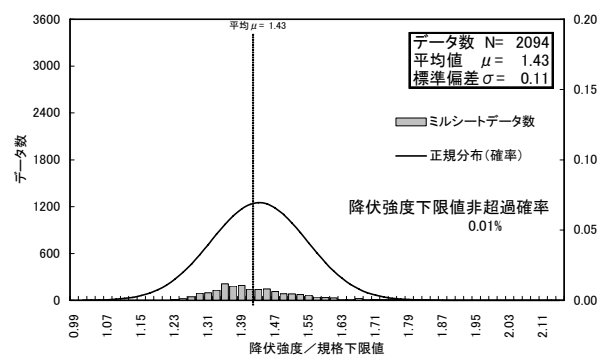
(b)鋼種：SM490A~C



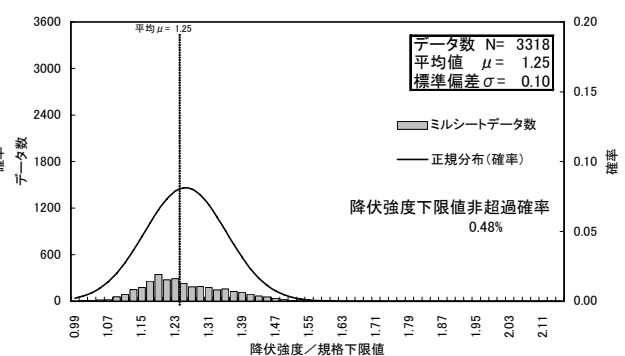
(c)鋼種：SM490YA,YB,SM520-H



(d)鋼種：SM570,SM570-H



(e)鋼種：SMA400AW~CW



(f)鋼種：SMA490AW~CW

図-3.3 鋼種別の降伏強度の頻度分布

(2) 引張強さ

表-3.4 に引張強さに関する全 78901 データの統計値を示す (BHS500 も併記). 図-3.4 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示す. また, 表-3.5 に鋼種, 板厚区分で分類した場合の統計値を示し, 図-3.5 に鋼種別の引張強さの頻度分布を示す.

鋼種, 板厚毎の引張強さの頻度分布データ, 頻度分布図については巻末の付属資料に示す.

表-3.4 鋼材引張強さ(引張強さ実測値/基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式 (以下, 基準値)	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	SS400, SM400 板厚 $t \leq 200\text{mm}$	400N/mm^2 : JIS(400~510 N/mm^2)	78901	1.12	0.04	0.03
	SM490 板厚 $t \leq 200\text{mm}$	490N/mm^2 : JIS(490~610 N/mm^2)				
	SM490Y 板厚 $t \leq 100\text{mm}$	490N/mm^2 : JIS(490~610 N/mm^2)				
	SM520 板厚 $t \leq 100\text{mm}$	520N/mm^2 : JIS(520~640 N/mm^2)				
	SM570 板厚 $t \leq 100\text{mm}$	570N/mm^2 : JIS(570~720 N/mm^2)				
	SMA400 板厚 $t \leq 200\text{mm}$	400N/mm^2 : JIS(400~540 N/mm^2)				
	SMA490 板厚 $t \leq 200\text{mm}$	490N/mm^2 : JIS(490~610 N/mm^2)				
	SMA570 板厚 $t \leq 100\text{mm}$	570N/mm^2 : JIS(570~720 N/mm^2)				
	BHS500 板厚 $6\text{mm} \leq t \leq 100\text{mm}$	570N/mm^2 : 日本鉄鋼連盟製品規定 ^{注1)} (JIS規格案 ^{注2)}) (570~720 N/mm^2)	1467	1.16	0.04	0.04

注1) (社) 日本鉄鋼連盟: (社) 日本鉄鋼連盟製品規定MDCR 0014-2004 降伏点500 N/mm^2 及び700 N/mm^2 溶接構造用圧延鋼材, 2005年3月

注2) (社) 日本鉄鋼連盟: 日本工業規格(案) 橋梁用高降伏点鋼板 High yield strength steel plates for bridges, 2008年2月29日

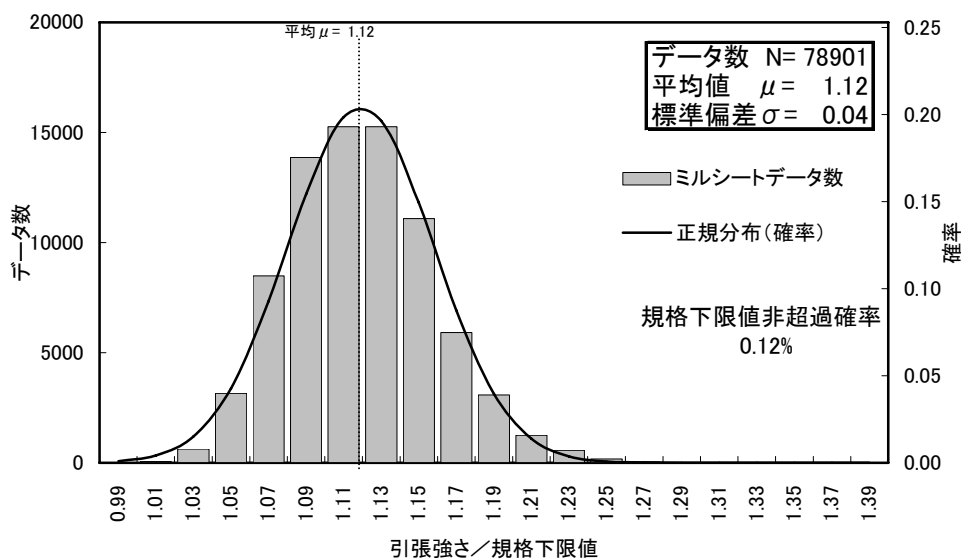
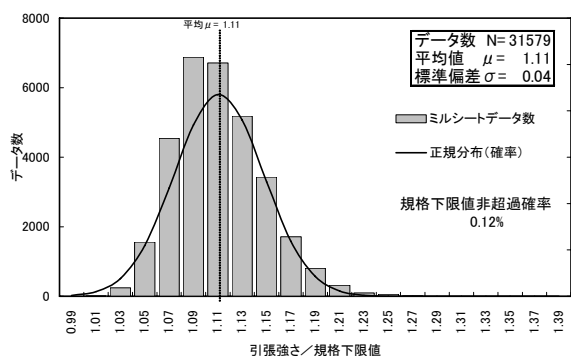


図-3.4 全データの引張強さの頻度分布

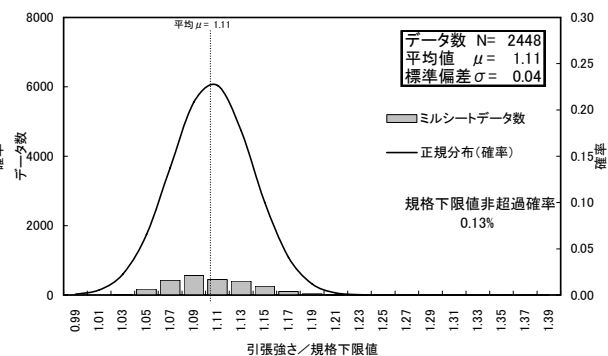
注) 上図頻度分布の横軸の領域は, 0.02 単位で分けており数値は中央値を示している. 例えば 0.99 の場合, 領域は $0.98 < x \leq 1.00$ となり降伏強度が規格下限値と同値 (1.00) の場合が含まれる.

表-3.5 鋼材引張強さ(引張強さ実測値／基準値)の統計値

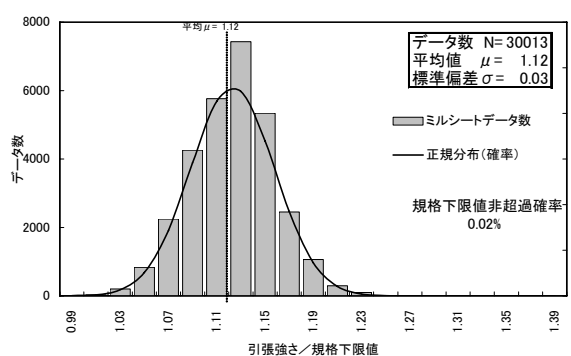
No.	鋼種	板厚		規格下限値 [N/mm2]	分類別の統計値特性調査結果		N: データ数		μ: 平均値		σ: 標準偏差	V: 変動係数
		区分	範囲[mm]		鋼種及び板厚区分分類	鋼種	普通・耐候性	全数				
1	SS400.SM400	I	6≦t≦12	400	N=16236	μ = 1.12 σ = 0.04 V = 0.03	N=31579	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.03				
2	SS400.SM400	II	12<t≦16		N=6247	μ = 1.09 σ = 0.03 V = 0.03						
3	SS400.SM400	III	16<t≦25		N=6207	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.03						
4	SS400.SM400	IV	25<t≦32		N=1827	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.04						
5	SS400.SM400	V	32<t≦40		N=1062	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.03						
6	SS400.SM400	VI	40<t≦100		データ無し							
7	SM490	I	6≦t≦12	490	N=618	μ = 1.12 σ = 0.03 V = 0.03	N=2448	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.03				
8	SM490	II	12<t≦16		N=392	μ = 1.11 σ = 0.03 V = 0.03						
9	SM490	III	16<t≦25		N=686	μ = 1.10 σ = 0.03 V = 0.03						
10	SM490	IV	25<t≦32		N=219	μ = 1.09 σ = 0.03 V = 0.03						
11	SM490	V	32<t≦40		N=135	μ = 1.08 σ = 0.03 V = 0.02						
12	SM490	VI	40<t≦100		N=398	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.04						
13	SM490Y	I	6≦t≦12	490	N=6650	μ = 1.14 σ = 0.03 V = 0.03	N=73489	μ = 1.12 σ = 0.04 V = 0.03				
14	SM490Y	II	12<t≦16		N=6909	μ = 1.13 σ = 0.03 V = 0.03						
15	SM490Y	III	16<t≦25		N=7693	μ = 1.12 σ = 0.03 V = 0.03						
16	SM490Y	IV	25<t≦32		N=3898	μ = 1.11 σ = 0.03 V = 0.03						
17	SM490Y	V	32<t≦40		N=3324	μ = 1.11 σ = 0.03 V = 0.03						
18	SM520	VI	40<t≦100	520	N=1539	μ = 1.08 σ = 0.04 V = 0.04	N=9449	μ = 1.13 σ = 0.05 V = 0.04				
19	SM570	I	6≦t≦12	570	N=403	μ = 1.15 σ = 0.04 V = 0.03						
20	SM570	II	12<t≦16		N=1086	μ = 1.16 σ = 0.04 V = 0.03						
21	SM570	III	16<t≦25		N=2287	μ = 1.14 σ = 0.04 V = 0.04						
22	SM570	IV	25<t≦32		N=1633	μ = 1.12 σ = 0.04 V = 0.03						
23	SM570	V	32<t≦40		N=1545	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.03						
24	SM570	VI	40<t≦100		N=2495	μ = 1.11 σ = 0.05 V = 0.04						
25	SMA400	I	6≦t≦12	400	N=1050	μ = 1.16 σ = 0.05 V = 0.04	N=2094	μ = 1.16 σ = 0.05 V = 0.04				
26	SMA400	II	12<t≦16		N=342	μ = 1.16 σ = 0.04 V = 0.03						
27	SMA400	III	16<t≦25		N=375	μ = 1.15 σ = 0.04 V = 0.04						
28	SMA400	IV	25<t≦32		N=117	μ = 1.14 σ = 0.03 V = 0.03						
29	SMA400	V	32<t≦40		N=102	μ = 1.14 σ = 0.05 V = 0.04						
30	SMA400	VI	40<t≦100		N=108	μ = 1.18 σ = 0.06 V = 0.05						
31	SMA490	I	6≦t≦12	490	N=975	μ = 1.13 σ = 0.05 V = 0.04	N=5412	μ = 1.14 σ = 0.05 V = 0.05				
32	SMA490	II	12<t≦16		N=657	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.04						
33	SMA490	III	16<t≦25		N=855	μ = 1.11 σ = 0.04 V = 0.03						
34	SMA490	IV	25<t≦32		N=368	μ = 1.14 σ = 0.05 V = 0.05						
35	SMA490	V	32<t≦40		N=348	μ = 1.12 σ = 0.05 V = 0.05						
36	SMA490	VI	40<t≦100		N=115	μ = 1.10 σ = 0.05 V = 0.05						
データ区分数					36(35)	6	2	1				



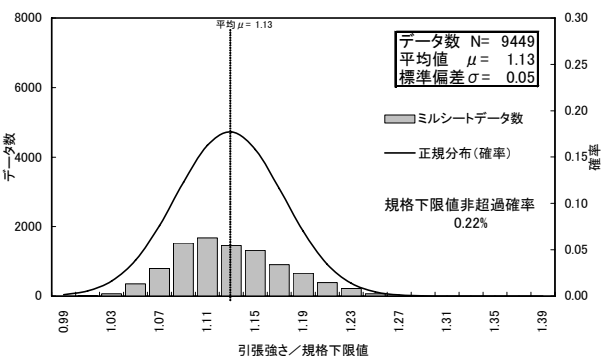
(a)鋼種：SS400,SM400A~C



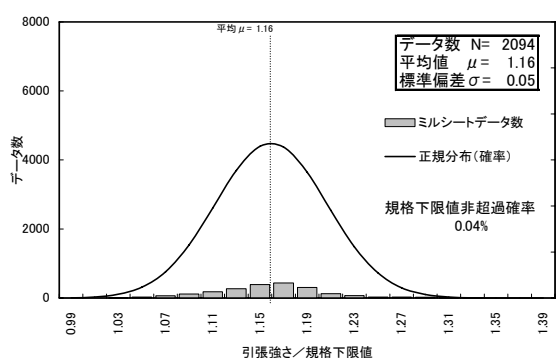
(b)鋼種：SM490A~C



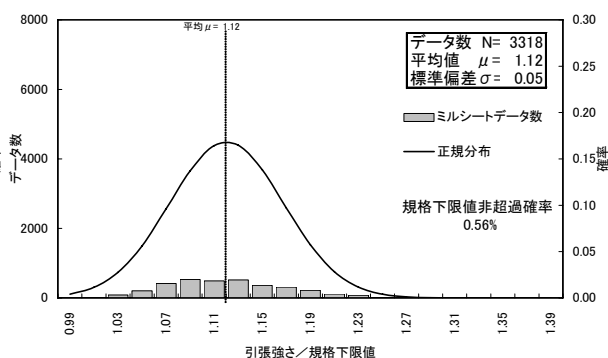
(c)鋼種：SM490YA,YB,SM520-H



(d)鋼種：SM570,SM570-H



(e)鋼種：SMA400AW~CW



(f)鋼種：SMA490AW~CW

図-3.5 鋼種別の引張強さの頻度分布

(3) 板厚

表-3.6 に板厚誤差に関する全 160980 データの統計値を示す。図-3.6 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示す。また、表-3.7 に鋼種別の統計値を示す。なお、表-3.7 に示すように鋼種別の統計値の差は小さく、ばらつきは材料強度と比較して小さい。また、鋼板厚さ（厚さの許容差／公称板厚）は、JIS G3193³⁷⁾によると板厚が薄いほど大きくなるが、公称値と平均値はほぼ同値となっている。

板厚区分毎の板厚精度の頻度分布データ、頻度分布図については巻末の付属資料に示す。

表-3.6 鋼材板厚(実測値／公称値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
断面 定数	鋼材板厚	板厚 $t \leq 100\text{mm}$	160980	1.0017	0.0121	0.0121

表-3.7 鋼材板厚(実測値／公称値)の鋼種別統計値²⁾

統計値 鋼種	普通鋼材				耐候性鋼材		全鋼種
	400材	490材	490Y材	570材	400材	490材	
データ数	58213	3511	56994	6162	15640	20460	160980
平均値	1.002	1.005	1.002	1.007	1.001	1.000	1.002
標準偏差	0.015	0.015	0.011	0.007	0.012	0.010	0.012

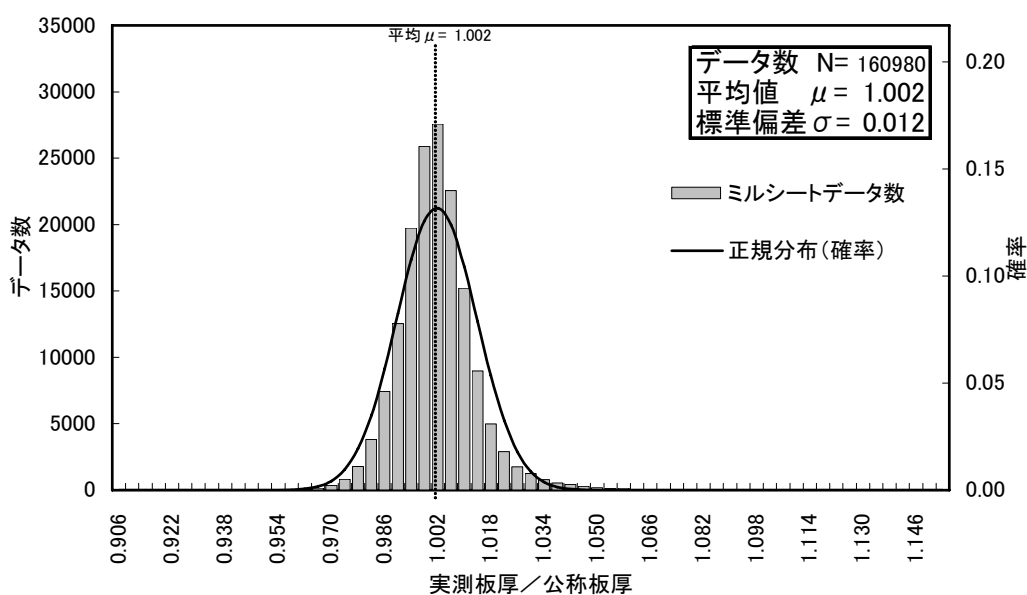


図-3.6 全データの板厚精度に対する頻度分布

注) 上図頻度分布の横軸の領域は、0.004 単位で分けており数値は中央値を示している。
例えば 1.002 の場合、領域は $1.000 < x \leq 1.004$ となる。

【参考：厚さの許容値】

1) JIS G3193 熱間圧延鋼板及び鋼帯の形状、寸法、質量及びその許容差³⁷⁾

表 5 厚さの許容差（厚さ：4 mm 以上）

単位 mm

厚さ	幅					
	1 600 未満	1 600 以上 2 000 未満	2 000 以上 2 500 未満	2 500 以上 3 150 未満	3 150 以上 4 000 未満	4 000 以上 5 000 未満
4.00 以上 5.00 未満	±0.45	±0.55	±0.55	±0.65	—	—
5.00 以上 6.30 未満	±0.50	±0.60	±0.60	±0.75	±0.75	±0.85
6.30 以上 10.0 未満	±0.55	±0.65	±0.65	±0.80	±0.80	±0.90
10.0 以上 16.0 未満	±0.55	±0.65	±0.65	±0.80	±0.80	±1.00
16.0 以上 25.0 未満	±0.65	±0.75	±0.75	±0.95	±0.95	±1.10
25.0 以上 40.0 未満	±0.70	±0.80	±0.80	±1.00	±1.00	±1.20
40.0 以上 63.0 未満	±0.80	±0.95	±0.95	±1.10	±1.10	±1.30
63.0 以上 100 未満	±0.90	±1.10	±1.10	±1.30	±1.30	±1.50
100 以上 160 未満	±1.30	±1.50	±1.50	±1.70	±1.70	±1.90
160 以上 200 未満	±1.60	±1.80	±1.80	±1.90	±1.90	±2.10
200 以上 250 未満	±1.80	±1.90	±1.90	±2.00	±2.00	±2.20
250 以上 300 未満	±2.00	±2.10	±2.10	±2.20	±2.20	±2.50
300 以上 350 以下	±2.10	±2.30	±2.30	±2.40	±2.40	±2.80

- 備考1. 厚さ 40 mm 以上に対しては、受渡当事者間の協議によってプラス側許容差を緩和してもよい。
2. 厚さ 350 mm 超えの厚さの許容差については、受渡当事者間の協議による。
3. 受渡当事者間の協議によって、表 5 の許容差は、プラス側又はマイナス側に制限してもよい。ただし、その場合の全許容差範囲は、表 5 の全許容差範囲に等しいものとする。
4. 幅 5 000 mm 以上の厚さの許容差は、受渡当事者間の協議による。

文献) JIS G3193, 2005, (財)日本規格協会

2) 道示Ⅱ鋼橋編 17.2 鋼材（抜粋）

- (1) 鋼製の上部構造及び橋脚構造に用いられる鋼材は、設計図等に記載された鋼材規格に、また特別な性能を要求する場合には、その要求内容にそれぞれ合格していることが施工着手前に確認されなければならない。
- (2) 鋼材の保管にあたっては、その鋼材が本来保有すべき特性や品質が維持、確保されるように配慮しなければならない。なお、保管期間中にその特性や品質に影響を与えたと思われる事態が生じて、その程度を診断した結果、鋼材が要求性能を満足していない場合には、その鋼材は、害のない適切な方法で補修又は矯正が行われなければならない。
- (3) 鋼板の厚さは JIS G 3193「熱間圧延鋼板及び鋼帯の形状、寸法、質量及びその許容差」表 4、厚さの許容差を適用し、かつ備考 1 により、(－)側の許容差が公称板厚の 5 % 以内にならなければならない。
- (4) 鋼板の表面には、有害なきずがあつてはならない。
- (5) 鋼板の平坦度は、板取り、けがき、接合等に支障のないものでなければならない。

(4) 物理定数

鋼材の弾性係数及びポアソン比について、表-3.8 にデータ数が 100 以上の 3 文献で整理された統計値を示す。3 者について統計値に顕著な差がみられないことから、最もデータ数の多い土木学会(1987)⁷⁾による統計値を参照した(表-3.9)。

表-3.8 文献別物理定数の統計値

(a)弾性係数			
	土木学会(1987) ⁷⁾	久保他(1979) ⁹⁾	建築学会(1990) ¹⁰⁾
データ数	1024	801	477
平均値	0.999	0.997	0.991
標準偏差	0.045	0.046	0.086
変動係数	0.045	0.046	0.087

(b)ポアソン比			
	土木学会(1987) ⁷⁾	久保他(1979) ⁹⁾	建築学会(1990) ¹⁰⁾
データ数	588	386	107
平均値	0.937	0.932	0.933
標準偏差	0.085	0.092	0.093
変動係数	0.091	0.098	0.100

表-3.9 鋼材物理定数(実測値／公称値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式(以下、基準値)	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
鋼材物理定数	弾性係数	200000N/mm ²	1024	0.999	0.045	0.045
	ポアソン比	0.30	588	0.937	0.085	0.091

(5) 降伏強度のばらつきに関する考察

1) 年代別・鋼種別の降伏強度

2.2 節に示したように構造用鋼材の降伏強度（上降伏点）の統計値については、過去にも土木学会等で調査が行われている。表-3.12 に主な文献について統計データを示す。表-3.10 に各文献の統計値を示す。表中には、降伏強度が平均値 μ 、標準偏差 σ の正規分布に従うと仮定した場合の 5% 及び 2.3% フラクタイル値を示す。また、図-3.7 に年代別、鋼種別の分布を比較して示す。JIS 規格により保証値が規定されているものに対して、正規分布にあてはめること自体に無理はあるものの、JIS 規格の降伏強度の下限值 F_y は、年代、鋼種によらず 5% フラクタイル値を下回る値となっている。

2) 強度に影響を与える要因

降伏強度のばらつきに影響を与える要因としてはこれまで指摘されている^{4),38)}とおり、以下の要因が考えられる。

a) 鋼種、板厚

- ・鋼種（化学成分組成の違いは、強度のばらつきに影響を与える）
- ・板厚区分（板厚が大きいほど、降伏点は低くなる傾向にある）

b) その他

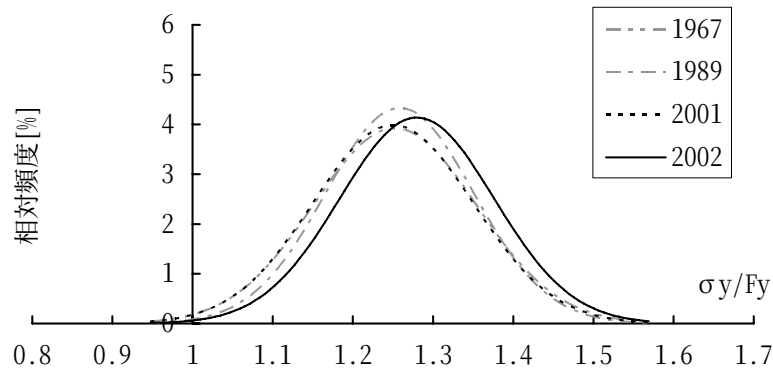
- ・材料試験時の試験速度（降伏強度は引張試験時のひずみ速度に依存性する）
- ・JIS 規格の材料試験法（JIS Z2241）では、上降伏点、下降伏点、耐力までの平均応力増加率は、鋼においては $3 \sim 30 \text{ N}/(\text{mm}^2 \cdot \text{s})$ としているが、降伏点は試験時のひずみ速度で変化する⁴⁾とされている。

表-3.10 降伏強度の統計値

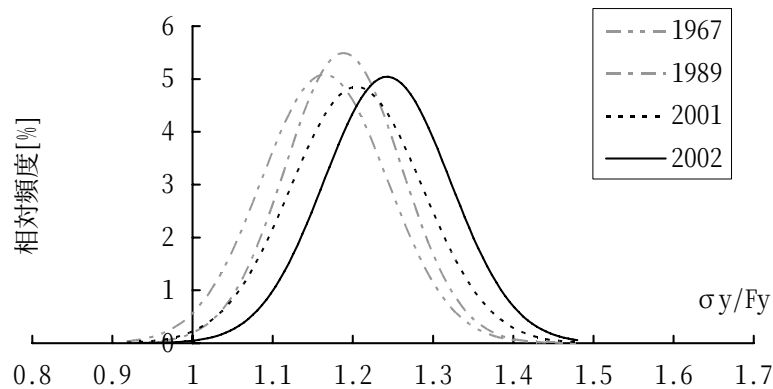
(a) 400材 上降伏点（ミルシートより）						
年代	データ 個数	σ_y/F_y の 平均値 μ	σ_y/F_y の 標準偏差 σ	5%フラク タイル値 1.65σ	2.3%フラク タイル値 2.0σ	F_y 以下と なる確率
1967	472	1.252	0.102	1.085	1.049	0.65%
1989	41	1.258	0.092	1.106	1.074	0.25%
2001	31579	1.250	0.100	1.085	1.050	0.62%
2002	255	1.280	0.096	1.121	1.087	0.18%

(b) 490Y材 上降伏点（ミルシートより）						
年代	データ 個数	σ_y/F_y の 平均値 μ	σ_y/F_y の 標準偏差 σ	5%フラク タイル値 1.65σ	2.3%フラク タイル値 2.0σ	F_y 以下と なる確率
1967	86	1.165	0.079	1.035	1.007	1.81%
1989	48	1.188	0.073	1.068	1.043	0.48%
2001	32461	1.205	0.082	1.069	1.040	0.65%
2002	263	1.243	0.079	1.112	1.085	0.11%

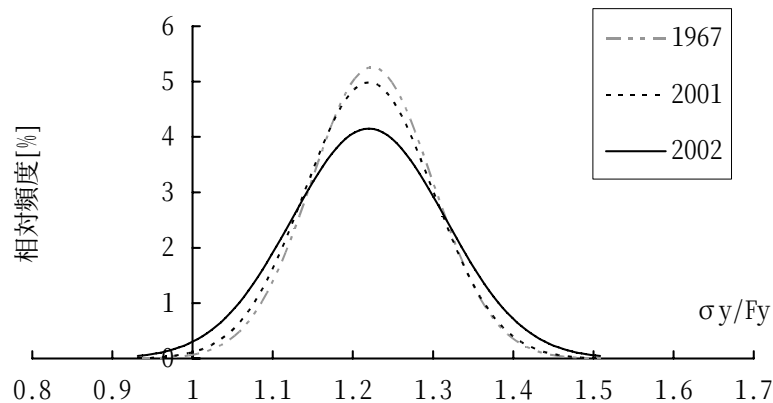
(c) 570材 降伏点（ミルシートより）						
年代	データ 個数	σ_y/F_y の 平均値 μ	σ_y/F_y の 標準偏差 σ	5%フラク タイル値 1.65σ	2.3%フラク タイル値 2.0σ	F_y 以下と なる確率
1967	73	1.224	0.076	1.099	1.072	0.16%
1989	-	-	-	-	-	-
2001	9449	1.220	0.080	1.088	1.060	0.30%
2002	282	1.220	0.096	1.061	1.028	1.11%



(a) 400材



(b) 490Y材



(c) 570材

図-3.7 鋼材降伏強度の年代別相対頻度分布

- ・製品と材料強度試験片との強度の差
- ・降伏点の圧延方向依存性の影響
 - ・道示Ⅱ鋼橋編（17.3.1 加工）では、主たる応力方向と圧延方向を一致させることとしているが、圧延直角方向との差に関する十分な統計データは公表されていない。
- ・JIS 規格による強度規格下限値の存在
 - ・製鋼メーカー毎に、鋼材の製造工程管理の違いによるばらつきの違いが考えられる。現状の JIS 規格を使用材料の条件としている以上は、降伏点が JIS 規格下限値を下回るものは出荷されないように製造工程の管理が行われていることから、統計値についてはこのような前提条件に留意する必要がある。

3) 下降伏点の5%フラクタイル値の推定

この他、統計値には含まれていないが強度評価に当たって留意すべき点として、上降伏点と下降伏点の違いが挙げられる。文献4)では、両者の平均値の比は、1.03～1.05程度としている。また、文献38)等では、鋼部材の設計には転位増殖による応力低下と加工硬化とが平衡状態にあり、比較的安定した特性値である下降伏点を用いるべきとしている。

表-3.11 に、土木学会⁴⁾を参考にして上降伏点／下降伏点の比(1.03～1.05程度)を考慮した場合に、推定される下降伏点の分布の統計値を示す。表-3.11 に示すとおり JIS 規格保証値に対して 1989 年以降の鋼材では 1.007～1.086 倍であり、JIS 保証降伏点を上回る結果となっている。

表-3.11 上降伏点と下降伏点の統計値

(a) 400材 上降伏点 (ミルシートより)						
年代	データ 個数	σ_y/F_y の 平均値 μ	σ_y/F_y の 標準偏差 σ	5%フラク タイル値 1.65 σ	2.3%フラク タイル値 2.0 σ	F_y 以下と なる確率
1967	472	1.252	0.102	1.085	1.049	0.65%
1989	41	1.258	0.092	1.106	1.074	0.25%
2001	31579	1.250	0.100	1.085	1.050	0.62%
2002	255	1.280	0.096	1.121	1.087	0.18%
下降伏点 (上下降伏点の統計データを基に下降伏点に換算)						
1967	472	1.214	0.099	1.051	1.017	1.50%
1989	41	1.220	0.090	1.072	1.041	0.70%
2001	31579	1.212	0.097	1.052	1.018	1.46%
2002	255	1.241	0.094	1.086	1.054	0.51%

(b) 490Y材 上降伏点 (ミルシートより)						
年代	データ 個数	σ_y/F_y の 平均値 μ	σ_y/F_y の 標準偏差 σ	5%フラク タイル値 1.65 σ	2.3%フラク タイル値 2.0 σ	F_y 以下と なる確率
1967	86	1.165	0.079	1.035	1.007	1.81%
1989	48	1.188	0.073	1.068	1.043	0.48%
2001	32461	1.205	0.082	1.069	1.040	0.65%
2002	263	1.243	0.079	1.112	1.085	0.11%
下降伏点 (上下降伏点の統計データを基に下降伏点に換算)						
1967	86	1.109	0.081	0.976	0.947	8.88%
1989	48	1.131	0.075	1.008	0.982	3.92%
2001	32461	1.147	0.084	1.007	0.978	4.11%
2002	263	1.183	0.081	1.049	1.021	1.21%

※下降伏点の平均、標準偏差の算出は、

$$\text{下降伏点の } m, \sigma = \text{上降伏点の } m, \sigma \times \frac{\text{土木学会 } ^4) \text{ における下降伏点の } m, \sigma}{\text{土木学会 } ^4) \text{ における上降伏点の } m, \sigma}$$

とした。

表-3.12 構造用鋼材の降伏強度の調査結果

(a) 1967年調査

1967年	データ個数	σ_y	
鋼材	N	μ	σ
SS41	305	28.99	2.48
SM41A	89	27.76	1.79
SM41B	60	29.15	2.44
SM41C	18	29.67	2.29
SM50A	463	37.53	2.97
SM50B	281	37.47	2.68
SM50C	32	37.16	2.17
SM50YA	73	42.21	2.94
SM50YB	13	40.31	2.19
SM58	73	56.30	3.49

全データ個数 1407 [kg/mm²]

文献) 西村昭：ミルシート値とチェックテスト値との関係について，鋼構造論文集 Vol.5, No.38, 1969.

西村昭：鋼材の機械的性質のばらつきについて，鋼構造論文集 Vol.5, No.48, 1969.

A：ミルシート（上降伏点データ）

B：鋼材使用者側の石川島播磨重工業(株)，汽車製造(株)，日本橋梁(株)，日本鋼管(株)，松尾橋梁(株)，三菱重工業(株) 横浜造船所，(株)宮地鉄工所，(株)横河橋梁製作所の計8社に調査票を配布しミルシート値を記入

(b) 1989年調査

鉄鋼メーカー試験結果

1989年	データ個数	σ_y	
鋼材	N	μ	σ
SS400, SM400	41	30.2	2.21
SM490	44	38.4	2.51
SM490Y	21	42.1	2.21
SM520	27	43.3	2.93
SMA490	15	44.8	3.44

全データ個数 148 [kg/mm²]

文献) 土木学会：鋼構造シリーズ6 鋼構造物の終局強度と設計 平成6年7月 p46

A：引張試験結果（上降伏点データ）

B：1989年に鉄鋼メーカーが実施した引張試験結果の統計値から明瞭な降伏棚が観察された鋼材

(c) 2001年調査

2001年	データ個数	σ_y/F_y	
鋼材	N	μ	σ
SS400, SM400	31579	1.25	0.10
SM490YA	2448	1.26	0.11
SM490Y, SM520	30013	1.20	0.08
SM570	9449	1.22	0.08
SMA400W	2094	1.43	0.11
SMA490W	3318	1.25	0.10

全データ個数 78901

文献) 奈良他：橋梁向け構造用鋼板の板厚および強度に関する統計調査，土木学会論文集 No.752/ I -66, 299-310, 2004.1

A：ミルシート（上降伏点データ）

B：調査は，新日本製鉄，NKK，川崎製鉄，住友金属工業，神戸製鋼所の5社から2001年の1年間に橋梁向けに出荷された構造用鋼板

(d) 2002年調査

2002年	データ個数	σ_y	
鋼材	N	μ	σ
SM400A	141	296.3	22.77
SM400B	30	281.3	19.36
SM400C	84	288.4	21.60
SMA400AW	112	340.3	29.71
SMA400BW	49	327.1	23.26
SMA400CW	71	324.8	27.66
SM490YA	69	438.3	23.91
SM490YB	96	418.2	24.52
SM490YB-TMC	1		
SM520C	80	418.3	36.10
SM520C-TMC	17	433.5	17.89
SMA490AW	58	444.1	34.07
SMA490BW	94	438.2	44.31
SMA490BW-TMC	2		
SMA490CW	63	414.8	33.10
SMA490CW-TMC	4		
SM570	170	557.4	44.74
SM570-TMC	112	536.1	41.01
SMA570W	141	586.1	47.57
SMA570-TMC	18	534.4	40.12

全データ個数 1412 [N/mm²]

文献) 南邦明他：橋梁で使用する鋼材の機械的性質の現状，鋼構造論文集 Vol.11, No.42, 2004.

A：ミルシート（上降伏点データ）

B：調査は平成14年7月に実施し日本橋梁建設協会の溶接技術部会に参加の14社で使用した鋼材

凡例

F_y：JIS保証降伏点
F_u：引張強さ
 μ ：平均値
 σ ：標準偏差
A：降伏点数値内容
B：調査対象鋼材

3.1.2 形鋼

H形鋼の降伏強度及び引張強さの統計値については、(社)日本鉄鋼連盟の建設用鋼材研究会が2003年3月～2006年4月に調査したデータをもとに算出した。

なお、H形鋼以外の形鋼についてもデータ収集を試みたが、橋梁用形鋼として統計データが整理されているわけではなく、また総出荷量に対する橋梁への出荷量の割合も非常に小さいことから検討対象からはずした。

(1) 降伏強度

表-3.13 降伏強度に関する全 186 データの統計値を示す。図-3.8 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示す。また、表-3.14 に鋼種別の統計値を示す。

鋼種、形状毎の降伏強度の個別データ、頻度分布図については巻末の付属資料に示す。

表-3.13 H形鋼降伏強度(降伏強度実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式 (以下、基準値)	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鋼材降伏強度 (H形鋼)	SS400, SM400	186	1.23	0.10	0.08
		SM490				
		SM490Y				

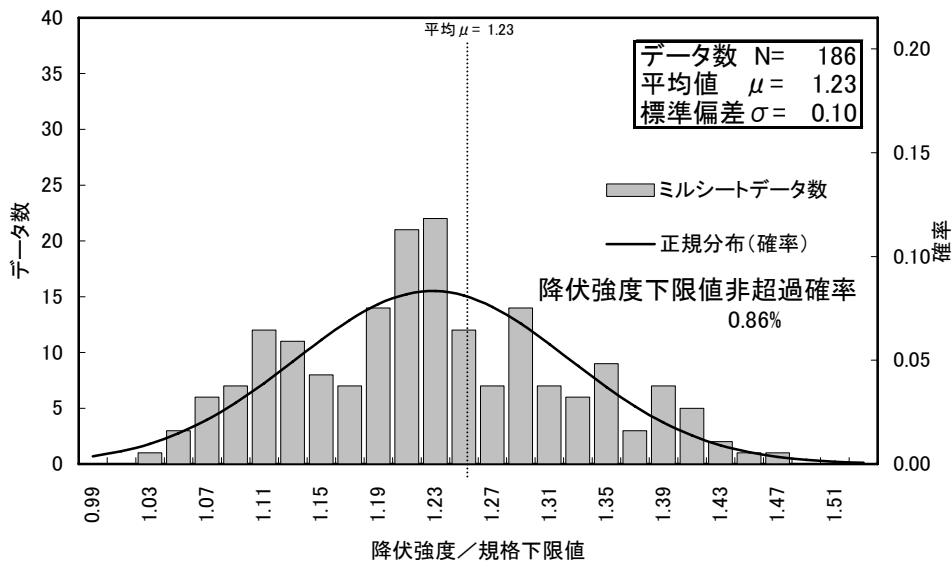


図-3.8 全データの降伏強度の頻度分布

表-3.14 H形鋼降伏強度(降伏強度実測値／基準値)の鋼種別統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式 (以下、基準値)	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鋼材降伏強度 (H形鋼)	SS400, SM400	125	1.27	0.08	0.06
		SM490	29	1.18	0.07	0.06
		SM490Y	32	1.10	0.04	0.04

(2) 引張強さ

表-3.15 に引張強さに関する全 186 データの統計値を示す。図-3.9 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示す。また、表-3.16 に鋼種別の統計値を示す。

鋼種、形状毎の引張強さの個別データ、頻度分布図については巻末の付属資料に示す。

表-3.15 H 形鋼引張強さ(引張強さ実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鋼材引張強さ (H形鋼)	SS400, SM400	186	1.11	0.04	0.03
		SM490				
		SM490Y				

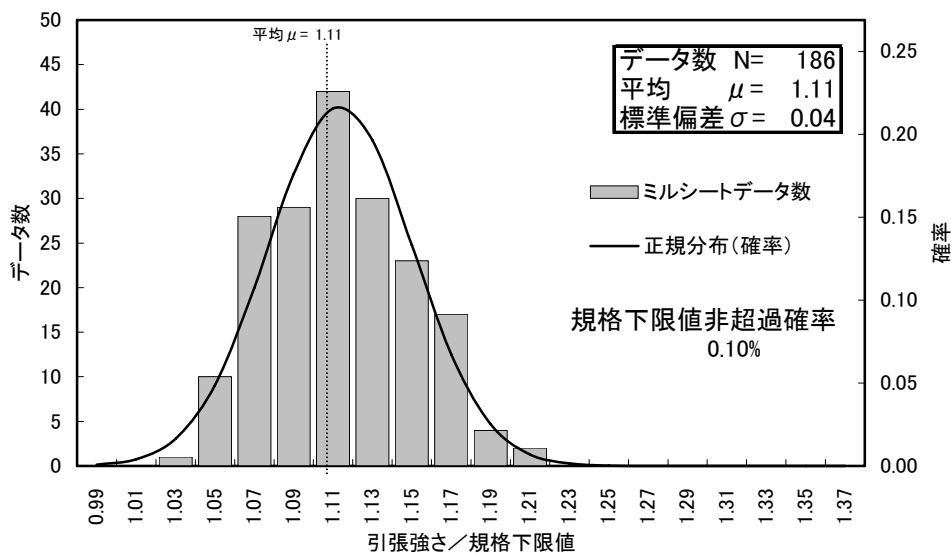


図-3.9 全データの引張強さの頻度分布

表-3.16 H 形鋼引張強さ(引張強さ実測値／基準値)の鋼種別統計値

抵抗側 不確定要因	分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鋼材引張強さ (H形鋼)	SS400, SM400	125	1.12	0.03	0.03
		SM490	29	1.08	0.03	0.02
		SM490Y	32	1.10	0.03	0.03

3.1.3 ワイヤロープ

図-3.10 にワイヤロープの種類³⁹⁾を示す。ここでは、平行線ケーブル（素線）の降伏強度、破断強度と、スパイラルロープ（より線）、ストランドロープ、ロックドコイルロープの破断強度について整理した。

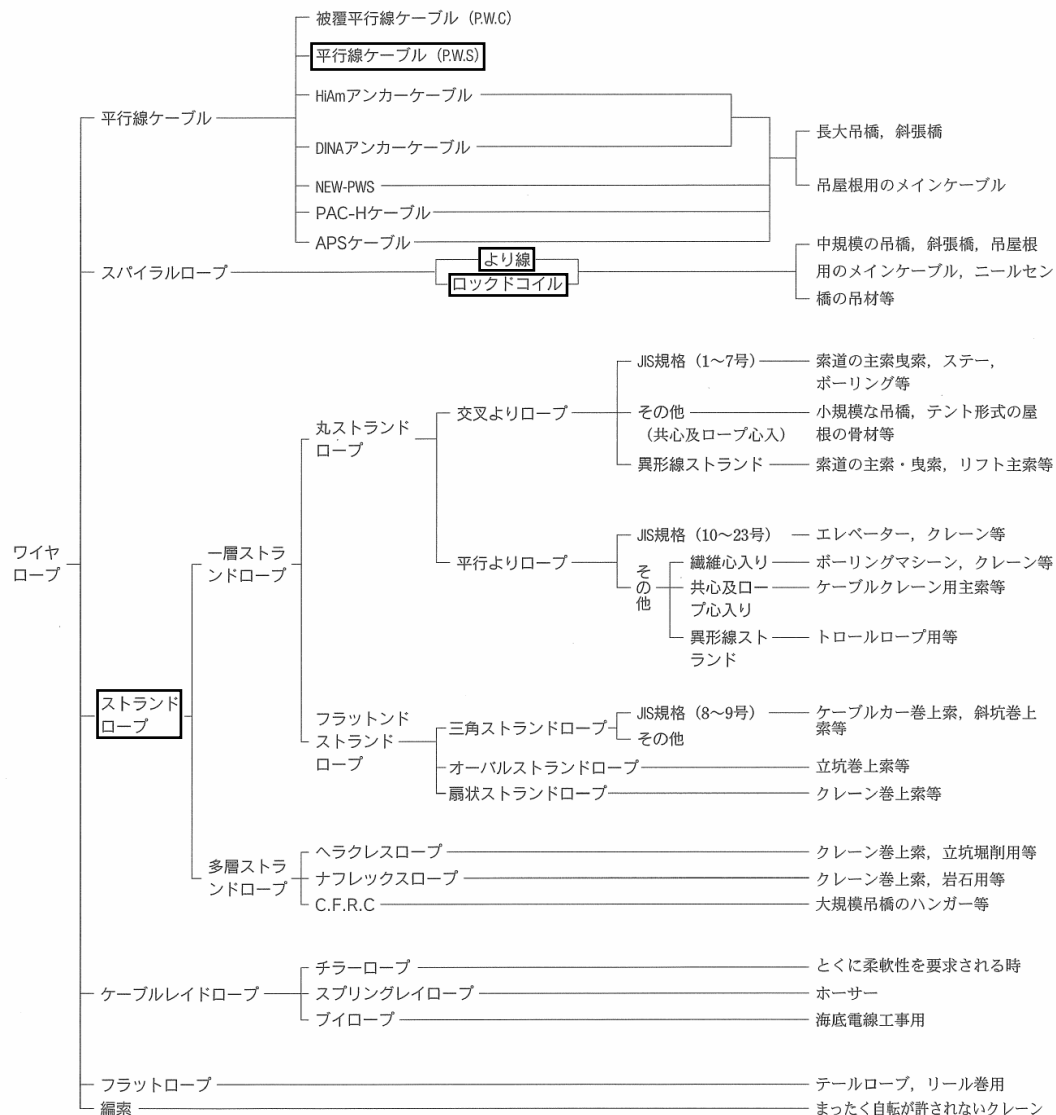


図-3.10 ワイヤロープの分類（文献 39）より抜粋）

(1) 降伏強度

平行線ケーブル（素線）の降伏強度の統計値について、（社）日本鋼構造協会が6吊橋（完工年1986～1998）について調査した0.7%、0.8%耐力に関する全5870データを対象に算出した（表-3.17）。表-3.18に強度別の降伏強度統計値を示す。

形状毎の降伏強度の頻度分布データについては巻末の付属資料に示す。

表-3.17 ワイヤロープの降伏強度(降伏強度実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		分類等	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	ワイヤロープの 降伏強度	平行線ケーブル（PWS）	5870	1.11	0.01	0.01

※基準値は日本鋼構造協会規格 JSS II 06-1994 による。

表-3.18 ワイヤロープの降伏強度(降伏強度実測値／基準値)の鋼種別統計値

抵抗側 不確定要因		分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	ワイヤロープの 降伏強度	平行線ケーブル（PWS）	118kg/mm ² (7%耐力)	1760	1.15	0.01	0.01
			140kg/mm ² (8%耐力)	4110	1.09	0.01	0.01

※基準値は日本鋼構造協会規格 JSS II 06-1994 による。

ストランドロープ、スパイラルロープ（より線）、ロックドコイルロープの統計値について、ロープメーカー3社が調査した破断強度に関する全287データを対象に、平行線ケーブルの破断強度の統計値については、前述の日本鋼構造協会が6吊橋（完工年1986～1998）を調査した破断強度に関する全97732データを対象に算出した（表-3.19）。表-3.20にワイヤロープの種類および強度基準値により分類した場合の破断強度の統計値を示す。

表-3.19 ワイヤロープの破断強度(破断強度実測値/基準値)の統計値

表-3.20 ワイヤロープの破断強度(破断強度実測値/基準値)の鋼種別統計値

- 33 -

3.1.4 鉄筋

鉄筋の降伏強度及び引張強さの統計値については、普通鋼電炉工業会¹²⁾による降伏強度及び引張強さに関するデータのうち、床版で使用されている鉄筋径 D13,D16,D19 の全 67 データを対象に算出した。

(1) 降伏強度

表-3.21 に鉄筋の降伏強度の統計値を、表-3.22 に鉄筋径及び種類別の降伏強度の統計値を示す。

表-3.21 鉄筋の降伏強度(実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因	分類等		道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鉄筋降伏強度	SD295A	D13,D16	67	1.19	0.065	0.054
		SD345	D19				

※（ ）内は、JIS に規定されている降伏強度の値

表-3.22 鉄筋の降伏強度(実測値／基準値)の統計値集計表

	データ 中央値	データ数	中央値 基準値	鉄筋径別の統計値				全データの統計値			
	N/mm ²			データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
D13	340	1	1.1525	24	1.2345	0.0402	0.0326	67	1.1941	0.0647	0.0542
SD295A	350	5	1.1864								
	360	6	1.2203								
規格値	370	8	1.2542								
295N/mm ²	380	3	1.2881								
	390	1	1.3220								
D16	340	1	1.1525	22	1.2265	0.0300	0.0245				
SD295A	350	3	1.1864								
	360	10	1.2203								
規格値	370	7	1.2542								
295N/mm ²	380	1	1.2881								
D19	370	5	1.0725	21	1.1139	0.0341	0.0307				
SD345	380	7	1.1014								
	390	6	1.1304								
規格値	400	1	1.1594								
345N/mm ²	410	2	1.1884								

※データ中央値：データ範囲の中央の値、340N/mm²の場合 335～345N/mm²の範囲

(2) 引張強さ

表-3.23 に鉄筋の引張強さの統計値を、表-3.24 に鉄筋径及び種類別の統計値を示す。

表-3.23 鉄筋の引張強さ(実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		分類等		道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	鉄筋引張強さ	SD295A	D13, D16	440N/mm ² ：(440～660N/mm ²)	67	1.16	0.047	0.040
		SD345	D19	490N/mm ² ：(490N/mm ² ～)				

※（ ）内は、JIS に規定されている引張強さの値

表-3.24 鉄筋の引張強さ(実測値／基準値)の統計値集計表

	データ 中央値 N/mm ²	データ数	中央値 基準値	鉄筋径別の統計値				全データの統計値							
				データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数				
D13 SD295A 規格値 440N/mm ²	465	1	1.0568	24	1.1534	0.0534	0.0463	67	1.1566	0.0465	0.0402				
	475	1	1.0795												
	485	5	1.1023												
	495	3	1.1250												
	505	2	1.1477												
	515	7	1.1705												
	525	0	1.1932												
	535	3	1.2159												
	545	1	1.2386												
	555	0	1.2614												
565	1	1.2841													
D16 SD295A 規格値 440N/mm ²	475	1	1.0795	22	1.1570	0.0379	0.0328								
	485	2	1.1023												
	495	3	1.1250												
	505	6	1.1477												
	515	4	1.1705												
	525	4	1.1932												
	535	1	1.2159												
545	1	1.2386													
D19 SD345 規格値 490N/mm ²	515	1	1.0510	21	1.1599	0.0460	0.0397								
	525	0	1.0714												
	535	2	1.0918												
	545	2	1.1122												
	555	2	1.1327												
	565	2	1.1531												
	575	4	1.1735												
	585	4	1.1939												
	595	4	1.2143												

※データ中央値：データ範囲の中央の値、340N/mm²の場合 335～345N/mm²の範囲

3.1.5 コンクリート

コンクリートの圧縮強度の統計値については、河野他¹³⁾によるコンクリートの品質実態調査のうち強度に関する全 100 データ(1 データにつき 3 試料あるため全試料数は 300)を参照した(表-3.25)。表-3.26 に呼び強度別の統計値を、表-3.27 に全 100 データの統計値を示す。また、図-3.11 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示し、図-3.12 に呼び強度別の圧縮強度の頻度分布と正規確率密度分布を示す。

コンクリートの圧縮強度の呼び強度に対する比の平均値は、表-3.26 に示すように呼び強度が大きくなるに従い小さくなるが、標準偏差も同様に小さくなる傾向にある。結果として、下限値(平均値 $-2\times$ 標準偏差)は 1.02~1.10 となっており、呼び強度毎に大きな違いは見られない。

表-3.25 コンクリートの圧縮強度(実測値／呼び強度)の統計値

抵抗側 不確定要因		分類等	道示規定値の基準となる 値または式(以下、基準値)	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
材料 強度	コンクリートの 圧縮強度	設計基準強度 (呼び強度)	21, 24, 27N/mm ²	100 (300)	1.27	0.12	0.10

表-3.26 コンクリートの圧縮強度(実測値／呼び強度)の呼び強度別統計値

呼び強度	21	24	27	全データ
データ数	51	46	3	100
平均値	1.30	1.24	1.17	1.27
標準偏差 σ	0.12	0.11	0.03	0.12
変動係数	0.10	0.09	0.03	0.10
平均値 -2σ	1.05	1.02	1.10	1.02

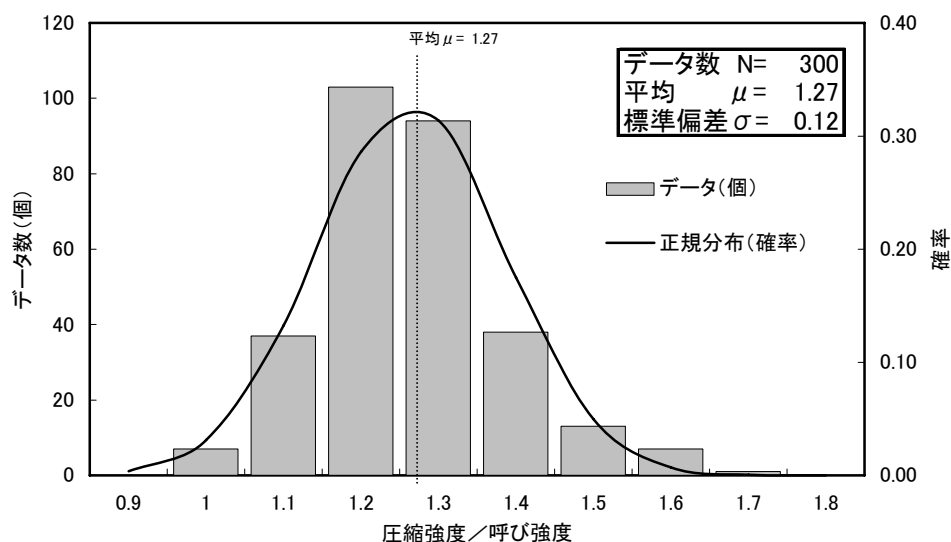
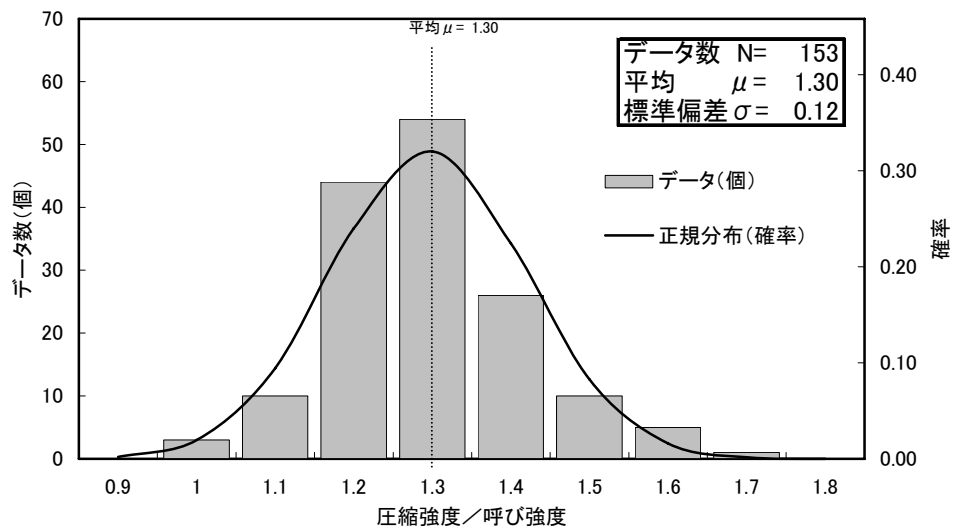


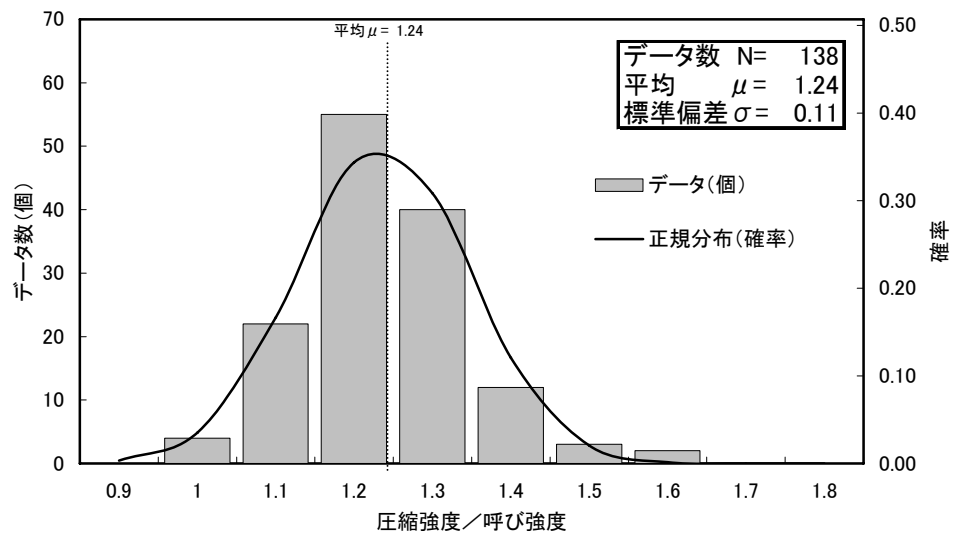
図-3.11 全データによる圧縮強度の頻度分布

表-3.27 コンクリートの圧縮強度のデータおよび統計値¹³⁾

整理記号	呼び強度	強度別 通しNo	材齢28日圧縮強度(N/mm ²)			①/ 呼び強度	②/ 呼び強度	③/ 呼び強度	呼び強度別統計値			全データ統計値					
			①	②	③				平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数			
NA008	21	1	31.6	31.9	32.4	1.50	1.52	1.54	1.30	0.124	0.096	1.2656	0.121	0.096			
NB003	21	2	25.7	25.2	24.7	1.22	1.20	1.18									
NB004	21	3	26.4	27.2	26.7	1.26	1.30	1.27									
NB005	21	4	25.5	25.5	26.5	1.21	1.21	1.26									
NB006	21	5	27.9	28.0	27.2	1.33	1.33	1.30									
NB008	21	6	30.4	30.8	30.4	1.45	1.47	1.45									
NB009	21	7	25.2	25.8	25.1	1.20	1.23	1.20									
NC001	21	8	26.1	26.9	27.1	1.24	1.28	1.29									
NC002	21	9	26.1	25.7	25.6	1.24	1.22	1.22									
NC003	21	10	25.5	26.0	25.2	1.21	1.24	1.20									
NC004	21	11	26.9	26.4	26.6	1.28	1.26	1.27									
NC005	21	12	25.8	25.0	25.8	1.23	1.19	1.23									
NC006	21	13	29.5	29.3	29.3	1.40	1.40	1.40									
NC009	21	14	26.7	27.1	26.5	1.27	1.29	1.26									
NC012	21	15	30.7	30.9	30.2	1.46	1.47	1.44									
NC013	21	16	28.0	27.1	27.6	1.33	1.29	1.31									
NC014	21	17	27.9	28.3	27.8	1.33	1.35	1.32									
NC015	21	18	28.4	27.1	27.1	1.35	1.29	1.29									
ND001	21	19	30.1	32.0	31.6	1.43	1.52	1.50									
ND002	21	20	29.5	29.6	30.1	1.40	1.41	1.43									
ND003	21	21	29.2	27.3	28.4	1.39	1.30	1.35									
ND005	21	22	27.8	27.5	28.1	1.32	1.31	1.34									
NE001	21	23	25.2	24.1	24.0	1.20	1.15	1.14									
NE004	21	24	27.2	25.3	26.8	1.30	1.20	1.28									
NE007	21	25	29.7	28.2	24.5	1.41	1.34	1.17									
NE009	21	26	28.3	27.7	26.4	1.35	1.32	1.26									
NE011	21	27	23.0	23.2	23.9	1.10	1.10	1.14									
NE012	21	28	35.1	34.0	34.5	1.67	1.62	1.64									
NF005	21	29	31.1	31.1	30.1	1.48	1.48	1.43									
NF006	21	30	24.1	24.2	23.6	1.15	1.15	1.12									
NF008	21	31	29.3	28.5	28.6	1.40	1.36	1.36									
NF009	21	32	26.6	25.9	25.7	1.27	1.23	1.22									
NF010	21	33	26.6	25.8	25.5	1.27	1.23	1.21									
NF011	21	34	30.4	29.9	29.5	1.45	1.42	1.40									
NG002	21	35	21.3	21.7	21.2	1.01	1.03	1.01									
NG003	21	36	33.7	34.2	34.0	1.60	1.63	1.62									
NG005	21	37	27.2	27.6	27.4	1.30	1.31	1.30									
NG006	21	38	25.9	25.5	26.0	1.23	1.21	1.24									
NG007	21	39	25.5	26.7	26.0	1.21	1.27	1.24									
NG008	21	40	24.2	24.9	22.9	1.15	1.19	1.09									
NH001	21	41	28.5	29.0	28.3	1.36	1.38	1.35									
NH002	21	42	28.9	28.0	28.3	1.38	1.33	1.35									
NH003	21	43	24.2	23.0	24.3	1.15	1.10	1.16									
NH004	21	44	26.7	27.9	25.1	1.27	1.33	1.20									
NH006	21	45	27.5	27.9	28.4	1.31	1.33	1.35									
NH008	21	46	28.0	27.6	27.4	1.33	1.31	1.30									
NH009	21	47	22.2	25.6	26.0	1.06	1.22	1.24									
NJ005	21	48	25.8	26.7	25.0	1.23	1.27	1.19									
NJ009	21	49	27.8	28.4	27.8	1.32	1.35	1.32									
NJ010	21	50	24.6	24.9	25.2	1.17	1.19	1.20									
NJ014	21	51	26.5	25.5	26.9	1.26	1.21	1.28									
NA001	24	1	30.2	29.9	30.7	1.26	1.25	1.28	1.24	0.109	0.088						
NA002	24	2	32.2	31.6	31.4	1.34	1.32	1.31									
NA004	24	3	31.5	30.3	31.1	1.31	1.26	1.30									
NA005	24	4	26.5	26.2	27.1	1.10	1.09	1.13									
NA006	24	5	28.5	28.8	28.0	1.19	1.20	1.17									
NA007	24	6	29.8	29.2	29.2	1.24	1.22	1.22									
NA009	24	7	30.6	31.3	29.8	1.28	1.30	1.24									
NA010	24	8	30.4	30.9	30.6	1.27	1.29	1.28									
NA011	24	9	28.8	29.0	29.3	1.20	1.21	1.22									
NB001	24	10	29.2	28.2	28.6	1.22	1.18	1.19									
NB002	24	11	28.0	27.8	28.9	1.17	1.16	1.20									
NB007	24	12	31.6	30.6	30.6	1.32	1.28	1.28									
NB010	24	13	37.1	31.6	31.6	1.55	1.32	1.32									
NC007	24	14	30.9	31.1	30.3	1.29	1.30	1.26									
NC008	24	15	30.6	30.9	31.3	1.28	1.29	1.30									
NC010	24	16	34.1	35.0	34.4	1.42	1.46	1.43									
NC011	24	17	32.1	31.2	31.4	1.34	1.30	1.31									
ND004	24	18	26.8	25.7	25.8	1.12	1.07	1.08									
NE002	24	19	27.2	28.8	27.5	1.13	1.20	1.15									
NE003	24	20	28.0	29.4	29.6	1.17	1.23	1.23									
NE005	24	21	25.6	23.9	25.3	1.07	1.00	1.05									
NE006	24	22	31.2	30.3	31.2	1.30	1.26	1.30									
NE008	24	23	34.6	34.2	33.9	1.44	1.43	1.41									
NE010	24	24	33.8	33.2	34.0	1.41	1.38	1.42									
NF001	24	25	28.0	26.8	27.3	1.17	1.12	1.14									
NF002	24	26	25.6	26.2	26.2	1.07	1.09	1.09									
NF003	24	27	28.5	29.2	29.1	1.19	1.22	1.21									
NF004	24	28	26.1	26.6	26.9	1.09	1.11	1.12									
NF007	24	29	33.8	33.2	32.1	1.41	1.38	1.34									
NF012	24	30	28.0	28.5	27.5	1.17	1.19	1.15									
NG001	24	31	27.9	28.2	28.5	1.16	1.18	1.19									
NG004	24	32	30.2	29.7	29.2	1.26	1.24	1.22									
NG009	24	33	25.0	24.2	24.4	1.04	1.01	1.02									
NH005	24	34	29.3	29.4	28.9	1.22	1.23	1.20									
NH007	24	35	28.4	28.8	28.8	1.18	1.20	1.20									
NH010	24	36	33.0	33.1	32.0	1.38	1.38	1.33									
NJ001	24	37	29.0	29.9	29.0	1.21	1.25	1.21									
NJ002	24	38	30.1	30.1	30.0	1.25	1.25	1.25									
NJ003	24	39	29.5	29.2	30.0	1.23	1.22	1.25									
NJ004	24	40	29.8	28.5	28.3	1.24	1.19	1.18									
NJ006	24	41	29.1	28.7	28.4	1.21	1.20	1.18									
NJ007	24	42	27.8	28.5	28.0	1.16	1.19	1.17									
NJ008	24	43	28.8	28.4	28.5	1.20	1.18	1.19									
NJ011	24	44	31.2	30.0	32.2	1.30	1.25	1.34									
NJ012	24	45	36.2	37.2	37.2	1.51	1.55	1.55									
NJ013	24	46	25.8	26.2	26.3	1.08	1.09	1.10									
NA003	27	1	30.8	30.8	31.5	1.14	1.14	1.17	1.17	0.034	0.029						
NK001	27	2	32.8	33.2	32.3	1.21	1.23	1.20									
NK002	27	3	31.0	30.8	30.8	1.15	1.14	1.14									



(a)呼び強度：21N/mm²



(b)呼び強度：24N/mm²

図-3.12 呼び強度別の圧縮強度の頻度分布

※呼び強度 27N/mm²はデータ数が極小のため、頻度分布図は作成していない。

3.2 部材の強度

3.2.1 柱の圧縮座屈強度

(1) 柱の圧縮座屈強度

柱の圧縮座屈強度の統計値については、福本他¹⁷⁾により整理された強度に関する全 958 データに基づく統計値をもとに算出した。具体的には数値データが入手困難であったため、図-3.13 より平均値と標準偏差を読み取り、統計値として使用した（表-3.28、表-3.29）。ここで文献 17)のデータは、圧延 H 形断面柱および管断面柱の試験結果が中心であるが、高張力鋼材および焼鈍されたその他の断面形の柱も含まれており、実験データの内訳は圧延 H 形断面柱 603 データ、溶接 H 形断面柱 20 データ、溶接箱形断面柱 31 データ、円管柱 194 データ、角管柱 84 データ、充実円形断面柱 26 となっている。

図-3.14 に道示の基準耐力曲線（基準値）と柱の圧縮座屈強度の統計値の関係を示す。ここで、統計値は図-3.14 に示すように座屈パラメータ λ の全範囲にわたり基準値に対して概ね一様のばらつきを示しているため、全区間同一の統計値を設定した。

[道示の基準耐力曲線]

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 \quad (\lambda \leq 0.2)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.109 - 0.545\lambda \quad (0.2 < \lambda \leq 1.0)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 / (0.773 + \lambda^2) \quad (1.0 < \lambda)$$

$$\text{ここに、} \lambda = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \cdot \frac{l}{r} \quad (\text{座屈パラメータ})$$

表-3.28 柱の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		座屈パラメータ λ に よる適用式の区分	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
部材 強度	柱の圧縮 座屈強度	$\lambda \leq 0.2$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0$	958	1.27	0.165	0.130
		$0.2 < \lambda \leq 1.0$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.109 - 0.545\lambda$				
		$1.0 < \lambda$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 / (0.773 + \lambda^2)$				

表-3.29 柱の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

座屈パラ メータ λ	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
0.35	-	1.059	0.0415	0.039	958	1.2729	0.165	0.130
0.45	-	1.154	0.0454	0.039				
0.55	-	1.156	0.0524	0.045				
0.65	-	1.156	0.0908	0.079				
0.75	-	1.298	0.0760	0.059				
0.85	-	1.327	0.1177	0.089				
0.95	-	1.357	0.1526	0.112				
1.05	-	1.391	0.1525	0.110				
1.15	-	1.426	0.1886	0.132				
1.25	-	1.336	0.1539	0.115				
1.35	-	1.327	0.1171	0.088				
1.45	-	1.376	0.2142	0.156				
1.55	-	1.299	0.1461	0.112				
1.65	-	1.164	0.0612	0.053				
1.75	-	1.267	0.1423	0.112				

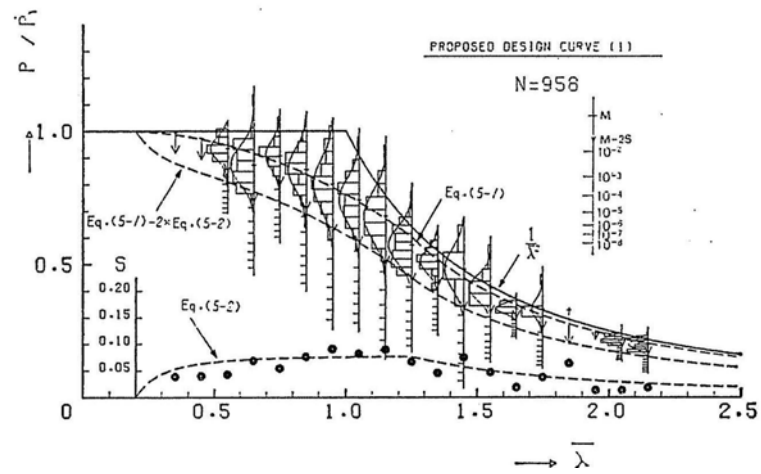


図-3.13 福本他¹⁷⁾によって整理された柱の圧縮座屈強度の統計値 (PROPOSED DESIGN CURVE(1))

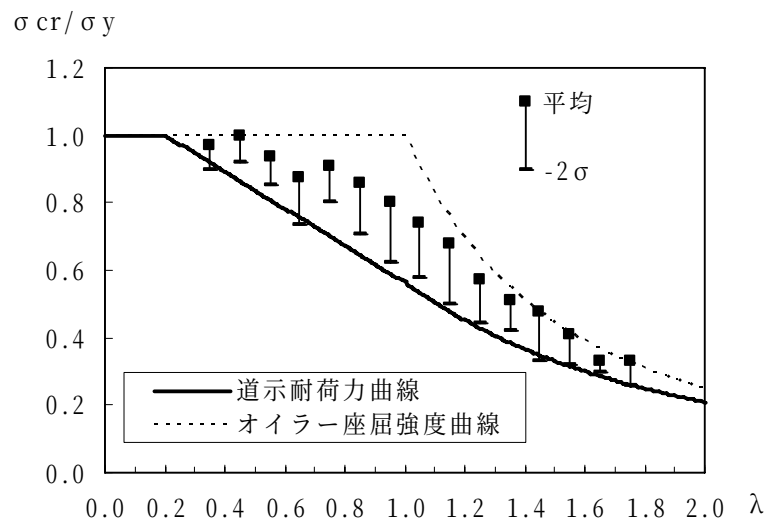


図-3.14 道示の基準耐荷力曲線と統計値の関係

(2) 圧延 I 形断面柱の圧縮座屈強度

柱の圧縮座屈強度のうち、圧延 I 形断面柱の統計値については、東海鋼構造研究グループ (SGST)¹⁶⁾により整理された強度に関する全 440 データに基づく統計値を参照した (表-3.30, 表-3.31)。図-3.15 に道示の基準耐荷力曲線 (基準値) と統計値の関係を示す。ここで統計値は、道示の基準耐荷力曲線の座屈パラメータ λ による適用式の区分毎に設定した。

[道示の基準耐荷力曲線]

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 \quad (\lambda \leq 0.2)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.109 - 0.545\lambda \quad (0.2 < \lambda \leq 1.0)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 / (0.773 + \lambda^2) \quad (1.0 < \lambda)$$

$$\text{ここに, } \lambda = \frac{1}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \cdot \frac{l}{r} \quad (\text{座屈パラメータ})$$

表-3.30 圧延 I 型断面柱の圧縮座屈強度(実測値/基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		座屈パラメータ λ に よる適用式の区分	道示規定値の基準となる 値または式 (以下, 基準値)	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
部材 強度	柱の圧縮 座屈強度	$\lambda \leq 0.2$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0$	165	1.27	0.109	0.086
		$0.2 < \lambda \leq 1.0$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.109 - 0.545\lambda$				
		$1.0 < \lambda$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 / (0.773 + \lambda^2)$	275	1.27	0.170	0.133

表-3.31 圧延 I 型断面柱の圧縮座屈強度(実測値/基準値)の統計値¹⁶⁾

座屈パラ メータ λ	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
0.5	9	1.173	0.050	0.043	165	1.2719	0.109	0.086
0.6	20	1.225	0.021	0.017				
0.7	39	1.207	0.083	0.069				
0.8	19	1.333	0.053	0.040				
0.9	49	1.291	0.101	0.078				
1.0	29	1.350	0.138	0.102				
1.1	42	1.474	0.165	0.112	275	1.2745	0.170	0.133
1.2	69	1.351	0.119	0.088				
1.3	40	1.241	0.120	0.097				
1.4	20	1.352	0.054	0.040				
1.6	22	1.197	0.124	0.104				
1.7	20	1.235	0.031	0.025				
2.0	17	1.100	0.112	0.102				
2.1	45	1.088	0.051	0.047				

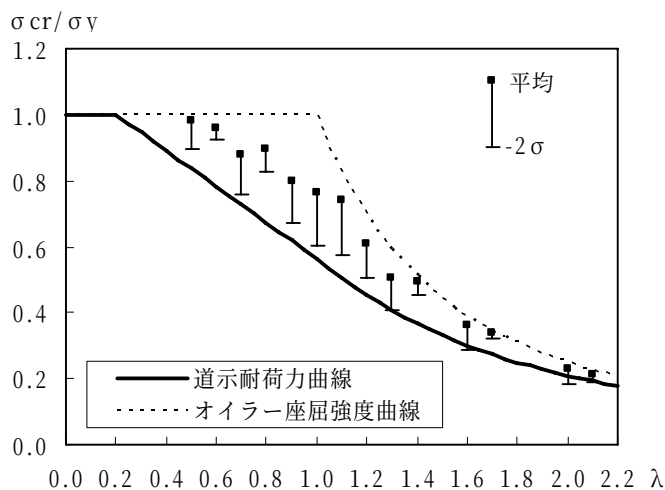


図-3.15 道示の基準耐荷力曲線と統計値の関係

3.2.2 はりの横ねじれ座屈強度

横ねじれ座屈強度の統計値については、東海鋼構造研究グループ（SGST）¹⁶⁾により整理された強度に関する全 221 データに基づく統計値を参照した（表-3.32、表-3.33）。

文献 16)では、国内外の既発表文献から集めた鋼 I 形断面梁の横倒れ座屈強度に関する実験値をもとにしており、実験データ数は圧延梁 181 データ、溶接梁 96 データとなっている。このうち、圧延梁 131、溶接梁 90 の全 221 データを統計値として用いている。

ここで、全て座屈パラメータ α が 0.2 を超えるデータであるが、図-3.16 に示すように座屈パラメータの全範囲にわたり基準値に対して概ね一様のばらつきを示しているため、全区間同一の統計値を設定した。

[道示の基準耐荷力曲線]

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 \quad (\alpha \leq 0.2)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 - 0.412(\alpha - 0.2) \quad (0.2 < \alpha)$$

$$\text{ここに、} \alpha = \frac{2}{\pi} \cdot K \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} \frac{l}{b} \quad (\text{座屈パラメータ})$$

$$K = 2 \quad (Aw/Ac \leq 2)$$

$$K = \sqrt{3 + \frac{Aw}{2Ac}} \quad (Aw/Ac > 2)$$

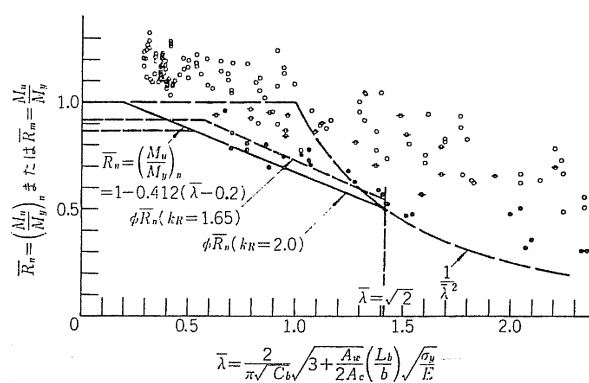
表-3.32 横ねじれ座屈強度(実測値／基準値)の統計値¹⁶⁾

抵抗側 不確定要因		座屈パラメータ α に よる適用式の区分	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
部材 強度	横倒れ座屈強度	$\alpha \leq 0.2$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0$	221	1.30	0.171	0.131
		$0.2 < \alpha$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 - 0.412(\alpha - 0.2)$				

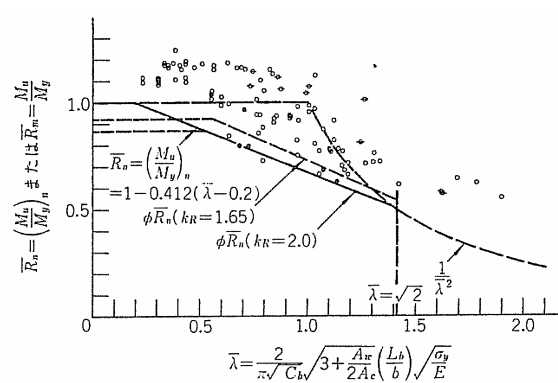
表-3.33 横ねじれ座屈強度(実測値／基準値)の統計値¹⁶⁾

座屈パラ メータ λ	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
0.2～0.3	6	1.223	0.049	0.040	220	1.3055	0.179	0.137
0.3～0.4	58	1.234	0.059	0.048				
0.4～0.5	21	1.284	0.076	0.059				
0.5～0.6	12	1.328	0.080	0.060				
0.6～0.7	15	1.286	0.158	0.123				
0.7～0.8	22	1.254	0.184	0.147				
0.8～0.9	16	1.347	0.166	0.123				
0.9～1.0	18	1.386	0.200	0.144				
1.0～1.1	17	1.306	0.204	0.156				
1.1～1.2	16	1.287	0.144	0.112				
1.2～1.3	8	1.486	0.279	0.188				
1.3～1.4	11	1.576	0.314	0.199				

※表-3.32、表-3.33 とともに文献 16)より引用しているが、データ数が一致していない。



(a) 圧延梁



(b) 溶接梁

図-3.16 横ねじれ座屈の実験データ¹⁶⁾

3.2.3 自由突出板の圧縮座屈強度

自由突出板の圧縮座屈強度の統計値については、東海鋼構造研究グループ（SGST）¹⁶⁾により整理された強度に関する全 49 データに基づく統計値を参照した（表-3.34、表-3.35）。

統計値は、道示の基準耐力曲線の座屈パラメータ R による適用式の区分毎に設定し、範囲 $R > 0.7$ の統計量は R の関数として与えることとした。図-3.17 に道示の基準耐力曲線と座屈パラメータ R 別の統計値の関数を示す。ここで、基準値は道示Ⅱ鋼橋編の基準耐力曲線とし、座屈パラメータ R 中の鋼材降伏強度には実測降伏応力の平均値を用いて整理している。また、図-3.18 に幅厚比パラメータ R と統計値の関数を示すが、実験データと道示の基準耐力曲線に明らかに乖離が見られるため、統計値を幅厚比パラメータ R の一次回帰式として与えた。ここで、幅厚比パラメータ $0.7 \sim 0.8$ の範囲の標準偏差については、他のデータに比べ明らかに小さいため、これを除き回帰式を算出した。

[道示の基準耐力曲線]

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 \quad (R \leq 0.7)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 0.5/R^2 \quad (0.7 < R)$$

$$\text{ここに, } R = \frac{b}{t} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\mu)}{\pi^2 k}} \quad (\text{座屈パラメータ})$$

表-3.34 自由突出板の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		座屈パラメータ R に よる適用式の区分	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
強部 度材	自由突出板の 圧縮座屈強度	$R \leq 0.7$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0$	24	1.068	0.0775	0.0726
		$0.7 < R$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 0.5/R^2$	25	2.561R -0.730	0.106R +0.001	(0.106R +0.001)/ (2.561R -0.730)

表-3.35 自由突出板の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値¹⁶⁾

座屈パラ メータ R	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
0.5以下	8	1.06	0.0899	0.0848	24	1.068	0.0775	0.0726
0.5～0.6	7	1.10	0.0818	0.0744				
0.6～0.7	9	1.05	0.0495	0.0471				
0.7～0.8	9	1.18	0.0211	0.0179				
0.8～0.9	7	1.45	0.0796	0.0549	25	2.561R -0.730	0.106R +0.001	(0.106R +0.001)/ (2.561R -0.730)
0.9～1.0	5	1.67	0.0964	0.0577				
1.0～1.1	4	1.99	0.1256	0.0631				

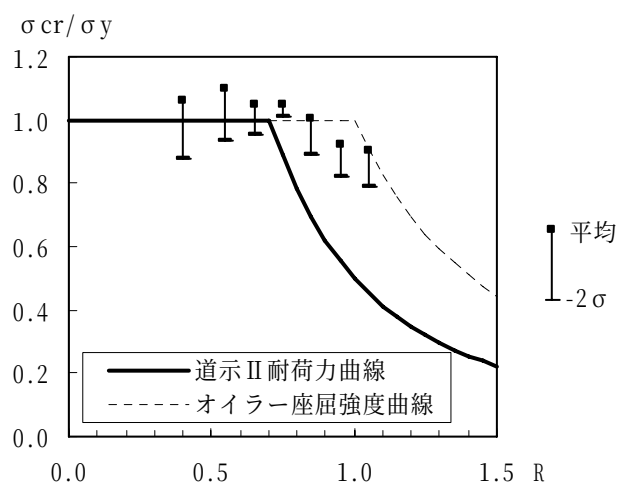


図-3.17 道示の基準耐荷力曲線と統計値の関係

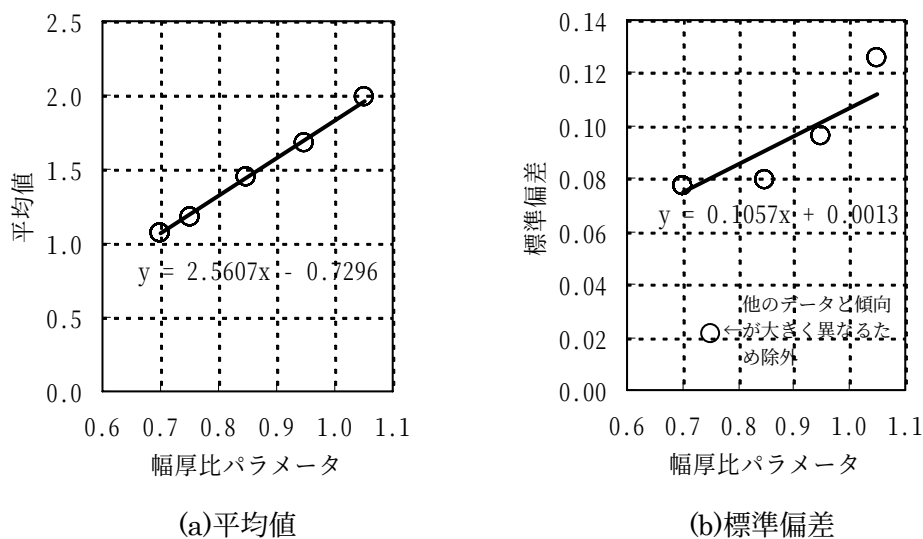


図-3.18 幅厚比パラメータと統計値の関係

なお、東海鋼構造研究グループ（SGST）¹⁶⁾による統計値の元データ（試験体毎の強度の数値データ）が一部入手できたため、巻末の付属資料に示す。これらの数値データを統計処理すると前述の統計値と若干異なる部分がみられた。文献 24) をとりまとめた福本 昶士 大阪大学名誉教授にヒアリングしたところ、自由突出長等のパラメータの整理方法の考え方に若干差（自由突出長に母材板厚の半分を考慮するか否かの違い）があることが確認されたが、その差は極くわずかであることから、東海鋼構造研究グループ（SGST）¹⁶⁾の統計値を用いることとした。

3.2.4 両縁支持板の圧縮座屈強度

両縁支持板の圧縮座屈強度の統計値については、東海鋼構造研究グループ（SGST）¹⁶⁾により整理された強度に関する全 60 データに基づく統計値を参照した（表-3.36、表-3.37）。

統計値は、道示の基準耐荷力曲線の座屈パラメータ R による適用式の区分毎に設定し、範囲 $R > 0.7$ の統計量は R の関数として与えることとした。図-3.19 に道示の基準耐荷力曲線と座屈パラメータ R 別の統計値の関係を示す。また、図-3.20 に幅厚比パラメータ R と統計値の関係を示すが、実験データと道示の基準耐荷力曲線に明らかに乖離が見られるため、統計値を幅厚比パラメータ R の一次回帰式として与えた。

[道示の基準耐荷力曲線]

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 \quad (R \leq 0.7)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 0.5/R^2 \quad (0.7 < R)$$

$$\text{ここに、} R = \frac{b}{t} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\mu)}{\pi^2 k}} \quad (\text{座屈パラメータ})$$

表-3.36 両縁支持板の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		座屈パラメータ R に よる適用式の区分	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
強部 度材	両縁支持板の 圧縮座屈強度	$R \leq 0.7$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0$	22	0.984	0.0853	0.0867
		$0.7 < R$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 0.5/R^2$	38	1.296R +0.115	0.134R -0.018	(0.134R -0.018)/ (1.296R +0.115)

表-3.37 両縁支持板の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

座屈パラ メータ R	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
0.5以下	8	1.05	0.0695	0.0662	22	0.984	0.0853	0.0867
0.5～0.6	7	0.98	0.0285	0.0291				
0.6～0.7	7	0.91	0.0804	0.0881				
0.7～0.8	7	1.01	0.0958	0.0949				
0.8～0.9	8	1.21	0.1036	0.0856	38	1.296R +0.115	0.134R -0.018	(0.134R -0.018)/ (1.296R +0.115)
0.9～1.0	8	1.39	0.0684	0.0492				
1.0～1.1	3	1.56	0.0755	0.0484				
1.1～1.2	6	1.72	0.2047	0.1190				
1.2～1.3	0	-	-	-				
1.3～1.4	6	1.75	0.1446	0.0826				

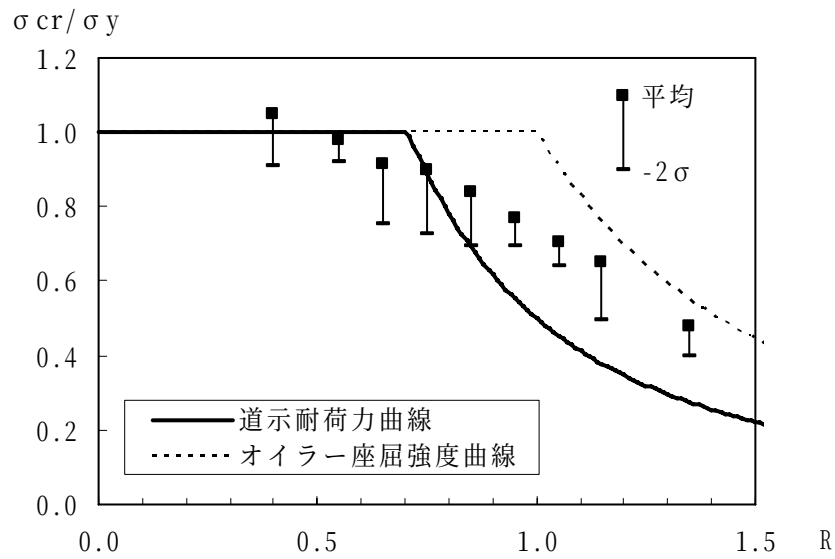
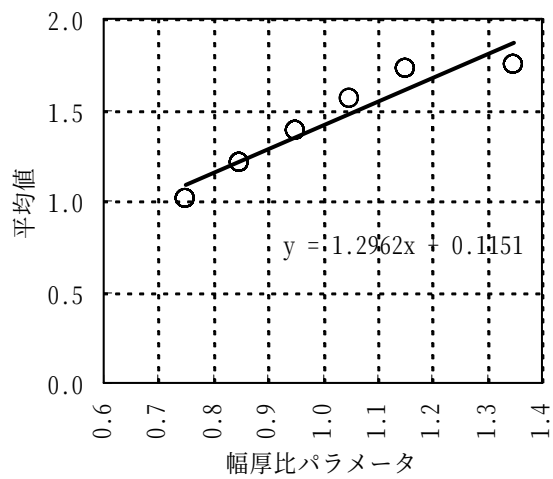
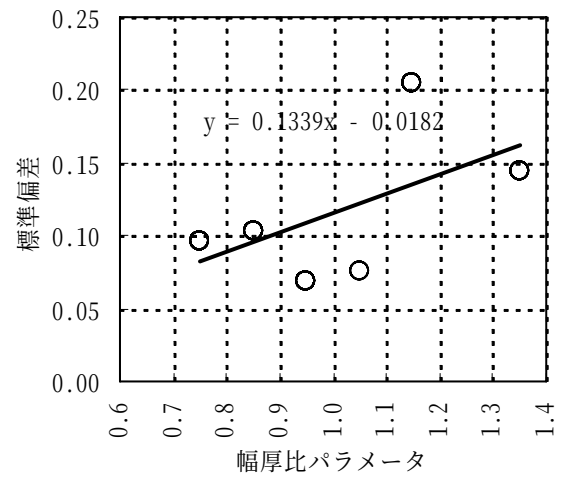


図-3.19 道示の基準耐荷力曲線と統計値の関係



(a) 平均値



(b) 標準偏差

図-3.20 幅厚比パラメータと座屈強度統計値の関係

3.2.5 補剛板の圧縮座屈強度

補剛板の圧縮座屈強度の統計値については、佐伯他²⁹⁾により整理された強度に関する全 56 データに基づく統計値を対象に算出した（表-3.38、表-3.39）。

統計値は、道示の基準耐荷力曲線の座屈パラメータ R による適用式の区分毎に設定し、範囲 $R > 0.5$ の統計量は R の関数として与えることとした。図-3.21 に道示の基準耐荷力曲線と座屈パラメータ R 別の統計値の関係を示す。また、図-3.22 に幅厚比パラメータ R と統計値の関係を示すが、実験データと道示の基準耐荷力曲線に明らかに乖離が見られるため、統計値を幅厚比パラメータ R の一次回帰式として与えた。ここで、幅厚比パラメータ 0.6～0.7 の範囲の標準偏差については、他のデータに比べ明らかに小さいため、これを除き回帰式を算出した。

[道示の基準耐荷力曲線]

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0 \quad (R \leq 0.5)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.5 - R \quad (0.5 < R \leq 1.0)$$

$$\sigma_{cr}/\sigma_y = 0.5/R^2 \quad (1.0 < R)$$

$$\text{ここに, } R = \frac{b}{t} \cdot \sqrt{\frac{\sigma_y}{E} \cdot \frac{12(1-\mu)}{4n^2\pi^2}} \quad (\text{座屈パラメータ})$$

表-3.38 補剛板の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

抵抗側 不確定要因		座屈パラメータ R に よる適用式の区分	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 基準値	標準 偏差	変動 係数
強部 度材	補剛板の 圧縮座屈強度	$R \leq 0.5$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.0$	7	1.107	0.1261	0.1139
		$0.5 < R \leq 1.0$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 1.5 - R$	49	1.096R +0.360	0.078R +0.059	(0.078R +0.059)/ (1.096R +0.360)
		$1.0 < R$	$\sigma_{cr}/\sigma_y = 0.5/R^2$				

表-3.39 補剛板の圧縮座屈強度(実測値／基準値)の統計値

座屈パラ メータ R	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数	データ数	平均値 基準値	標準偏差	変動係数
0.5以下	7	1.11	0.1261	0.1139	7	1.107	0.1261	0.1139
0.5～0.6	8	1.04	0.0821	0.0787	49	1.096R +0.360	0.078R +0.059	(0.078R +0.059)/ (1.096R +0.360)
0.6～0.7	4	1.08	0.0199	0.0184				
0.7～0.8	18	1.22	0.1361	0.1118				
0.8～1.0	10	1.19	0.1016	0.0852				
1.0～1.3	5	1.52	0.1781	0.1175				
1.3以上	4	2.19	0.1586	0.0724				

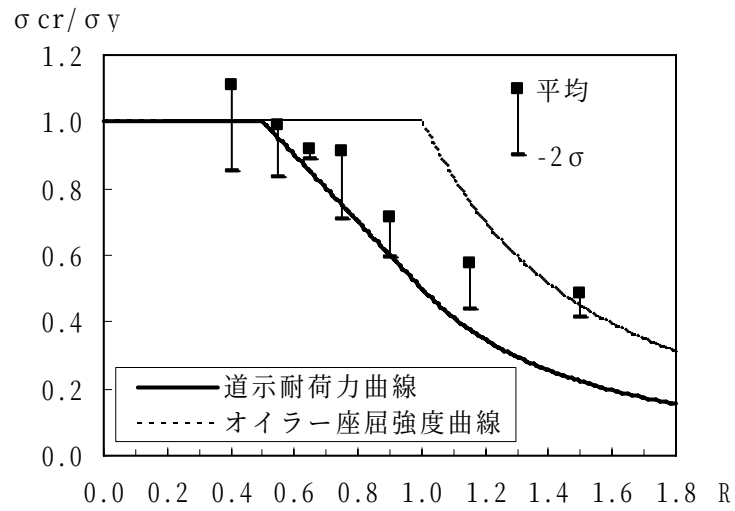
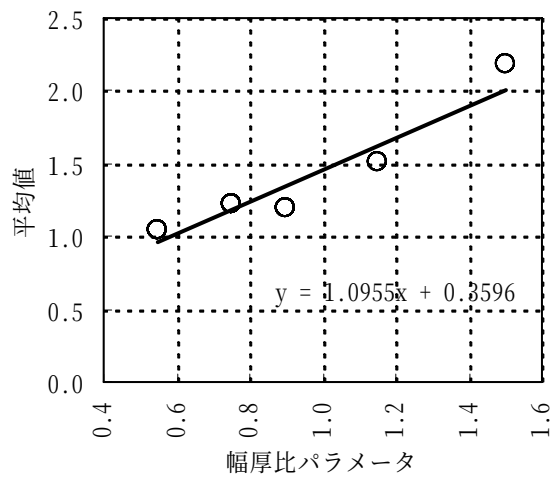
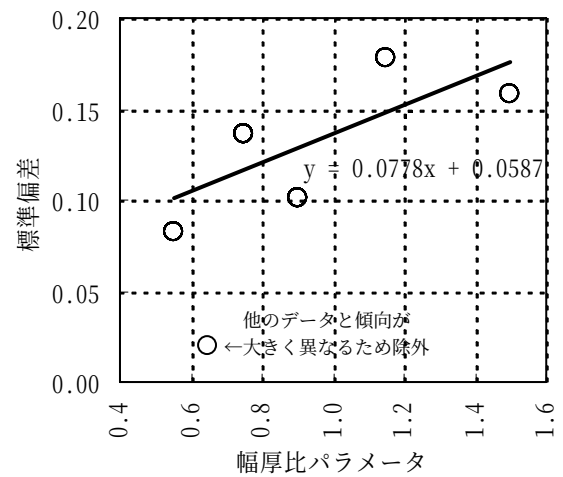


図-3.21 道示の基準耐荷力曲線と統計値の関係



(a) 平均値



(b) 標準偏差

図-3.22 幅厚比パラメータと座屈強度統計値の関係

3.2.6 高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力

高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力の統計値については、例えば表-3.40 に示す 3 文献によってすべり耐力データの統計値の検討が行われている。表-3.41 に、比較的最新の実験データを含む西村他³¹⁾により整理されたすべり係数の統計値を示す。表中のデータは、塗装面が無塗装の場合の、母材降伏を受けない範囲（次式で示される すべり強度／母材の降伏強度比 β が 0.7 以下）の実験データを基に算出された統計値である。

$$\beta = \frac{\mu \cdot m \cdot n \cdot N}{(W - d) \cdot t_l \cdot \sigma_y}$$

μ ：すべり係数， m ：接合面の数， n ：ボルト本数， N ：設計ボルト軸力

W ：母材板幅， d ：孔径， t_l ：母材板厚， σ_y ：母材の降伏点

参考表-3.42 に西村他³¹⁾の調査結果を参照し、接合面の状態ごとにすべり係数 μ の統計値を示す。また、図-3.23～図-3.24 に試験体の諸元別に整理した すべり強度／母材の降伏強度比 β の関係を示す。使用したデジタルデータを巻末の付属資料に示すが、これらの図には、表-3.40 に示した西村他の調査結果の他に、文献 33)～35)の実験データを追加している。なお、文献 35)では、すべり強度／母材の降伏強度比 β 算出時のすべり係数 $\mu=0.5$ としているが、本資料では、他の実験データとの整合を図るため、 $\mu=0.4$ として β を算出し、図に追加した。今後、これらの統計データをもとに、改めて統計値の分析を行っていく必要がある。

表-3.40 すべり耐力（見かけのすべり係数／0.4）の統計値

すべり耐力	西村他 ³¹⁾	SGST ¹⁶⁾	金井 ³²⁾
データ数	19	498	不明
平均値	1.480	1.298	1.58
変動係数	0.113	0.226	0.115
備考	接合面は無塗装	年代から考えて 接合面は無塗装	年代から考えて 接合面は無塗装

※統計値は、道示に規定されているすべり係数 0.4 に対する比率

表-3.41 すべり耐力（見かけのすべり係数／0.4）の統計値³¹⁾

抵抗側 不確定要因		分類等	道示規定値の基準となる 値または式（以下、基準値）	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
部材 強度	摩擦接合継手の すべり耐力	接合面状態：無塗装	0.4	19	1.48	0.17	0.1

表-3.42 各種接触面状態に対するすべり耐力（見かけのすべり係数／0.4）の統計値³¹⁾

接合面処理状態	平均値 公称値	標準偏差 σ	変動係数	平均値－ σ	平均値－ 2σ
ブラスト処理＋無塗装	1.48 (0.592)	0.168 (0.067)	0.113 (0.113)	1.312 (0.525)	1.144 (0.458)
ブラスト処理 ＋無機ジンクリッチペイント	1.54 (0.616)	0.163 (0.065)	0.106 (0.106)	1.377 (0.551)	1.214 (0.486)

※カッコ内の数値は、見かけのすべり係数を示す。

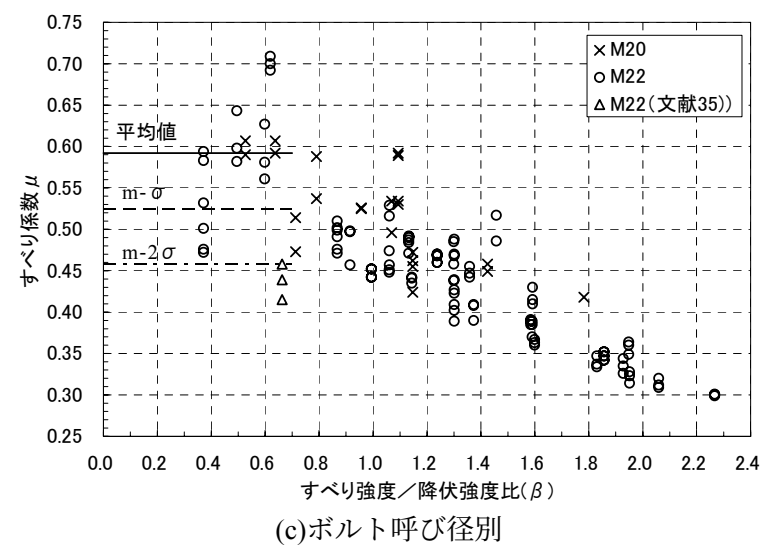
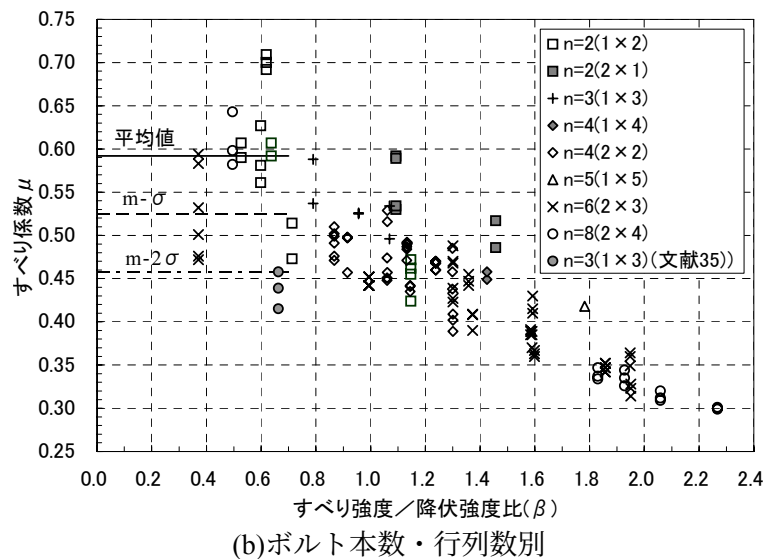
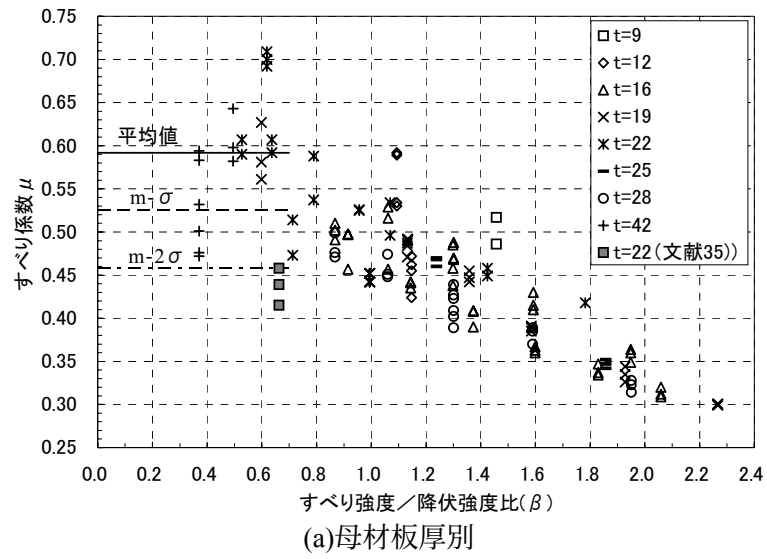


図-3.23 無塗装接合面のすべり係数

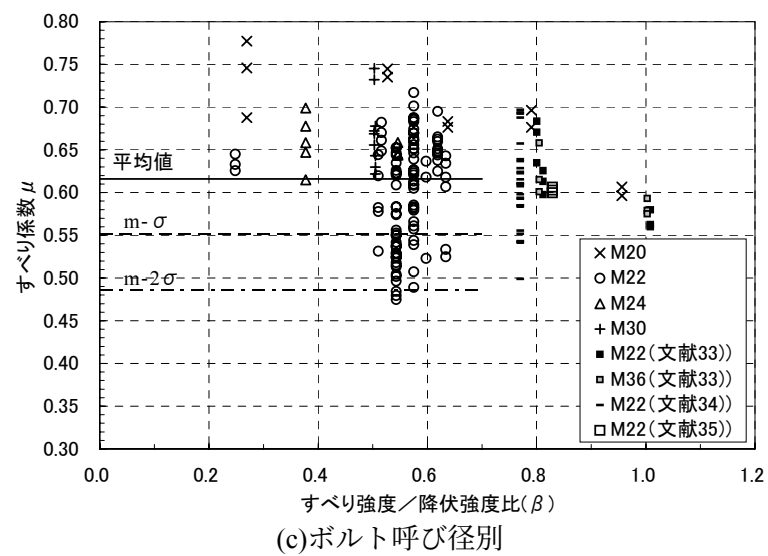
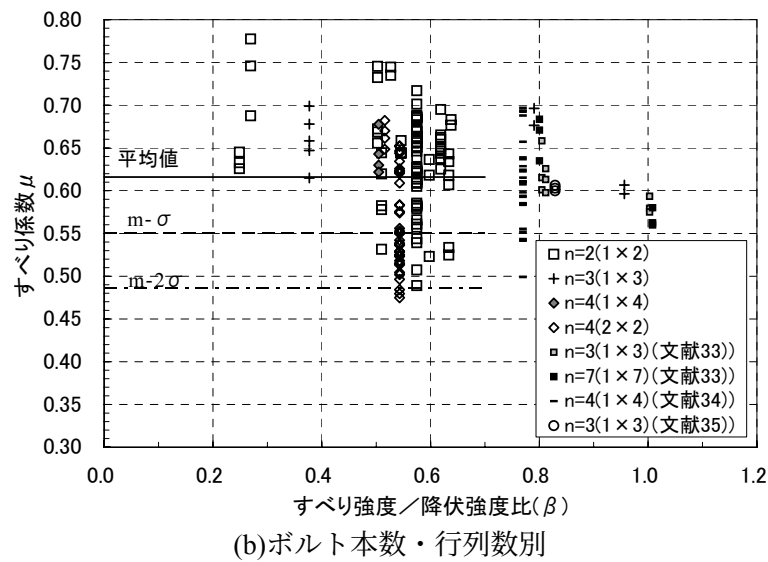
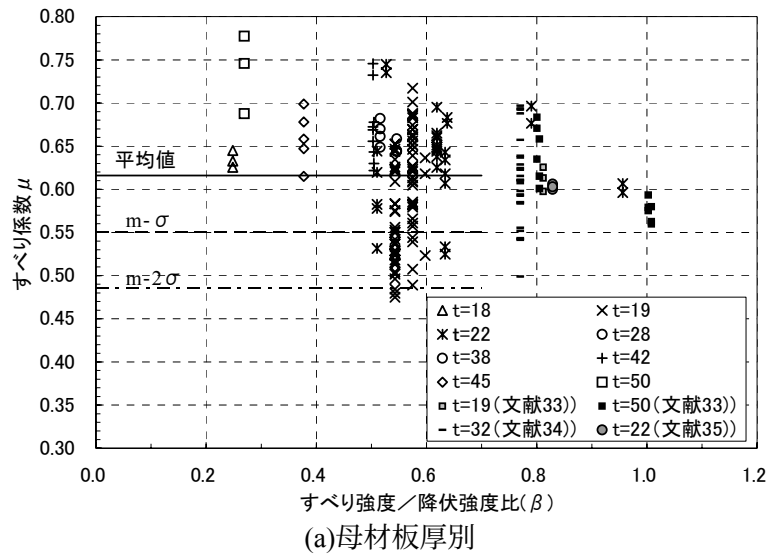


図-3.24 無機ジンクリッチペイント塗装接合面のすべり係数

3.2.7 溶接継手の疲労強度

表-3.43 に文献 15)による代表的な継手の疲労試験結果に対する各継手の 2×10^6 回疲労強度（非超過確率 50%および 97.7%）の統計値を示す。

これらの統計値は、山田ら¹⁴⁾により整理され、疲労試験結果に新たなデータを加えた形で算出されたものである。

図-3.25～図-3.27 に主な継手の疲労試験結果と疲労設計曲線を抜粋して示す。

表-3.43 各継手の 2×10^6 回疲労強度(MPa)¹⁵⁾

(a)非溶接継手					(b)横突合せ溶接継手				
継手の種類, 継手番号	データ数	非超過確率		基本許容応力範囲	継手の種類, 継手番号	データ数	非超過確率		基本許容応力範囲
		50%	97.7%				50%	97.7%	
帯板（表面仕上げ）1. (1)	204	360	219	190	余盛削除した継手 1.	363	306	189	155
帯板（黒皮付き）1. (2)	453	323	224	155	非仕上げ継手（両面溶接）3. (1)	886	166	122	100
圧延形鋼 2. (1)	46	243	197	155	非仕上げ継手（裏当て金付き）3. (3)	65	139	88	65
円孔を有する母材 4.	42	184	126	125					
母材切抜きガセット 5. (1), (3)	11	188	158	155, 125					
母材切抜きガセット 5. (2), (4)	12	165	144	125, 100					
(c)縦方向溶接継手					(d)十字溶接継手				
継手の種類, 継手番号	データ数	非超過確率		基本許容応力範囲	継手の種類, 継手番号	データ数	非超過確率		基本許容応力範囲
		50%	97.7%				50%	97.7%	
完全溶込み溶接（余盛削除）1. (1)	59	244	149	155	荷重非伝達型（止端仕上げ）2.	219	175	116	100
完全溶込み溶接（非仕上げ）1. (2)	150	235	164	125	荷重非伝達型（非仕上げ）3.	341	126	82	80
部分溶込み溶接 2.	107	234	144	125, 100	荷重伝達型（ルート破壊）8.	57	84	46	40
すみ肉溶接（桁）3.	97	164	108	125, 100					
すみ肉溶接（板）3.	24	223	163	125, 100					
(e)ガセット継手					(f)その他の継手				
継手の種類, 継手番号	データ数	非超過確率		基本許容応力範囲	継手の種類, 継手番号	データ数	非超過確率		基本許容応力範囲
		50%	97.7%				50%	97.7%	
面外付加板（非仕上げ）1. (2)	110	96	75	65	カバープレート（ $l \leq 300$ mm, 非仕上げ）1. (2)	141	106	87	65
面外ガセット 3.	11	90	77	50	カバープレート（溶接部仕上げ）2. (1)	8	175	146	100
面外ガセット（桁）3.	55	74	60	50	カバープレート（非仕上げ）2. (2)	211	69	47	50
面内ガセット（ $r/d \leq 1/5$ ）5. (3)	13	125	82	65	スタッド（主板断面）3. (1)	59	118	86	80
面内ガセット（止端仕上げ）6. (1)	25	93	66	50					
面内ガセット（桁, 止端仕上げ）6. (1)	10	122	110	50					
面内ガセット（非仕上げ）6. (2)	31	68	45	40					
面内ガセット（桁, 非仕上げ）6. (2)	61	61	45	40					

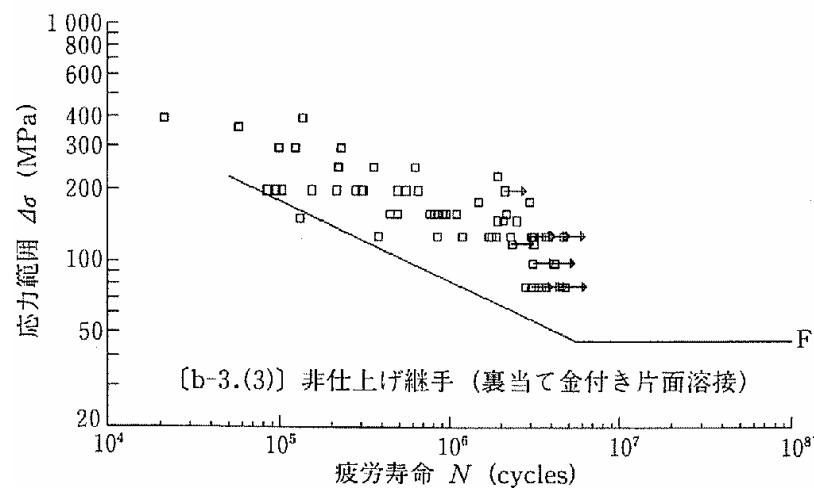
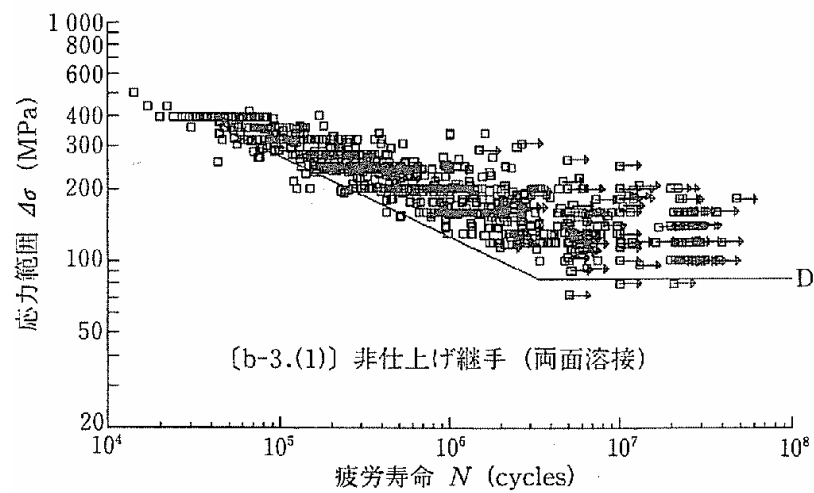
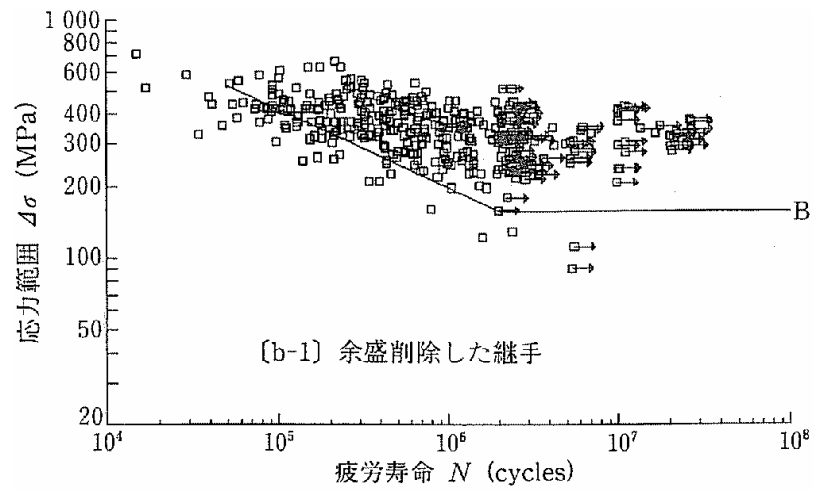


図-3.25 横突合せ継手の疲労試験結果と疲労設計曲線¹⁵⁾

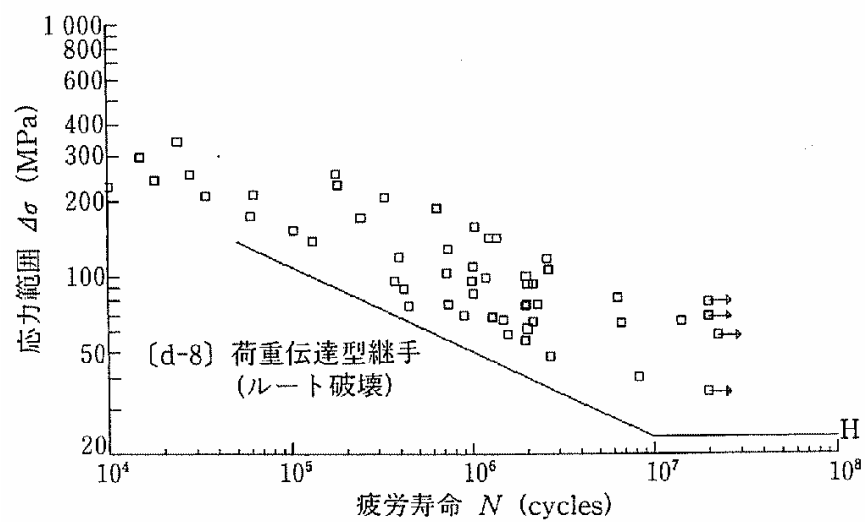
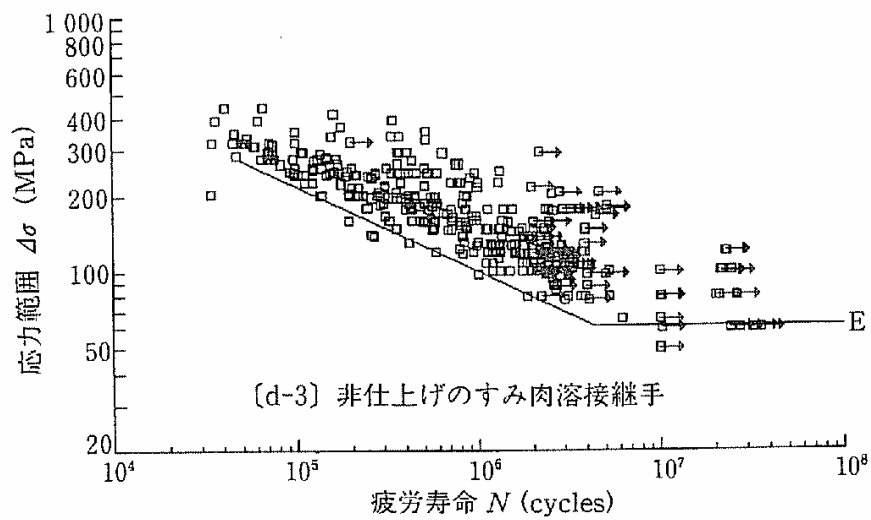
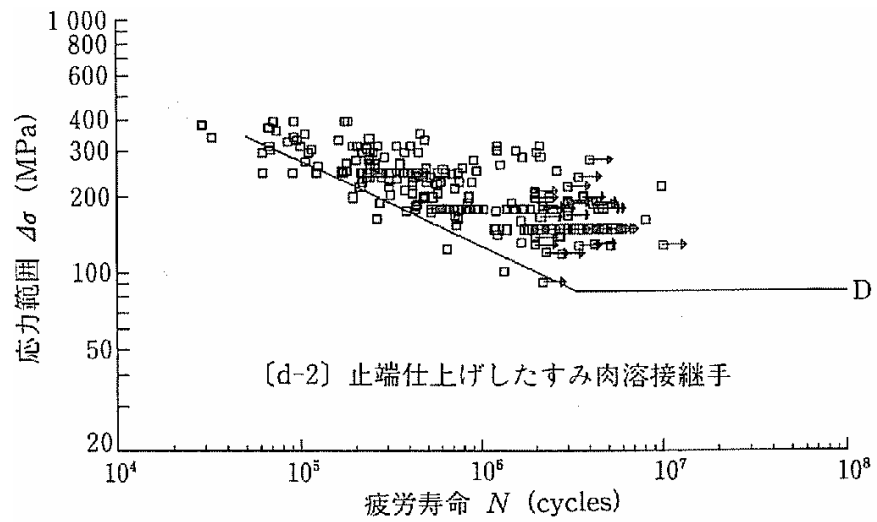


図-3.26 十字溶接継手の疲労試験結果と疲労設計曲線¹⁵⁾

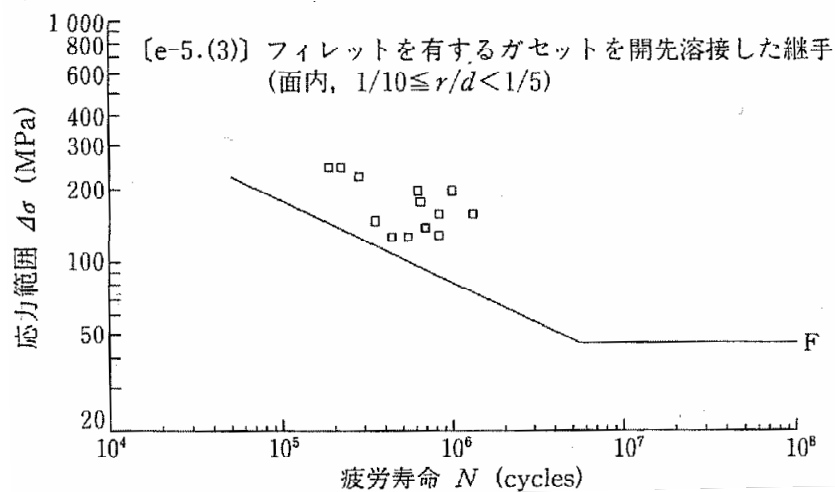
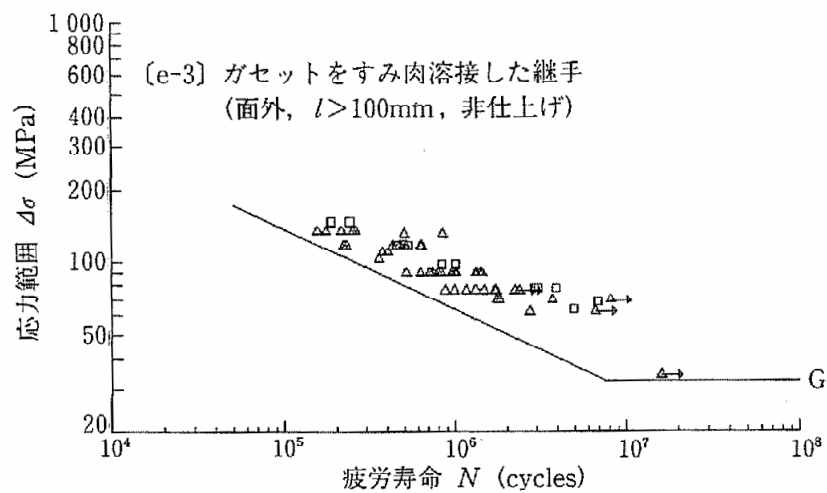
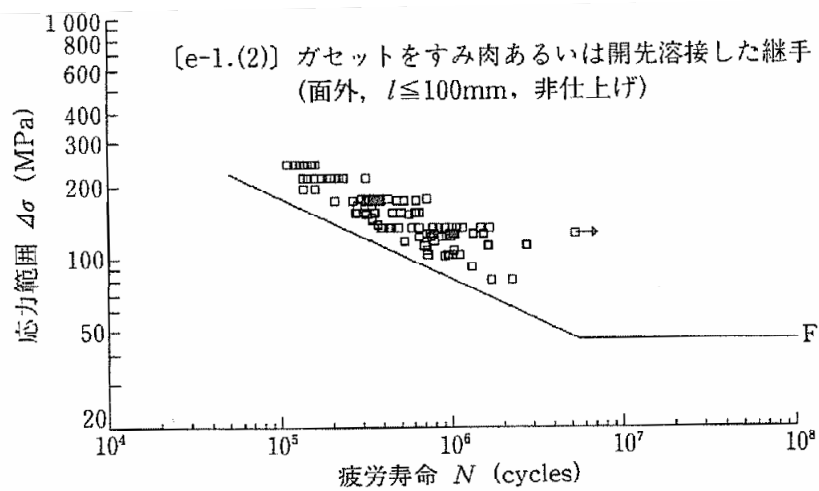


図-3.27 ガセット継手の疲労試験結果と疲労設計曲線¹⁵⁾

3.3 材料・部材の重量

表-3.44 に死荷重としての上部構造部材重量の統計値をまとめる.

表-3.44 部材重量の統計値

作用側 不確定要因	分類等	道示規定値の規準となる 値または式（以下基準値）	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数	備 考
死荷重	鋼重(全鋼種)	公称体積×単位重量(77.0kN/m ³)	160980	1.002	0.012	0.012	
	鉄筋コンクリート床版重量	公称体積×単位重量(24.5kN/m ³)	—	1.05	0.014	0.013	
	舗装重量	公称体積×単位重量(22.5kN/m ³)	—	1.03	0.05	0.049	
	地覆・壁高欄・歩車道境界	公称体積×単位重量(24.5kN/m ³)	—	1.05	0.014	0.013	RC床版と同じとする.

3.3.1 構造用鋼材

鋼材の重量の統計値については、前述の奈良他²⁾による板厚誤差に関する全 160980 データを参照した（表-3.45）。

図-3.28 に統計データの頻度分布と統計データから得られる平均値と標準偏差を用いた場合の正規確率密度分布を示す。また、表-3.46 に鋼種別の統計値を示す。なお、表-3.46 に示すように鋼種別の統計値の差は小さく、ばらつきは材料強度と比較して小さい。また、鋼板厚さ（厚さの許容差／公称板厚）は、JIS G3193³⁷⁾によると板厚が薄いほど大きくなるが、公称値と平均値はほぼ同値となっている。

表-3.45 鋼重(実測値／公称値)の統計値

作用側 不確定要因	分類等	道示規定値の規準となる 値または式（以下基準値）	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
死荷重	鋼重(全鋼種)	公称体積×単位重量(77.0kN/m ³)	160980	1.002	0.012	0.012

表-3.46 鋼材板厚(実測値／公称値)の鋼種別統計値²⁾

鋼種 統計値	普通鋼材				耐候性鋼材		全鋼種
	400材	490材	490Y材	570材	400材	490材	
データ数	58213	3511	56994	6162	15640	20460	160980
平均値	1.002	1.005	1.002	1.007	1.001	1.000	1.002
標準偏差	0.015	0.015	0.011	0.007	0.012	0.010	0.012

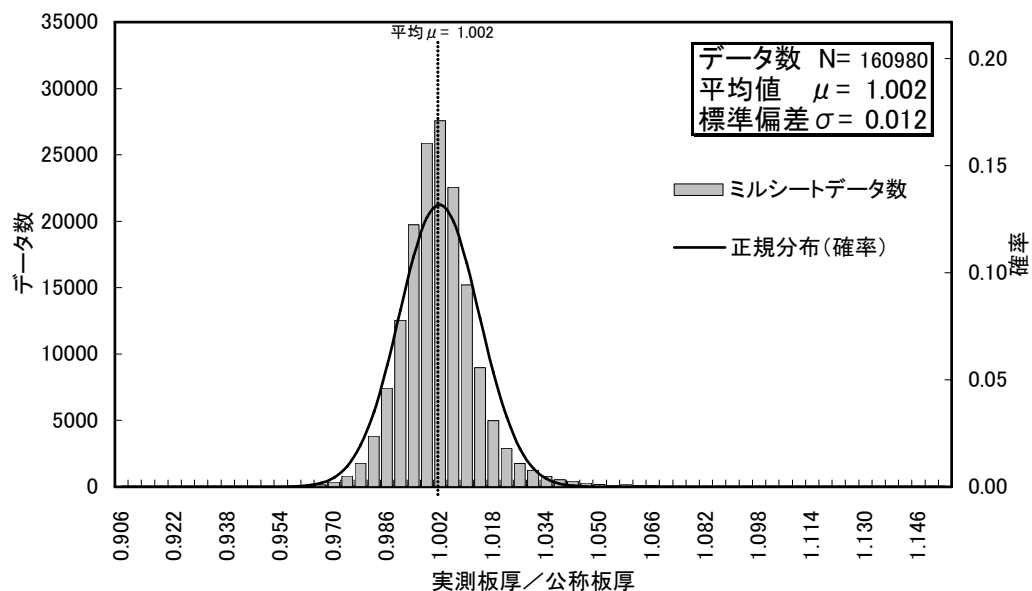


図-3.28 全データの板厚精度に対する頻度分布

注) 上図頻度分布の横軸の領域は、0.004 単位で分けており数値は中央値を示している。
例えば 1.002 の場合、領域は $1.000 < x \leq 1.004$ となる。

3.3.2 鉄筋コンクリート床版

鉄筋コンクリート床版重量については、日本道路協会の限界状態設計法分科会荷重検討班により、床版厚誤差と鉄筋コンクリート床版の単位体積重量に関する統計値が整理されている³⁶⁾（表-3.47）。

表-3.47 中の値について、文献 36)によると、床版厚さの施工誤差の場合、平均値は 1.05、標準偏差は 0.012 であり、鉄筋コンクリート床版の単位体積重量の場合、平均値は 1.00、標準偏差は 0.0064 である。ただし、これらの算出に用いたデータ数は不明である。これらに乗じる形で鉄筋コンクリート床版重量の平均と標準偏差、変動係数を算出すると、

平均値： $1.05 \times 1.00 = 1.05$

変動係数： $\{(0.012/1.05)^2 + (0.0064/1.00)^2\}^{0.5} = 0.0131$

標準偏差： $0.0131 \times 1.05 = 0.0138$

となり、これらを統計値とした。

表-3.47 鉄筋コンクリート床版重量(実測値／公称値)の統計値

作用側 不確定要因	分類等	道示規定値の規準となる 値または式（以下基準値）	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
死荷重	鉄筋コンクリート床版重量	公称体積×単位重量(24.5kN/m ³)	—	1.05	0.0138	0.0131

【参考】日本道路協会 限界状態設計法分科会荷重検討班第一次報告書³⁶⁾

(c) RC床版

RC床版については実橋RC床版を、数橋程度調査し、施工精度についてのデータを蓄積した。調査方法は厚さを上下より測定方法、あるいはコアを抜くなどの方法により行った。調査は、1橋につきなるべく平均的な値を得るよう2～数パネルについて測定した。ただし、本調査の目的を踏まえ、床版厚さの施工誤差が大きいと考えられる、縦断勾配の大きい橋梁を中心に測定データを得た。なお、これらのデータは首都高速道路公団、日本道路公団、建設省より当委員会に提出されたものである。以下のデータについても同様である。

この結果、床版厚さの施工の相対誤差は1.05、標準偏差は1.2 %程度であった。なお、この誤差は全て厚い方への誤差であった。

(c) 鉄筋コンクリート

鉄筋コンクリートは上記コンクリート重量に鉄筋を加えたものであるが、鉄筋の含まれる割合により大きく異なる。

① RC床版

橋梁構造の中では最も鉄筋が多い。鉄筋を加えた単位重量の平均値は2.50%であった。標準偏差は少なくとも0.016 %であった。

鉄筋コンクリート床版の単位重量の基準値：2.5t/m³より、平均値 1.00、標準偏差 0.0064

3.3.3 舗装

舗装重量については、日本道路協会の限界状態設計法分科会荷重検討班により、舗装厚さの施工の相対誤差に関する統計値が整理されている³⁶⁾（表-3.48）。

表-3.48 舗装重量(実測値／公称値)の統計値

作用側 不確定要因	分類等	道示規定値の規準となる 値または式（以下基準値）	データ 数	平均値 公称値	標準 偏差	変動 係数
死荷重	舗装重量	公称体積×単位重量(22.5kN/m ³)	—	1.03	0.05	0.049

【参考】日本道路協会 限界状態設計法分科会荷重検討班第一次報告書³⁶⁾

(d) 舗装

特に橋梁床版上の点について調べた。舗装厚さの施工の相対誤差の平均は約1.03,
標準偏差 5 %程度であった。

【参考文献】

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 II 鋼橋編，2002.3.
- 2) 奈良敬，中村聖三，安波博道，川端文丸，塩飽豊明：橋梁向け構造用鋼板の板厚および強度に関する統計調査，土木学会論文集，No.751/I-66，299-310，2004.1.
- 3) 南邦明，三木千壽：橋梁で使用する鋼材の機械的性質の現状，鋼構造論文集，Vol.11，No.42，2004.6.
- 4) (社)土木学会：鋼構造シリーズ 6 鋼構造物の終局強度と設計，1994.7.
- 5) 西村昭：鋼材の機械的性質のばらつきについて，鋼構造論文集，Vol.5，No.48，1969.
- 6) 鈴木博之：溶接構造用圧延鋼材の機械的性質の実績調査，JSSC，No.18，1995.10
- 7) (社)土木学会：鋼構造シリーズ 2 座屈設計ガイドライン，1987.10.
- 8) (社)土木学会：鋼構造シリーズ 12 座屈設計ガイドライン，2005.10.
- 9) 久保全弘，福本嘸士：曲げ部材の抵抗強度評価について，土木学会年次学術講演会概要集，I -306，1979.10.
- 10) (社)日本建築学会：鋼構造限界状態設計基準（案）・同解説，1990.2.
- 11) 成田信之，池村雅司，宮沢宏：H 形鋼の残留応力に関する調査報告書，土木研究所資料-662，1971.3.
- 12) 普通鋼電炉工業会：電炉鉄筋棒鋼品質調査報告書，2001.3.
- 13) 河野広隆，片平博，古賀裕久：レディーミクストコンクリートの品質実態調査－(2)1999 年調査結果－，土木研究所資料第 3838 号，2001.11.
- 14) 山田健太郎，島田静雄，菊池洋一：疲れ試験データベースの作成と疲労許容応力度の評価，昭和 62 年度科学研究費補助金（一般研究 C）研究成果報告書，1988.3.
- 15) (社)日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993.4.
- 16) 東海鋼構造研究グループ（SGST）：鋼構造部材の抵抗強度の評価と信頼性設計への適用（上）（下），橋梁と基礎，1980.11-12.
- 17) 福本嘸士，伊藤義人：座屈実験データベースによる鋼柱の基準強度に関する実証的研究，土木学会論文集，No.335，1983.7.
- 18) 西村宣男，青木徹彦，西井学，福本嘸士：鋼柱部材の基本強度の統一評価，土木学会論文集，No.410／I -12，1989.10.
- 19) 福本嘸士，伊藤義人：座屈実験データベースによる鋼はりの横ねじれ基準強度に関する実証的研究，土木学会論文集，No.341，1984.1.
- 20) 西村宣男，久保全弘，西井学，福本嘸士：鋼はり部材の横ねじれ強度の統一評価，土木学会論文集，No.416／I -13，1990.4.
- 21) 西村宣男，笠原宏紹，福本嘸士：鋼はり一柱部材の相関強度式の適正化，土木学会論文集，No.416／I -13，1990.4.
- 22) 西村宣男，笠原宏紹，誉田喜之：2 軸曲げを受ける鋼はり一柱部材の相関強度式，土木学会論文集，No.428／I -15，1991.4.

- 23) McDermott,J.F. : Local Buckling of A514 Steel Members, Proc. of ASCE,Paper 6761, 1969.9.
- 24) 福本嘯士, 伊藤義則: フランジの局部座屈強度とフランジの幅厚比制限, 土木学会論文集 No.160, 1968.12.
- 25) Nishino,F.,Tall,L.and Okumura,T. : Residual Stress and Torsional Buckling Strength of H and Cruciform Columns,土木学会論文集 No.160, 1968.12.
- 26) 西村宣男, 大崎史淳, 長谷川徹雄: 曲げを受ける鋼 I 形断面の局部座屈強度と限界幅厚比に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.37A, 1991.3.
- 27) 長谷川彰夫, 西野文雄, 奥村敏恵: 水平補剛材を有するプレートガーダーの曲げ耐力実験, 土木学会論文集, No.234, 1975.2.
- 28) 藤原稔, 村越潤, 鹿嶋久義, 斉藤浩: 既存のプレートガーダー耐力実験データに関する検討, 土木研究所資料第 2940 号, 1991.3.
- 29) 佐伯彰一, 金井道夫, 小笠原保, 大塚一喜, 大塩俊雄, 笹森伸博, 佐藤和徳: 補剛板の限界状態 (その 1, 大型供試体による耐力試験), 土木研究所資料第 1779 号, 1982.2.
- 30) 小松定夫, 渡邊英一, 北田俊行, 奈良敬: 鋼橋部材の形状初期不整と耐力の統計学的研究, 鋼構造論文集, Vol.16,No.170,pp.10-43, 1980.4.
- 31) 西村宣男, 秋山寿行, 亀井義典: 高力ボルト摩擦接合継手に関する最近の研究動向, 土木学会論文集, No.675/ I -55, 1-14, 2001.4.
- 32) 金井道夫: 鋼橋の強度係数および荷重係数に関する信頼性解析, 土木研究所資料第 1225 号, 1977.3.
- 33) 南邦明, 森猛, 堀川秀信: 50mm 厚鋼板を用いた太径ボルト (M36) 継手のすべり耐力試験, 土木学会論文集, Vol.62 No.2,pp.267-278, 2006.4.
- 34) (社)日本橋梁建設協会: 高力ボルト摩擦接合における 1mm 以下の板厚差がすべり係数に及ぼす影響 試験報告書, 2004.6.
- 35) 森猛, 南邦明, 井口進, 山口隆司: 接合面処理方法と品質を考慮した高力ボルト摩擦接合継手すべり係数の提案, 土木学会論文集 A, Vol.64 No.1, 2008.1.
- 36) (社)日本道路協会: 限界状態設計法分科会荷重検討班第一次報告書, 1986.11.
- 37) (財)日本規格協会: JIS G3193 熱間圧延鋼板及び鋼帯の形状, 寸法, 質量及びその許容差, 2005.
- 38) 中村聖三, 岡田淳, 古屋信明: 構造用鋼材の材料係数に関する一提案, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 2005.9.
- 39) (社)日本橋梁建設協会: デザインデータブック, 2006.4
- 40) 西村昭: ミルシート値とチェックテスト値との関係について, 鋼構造論文集, Vol.5, No.38, 1969.
- 41) (財)日本規格協会: JIS G3549 構造用ワイヤロープ, 2000.

付属資料

資料－1 構造用鋼材等強度統計データの収集結果

資料－2 構造用鋼材及び形鋼の統計データの頻度分布

資料－1 構造用鋼材等強度統計データの収集結果

- ・ 構造用鋼材の降伏強度〔頻度分布データ〕
- ・ 構造用鋼材の引張強さ〔頻度分布データ〕
- ・ 構造用鋼材の降伏比〔頻度分布データ〕
- ・ 構造用鋼材の板厚精度〔頻度分布データ〕
- ・ 形鋼の降伏強度，引張強さ，降伏比〔個別試験データ〕
- ・ ワイヤロープの引張強さ，素線径，耐力〔頻度分布データ〕
- ・ ワイヤロープのロープ径，破断荷重，弾性係数〔個別試験データ〕
- ・ 自由突出版の圧縮座屈強度〔個別試験データ〕
- ・ 高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力〔個別試験データ〕

構造用鋼材の降伏強度（頻度分布データ）

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

鋼材強度区分	400材 (SS400, SM400)						
板厚区分	板厚Ⅰ	板厚Ⅱ	板厚Ⅲ	板厚Ⅳ	板厚Ⅴ	板厚Ⅵ	全板厚
公称板厚 [mm]	6≦t≦12	12<t≦16	16<t≦25	25<t≦32	32<t≦40	40<t≦100	
降伏強度基準値	245N/mm2	245N/mm2	235N/mm2	235N/mm2	235N/mm2	215N/mm2	
0.98x≦1.00							1
1.00x≦1.02							1
1.02x≦1.04			4				4
1.04x≦1.06	1	13	2		2		18
1.06x≦1.08	8	55	2	3	6		74
1.08x≦1.10	73	217	11	12	13		326
1.10x≦1.12	232	559	56	42	27		916
1.12x≦1.14	611	868	106	65	36		1686
1.14x≦1.16	1175	913	270	123	85		2566
1.16x≦1.18	1529	800	426	180	107		3042
1.18x≦1.20	1584	549	623	222	146		3124
1.20x≦1.22	1196	361	538	171	110		2376
1.22x≦1.24	1279	427	768	224	144		2842
1.24x≦1.26	1090	329	725	150	115		2409
1.26x≦1.28	963	281	521	120	91		1976
1.28x≦1.30	890	248	592	149	69		1948
1.30x≦1.32	763	158	496	103	49		1569
1.32x≦1.34	813	135	292	58	29		1327
1.34x≦1.36	699	86	211	68	20		1084
1.36x≦1.38	571	59	191	52	6		879
1.38x≦1.40	442	62	108	36	1		649
1.40x≦1.42	302	33	85	17	3		440
1.42x≦1.44	372	32	47	12	0		463
1.44x≦1.46	288	18	46	10	3		365
1.46x≦1.48	300	11	23	6			340
1.48x≦1.50	234	12	18	2			266
1.50x≦1.52	202	7	12	2			223
1.52x≦1.54	173	3	11				187
1.54x≦1.56	102	3	5				110
1.56x≦1.58	85	0	7				92
1.58x≦1.60	54	1	3				58
1.60x≦1.62	45	1	3				49
1.62x≦1.64	42	0	1				43
1.64x≦1.66	33	0	1				34
1.66x≦1.68	21	0	0				21
1.68x≦1.70	14	1	0				15
1.70x≦1.72	20	1	1				22
1.72x≦1.74	6		2				8
1.74x≦1.76	7		1				8
1.76x≦1.78	6		2				8
1.78x≦1.80	4		1				5
1.80x≦1.82	1						1
1.82x≦1.84	3						3
1.84x≦1.86	1						1
1.86x≦1.88	0						0
1.88x≦1.90	1						1
1.90x≦1.92	0						0
1.92x≦1.94	0						0
1.94x≦1.96	0						0
1.96x≦1.98	0						0
2.16	1						1
合計	16236	6247	6207	1827	1062	0	31579

(1/7)

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

鋼材強度区分	490Y材 (SM490Y, SM520-Y)						
板厚区分	板厚Ⅰ	板厚Ⅱ	板厚Ⅲ	板厚Ⅳ	板厚Ⅴ	板厚Ⅵ	全板厚
公称板厚 [mm]	6≤t≤12	12<t≤16	16<t≤25	25<t≤32	32<t≤40	40<t≤100	
降伏強度基準値	365N/mm2	365N/mm2	355N/mm2	355N/mm2	355N/mm2	355N/mm2	
0.98x≤1.00						1	1
1.00x≤1.02		3	1	3	2	1	10
1.02x≤1.04	11	51	25	28	33	9	157
1.04x≤1.06	42	141	58	81	57	13	392
1.06x≤1.08	89	252	148	178	117	25	809
1.08x≤1.10	252	381	283	286	171	46	1419
1.10x≤1.12	346	503	413	326	244	79	1911
1.12x≤1.14	578	730	572	293	294	145	2612
1.14x≤1.16	661	662	723	282	381	144	2853
1.16x≤1.18	726	645	786	325	386	164	3032
1.18x≤1.20	909	715	858	423	491	164	3560
1.20x≤1.22	664	552	704	411	376	101	2808
1.22x≤1.24	572	543	751	395	282	72	2615
1.24x≤1.26	453	491	669	297	205	57	2172
1.26x≤1.28	386	410	517	200	115	43	1671
1.28x≤1.30	280	202	410	138	61	42	1133
1.30x≤1.32	162	154	246	77	41	41	721
1.32x≤1.34	162	148	198	65	21	58	652
1.34x≤1.36	98	86	115	36	19	59	413
1.36x≤1.38	76	85	80	25	16	48	330
1.38x≤1.40	58	61	66	12	5	76	278
1.40x≤1.42	38	41	39	10	4	40	172
1.42x≤1.44	33	25	16	3	1	27	105
1.44x≤1.46	14	21	7	2	1	33	78
1.46x≤1.48	20	7	3	2	1	22	55
1.48x≤1.50	12		3			19	34
1.50x≤1.52	5		2			7	14
1.52x≤1.54	2					1	3
1.54x≤1.56	1					2	3
1.56x≤1.58							
1.58x≤1.60							
1.60x≤1.62							
1.62x≤1.64							
1.64x≤1.66							
1.66x≤1.68							
1.68x≤1.70							
1.70x≤1.72							
1.72x≤1.74							
1.74x≤1.76							
1.76x≤1.78							
1.78x≤1.80							
1.80x≤1.82							
1.82x≤1.84							
1.84x≤1.86							
1.86x≤1.88							
1.88x≤1.90							
1.90x≤1.92							
1.92x≤1.94							
1.94x≤1.96							
1.96x≤1.98							
合計	6650	6909	7693	3898	3324	1539	30013

(3/7)

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

鋼材強度区分	490材 (SM490)						
板厚区分	板厚Ⅰ	板厚Ⅱ	板厚Ⅲ	板厚Ⅳ	板厚Ⅴ	板厚Ⅵ	全板厚
公称板厚 [mm]	6≤t≤12	12<t≤16	16<t≤25	25<t≤32	32<t≤40	40<t≤100	
降伏強度基準値	325N/mm2	325N/mm2	315N/mm2	315N/mm2	315N/mm2	295N/mm2	
0.98x≤1.00							
1.00x≤1.02							2
1.02x≤1.04		1	1				
1.04x≤1.06	3	3	4	1	2	1	14
1.06x≤1.08	10	6	11	3	10	4	44
1.08x≤1.10	12	15	20	2	4	4	57
1.10x≤1.12	27	25	28	6	3	3	92
1.12x≤1.14	30	26	48	14	3	11	132
1.14x≤1.16	31	33	41	19	10	7	141
1.16x≤1.18	45	19	37	14	14	10	139
1.18x≤1.20	44	29	47	16	12	14	162
1.20x≤1.22	39	20	38	20	12	14	143
1.22x≤1.24	62	25	38	26	7	20	178
1.24x≤1.26	22	17	46	15	5	16	121
1.26x≤1.28	36	30	41	14	9	37	167
1.28x≤1.30	38	15	47	17	9	26	152
1.30x≤1.32	40	28	42	12	7	24	153
1.32x≤1.34	35	19	45	11	2	24	136
1.34x≤1.36	29	22	35	10	7	27	130
1.36x≤1.38	18	27	28	2	6	22	103
1.38x≤1.40	20	11	28	8	4	33	104
1.40x≤1.42	17	7	19	4	4	36	87
1.42x≤1.44	21	3	18	1	4	20	67
1.44x≤1.46	12	3	10	0	1	24	50
1.46x≤1.48	14	3	6	1		5	29
1.48x≤1.50	3	1	5	0		3	12
1.50x≤1.52	6	3	1	2		1	13
1.52x≤1.54	1	0	2	1		8	12
1.54x≤1.56	0	0				3	3
1.56x≤1.58	2	1				1	4
1.58x≤1.60	0						0
1.60x≤1.62	0						0
1.62x≤1.64	1						1
1.64x≤1.66							
1.66x≤1.68							
1.68x≤1.70							
1.70x≤1.72							
1.72x≤1.74							
1.74x≤1.76							
1.76x≤1.78							
1.78x≤1.80							
1.80x≤1.82							
1.82x≤1.84							
1.84x≤1.86							
1.86x≤1.88							
1.88x≤1.90							
1.90x≤1.92							
1.92x≤1.94							
1.94x≤1.96							
1.96x≤1.98							
合計	618	392	686	219	135	398	2448

(2/7)

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

鋼材強度区分	570材 (SM570, SM570-II)						
板厚区分	板厚Ⅰ	板厚Ⅱ	板厚Ⅲ	板厚Ⅳ	板厚Ⅴ	板厚Ⅵ	全板厚
公称板厚 [mm]	6≤t≤12	12<t≤16	16<t≤25	25<t≤32	32<t≤40	40<t≤100	
降伏強度基準値	460N/mm2	460N/mm2	450N/mm2	450N/mm2	450N/mm2	450N/mm2	
0.98α≤1.00							1
1.00α≤1.02	1						1
1.02α≤1.04				1			5
1.04α≤1.06	0		11	5	4	12	32
1.06α≤1.08	2	1	20	8	5	47	83
1.08α≤1.10	1	6	37	23	21	66	154
1.10α≤1.12	4	9	37	43	75	221	389
1.12α≤1.14	9	13	55	87	189	331	684
1.14α≤1.16	8	14	90	176	301	337	926
1.16α≤1.18	12	23	148	258	314	335	1090
1.18α≤1.20	18	55	170	348	254	242	1087
1.20α≤1.22	13	81	216	236	138	213	897
1.22α≤1.24	25	97	234	154	70	115	695
1.24α≤1.26	25	121	196	90	46	90	568
1.26α≤1.28	37	136	195	49	20	99	536
1.28α≤1.30	58	132	187	35	12	80	504
1.30α≤1.32	54	115	203	29	8	72	481
1.32α≤1.34	38	92	157	15	12	69	383
1.34α≤1.36	29	84	150	16	21	60	360
1.36α≤1.38	25	64	75	4	11	51	230
1.38α≤1.40	26	30	53	9	13	26	157
1.40α≤1.42	11	10	35	8	11	13	88
1.42α≤1.44	4	3	12	8	11	7	43
1.44α≤1.46	2			2	10	5	3
1.46α≤1.48	1		2	9	1		13
1.48α≤1.50			1	7	3		11
1.50α≤1.52			1	3			4
1.52α≤1.54				2			2
1.54α≤1.56							
1.56α≤1.58							
1.58α≤1.60							
1.60α≤1.62							
1.62α≤1.64							
1.64α≤1.66							
1.66α≤1.68							
1.68α≤1.70							
1.70α≤1.72							
1.72α≤1.74							
1.74α≤1.76							
1.76α≤1.78							
1.78α≤1.80							
1.80α≤1.82							
1.82α≤1.84							
1.84α≤1.86							
1.86α≤1.88							
1.88α≤1.90							
1.90α≤1.92							
1.92α≤1.94							
1.94α≤1.96							
1.96α≤1.98							
合計	403	1086	2287	1633	1545	2495	9449

構造用鋼材の降伏強度（頻度分布データ）

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

(5/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚[mm] 降伏強度基準値	耐熱性400材（SMA400）					
	板厚Ⅰ 6≦t≦12 245N/mm2	板厚Ⅱ 12<t≦16 245N/mm2	板厚Ⅲ 16<t≦25 235N/mm2	板厚Ⅳ 25<t≦32 235N/mm2	板厚Ⅴ 32<t≦40 235N/mm2	板厚Ⅵ 40<t≦100 215N/mm2
0.98<σ≦1.00						
1.00<σ≦1.02						
1.02<σ≦1.04						
1.04<σ≦1.06						
1.06<σ≦1.08						
1.08<σ≦1.10						
1.10<σ≦1.12						
1.12<σ≦1.14						
1.14<σ≦1.16						
1.16<σ≦1.18						
1.18<σ≦1.20			1	1	1	3
1.20<σ≦1.22		1	0	0	1	2
1.22<σ≦1.24	1	4	5	1	2	13
1.24<σ≦1.26	2	4	5	3	5	21
1.26<σ≦1.28	15	10	5	7	7	46
1.28<σ≦1.30	32	19	18	5	14	90
1.30<σ≦1.32	26	33	17	14	6	99
1.32<σ≦1.34	62	24	20	8	12	128
1.34<σ≦1.36	92	48	37	17	12	211
1.36<σ≦1.38	83	31	44	16	6	182
1.38<σ≦1.40	95	32	33	19	10	192
1.40<σ≦1.42	69	28	26	4	7	141
1.42<σ≦1.44	76	25	28	4	7	140
1.44<σ≦1.46	76	23	38	1	3	148
1.46<σ≦1.48	64	15	22	5	3	114
1.48<σ≦1.50	47	5	22	3	2	85
1.50<σ≦1.52	55	8	11	0	0	82
1.52<σ≦1.54	41	7	13	5	0	97
1.54<σ≦1.56	40	5	9	3	1	66
1.56<σ≦1.58	25	4	4	0	1	42
1.58<σ≦1.60	19	5	8	0	0	37
1.60<σ≦1.62	22	3	1	1	1	30
1.62<σ≦1.64	12	1	1	0	0	17
1.64<σ≦1.66	12	2	1	0	0	18
1.66<σ≦1.68	20	2	1	0	0	25
1.68<σ≦1.70	9	0	4	0	0	17
1.70<σ≦1.72	7	2	0	0	0	11
1.72<σ≦1.74	4	0	0	0	0	8
1.74<σ≦1.76	6	0	1	0	0	8
1.76<σ≦1.78	14	1			0	16
1.78<σ≦1.80	8				1	11
1.80<σ≦1.82	5					5
1.82<σ≦1.84	5					5
1.84<σ≦1.86	2					2
1.86<σ≦1.88	2					2
1.88<σ≦1.90	0					0
1.90<σ≦1.92	1					1
1.92<σ≦1.94	0					0
1.94<σ≦1.96	1					1
1.96<σ≦1.98						
合計	1050	342	375	117	102	2094

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

(7/7)

鋼材強度区分 板厚区分	全鋼種 全板厚
0.98<σ≦1.00	1
1.00<σ≦1.02	13
1.02<σ≦1.04	182
1.04<σ≦1.06	472
1.06<σ≦1.08	1027
1.08<σ≦1.10	2014
1.10<σ≦1.12	3397
1.12<σ≦1.14	5264
1.14<σ≦1.16	6662
1.16<σ≦1.18	7564
1.18<σ≦1.20	8281
1.20<σ≦1.22	6502
1.22<σ≦1.24	6633
1.24<σ≦1.26	5521
1.26<σ≦1.28	4581
1.28<σ≦1.30	4017
1.30<σ≦1.32	3199
1.32<σ≦1.34	2772
1.34<σ≦1.36	2356
1.36<σ≦1.38	1848
1.38<σ≦1.40	1495
1.40<σ≦1.42	1019
1.42<σ≦1.44	886
1.44<σ≦1.46	719
1.46<σ≦1.48	588
1.48<σ≦1.50	430
1.50<σ≦1.52	349
1.52<σ≦1.54	294
1.54<σ≦1.56	183
1.56<σ≦1.58	138
1.58<σ≦1.60	95
1.60<σ≦1.62	80
1.62<σ≦1.64	61
1.64<σ≦1.66	52
1.66<σ≦1.68	46
1.68<σ≦1.70	32
1.70<σ≦1.72	33
1.72<σ≦1.74	16
1.74<σ≦1.76	16
1.76<σ≦1.78	24
1.78<σ≦1.80	16
1.80<σ≦1.82	6
1.82<σ≦1.84	8
1.84<σ≦1.86	3
1.86<σ≦1.88	2
1.88<σ≦1.90	1
1.90<σ≦1.92	1
1.92<σ≦1.94	0
1.94<σ≦1.96	1
1.96<σ≦1.98	0
2.16	1
合計	78901

構造用鋼材の降伏強度

調査年：2001年

(6/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚[mm] 降伏強度基準値	耐熱性490材（SMA490）					
	板厚Ⅰ 6≦t≦12 365N/mm2	板厚Ⅱ 12<t≦16 365N/mm2	板厚Ⅲ 16<t≦25 355N/mm2	板厚Ⅳ 25<t≦32 355N/mm2	板厚Ⅴ 32<t≦40 355N/mm2	板厚Ⅵ 40<t≦100 355N/mm2
0.98<σ≦1.00						
1.00<σ≦1.02	1		1			2
1.02<σ≦1.04	4	8	0			12
1.04<σ≦1.06	9	6	0			16
1.06<σ≦1.08	8	9	0			17
1.08<σ≦1.10	27	20	1	1	4	58
1.10<σ≦1.12	20	31	15	4	12	89
1.12<σ≦1.14	52	36	26	9	23	150
1.14<σ≦1.16	36	46	49	10	30	176
1.16<σ≦1.18	71	71	71	18	24	261
1.18<σ≦1.20	81	72	114	37	34	345
1.20<σ≦1.22	76	54	91	24	24	276
1.22<σ≦1.24	80	65	86	19	23	290
1.24<σ≦1.26	65	36	74	24	24	230
1.26<σ≦1.28	59	40	54	11	11	185
1.28<σ≦1.30	66	27	55	19	18	190
1.30<σ≦1.32	41	31	51	23	24	176
1.32<σ≦1.34	41	26	50	15	12	146
1.34<σ≦1.36	55	17	44	24	11	158
1.36<σ≦1.38	45	17	21	21	16	124
1.38<σ≦1.40	31	20	19	22	20	115
1.40<σ≦1.42	27	11	20	20	12	91
1.42<σ≦1.44	24	5	2	22	13	68
1.44<σ≦1.46	17	8	5	11	10	54
1.46<σ≦1.48	17	0	5	11	2	37
1.48<σ≦1.50	7	1	0	10	0	22
1.50<σ≦1.52	6		0	6	1	13
1.52<σ≦1.54	7		1	7		15
1.54<σ≦1.56	1					1
1.56<σ≦1.58	0					0
1.58<σ≦1.60	0					0
1.60<σ≦1.62	1					1
1.62<σ≦1.64						
1.64<σ≦1.66						
1.66<σ≦1.68						
1.68<σ≦1.70						
1.70<σ≦1.72						
1.72<σ≦1.74						
1.74<σ≦1.76						
1.76<σ≦1.78						
1.78<σ≦1.80						
1.80<σ≦1.82						
1.82<σ≦1.84						
1.84<σ≦1.86						
1.86<σ≦1.88						
1.88<σ≦1.90						
1.90<σ≦1.92						
1.92<σ≦1.94						
1.94<σ≦1.96						
1.96<σ≦1.98						
合計	975	657	855	368	348	3318

構造用鋼材の引張強さ（頻度分布データ）

構造用鋼材の引張強さ

(1/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚 [mm] 引張強さ基準値	400材 (SS400, SM400)						全板厚
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	
	400N/mm2(400～510N/mm2)						
0.98<σ≦1.00							
1.00<σ≦1.02		1	10				11
1.02<σ≦1.04		16	105	60	31	33	245
1.04<σ≦1.06		273	691	383	140	74	1561
1.06<σ≦1.08		1635	1683	883	217	126	4544
1.08<σ≦1.10		3494	1502	1256	391	234	6877
1.10<σ≦1.12		3876	1016	1302	333	182	6709
1.12<σ≦1.14		3040	597	1104	263	181	5185
1.14<σ≦1.16		2020	358	732	180	139	3429
1.16<σ≦1.18		1002	151	337	159	66	1715
1.18<σ≦1.20		505	88	98	97	21	809
1.20<σ≦1.22		223	35	42	15	6	321
1.22<σ≦1.24		80	6	9	1		96
1.24<σ≦1.26		54	3	0			57
1.26<σ≦1.28		12	0	1			13
1.28<σ≦1.30		3	2				5
1.30<σ≦1.32		1					1
1.32<σ≦1.34		0					0
1.34<σ≦1.36		1					1
1.36<σ≦1.38							
合計	16236	6247	6207	1827	1062	0	31579

構造用鋼材の引張強さ

(5/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚 [mm] 引張強さ基準値	耐熱性400材 (SMA400)						全板厚
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	
	400N/mm2(400～540N/mm2)						
0.98<σ≦1.00							
1.00<σ≦1.02							
1.02<σ≦1.04			3		1		4
1.04<σ≦1.06		4	3	14	1	2	24
1.06<σ≦1.08		23	9	23	6	12	3
1.08<σ≦1.10		62	12	17	7	10	5
1.10<σ≦1.12		116	23	14	12	14	7
1.12<σ≦1.14		141	38	25	12	13	15
1.14<σ≦1.16		185	68	79	43	14	20
1.16<σ≦1.18		201	82	110	27	21	15
1.18<σ≦1.20		139	63	67	7	10	13
1.20<σ≦1.22		65	21	19	1	4	5
1.22<σ≦1.24		44	16	3	1	0	3
1.24<σ≦1.26		25	2	0	1	0	8
1.26<σ≦1.28		17	2	0	1	0	7
1.28<σ≦1.30		17	4	1		0	5
1.30<σ≦1.32		9				1	2
1.32<σ≦1.34		1					1
1.34<σ≦1.36		1					
1.36<σ≦1.38							
合計	1050	342	375	118	102	108	2095

オリジナルデータと異なる

構造用鋼材の引張強さ

(2/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚 [mm] 引張強さ基準値	490材 (SM490)						全板厚
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	
	490N/mm2(490～610N/mm2)						
0.98<σ≦1.00							
1.00<σ≦1.02						1	1
1.02<σ≦1.04		2	1	8	3	5	6
1.04<σ≦1.06		11	12	72	32	16	31
1.06<σ≦1.08		65	58	142	55	48	56
1.08<σ≦1.10		72	94	189	75	46	86
1.10<σ≦1.12		130	86	131	30	12	60
1.12<σ≦1.14		165	80	94	17	5	40
1.14<σ≦1.16		97	47	37	2	1	73
1.16<σ≦1.18		44	14	12	2	1	33
1.18<σ≦1.20		19		1	2	1	12
1.20<σ≦1.22		9			1		10
1.22<σ≦1.24		4					4
1.24<σ≦1.26							
1.26<σ≦1.28							
1.28<σ≦1.30							
1.30<σ≦1.32							
1.32<σ≦1.34							
1.34<σ≦1.36							
1.36<σ≦1.38							
合計	618	392	686	219	135	398	2448

構造用鋼材の引張強さ

(6/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚 [mm] 引張強さ基準値	耐熱性490材 (SMA490)						全板厚
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	
	490N/mm2(490～610N/mm2)						
0.98<σ≦1.00							
1.00<σ≦1.02					2	3	5
1.02<σ≦1.04		12	19	14	11	20	7
1.04<σ≦1.06		25	45	66	17	33	20
1.06<σ≦1.08		84	100	135	33	43	18
1.08<σ≦1.10		142	127	175	44	28	11
1.10<σ≦1.12		149	101	147	29	43	19
1.12<σ≦1.14		161	96	149	42	55	13
1.14<σ≦1.16		114	65	79	45	44	13
1.16<σ≦1.18		95	52	69	56	35	0
1.18<σ≦1.20		93	31	19	43	26	4
1.20<σ≦1.22		53	19	1	21	15	2
1.22<σ≦1.24		43	2	1	24	3	1
1.24<σ≦1.26		3			0		2
1.26<σ≦1.28					1		
1.28<σ≦1.30							1
1.30<σ≦1.32							
1.32<σ≦1.34							
1.34<σ≦1.36							
1.36<σ≦1.38							
合計	975	657	855	368	348	115	3318

構造用鋼材の引張強さ

(3/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚 [mm] 引張強さ基準値	490V材 (SM490V, SM520-II)						全板厚
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	
	490N/mm2(490～610N/mm2), 520N/mm2(520～640N/mm2)						
0.98<σ≦1.00						4	4
1.00<σ≦1.02		1		1		1	27
1.02<σ≦1.04		17	12	7	12	8	141
1.04<σ≦1.06		58	56	84	122	142	373
1.06<σ≦1.08		195	179	419	582	562	309
1.08<σ≦1.10		488	737	1404	848	563	217
1.10<σ≦1.12		966	1476	1943	708	533	135
1.12<σ≦1.14		1923	2015	1994	641	742	117
1.14<σ≦1.16		1711	1313	1082	609	525	97
1.16<σ≦1.18		788	682	481	261	171	67
1.18<σ≦1.20		359	289	210	98	58	47
1.20<σ≦1.22		102	102	54	15	15	3
1.22<σ≦1.24		35	44	12	2	3	2
1.24<σ≦1.26		7	3	2		1	
1.26<σ≦1.28			1				
1.28<σ≦1.30							
1.30<σ≦1.32							
1.32<σ≦1.34							
1.34<σ≦1.36							
1.36<σ≦1.38							
合計	6650	6909	7693	3898	3324	1539	30013

構造用鋼材の引張強さ

(7/7)

鋼材強度区分 板厚区分	全鋼種 全板厚	
0.98<σ≦1.00	4	
1.00<σ≦1.02	62	
1.02<σ≦1.04	622	
1.04<σ≦1.06	3155	
1.06<σ≦1.08	8498	
1.08<σ≦1.10	13861	
1.10<σ≦1.12	15270	
1.12<σ≦1.14	15232	
1.14<σ≦1.16	11110	
1.16<σ≦1.18	5939	
1.18<σ≦1.20	3076	
1.20<σ≦1.22	1238	
1.22<σ≦1.24	562	
1.24<σ≦1.26	183	
1.26<σ≦1.28	46	
1.28<σ≦1.30	28	
1.30<σ≦1.32	13	
1.32<σ≦1.34	1	
1.34<σ≦1.36	2	
1.36<σ≦1.38		
合計	78902	

構造用鋼材の引張強さ

(4/7)

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚 [mm] 引張強さ基準値	570材 (SM570, SM570-II)						全板厚
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	
	570N/mm2(570～720N/mm2)						
0.98<σ≦1.00							
1.00<σ≦1.02		2	2			5	9
1.02<σ≦1.04		4	1	23	8	7	25
1.04<σ≦1.06		8	9	56	43	81	158
1.06<σ≦1.08		11	21	95	105	211	352
1.08<σ≦1.10		21	49	195	301	355	604
1.10<σ≦1.12		36	91	310	415	370	455
1.12<σ≦1.14		62	162	358	330	254	288
1.14<σ≦1.16		100	226	455	214	135	188
1.16<σ≦1.18		76	216	336	95	49	133
1.18<σ≦1.20		53	155	236	55	39	118
1.20<σ≦1.22		21	81	133	32	24	99
1.22<σ≦1.24		8	55	69	29	9	53
1.24<σ≦1.26		3	18	18	6	10	17
1.26<σ≦1.28			1			1	2
1.28<σ≦1.30							
1.30<σ≦1.32							
1.32<σ≦1.34							
1.34<σ≦1.36							
1.36<σ≦1.38							
合計	403	1086	2287	1633	1545	2495	9449

構造用鋼材の降伏比〔頻度分布データ〕

構造用鋼材の降伏比

調査年：2001年

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚〔mm〕	400材（SS400，SM400）						
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	全板厚
54% $\leq$ x $\leq$ 56%							0
56% $\leq$ x $\leq$ 58%			1	1			2
58% $\leq$ x $\leq$ 60%	3	4	13	18	10		48
60% $\leq$ x $\leq$ 62%	50	50	127	112	101		440
62% $\leq$ x $\leq$ 64%	652	743	785	428	314		2922
64% $\leq$ x $\leq$ 66%	3142	2175	1948	635	382		8282
66% $\leq$ x $\leq$ 68%	3785	1680	1943	402	189		7999
68% $\leq$ x $\leq$ 70%	2219	861	860	159	53		4152
70% $\leq$ x $\leq$ 72%	2092	413	336	36	9		2886
72% $\leq$ x $\leq$ 74%	1484	194	121	29	3		1831
74% $\leq$ x $\leq$ 76%	942	74	36	4	1		1057
76% $\leq$ x $\leq$ 78%	701	36	11	2			730
78% $\leq$ x $\leq$ 80%	538	7	7	0			552
80% $\leq$ x $\leq$ 82%	332	6	10	1			349
82% $\leq$ x $\leq$ 84%	165	3	5				173
84% $\leq$ x $\leq$ 86%	66	0	2				68
86% $\leq$ x $\leq$ 88%	45	1	1				47
88% $\leq$ x $\leq$ 90%			1				9
90% $\leq$ x $\leq$ 92%	8						8
92% $\leq$ x $\leq$ 94%	3						3
94% $\leq$ x $\leq$ 96%	0						0
96% $\leq$ x $\leq$ 98%	1						1
98% $\leq$ x $\leq$ 100%							0
合計	16236	6247	6207	1827	1062	0	31579

構造用鋼材の降伏比

調査年：2001年

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚〔mm〕	490材（SM490）						
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	全板厚
54% $\leq$ x $\leq$ 56%							0
56% $\leq$ x $\leq$ 58%							1
58% $\leq$ x $\leq$ 60%	1						6
60% $\leq$ x $\leq$ 62%	5						18
62% $\leq$ x $\leq$ 64%			2		3		28
64% $\leq$ x $\leq$ 66%	11	7	22	9	11		26
66% $\leq$ x $\leq$ 68%	20	29	70	14	8		30
68% $\leq$ x $\leq$ 70%	68	57	88	23	13		52
70% $\leq$ x $\leq$ 72%	102	54	83	37	27		84
72% $\leq$ x $\leq$ 74%	91	47	104	42	26		80
74% $\leq$ x $\leq$ 76%	87	55	96	34	13		49
76% $\leq$ x $\leq$ 78%	79	44	88	28	20		26
78% $\leq$ x $\leq$ 80%	55	52	74	18	13		16
80% $\leq$ x $\leq$ 82%	49	29	37	12	1		9
82% $\leq$ x $\leq$ 84%	23	10	17	2			1
84% $\leq$ x $\leq$ 86%	10	5	4				1
86% $\leq$ x $\leq$ 88%	7	1	0				
88% $\leq$ x $\leq$ 90%	5	2	1				
90% $\leq$ x $\leq$ 92%							0
92% $\leq$ x $\leq$ 94%							0
94% $\leq$ x $\leq$ 96%							0
96% $\leq$ x $\leq$ 98%							0
98% $\leq$ x $\leq$ 100%							0
合計	618	392	686	219	135	398	2448

構造用鋼材の降伏比

調査年：2001年

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚〔mm〕	490Y材（SM490Y，SM520-II）						
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	全板厚
54% $\leq$ x $\leq$ 56%							0
56% $\leq$ x $\leq$ 58%							0
58% $\leq$ x $\leq$ 60%							0
60% $\leq$ x $\leq$ 62%							0
62% $\leq$ x $\leq$ 64%							1
64% $\leq$ x $\leq$ 66%							2
66% $\leq$ x $\leq$ 68%	3	3		2	3		7
68% $\leq$ x $\leq$ 70%	26	72	39	18	38		51
70% $\leq$ x $\leq$ 72%	135	267	233	218	159		128
72% $\leq$ x $\leq$ 74%	427	567	761	555	362		236
74% $\leq$ x $\leq$ 76%	957	1107	1531	763	755		296
76% $\leq$ x $\leq$ 78%	1439	1358	1549	803	973		213
78% $\leq$ x $\leq$ 80%	1408	1304	1449	805	702		125
80% $\leq$ x $\leq$ 82%	913	1039	1140	452	243		156
82% $\leq$ x $\leq$ 84%	630	624	689	196	58		183
84% $\leq$ x $\leq$ 86%	404	330	232	61	22		119
86% $\leq$ x $\leq$ 88%	187	175	61	21	7		19
88% $\leq$ x $\leq$ 90%	72	49	4	3	1		1
90% $\leq$ x $\leq$ 92%	22	8	3	0	1		2
92% $\leq$ x $\leq$ 94%	18	6	2	1			
94% $\leq$ x $\leq$ 96%	9						
96% $\leq$ x $\leq$ 98%							0
98% $\leq$ x $\leq$ 100%							0
合計	6650	6909	7693	3898	3324	1539	30013

構造用鋼材の降伏比

調査年：2001年

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚〔mm〕	570材（SM570，SM570-II）						
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	全板厚
54% $\leq$ x $\leq$ 56%							0
56% $\leq$ x $\leq$ 58%							0
58% $\leq$ x $\leq$ 60%							0
60% $\leq$ x $\leq$ 62%							0
62% $\leq$ x $\leq$ 64%							0
64% $\leq$ x $\leq$ 66%							0
66% $\leq$ x $\leq$ 68%							0
68% $\leq$ x $\leq$ 70%							0
70% $\leq$ x $\leq$ 72%							0
72% $\leq$ x $\leq$ 74%			1	1			2
74% $\leq$ x $\leq$ 76%			2	1	2		1
76% $\leq$ x $\leq$ 78%	3		20	7	1		6
78% $\leq$ x $\leq$ 80%	7	7	59	39	13		37
80% $\leq$ x $\leq$ 82%	10	16	99	104	156		331
82% $\leq$ x $\leq$ 84%	11	21	193	524	805		1037
84% $\leq$ x $\leq$ 86%	12	73	535	634	290		528
86% $\leq$ x $\leq$ 88%	31	249	678	176	119		286
88% $\leq$ x $\leq$ 90%	62	408	419	72	78		207
90% $\leq$ x $\leq$ 92%	95	178	191	21	48		49
92% $\leq$ x $\leq$ 94%	120	74	67	17	27		11
94% $\leq$ x $\leq$ 96%	43	55	19	17	6		
96% $\leq$ x $\leq$ 98%	9	5	4	14			
98% $\leq$ x $\leq$ 100%				6			
合計	403	1086	2287	1633	1545	2495	9449

構造用鋼材の降伏比

調査年：2001年

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚〔mm〕	耐熱性400材（SM400）						
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	全板厚
54% $\leq$ x $\leq$ 56%							0
56% $\leq$ x $\leq$ 58%							0
58% $\leq$ x $\leq$ 60%							5
60% $\leq$ x $\leq$ 62%							4
62% $\leq$ x $\leq$ 64%			1	1	1		8
64% $\leq$ x $\leq$ 66%			10	12	10		10
66% $\leq$ x $\leq$ 68%	2	7	39	9	13		8
68% $\leq$ x $\leq$ 70%	16	39	64	41	20		19
70% $\leq$ x $\leq$ 72%	82	78	78	20	35		19
72% $\leq$ x $\leq$ 74%	198	105	82	17	15		18
74% $\leq$ x $\leq$ 76%	228	51	63	10	5		5
76% $\leq$ x $\leq$ 78%	192	23	27	6	2		6
78% $\leq$ x $\leq$ 80%	132	30	7	1	0		2
80% $\leq$ x $\leq$ 82%	91	6	1		1		99
82% $\leq$ x $\leq$ 84%	50	3	3				56
84% $\leq$ x $\leq$ 86%	32						32
86% $\leq$ x $\leq$ 88%	22						22
88% $\leq$ x $\leq$ 90%	4						4
90% $\leq$ x $\leq$ 92%	1						1
92% $\leq$ x $\leq$ 94%							0
94% $\leq$ x $\leq$ 96%							0
96% $\leq$ x $\leq$ 98%							0
98% $\leq$ x $\leq$ 100%							0
合計	1050	342	375	117	102	108	2094

構造用鋼材の降伏比

調査年：2001年

鋼材強度区分 板厚区分 公称板厚〔mm〕	耐熱性490材（SM490）						
	板厚Ⅰ 6≦t≦12	板厚Ⅱ 12<t≦16	板厚Ⅲ 16<t≦25	板厚Ⅳ 25<t≦32	板厚Ⅴ 32<t≦40	板厚Ⅵ 40<t≦100	全板厚
54% $\leq$ x $\leq$ 56%							0
56% $\leq$ x $\leq$ 58%							0
58% $\leq$ x $\leq$ 60%							0
60% $\leq$ x $\leq$ 62%	2						2
62% $\leq$ x $\leq$ 64%	2						2
64% $\leq$ x $\leq$ 66%	0						0
66% $\leq$ x $\leq$ 68%	1		1				3
68% $\leq$ x $\leq$ 70%	8	2	1				6
70% $\leq$ x $\leq$ 72%	6	2	1				10
72% $\leq$ x $\leq$ 74%	7	5	5	3	6		11
74% $\leq$ x $\leq$ 76%	21	26	25	12	13		13
76% $\leq$ x $\leq$ 78%	54	46	74	27	52		15
78% $\leq$ x $\leq$ 80%	155	111	159	44	56		11
80% $\leq$ x $\leq$ 82%	147	162	217	43	62		15
82% $\leq$ x $\leq$ 84%	212	132	180	78	65		10
84% $\leq$ x $\leq$ 86%	143	81	122	61	51		7
86% $\leq$ x $\leq$ 88%	114	58	51	58	32		10
88% $\leq$ x $\leq$ 90%	60	29	14	37	10		4
90% $\leq$ x $\leq$ 92%	32	3	5	5	1		
92% $\leq$ x $\leq$ 94%	11						
94% $\leq$ x $\leq$ 96%							0
96% $\leq$ x $\leq$ 98%							0
98% $\leq$ x $\leq$ 100%							0
合計	975	657	855	368	348	115	3318

構造用鋼材の降伏比

構造用鋼材の板厚精度（頻度分布データ）

構造用鋼材の板厚精度

調査年：2001年

(1/7)

板厚区分 鋼材強度区分 板厚精度基準値	400材	490材	490Y材	570材 公称板厚	耐候性400材	耐候性490材	全鋼種
板厚Ⅰ（6≦t≦12）							
-10.0<t≦-9.6							2
-9.6<t≦-9.2	1			1			0
-9.2<t≦-8.8	0			0			0
-8.8<t≦-8.4	1			0			2
-8.4<t≦-8.0				0			6
-8.0<t≦-7.6	1			0			1
-7.6<t≦-7.2	12			0	1		13
-7.2<t≦-6.8	18			2	0		20
-6.8<t≦-6.4	13			5	0		18
-6.4<t≦-6.0	15			9	0		24
-6.0<t≦-5.6	11	1	7	1	0		20
-5.6<t≦-5.2	20	0	8	0	0		28
-5.2<t≦-4.8	32	4	13	0	1		45
-4.8<t≦-4.4	32	2	18	0	1		53
-4.4<t≦-4.0	39	6	9	0	0		54
-4.0<t≦-3.6	38	11	12	1	0	5	67
-3.6<t≦-3.2	64	8	30	1	10	14	127
-3.2<t≦-2.8	170	10	61	1	43	27	312
-2.8<t≦-2.4	410	22	138	2	118	60	750
-2.4<t≦-2.0	852	21	284	4	277	171	1609
-2.0<t≦-1.6	1706	33	533	3	513	363	3151
-1.6<t≦-1.2	2498	62	948	7	897	614	5026
-1.2<t≦-0.8	3413	127	1330	6	1163	838	6877
-0.8<t≦-0.4	4288	143	1880	22	1301	1129	8763
-0.4<t≦0.0	5014	179	2166	40	1347	1194	9940
0.0<t≦0.4	5152	210	2413	76	1292	1261	10404
0.4<t≦0.8	4510	200	1989	87	1141	1013	8945
0.8<t≦1.2	3593	166	1584	93	1022	752	7210
1.2<t≦1.6	2435	103	1159	87	803	488	5075
1.6<t≦2.0	1609	87	725	60	510	290	3281
2.0<t≦2.4	1061	68	482	41	277	178	2107
2.4<t≦2.8	697	45	262	26	170	121	1321
2.8<t≦3.2	524	31	196	11	111	67	940
3.2<t≦3.6	321	17	136	24	78	32	636
3.6<t≦4.0	248	18	99	8	41	18	432
4.0<t≦4.4	202	23	84	6	28	22	365
4.4<t≦4.8	149	15	50	8	24	17	263
4.8<t≦5.2	101	9	35	1	18	9	173
5.2<t≦5.6	83	4	25	0	12	2	126
5.6<t≦6.0	89	4	27	3	7	2	132
6.0<t≦6.4	49	2	16	2	11	2	86
6.4<t≦6.8	48	2	12	1	4	4	70
6.8<t≦7.2	38		11		3	0	52
7.2<t≦7.6	34		3		0	1	38
7.6<t≦8.0	21		8		5	1	35
8.0<t≦8.4	15		6		0	0	21
8.4<t≦8.8	12		1		0	0	13
8.8<t≦9.2	18		0		1	1	20
9.2<t≦9.6	14		1		0	0	15
9.6<t≦10.0	6		1		1	1	9
10.0<t≦10.4	5		1				6
10.4<t≦10.8	5		1				6
10.8<t≦11.2	4		5				9
11.2<t≦11.6	2		4				6
11.6<t≦12.0	0		1				1
12.0<t≦12.4	2		2				4
12.4<t≦12.8	2		2				4
12.8<t≦13.2	0		0				0
13.2<t≦13.6	1		1				2
13.6<t≦14.0	1						1
14.0<t≦14.4							0
14.4<t≦14.8	0						0
14.8<t≦15.2	1						1
15.2<t≦15.6	1						1
15.6<t≦16.0							0
合計	39704	1633	16796	619	11231	8697	78680

構造用鋼材の板厚精度

調査年：2001年

(2/7)

板厚区分 鋼材強度区分 板厚精度基準値	400材	490材	490Y材	570材 公称板厚	耐候性400材	耐候性490材	全鋼種
板厚Ⅱ（12<t≦16）							
-10.0<t≦-9.6							0
-9.6<t≦-9.2							0
-9.2<t≦-8.8							0
-8.8<t≦-8.4							0
-8.4<t≦-8.0							0
-8.0<t≦-7.6							0
-7.6<t≦-7.2							0
-7.2<t≦-6.8							0
-6.8<t≦-6.4							0
-6.4<t≦-6.0							0
-6.0<t≦-5.6							0
-5.6<t≦-5.2							0
-5.2<t≦-4.8							0
-4.8<t≦-4.4							0
-4.4<t≦-4.0			1				1
-4.0<t≦-3.6			0			1	2
-3.6<t≦-3.2	5	4	1		1	11	17
-3.2<t≦-2.8	14	4	4		3	25	41
-2.8<t≦-2.4	22	3	16		6	47	75
-2.4<t≦-2.0	38	9	41	2	12	15	117
-2.0<t≦-1.6	163	12	153	4	46	51	429
-1.6<t≦-1.2	412	24	485	11	146	217	1295
-1.2<t≦-0.8	606	30	1065	22	277	420	2420
-0.8<t≦-0.4	895	52	1727	47	367	638	3726
-0.4<t≦0.0	1367	46	2195	93	332	689	4772
0.0<t≦0.4	1377	61	2101	161	281	663	4644
0.4<t≦0.8	1102	59	1633	219	219	504	3736
0.8<t≦1.2	736	64	986	169	189	412	2556
1.2<t≦1.6	460	86	534	108	110	242	1540
1.6<t≦2.0	244	92	284	85	60	134	899
2.0<t≦2.4	109	51	178	29	27	71	465
2.4<t≦2.8	67	33	118	20	9	34	201
2.8<t≦3.2	58	37	113	10	6	17	241
3.2<t≦3.6	50	29	74	3	2	4	162
3.6<t≦4.0	32	18	35	1	2	2	90
4.0<t≦4.4	23	3	24	0			50
4.4<t≦4.8	15		6	0			21
4.8<t≦5.2	9		2	0			14
5.2<t≦5.6	2		2	0			4
5.6<t≦6.0	4		2	0			6
6.0<t≦6.4	2		3	0			5
6.4<t≦6.8	1		0	1			2
6.8<t≦7.2	2		1				3
7.2<t≦7.6	1		1				2
7.6<t≦8.0							0
8.0<t≦8.4							0
8.4<t≦8.8							0
8.8<t≦9.2							0
9.2<t≦9.6							0
9.6<t≦10.0							0
10.0<t≦10.4							0
10.4<t≦10.8							0
10.8<t≦11.2							0
11.2<t≦11.6							0
11.6<t≦12.0							0
12.0<t≦12.4							0
12.4<t≦12.8							0
12.8<t≦13.2							0
13.2<t≦13.6							0
13.6<t≦14.0							0
14.0<t≦14.4							0
14.4<t≦14.8							0
14.8<t≦15.2							0
15.2<t≦15.6							0
15.6<t≦16.0							0
合計	7816	738	11788	985	2085	4124	27536

構造用鋼材の板厚精度

調査年：2001年

(3/7)

板厚区分	板厚Ⅲ (16<≦25)						
鋼材強度区分	400材	490材	490Y材	570材	耐候性400材	耐候性490材	全鋼種
板厚精度基準値	公称板厚						
							0
							0
							0
							0
							0
-3.8<t≦-3.6			1				1
-3.6<t≦-3.4		1	2				3
-3.4<t≦-3.2		3	0				3
-3.2<t≦-3.0	1	1	1				3
-3.0<t≦-2.8	1	3	7				11
-2.8<t≦-2.6	6	3	4				13
-2.6<t≦-2.4	5	6	0		1	3	14
-2.4<t≦-2.2	5	6	16		0	1	28
-2.2<t≦-2.0	12	4	15		2	2	35
-2.0<t≦-1.8	25	4	33		4	3	69
-1.8<t≦-1.6	29	0	82	1	7	20	139
-1.6<t≦-1.4	85	1	175	1	21	39	322
-1.4<t≦-1.2	162	7	346	1	54	87	657
-1.2<t≦-1.0	223	17	532	2	63	125	962
-1.0<t≦-0.8	312	26	811	9	92	221	1471
-0.8<t≦-0.6	457	43	1063	14	175	389	2141
-0.6<t≦-0.4	576	41	1426	38	195	546	2822
-0.4<t≦-0.2	780	58	1699	56	208	633	3434
-0.2<t≦0.0	961	73	1905	86	185	623	3833
0.0<t≦0.2	1006	64	2103	164	181	557	4075
0.2<t≦0.4	884	70	2012	197	126	514	3803
0.4<t≦0.6	749	84	1655	183	130	422	3232
0.6<t≦0.8	643	61	1291	204	88	322	2609
0.8<t≦1.0	461	38	895	166	67	179	1806
1.0<t≦1.2	305	35	561	130	36	124	1191
1.2<t≦1.4	199	32	397	70	39	68	805
1.4<t≦1.6	133	25	244	51	18	53	524
1.6<t≦1.8	71	17	147	39	10	33	287
1.8<t≦2.0	54	20	114	22	6	16	232
2.0<t≦2.2	36	19	73	18	7	11	164
2.2<t≦2.4	22	14	52	10	5	7	110
2.4<t≦2.6	11	8	47	5	3	3	77
2.6<t≦2.8	10	9	21	4	4	0	48
2.8<t≦3.0	7	8	24	3	1	0	43
3.0<t≦3.2	4	1	12	2	1	0	20
3.2<t≦3.4	3	1	11	2	0	0	17
3.4<t≦3.6	1		6	0		0	7
3.6<t≦3.8	2		4	0		0	6
3.8<t≦4.0	0		5	0		0	5
4.0<t≦4.2	0		4	0		0	4
4.2<t≦4.4	0		3	0		0	3
4.4<t≦4.6	0		3	0		0	3
4.6<t≦4.8	0		3	0		0	3
4.8<t≦5.0	0		2	0		0	2
5.0<t≦5.2	0		0	0		0	0
5.2<t≦5.4	0		1	0		0	1
5.4<t≦5.6	0		0	1		0	1
5.6<t≦5.8	0		0			0	0
5.8<t≦6.0	0		1			0	1
	0					0	0
	0					0	0
6.4<t≦6.8	0					1	1
	0						0
14.56	1						1
							0
							0
							0
							0
							0
合計	8243	797	17810	1479	1729	5002	35060

形鋼の降伏強度，引張強さ，降伏比（個別試験データ）

形鋼

No.	圧延 年月日	製品 規格	品種	断面 H×B×t ₁ ×t ₂	降伏強度 YP[N/mm ²]	引張強さ TS[N/mm ²]	伸び EL[%]	降伏比 YR[%]
1	20050127	SI400A	形鋼	H290X204X12X10	307	442	30	69
2	20040517	SI400A	形鋼	H250X250X9X14	274	439	32	62
3	20041209	SI400A	形鋼	H250X250X9X14	284	442	32	64
4	20051210	SI400A	形鋼	H250X250X9X14	294	448	32	66
5	20051210	SI400A	形鋼	H250X250X9X14	289	447	31	65
6	20060106	SI400A	形鋼	H250X250X9X14	288	444	34	65
7	20040607	SI400A	形鋼	H488X300X11X18	287	444	32	65
8	20040813	SI400A	形鋼	H488X300X11X18	287	451	30	64
9	20040813	SI400A	形鋼	H488X300X11X18	286	450	29	64
10	20040912	SI400A	形鋼	H488X300X11X18	286	449	33	64
11	20040911	SI400A	形鋼	H488X300X11X18	289	446	31	65
12	20050714	SI400A	形鋼	H488X300X11X18	275	426	34	65
13	20060419	SI400A	形鋼	H350X350X12X19	287	443	31	65
14	20041202	SI400A	形鋼	H588X300X12X20	290	442	29	66
15	20060102	SI400A	形鋼	H588X300X12X20	285	443	33	64
16	20050624	SI400A	形鋼	H400X400X13X21	273	437	32	62
17	20050624	SI400A	形鋼	H400X400X13X21	273	433	32	63
18	20050424	SI400A	形鋼	H400X400X13X21	284	455	30	62
19	20050604	SI400A	形鋼	H700X300X13X24	313	478	25	65
20	20050524	SI400A	形鋼	H700X300X13X24	304	464	29	66
21	20050524	SI400A	形鋼	H700X300X13X24	290	445	28	65
22	20040820	SI400B	形鋼	H912X302X18X34	295	433	34	68
23	20040820	SI400B	形鋼	H912X302X18X34	299	433	35	69
24	20040812	SI400B	形鋼	H912X302X18X34	285	429	35	66
25	20050703	SI400A	形鋼	H390X300X10X16	318	458	30	69
26	20040227	SI400A	形鋼	H414X405X18X28	289	454	28	64
27	20050227	SI400B	形鋼	H294X200X8X12	318	460	30	69
28	20040716	SI400B	形鋼	H300X300X10X15	297	446	30	67
29	20050215	SI400B	形鋼	H300X300X10X15	334	465	28	72
30	20031120	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	327	463	32	71
31	20031120	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	315	453	32	70
32	20040526	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	335	463	28	72
33	20041028	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	319	441	29	72
34	20041228	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	342	466	30	73
35	20050227	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	325	455	28	71
36	20050528	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	325	446	28	73
37	20050731	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	332	466	27	71
38	20050928	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	333	464	29	72
39	20060327	SI400B	形鋼	H286X200X8X8	344	473	29	73
40	20040227	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	316	467	30	68
41	20040421	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	305	440	31	69
42	20040618	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	306	443	30	69
43	20040721	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	302	445	29	68
44	20041120	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	289	416	32	69
45	20050127	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	326	456	30	71
46	20050325	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	313	458	28	68
47	20050626	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	312	453	28	69
48	20051125	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	325	460	30	71
49	20060223	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	331	470	30	70
50	20051226	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	326	454	31	72
51	20051029	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	311	461	29	67
52	20060430	SI400B	形鋼	H290X204X12X10	326	464	30	70
53	20040618	SI400B	形鋼	H294X200X8X12	305	456	32	67
54	20050528	SI400B	形鋼	H294X200X8X12	288	434	31	66
55	20050731	SI400B	形鋼	H294X200X8X12	293	443	30	66
56	20041212	SI400B	形鋼	H300X300X10X15	282	438	33	64
57	20050610	SI400B	形鋼	H500X200X10X16	284	431	30	66
58	20041017	SI400B	形鋼	H600X200X11X17	302	455	31	66
59	20041031	SI400B	形鋼	H588X300X12X20	293	437	30	67
60	20050204	SI400B	形鋼	H588X300X12X20	280	435	30	64
61	20040408	SI400B	形鋼	H700X300X13X24	306	468	27	65
62	20041024	SI400B	形鋼	H700X300X13X24	298	449	29	66
63	20050726	SI400B	形鋼	H700X300X13X24	317	485	24	65
64	20050726	SI400B	形鋼	H700X300X13X24	306	476	27	64
65	20060320	SI400B	形鋼	H414X405X18X28	279	451	30	62
66	20060320	SI400B	形鋼	H414X405X18X28	280	451	30	62
67	20060221	SI400B	形鋼	H414X405X18X28	284	468	30	61
68	20060221	SI400B	形鋼	H414X405X18X28	270	453	29	60
69	20040820	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	290	442	30	67
70	20040820	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	280	445	33	63
71	20040820	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	282	445	34	63
72	20040812	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	285	441	32	65
73	20050317	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	290	443	31	65
74	20041108	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	291	445	34	65
75	20050531	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	281	438	31	64
76	20050611	SI400B	形鋼	H900X300X16X28	290	451	34	64
77	20031229	SI400B	形鋼	H428X407X20X35	308	457	27	67
78	20040329	SI400B	形鋼	H438X407X20X40	288	422	34	68
79	20051218	SI400A 外法一定形鋼		H600X250X9X16	320	462	27	69
80	20040919	SI400A 外法一定形鋼		H600X300X12X25	301	468	31	64
81	20060305	SI400A 外法一定形鋼		H600X300X12X25	297	465	29	64
82	20051212	SI400A 外法一定形鋼		H900X300X16X25	315	472	33	67
83	20040722	SI400A 外法一定形鋼		H700X300X14X25	273	440	32	62
84	20040918	SI400A 外法一定形鋼		H700X300X14X25	264	423	34	62
85	20040918	SI400A 外法一定形鋼		H700X300X14X25	262	425	34	62
86	20060302	SI400A 外法一定形鋼		H700X300X14X25	286	459	31	62
87	20040529	SI400A 外法一定形鋼		H800X300X16X28	282	450	33	63
88	20040830	SI400A 外法一定形鋼		H900X300X16X28	283	445	31	64
89	20040928	SI400A 外法一定形鋼		H900X300X16X28	284	452	31	63
90	20040928	SI400A 外法一定形鋼		H900X300X16X28	290	451	31	64
91	20051216	SI400A 外法一定形鋼		H800X350X19X32	268	424	36	63
92	20051216	SI400A 外法一定形鋼		H800X350X19X32	265	425	34	62
93	20051216	SI400A 外法一定形鋼		H800X350X19X32	290	441	36	66
94	20051216	SI400A 外法一定形鋼		H800X350X19X32	284	440	35	65
95	20051216	SI400A 外法一定形鋼		H800X350X19X32	306	440	33	70
96	20051216	SI400A 外法一定形鋼		H800X350X19X32	297	443	34	67
97	20060324	SI400A 外法一定形鋼		H1000X400X16X32	331	447	29	74
98	20051112	SI400B 外法一定形鋼		H900X400X19X40	317	439	34	72
99	20050729	SI400B 外法一定形鋼		H600X250X12X19	313	481	33	65
100	20050927	SI400B 外法一定形鋼		H600X250X12X19	296	461	32	64
101	20040219	SI400B 外法一定形鋼		H600X300X12X19	301	467	30	64
102	20041123	SI400B 外法一定形鋼		H750X250X12X19	323	469	28	69
103	20050523	SI400B 外法一定形鋼		H800X250X14X22	305	452	31	67
104	20060105	SI400B 外法一定形鋼		H800X250X14X22	318	467	31	68
105	20040928	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	290	448	31	65
106	20040928	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	293	452	31	65
107	20040928	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	288	447	30	64
108	20040730	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X25	332	456	28	73
109	20031121	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	299	456	33	66
110	20040612	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	301	459	31	66
111	20040928	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	285	450	30	63
112	20050411	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	289	447	33	65
113	20050519	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	292	450	29	65
114	20050411	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X16X28	296	463	28	64
115	20040928	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X19X28	281	451	30	62
116	20050827	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X19X28	282	454	31	62
117	20050921	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X19X28	272	429	29	63
118	20050703	SI400B 外法一定形鋼		H900X300X19X28	279	437	31	64
119	20051129	SI400B 外法一定形鋼		H900X350X16X28	302	432	36	70
120	20060303	SI400B 外法一定形鋼		H900X350X16X28	301	437	36	69
121	20050928	SI400B 外法一定形鋼		H800X300X16X32	303	464	27	65
122	20040221	SI400B 外法一定形鋼		H1000X350X19X36	290	422	33	69
123	20051001	SI400B 外法一定形鋼		H1000X350X19X36	294	431	33	68
124	20051001	SI400B 外法一定形鋼		H1000X350X19X36	295	434	32	68
125	20051027	SI400B 外法一定形鋼		H1000X350X19X36	306	449	34	68

形鋼

No.	圧延 年月日	製品 規格	品種	断面 H×B×t ₁ ×t ₂	降伏強度 YP[N/mm ²]	引張強さ TS[N/mm ²]	伸び 伸B[%]	降伏比 YR[%]
126	20041028	SI490A	形鋼	H290X204X12X10	431	567	25	76
127	20050513	SI490A	形鋼	H300X300X10X15	356	527	27	68
128	20041017	SI490A	形鋼	H600X200X11X17	362	524	28	69
129	20060213	SI490A	形鋼	H440X300X11X18	345	531	28	65
130	20050322	SI490A	形鋼	H428X407X20X35	357	539	24	66
131	20040527	SI490A	形鋼	H498X432X45X70	357	532	33	67
132	20050417	SI490B	形鋼	H350X350X12X19	362	523	28	69
133	20041228	SI490B	形鋼	H428X407X20X35	403	543	29	74
134	20030620	SI490A	外法一定形鋼	H500X250X9X16	368	510	29	72
135	20030620	SI490A	外法一定形鋼	H500X250X9X16	382	523	27	73
136	20030328	SI490A	外法一定形鋼	H600X200X19X25	373	532	30	70
137	20050611	SI490A	外法一定形鋼	H900X300X19X25	351	525	29	67
138	20051206	SI490A	外法一定形鋼	H600X250X16X32	348	528	28	66
139	20051027	SI490A	外法一定形鋼	H1000X350X19X36	372	520	30	72
140	20050127	SI490B	外法一定形鋼	H700X300X16X28	366	534	27	69
141	20050127	SI490B	外法一定形鋼	H700X300X16X28	374	532	26	70
142	20040611	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X9X16	359	514	28	70
143	20040611	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X9X16	345	514	29	67
144	20040611	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X9X16	349	508	30	69
145	20040819	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X9X16	364	511	30	71
146	20051119	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X9X16	406	532	26	76
147	20040817	SI490B	外法一定形鋼	H600X200X16X32	348	548	24	76
148	20040817	SI490B	外法一定形鋼	H600X200X16X32	392	523	23	69
149	20051116	SI490B	外法一定形鋼	H600X250X9X16	385	528	26	73
150	20051206	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X9X16	409	543	23	75
151	20051127	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X12X28	362	536	29	68
152	20051119	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X12X28	372	546	25	68
153	20051209	SI490B	外法一定形鋼	H500X250X12X28	378	535	26	71
154	20051116	SI490B	外法一定形鋼	H600X250X16X32	375	538	28	70
155	20040323	SI490YA	形鋼	H250X250X9X14	401	548	27	73
156	20050810	SI490YA	形鋼	H250X250X9X14	400	538	27	74
157	20060106	SI490YA	形鋼	H250X250X9X14	390	560	26	70
158	20050108	SI490B	形鋼	H600X200X13X17	409	535	26	75
159	20031116	SI490YA	形鋼	H488X300X11X18	370	523	28	68
160	20040107	SI490YA	形鋼	H588X300X12X20	378	536	26	71
161	20040106	SI490YA	形鋼	H692X300X13X20	373	525	27	71
162	20031124	SI490YA	形鋼	H700X300X13X24	365	526	27	69
163	20050205	SI490YA	形鋼	H700X300X13X24	390	544	28	72
164	20050406	SI490YA	形鋼	H700X300X13X24	391	543	27	72
165	20050625	SI490YA	形鋼	H700X300X13X24	386	527	29	73
166	20051020	SI490YA	形鋼	H700X300X13X24	393	564	26	70
167	20050111	SI490YA	形鋼	H900X300X16X28	427	578	26	74
168	20041009	SI490YA	形鋼	H900X300X16X28	421	560	27	75
169	20050317	SI490YA	形鋼	H900X300X16X28	419	564	26	74
170	20051010	SI490YA	形鋼	H900X300X16X28	393	521	29	70
171	20051120	SI490YA	形鋼	H900X300X16X28	399	527	30	76
172	20051120	SI490YA	形鋼	H900X300X16X28	385	517	29	74
173	20031229	SI490YA	形鋼	H414X405X18X28	391	528	27	74
174	20031120	SI490YA	形鋼	H912X302X18X34	396	546	26	73
175	20031120	SI490YA	形鋼	H912X302X18X34	378	527	28	72
176	20040919	SI490YA	形鋼	H912X302X18X34	403	558	28	72
177	20051019	SI490YB	形鋼	H900X300X16X28	389	517	31	75
178	20050925	SI490YB	形鋼	H414X405X18X28	378	523	28	73
179	20040821	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X16X28	379	535	29	71
180	20040919	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X16X28	391	531	30	74
181	20040919	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X16X28	373	525	31	75
182	20040928	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X16X28	379	539	30	73
183	20041009	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X16X28	382	526	30	73
184	20050703	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X19X28	396	556	29	71
185	20050818	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X19X28	393	549	28	72
186	20050827	SI490YA	外法一定形鋼	H900X300X19X28	405	566	28	72

ワイヤーロープの引張強さ、素線径、耐力〔頻度分布データ〕

ケーブル関係

(1/6)

平行線ケーブル (A橋)

項目	引張強さ [kg/mm ²]		0.7%耐力 [kg/mm ²]		線径 [mm]	
基準値	160以上180以下		118以上		5.37±0.06	
記号	Ts	n	Yp	n	D	n
1	162	3	130～131	14	5.34	0
2	163	15	132～133	119	5.35	78
3	164	102	134～135	650	5.36	998
4	165	598	136～137	626	5.37	5428
5	166	2482	138～139	100	5.38	10751
6	167	4161	140～141	5	5.39	6914
7	168	4801	142～143	0	5.40	2410
8	169	5064			5.41	295
9	170	6342				
10	171	2400				
11	172	810				
12	173	96				
	合計	26874	合計	1514	合計	26874

ケーブル関係

(4/6)

平行線ケーブル (D橋)

項目	引張強さ [kg/mm ²]		0.8%耐力 [kg/mm ²]		線径 [mm]	
基準値	180以上200以下		140以上		5.16±0.06	
記号	Ts	n	Yp	n	D	n
1	183	8	147	1	5.14	10
2	184	82	148	0	5.15	144
3	185	267	149	0	5.16	541
4	186	465	150	9	5.17	749
5	187	446	151	34	5.18	616
6	188	475	152	55	5.19	204
7	189	378	153	28	5.20	30
8	190	142	154	10		
9	191	30	155	2		
10	192	1	156	1		
11						
12						
	合計	2294	合計	140	合計	2294

ケーブル関係

(2/6)

平行線ケーブル (B橋)

項目	引張強さ [kg/mm ²]		0.7%耐力 [kg/mm ²]		線径 [mm]	
基準値	160以上180以下		118以上		不明	
記号	Ts	n	Yp	n	D	n
1	165	17	131	1	5.19	212
2	166	255	132	5	5.20	924
3	167	490	133	15	5.21	1130
4	168	785	134	34	5.22	1103
5	169	1160	135	69	5.23	482
6	170	599	136	66	5.24	23
7	171	476	137	50		
8	172	223	138	6		
9	173	61				
10	174	8				
11						
12						
	合計	4074	合計	246	合計	3874

ケーブル関係

(5/6)

平行線ケーブル (E橋)

項目	引張強さ [kg/mm ²]		0.8%耐力 [kg/mm ²]		線径 [mm]	
基準値	180以上200以下		140以上		5.13±0.06	
記号	Ts	n	Yp	n	D	n
1	182	23	147	2	5.11	59
2	183	110	148	0	5.12	351
3	184	283	149	8	5.13	1284
4	185	870	150	28	5.14	2307
5	186	1622	151	70	5.15	2615
6	187	1789	152	157	5.16	907
7	188	1429	153	139	5.17	109
8	189	842	154	66		
9	190	428	155	6		
10	191	187	156	2		
11	192	48				
12	193	1				
	合計	7632	合計	478	合計	7632

ケーブル関係

(3/6)

平行線ケーブル (C橋)

項目	引張強さ [kg/mm ²]		0.8%耐力 [kg/mm ²]		線径 [mm]	
基準値	180以上200以下		140以上		5.23±0.06	
記号	Ts	n	Yp	n	D	n
1	180～181	0	146～147	8	5.19	0
2	182～183	225	148～149	172	5.20	20
3	184～185	5928	150～151	897	5.21	135
4	186～187	23101	152～153	1433	5.22	1909
5	188～189	15967	154～155	479	5.23	8256
6	190～191	2579	156～157	27	5.24	16933
7	192～194	1250	158～159	0	5.25	16477
8	195	0			5.26	5468
9	196～197	365			5.27	235
10	198～199	9			5.28	1
11						
12						
	合計	49424	合計	3016	合計	49434

ケーブル関係

(6/6)

平行線ケーブル (F橋)

項目	引張強さ [kg/mm ²]		0.8%耐力 [kg/mm ²]		線径 [mm]	
基準値	180以上200以下		140以上		5.00±0.06	
記号	Ts	n	Yp	n	D	n
1	183	5	149	2	4.97	4
2	184	67	150	7	4.98	23
3	185	546	151	36	4.99	203
4	186	1425	152	105	5.00	1153
5	187	2006	153	166	5.01	2602
6	188	1626	154	114	5.02	2533
7	189	1064	155	41	5.03	948
8	190	640	156	5	5.04	164
9	191	219			5.05	4
10	192	36				
11						
12						
	合計	7634	合計	476	合計	7634

ワイヤーロープのロープ径、破断荷重、弾性係数（個別試験データ）

ワイヤーロープ

(1/3)

項目	No	ロープ径			破断荷重			弾性係数		
		公称 D[mm]	実測値 E[mm]	E/D	基準値	実測値	B/A	基準値	実測値	G/F
					A[kN]	B[kN]		F[kN/mm2]	G[kN/mm2]	
7×7	1	9.0	9.15	1.017	52	57.5	1.102	137000	154000	1.124
	2	9.0	9.15	1.017	52	57.1	1.094	137000	156000	1.139
	3	9.0	9.28	1.031	52	61.1	1.170	137000	159000	1.161
	4	10.0	10.20	1.020	69	74.5	1.083			
	5	10.0	10.13	1.013	64	74.0	1.149	137000	159000	1.161
	6	10.0	10.07	1.007	64	73.6	1.143	137000	151000	1.102
	7	10.0	10.15	1.015	64	75.0	1.165	137000	158000	1.153
	8	10.0	10.17	1.017	64	75.5	1.172	137000	159000	1.161
	9	11.2	11.60	1.036	86	98.5	1.141			
	10	14.0	14.35	1.025	126	140.4	1.114	137000	155000	1.131
	11	14.0	14.20	1.014	135	151.0	1.119			
	12	14.0	14.35	1.025	135	151.0	1.119			
	13	14.0	14.18	1.013	126	136.0	1.079	137000	140000	1.022
	14	16.0	16.48	1.030	176	202.0	1.148			
	15	16.0	16.25	1.016	165	180.0	1.091	137000	158000	1.153
	16	18.0	18.33	1.018	209	238.5	1.141	137000	157000	1.146
	17	18.0	18.74	1.041	223	249.0	1.117			
	18	18.0	18.58	1.032	223	253.0	1.135			
	19	18.0	18.40	1.022	209	225.0	1.077	137000	161000	1.175
	20	18.0	18.25	1.014	209	256.0	1.225	137000	169000	1.234
	21	20.0	20.25	1.013	258	297.5	1.153	137000	154000	1.124
	22	20.0	20.58	1.029	276	303.0	1.098	137000	153000	1.117
	23	20.0	20.65	1.033	276	301.1	1.091	137000	150000	1.095
	24	20.0	20.85	1.043	258	271.0	1.050	137000	152000	1.109
	25	20.0	20.20	1.010	275	327.0	1.189	137000	158000	1.153
	26	20.0	20.33	1.017	275	329.0	1.196	137000	159000	1.161
	27	22.4	22.85	1.020	323	355.0	1.099	137000	162000	1.182
	28	22.4	22.80	1.018	323	381.0	1.180	137000	154000	1.124
	29	25.0	25.68	1.027	430	498.0	1.158	137000	152000	1.109
	30	25.0	25.41	1.016	430	477.0	1.109			
	31	25.0	25.82	1.033	430	479.0	1.114			
	32	28.0	28.54	1.019	539	632.0	1.173			
	33	28.0	28.62	1.022	539	605.0	1.122	137000	155000	1.131
	34	30.0	30.68	1.023	619	684.0	1.105			
	35	33.5	34.35	1.025	772	869.0	1.126			
	36	35.5	36.16	1.019	867	1010.0	1.165			
ストランドロープ	1	16.0	16.31	1.019	170	184.0	1.082			
	2	18.0	18.41	1.023	215	241.0	1.121			
	3	22.4	23.52	1.050	333	396.0	1.189			
	4	22.4	23.55	1.051	350	386.0	1.103	137000	160000	1.168
	5	22.4	23.09	1.021	350	380.0	1.086	137000	149000	1.088
	6	24.0	24.37	1.015	358	396.0	1.106	137000	149000	1.088
	7	25.0	25.40	1.016	415	456.0	1.099	137000	149000	1.088
	8	25.0	25.90	1.036	388	415.0	1.070	137000	153000	1.117
	9	25.0	25.93	1.037	388	430.0	1.108	137000	150000	1.095
	10	28.0	28.80	1.029	520	590.0	1.135	137000	151000	1.102
	11	28.0	29.00	1.036	520	622.0	1.196			
	12	30.0	30.52	1.017	560	645.0	1.152	137000	148000	1.080
	13	30.0	31.56	1.052	597	727.0	1.218			
	14	30.0	31.32	1.044	597	701.0	1.174			
	15	31.5	32.03	1.017	658	723.0	1.099	137000	146000	1.066
	16	33.5	34.81	1.039	745	893.0	1.199			
	17	33.5	34.86	1.041	783	906.0	1.157			
	18	33.5	35.37	1.056	745	897.0	1.204			
	19	33.5	34.72	1.021	745	862.0	1.157			
	20	33.5	34.35	1.025	745	875.0	1.174	137000	150000	1.095
	21	33.5	34.30	1.024	745	870.0	1.168	137000	151000	1.102
	22	35.5	36.62	1.032	783	922.0	1.178			
	23	35.5	36.75	1.035	836	977.0	1.169			
	24	35.5	36.31	1.023	836	920.0	1.100	137000	150000	1.095
	25	35.5	36.23	1.021	836	986.0	1.179	137000	145000	1.058
	26	36.0	36.67	1.019	860	935.6	1.161	137000	150000	1.095
	27	36.0	37.14	1.032	860	1030.0	1.198			
	28	37.5	39.10	1.043	933	1109.0	1.189	137000	145000	1.058
	29	38.0	38.75	1.020	898	1045.0	1.164	137000	151000	1.102
	30	40.0	40.78	1.020	991	1185.0	1.196	137000	156000	1.139
	31	40.0	41.10	1.028	1060	1107.4	1.045			
	32	40.0	41.04	1.026	1060	1270.0	1.198			
	33	40.0	42.20	1.055	1060	1220.0	1.151			
	34	40.0	41.50	1.038	1060	1190.0	1.123	137000	152000	1.109
	35	42.0	43.93	1.046	1170	1402.0	1.198	137000	149000	1.088
	36	42.0	43.74	1.029	1200	1390.0	1.158			
	37	42.5	43.58	1.025	1120	1243.0	1.110	137000	144000	1.051
	38	44.0	44.70	1.016	1280	1530.0	1.195	137000	150000	1.095
	39	44.0	45.13	1.026	1210	1510.0	1.248	137000	150000	1.095
	40	44.0	44.92	1.021	1210	1530.0	1.264	137000	149000	1.088
	41	44.0	44.78	1.018	1210	1375.0	1.136	137000	155000	1.131
	42	46.0	46.73	1.016	1400	1560.0	1.114	137000	150000	1.095
	43	47.5	49.73	1.047	1400	1700.0	1.214	137000	152000	1.109
	44	53.0	53.00	1.000	1750	2100.0	1.200			
7×19	1	48.0	48.42	1.009	1500	1633.0	1.089	137000	151000	1.102
	2	48.0	48.87	1.018	1500	1721.0	1.147	137000	153000	1.117
	3	50.0	51.37	1.027	1830	1863.0	1.218	137000	154000	1.124
	4	50.0	51.02	1.020	1530	1873.0	1.224	137000	151000	1.102
	5	50.0	51.04	1.021	1620	1880.0	1.160	137000	145000	1.058
	6	50.0	51.15	1.023	1620	1840.0	1.136	137000	147000	1.073
	7	52.0	53.88	1.036	1780	2010.0	1.129	137000	149000	1.088
	8	52.0	53.07	1.021	1650	2040.0	1.236	137000	147000	1.073
	9	53.0	53.95	1.018	1830	2108.0	1.152	137000	148000	1.080
	10	54.0	54.38	1.011	1780	2256.0	1.267	137000	152000	1.109
	11	54.0	54.63	1.012	1780	2020.0	1.135	137000	152000	1.109
	12	54.0	54.75	1.014	1780	2050.0	1.152	137000	151000	1.102
	13	58.0	59.02	1.018	2180	2677.0	1.228	137000	151000	1.102
	14	62.0	64.08	1.034	2490	2913.0	1.170	137000	148000	1.080
	15	63.0	64.53	1.024	2410	2790.0	1.158	137000	148000	1.080
	16	64.0	65.60	1.025	2658	2970.0	1.117	137000	143000	1.044
	17	65.0	66.50	1.023	2570	2820.0	1.097	137000	147000	1.073
	18	67.0	67.13	1.002	2920	3150.0	1.079	137000	143000	1.044
	19	67.0	68.00	1.015	2730	3010.0	1.103	137000	146000	1.066
	20	68.0	68.70	1.010	2810	3285.0	1.169	137000	148000	1.080
	21	44.0	45.03	1.023	1340	1496.0	1.116	137000	152000	1.109
	22	44.0	44.85	1.019	1340	1500.0	1.119	137000	149000	1.088
	23	44.0	45.00	1.023	1340	1491.0	1.113	137000	151000	1.102
	24	48.0	48.88	1.018	1600	1785.0	1.116	137000	148000	1.080
	25	66.0	67.70	1.026	2950	3393.0	1.150	137000	150000	1.095
	26	66.0	67.75	1.027	2950	3383.0	1.147	137000	148000	1.080
	27	68.0	69.67	1.025	3140	3648.0	1.162	137000	147000	1.073
	28	70.0	71.83	1.026	3320	3932.0	1.184	137000	149000	1.088
ストランドロープ（FRP）	1	6.0	6.16							
	2	6.0	6.16							
	3	6.0	6.16							
	4	7.0	7.18							
	5	7.0	7.18							
	6	7.0	7.18							
	7	7.0	7.18							
	8	7.0	7.18							
	9	7.0	7.18							
	10	7.0	7.18							

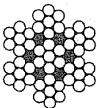
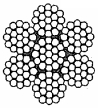
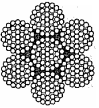
ワイヤーロープのロープ径，破断荷重，弾性係数〔個別試験データ〕

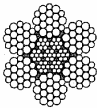
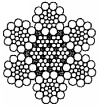
ワイヤーロープ

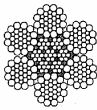
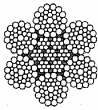
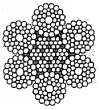
(3/3)

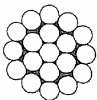
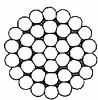
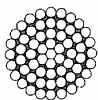
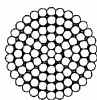
項目	No	ロープ径			破断荷重			弾性係数		
		公称	実測値	E/D	基準値	実測値	B/A	基準値	実測値	G/F
		D[mm]	E[mm]		A[kN]	B[kN]		F[kN/mm ²]	G[kN/mm ²]	
スバイラルロープ	1×127	1 52.0	53.00	1.019	2840	3385.0	1.192	157000	171000	1.089
		2 52.0	52.88	1.017	2840	3315.0	1.167	157000	168000	1.070
		3 52.0	52.97	1.019	2840	3315.0	1.167	157000	172000	1.096
		4 52.0	52.85	1.016	2840	3295.0	1.160	157000	176000	1.121
		5 52.0	52.95	1.018	2840	3315.0	1.167	157000	172000	1.096
		6 52.0	52.87	1.017	2840	3310.0	1.165	157000	169000	1.076
		7 52.0	53.02	1.020	2840	3315.0	1.167	157000	171000	1.089
		8 52.0	52.87	1.017	2840	3305.0	1.164	157000	168000	1.070
		9 54.0	54.82	1.015	2320	2677.0	1.154	157000	169000	1.076
		10 54.0	54.83	1.015	2320	2903.0	1.251	157000	171000	1.089
		11 56.0	57.08	1.019	2800	3250.0	1.161	157000	169000	1.076
		12 56.0	56.90	1.016	2660	3230.0	1.214	157000	173000	1.102
		13 56.0	57.03	1.018	2500	2880.0	1.152	157000	172000	1.096
		14 56.0	57.58	1.028	2670	3119.0	1.168	157000	172000	1.096
		15 58.0	59.20	1.021	2864	3170.0	1.107			
		16 60.0	61.12	1.019	3050	3680.0	1.207	157000	171000	1.089
		17 62.0	62.88	1.014	3260	3860.0	1.184	157000	169000	1.076
		18 62.0	63.37	1.022	3070	3609.0	1.176	157000	168000	1.070
		19 62.0	63.43	1.023	3270	3687.0	1.128	157000	174000	1.108
		20 63.0	63.63	1.010	3160	3490.0	1.104	157000	172000	1.096
		21 66.0	66.80	1.012	3780	4158.0	1.100	157000	169000	1.076
		22 66.0	66.78	1.012	3780	4197.0	1.110	157000	167000	1.064
		23 66.0	66.70	1.011	3800	4178.0	1.099	157000	173000	1.102
		24 66.0	66.68	1.010	3800	4158.0	1.094	157000	171000	1.089
1×169	1×169	1 60.0	61.37	1.023	2850	3490.0	1.225	157000	168000	1.070
		2 63.0	64.70	1.018	3400	4000.0	1.138			
		3 64.0	64.92	1.014	3640	3981.0	1.094	157000	170000	1.083
		4 64.0	64.93	1.015	3640	3923.0	1.078	157000	166000	1.057
		5 64.0	64.97	1.015	3640	4001.0	1.099	157000	169000	1.076
		6 64.0	65.10	1.017	3640	3942.0	1.083	157000	170000	1.083
		7 64.0	65.07	1.017	3640	3981.0	1.094	157000	168000	1.070
		8 64.0	64.95	1.015	3640	3981.0	1.094	157000	171000	1.089
		9 64.0	65.08	1.017	3640	3942.0	1.083	157000	169000	1.076
		10 65.0	66.56	1.024	3560	4070.0	1.143			
		11 68.0	69.87	1.028	3660	4400.0	1.202	157000	168000	1.070
		12 69.0	69.92	1.013	4210	5080.0	1.207	157000	169000	1.076
		13 73.0	73.93	1.013	4480	5180.0	1.156	157000	172000	1.096
		14 77.5	78.22	1.009	5050	6200.0	1.228	157000	167000	1.064
		15 78.0	79.20	1.015	5470	5786.0	1.058	157000	169000	1.076
1×217	1×217	1 84.0	85.93	1.025	3860	4629.0	1.131	157000	165000	1.051
		2 85.0	87.22	1.026	6000	7020.0	1.170	157000	170000	1.083
		3 85.0	86.77	1.021	6300	7080.0	1.124			
		4 85.0	87.74	1.032	6300	6942.0	1.102			
		5 104.0	107.12	1.030	8980	9880.0	1.100	157000	166000	1.057
ロックコイルロープ	C形	1 34.0	34.64	1.019	1020	1115.0	1.093	157000	174000	1.108
		2 34.0	34.57	1.017	1020	1129.0	1.107	157000	170000	1.083
		3 36.0	36.95	1.015	1140	1276.0	1.119	157000	169000	1.076
		4 44.0	44.30	1.011	1610	1767.0	1.098	157000	173000	1.102
		5 46.0	46.85	1.018	1760	1952.0	1.109	157000	170000	1.083
		6 48.0	49.04	1.022	1910	2140.0	1.120	157000	171000	1.089
		7 52.0	52.73	1.014	2240	2511.0	1.121	157000	174000	1.108
		8 52.0	53.93	1.037	2240	2800.0	1.250	157000	164000	1.045
		9 54.0	54.83	1.015	2400	2726.0	1.136	157000	174000	1.108
		1 56.0	56.90	1.016	2550	3040.0	1.192	157000	169000	1.076
		2 56.0	58.14	1.038	2550	2980.0	1.169	157000	163000	1.038
		3 60.0	60.87	1.015	2930	3452.0	1.178	157000	173000	1.102
		4 60.0	61.05	1.018	2930	3393.0	1.158	157000	169000	1.076
		5 60.0	62.00	1.033	2930	3300.0	1.126	157000	165000	1.051
		6 60.0	62.00	1.033	2930	3290.0	1.123	157000	164000	1.045
		7 62.0	62.75	1.012	3250	3472.0	1.068	157000	173000	1.102
		8 64.0	63.43	1.022	3330	3746.0	1.125	157000	171000	1.089
		1 86.0	86.97	1.011	6010	6884.0	1.145	157000	172000	1.096
		2 88.0	89.43	1.016	6290	7375.0	1.172	157000	170000	1.083
		3 96.0	97.43	1.015	7490	8360.0	1.116	157000	168000	1.070
D形	D形	1 34.0	34.64	1.019	1020	1115.0	1.093	157000	174000	1.108
		2 34.0	34.57	1.017	1020	1129.0	1.107	157000	170000	1.083
		3 36.0	36.95	1.015	1140	1276.0	1.119	157000	169000	1.076
		4 44.0	44.30	1.011	1610	1767.0	1.098	157000	173000	1.102
		5 46.0	46.85	1.018	1760	1952.0	1.109	157000	170000	1.083
		6 48.0	49.04	1.022	1910	2140.0	1.120	157000	171000	1.089
		7 52.0	52.73	1.014	2240	2511.0	1.121	157000	174000	1.108
		8 52.0	53.93	1.037	2240	2800.0	1.250	157000	164000	1.045
		9 54.0	54.83	1.015	2400	2726.0	1.136	157000	174000	1.108
		1 56.0	56.90	1.016	2550	3040.0	1.192	157000	169000	1.076
		2 56.0	58.14	1.038	2550	2980.0	1.169	157000	163000	1.038
		3 60.0	60.87	1.015	2930	3452.0	1.178	157000	173000	1.102
		4 60.0	61.05	1.018	2930	3393.0	1.158	157000	169000	1.076
		5 60.0	62.00	1.033	2930	3300.0	1.126	157000	165000	1.051
		6 60.0	62.00	1.033	2930	3290.0	1.123	157000	164000	1.045
		7 62.0	62.75	1.012	3250	3472.0	1.068	157000	173000	1.102
		8 64.0	63.43	1.022	3330	3746.0	1.125	157000	171000	1.089
		1 86.0	86.97	1.011	6010	6884.0	1.145	157000	172000	1.096
		2 88.0	89.43	1.016	6290	7375.0	1.172	157000	170000	1.083
		3 96.0	97.43	1.015	7490	8360.0	1.116	157000	168000	1.070
E形	E形	1 86.0	86.97	1.011	6010	6884.0	1.145	157000	172000	1.096
		2 88.0	89.43	1.016	6290	7375.0	1.172	157000	170000	1.083
		3 96.0	97.43	1.015	7490	8360.0	1.116	157000	168000	1.070

付表-1 ワイヤーロープの呼称，構成及び断面⁴¹⁾

共心形ストランドロープ			
呼称			
構成	7本繰6より ストランド心入り	19本繰6より ストランド心入り	37本繰6より ストランド心入り
構成記号	7×7	7×19	7×37
断面			

CFRC形ストランドロープ(6×19グループ)			
呼称			
構成	ウォーリントン形 19本繰6より センターフィット形 ロープ心入り		ウォーリントンシール形 26本繰6より センターフィット形 ロープ心入り
構成記号	CFRC 6×W(19)		CFRC 6×WS(26)
断面			

CFRC形ストランドロープ(6×37グループ)			
呼称			
構成	ウォーリントンシール形 31本繰6より センターフィット形 ロープ心入り	ウォーリントンシール形 36本繰6より センターフィット形 ロープ心入り	ウォーリントンシール形 41本繰6より センターフィット形 ロープ心入り
構成記号	CFRC 6×WS(31)	CFRC 6×WS(36)	CFRC 6×WS(41)
断面			

スバイラルロープ				
呼称				
構成	19本より	37本より	61本より	91本より
構成記号	1×19	1×37	1×61	1×91
断面				

ロックコイルロープ			
呼称			
構成	丸編層 +T線1層 +Z線1層	丸編層 +T線1層 +Z線2層	丸編層 +T線2層 +Z線2層
構成記号	LCR C形	LCR D形	LCR E形
断面			

文献) JIS G3549, 2000, (財)日本規格協会

自由突出板の圧縮座屈強度（個別試験データ）

自由突出板の耐荷力

(1/5)

文献	鋼種	供試体 No.	自由突出長 $b^*=(b-t)/2$ [mm]	b^*/t	アスペクト比 L/b^*	座屈係数 k	ヤング係数 E [N/mm ²]	ポアソン比 μ	降伏下限値 σ_{yk} [N/mm ²]	鋼材降伏強度 σ_y [N/mm ²]	幅厚比 b^*/t ラメ- R	座屈強度 σ_{cr} [N/mm ²]	断面積 A' [mm ²]	耐荷力 $P_{cr}=\lambda^* \sigma_{cr}$ [kN]	σ_{cr}/σ_y	σ_{cr}/σ_{yk}	備考
McDermott, 1969 ²³⁾	A514	A-1	14.135	2.271	8.086	0.43	200000	0.3	690	702.8	0.216	826.8	390.6	322.9	1.176	1.198	
		A-2	14.491	2.291	10.517	0.43	200000	0.3	690	702.8	0.218	751.0	406.6	305.4	1.069	1.088	
		B-1	20.625	3.274	7.389	0.43	200000	0.3	690	730.4	0.317	819.9	559.4	458.6	1.123	1.188	
		B-2	21.107	3.351	9.627	0.43	200000	0.3	690	730.4	0.325	778.6	571.5	445.0	1.066	1.128	
		C-1	27.076	4.298	7.036	0.43	200000	0.3	690	737.3	0.419	792.4	721.9	572.0	1.075	1.148	
		C-2	27.699	4.451	9.152	0.43	200000	0.3	690	751.0	0.438	778.6	728.2	567.0	1.037	1.128	
		D-1	33.045	5.246	6.933	0.43	200000	0.3	690	730.4	0.509	764.8	872.3	667.2	1.047	1.108	
		D-2	34.036	5.583	8.955	0.43	200000	0.3	690	730.4	0.541	757.9	867.1	657.2	1.038	1.098	
		E-1	45.720	7.200	6.667	0.43	200000	0.3	690	737.3	0.701	737.3	1201.6	885.9	1.000	1.068	
		E-2	45.377	7.118	8.939	0.43	200000	0.3	690	744.1	0.696	744.1	1197.8	891.4	1.000	1.078	
福本他, 1968 ²⁴⁾	SS41	4.S11	77.775	17.478	9.000	0.43	200000	0.3	235	270.3	1.031	234.5	329.3	1404.2	0.867	0.998	as-weld
		4.S12	77.775	17.478	9.000	0.43	200000	0.3	235	270.3	1.031	244.3	343.0	1404.2	0.904	1.039	as-weld
		4.S13	77.775	17.478	9.000	0.43	200000	0.3	235	275.2	1.040	279.2	392.0	1404.2	1.014	1.188	annealed
		4.S14	77.800	17.682	8.997	0.43	200000	0.3	235	275.2	1.052	299.9	416.5	1388.6	1.090	1.276	annealed
		4.SG1	57.750	12.833	12.121	0.43	200000	0.3	235	270.3	0.757	275.6	292.0	1059.8	1.019	1.173	as-weld
		4.SG2	57.750	12.833	12.121	0.43	200000	0.3	235	270.4	0.757	292.2	309.7	1059.8	1.081	1.243	annealed
		4.SG3	57.750	12.833	12.121	0.43	200000	0.3	235	275.2	0.764	286.7	303.8	1059.8	1.042	1.220	annealed
		4.SG4	57.750	12.833	12.121	0.43	200000	0.3	235	275.1	0.763	284.8	301.8	1059.8	1.035	1.212	annealed
		6F2	77.050	13.059	9.085	0.43	200000	0.3	235	282.5	0.787	295.1	546.8	1853.2	1.044	1.256	as-weld
		6E1	57.000	9.500	12.281	0.43	200000	0.3	235	277.8	0.568	298.0	418.5	1404.0	1.073	1.268	as-weld
		6E3	57.000	9.500	12.281	0.43	200000	0.3	235	280.6	0.571	300.1	421.4	1404.0	1.070	1.277	annealed
		6E4	57.000	9.500	12.281	0.43	200000	0.3	235	280.7	0.571	279.9	393.0	1404.0	0.997	1.191	annealed
		7C1	76.400	10.611	9.162	0.43	200000	0.3	235	260.7	0.614	283.7	639.0	2252.2	1.088	1.207	as-weld
		7C2	76.400	10.611	9.162	0.43	200000	0.3	235	260.6	0.614	280.7	632.1	2252.2	1.077	1.194	as-weld
		7C3	76.400	10.611	9.162	0.43	200000	0.3	235	251.7	0.604	261.1	588.0	2252.2	1.037	1.111	annealed
		7C4	76.400	10.611	9.162	0.43	200000	0.3	235	251.7	0.604	261.1	588.0	2252.2	1.037	1.111	annealed
	HT60W	7B1	66.400	9.222	10.542	0.43	200000	0.3	235	260.6	0.534	296.9	583.1	1964.2	1.139	1.263	as-weld
		7B2	66.400	9.222	10.542	0.43	200000	0.3	235	260.6	0.534	306.8	602.7	1964.2	1.178	1.306	as-weld
		7B3	66.400	9.222	10.542	0.43	200000	0.3	235	251.7	0.525	262.4	515.5	1964.2	1.043	1.117	annealed
		7B4	66.400	9.222	10.542	0.43	200000	0.3	235	251.8	0.525	270.9	532.1	1964.2	1.076	1.153	annealed
		6F1	77.150	13.535	9.073	0.43	200000	0.3	450	468.7	1.051	421.8	755.6	1791.5	0.900	0.937	as-weld
		6E1	56.150	9.851	12.467	0.43	200000	0.3	450	470.0	0.766	504.7	662.5	1312.7	1.074	1.121	as-weld
		6E2	56.675	10.031	12.351	0.43	200000	0.3	450	469.8	0.780	495.7	650.7	1312.8	1.055	1.102	as-weld
		6E3	57.175	10.119	12.243	0.43	200000	0.3	450	485.3	0.800	511.4	677.2	1324.1	1.054	1.137	annealed
	HT60Y	6E4	57.150	10.026	12.248	0.43	200000	0.3	450	481.0	0.789	502.7	671.3	1335.5	1.045	1.117	annealed
		7C1	76.500	10.929	9.150	0.43	200000	0.3	450	479.3	0.858	482.2	1056.4	2191.0	1.006	1.071	as-weld
		7C2	76.375	10.534	9.165	0.43	200000	0.3	450	442.5	0.795	488.8	1108.4	2267.4	1.105	1.086	as-weld
		7C3	76.375	10.534	9.165	0.43	200000	0.3	450	456.4	0.807	510.0	1156.4	2267.4	1.117	1.133	annealed
		7C4	76.500	10.929	9.150	0.43	200000	0.3	450	494.6	0.872	518.8	1136.8	2191.0	1.049	1.153	annealed
		7B3	65.950	9.289	10.614	0.43	200000	0.3	450	494.7	0.741	509.5	980.0	1923.4	1.030	1.132	annealed
		7B4	65.950	9.289	10.614	0.43	200000	0.3	450	494.5	0.741	507.0	975.1	1923.4	1.025	1.127	annealed
		6F2	76.650	13.447	9.132	0.43	200000	0.3	450	464.4	1.039	443.2	788.9	1780.1	0.954	0.985	as-weld
西野他, 1968 ²⁵⁾	IleI-Ten80C	6E2	56.650	9.939	12.357	0.43	200000	0.3	450	496.5	0.794	536.6	710.5	1324.1	1.081	1.192	as-weld
		6E3	56.600	9.759	12.367	0.43	200000	0.3	450	491.9	0.776	538.5	725.2	1346.8	1.095	1.197	annealed
		6E4	57.100	9.845	12.259	0.43	200000	0.3	450	487.6	0.780	541.1	735.0	1358.4	1.110	1.202	annealed
		7C1	76.450	10.768	9.156	0.43	200000	0.3	450	483.0	0.849	494.1	1097.6	2221.6	1.023	1.098	as-weld
		7B3	66.450	9.359	10.534	0.43	200000	0.3	450	480.5	0.736	498.2	965.3	1937.6	1.037	1.107	annealed
		7A1	49.000	7.000	14.286	0.43	200000	0.3	450	482.8	0.552	525.5	746.8	1421.0	1.088	1.168	as-weld
		T-A	68.450	4.003	8.766	0.43	200000	0.3	686	734.0	0.389	813.6	4974.4	4047.4	1.108	1.186	
		T-B	94.400	5.488	8.485	0.43	200000	0.3	686	734.0	0.533	788.0	6790.6	5330.8	1.074	1.149	
		T-C	118.400	6.884	8.446	0.43	200000	0.3	686	734.0	0.669	777.8	8441.8	6566.0	1.060	1.134	
		T-D	145.400	8.453	8.253	0.43	200000	0.3	686	734.0	0.821	740.3	10299.4	7624.4	1.009	1.079	
		T-E	190.350	11.003	8.406	0.43	200000	0.3	686	734.0	1.069	615.4	13471.5	8290.8	0.838	0.897	

as-weld : 溶接したままの柱
annealed : 残留応力除去焼きなました柱

自由突出板の圧縮座屈強度（個別試験データ）

自由突出板の耐荷力

(2/5)

【文献：McDermott,J.F.：Local Buckling of A514 Steel Members, Proc. of ASCE,Paper 6761 1969.】

○試験体諸元及び実験データ（TABLE 3.より抜粋）

Specimen	Dimensions (Average of Four Cruciform Arms)				Yield Strength		Maximum Stress
	b	t	b/t	L	0.2% Offset	0.5% Strain	σ_c
	[inches]	[inches]		[inches]	[kips/inch ²]	[kips/inch ²]	[kips/inch ²]
A-1	0.679	0.245	2.77	4.50	102	102	120
A-2	0.695	0.249	2.79	6.00	102	102	109
B-1	0.936	0.248	3.77	6.00	106	106	119
B-2	0.955	0.248	3.85	8.00	107	106	113
C-1	1.190	0.248	4.80	7.50	107	107	115
C-2	1.213	0.245	4.95	9.98	109	109	113
D-1	1.425	0.248	5.75	9.02	107	106	111
D-2	1.460	0.240	6.08	12.00	108	106	110
E-1	1.925	0.250	7.70	12.00	107	107	107
E-2	1.912	0.251	7.62	15.97	-	108	108
F-1	2.430	0.250	9.72	15.00	-	-	103
F-2	2.430	0.248	9.80	20.00	-	-	105

LOCAL PLASTIC BUCKLING

1843

TABLE 3.—CRUCIFORM COMPRESSION-TEST DATA

Specimen	Dimensions (Average of Four Cruciform Arms)				Yield Strength, in kips per square inch		E_{tc} = Tangent Modulus, ^a in kips per square inch	σ_c = Maximum stress, in kips per square inch	ϵ_c = strain at maximum stress, as a percentage	Stress-strain curve after yielding ^c
	b, in	t, in	b/t	L, in	0.2% Offset	0.5% Strain				
	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
A-1	0.679	0.245	2.77	4.50	102	102	496	120	5.8	Convex
A-2	0.695	0.249	2.79	6.00	102	102	346	109	4.8	Convex
B-1	0.936	0.248	3.77	6.00	106	106	440	119	4.6	Convex
B-2	0.955	0.248	3.85	8.00	107	106	300	113	3.9	Convex
C-1	1.190	0.248	4.80	7.50	107	107	384	115	3.3	Convex
C-2	1.213	0.245	4.95	9.98	109	109	240	113	3.0	Convex
D-1	1.425	0.248	5.74	9.02	107	106	338	111	1.6	Convex—then slightly concave
D-2	1.460	0.240	6.08	12.00	108	106	— ^b	110	1.2	Convex—then sharply concave
E-1	1.925	0.250	7.70	12.00	107	107	— ^e	107	0.6	Convex—then sharply concave
E-2	1.912	0.251	7.62	15.97	— ^d	108	—	108	0.5	Abrupt drop
F-1	2.430	0.250	9.72	15.00	— ^d	—	—	103	0.4	Abrupt drop
F-2	2.430	0.248	9.80	20.00	— ^d	—	—	105	0.4	Abrupt drop
Average					106	106	363			

^a Measured between 1% and 2% strain, or between 1% strain and the strain (< 2%) at maximum stress.

^b No value given because the apparent E_{tc} varies continuously over the convex portion of the stress-strain curve.

^c Convex means positive curvature, i.e., the slope of the stress-strain curve is decreasing with increasing strain.

Concave means negative curvature, i.e., with increasing strain, the stress is decreasing, but the slope of the stress-strain curve is increasing.

^d Buckling occurred below the yield stress.

^e No significant plastic strain occurred before buckling for specimens E-1 to F-2.

○試験体諸元及び実験データ（SI単位に変換後）

1 inch = 25.4 mm
1 kips = 453.6 kgf
1 kgf = 9.8 N

Specimen	Dimensions (Average of Four Cruciform Arms)				Yield Strength		Maximum Stress
	b	t	b/t	L	0.2% Offset	0.5% Strain	σ_c
	[mm]	[mm]		[mm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]
A-1	17.247	6.223		114.30	702.8	702.8	826.8
A-2	17.653	6.325		152.40	702.8	702.8	751.0
B-1	23.774	6.299		152.40	730.4	730.4	819.9
B-2	24.257	6.299		203.20	737.3	730.4	778.6
C-1	30.226	6.299		190.50	737.3	737.3	792.4
C-2	30.810	6.223		253.49	751.0	751.0	778.6
D-1	36.195	6.299		229.11	737.3	730.4	764.8
D-2	37.084	6.096		304.80	744.1	730.4	757.9
E-1	48.895	6.350		304.80	737.3	737.3	737.3
E-2	48.565	6.375		405.64	-	744.1	744.1
F-1	61.722	6.350		381.00	-	-	709.7
F-2	61.722	6.299		508.00	-	-	723.5

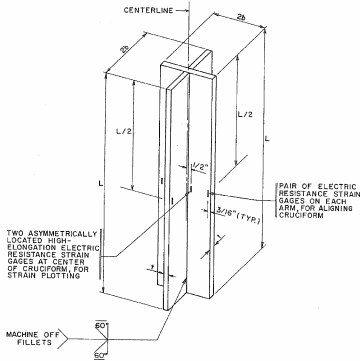


FIG. 2.—STEEL CRUCIFORM AND INSTRUMENTATION

Specimen	自由突出長 $b'=(2b-t)/2$	アスペクト比 b'/t	座屈係数 L/b'	座屈係数 k	ヤング係数 E	ポアソン比 μ	鋼材降伏強度 σ_y	幅厚比 b'/t 係数 R	座屈応力 σ_{cr}	断面積 $A'=(2b^2-t^2)/4$	耐荷力 $P_{cr}=A' \cdot \sigma_{cr}$	σ_{cr}/σ_y
	[mm]			仮定	[N/mm ²]		[N/mm ²]		[N/mm ²]	[mm ²]	[kN]	
A-1	14.135	2.271	8.086	0.43	200000	0.30	702.8 注1	0.216	826.8	390.5766	322.9380	1.176
A-2	14.491	2.291	10.517	0.43	200000	0.30	702.8 注1	0.218	751.0	406.5921	305.3635	1.069
B-1	20.625	3.274	7.389	0.43	200000	0.30	730.4 注1	0.317	819.9	559.3589	458.6371	1.123
B-2	21.107	3.351	9.627	0.43	200000	0.30	730.4 注1	0.325	778.6	571.5189	444.9802	1.066
C-1	27.076	4.298	7.036	0.43	200000	0.30	737.3 注1	0.419	792.4	721.9186	572.0286	1.075
C-2	27.699	4.451	9.152	0.43	200000	0.30	751.0 注1	0.438	778.6	728.2018	566.9723	1.037
D-1	33.045	5.246	6.933	0.43	200000	0.30	730.4 注1	0.509	764.8	872.3183	667.1594	1.047
D-2	34.036	5.583	8.955	0.43	200000	0.30	730.4 注1	0.541	757.9	867.0950	657.1902	1.038
E-1	45.720	7.200	6.667	0.43	200000	0.30	737.3 注1	0.701	737.3	1201.6105	885.8887	1.000
E-2	45.377	7.118	8.939	0.43	200000	0.30	744.1 注2	0.696	744.1	1197.8344	891.3581	1.000
F-1	58.547	9.220	6.508	0.43	200000	0.30	-	-	709.7	1527.4163	1083.9926	-
F-2	58.572	9.298	8.673	0.43	200000	0.30	-	-	723.5	1515.5170	1096.4322	-

注1：鋼材降伏点は、0.2%オフセット耐力を基本とした。

注2：鋼材降伏点は、0.2%オフセット耐力のデータがないため、0.5%ひずみ耐力とした。

自由突出板の圧縮座屈強度（個別試験データ）

自由突出板の耐荷力

〔文献：福本晴士，伊藤義則：フランジの局部座屈強度とフランジの幅厚比制限，土木学会論文集，No.160,pp.27～38 1968.12〕

○試験体諸元及び実験データ（TABLE-1, 2より抜粋）

Type		L	B	t	A(=2*B*t)	B/t	Remark	Pu	σ_u/σ_y	Pcr	σ_{cr}/σ_y	備考
		[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]			[tf]		[tf]		
SS41	4.5H1	700	160	4.45	14.24	35.96	as-weld	33.6	0.855	30.0	0.764	
	4.5H2	700	160	4.45	14.24	35.96	as-weld	35.0	0.891	30.0	0.764	
	4.5H3	700	160	4.45	14.24	35.96	annealed	40.0	1.000	40.0	1.000	
	4.5H4	700	160	4.40	14.08	36.36	annealed	42.5	1.075	42.5	1.075	
	4.5G1	700	120	4.50	10.80	26.67	as-weld	29.8	1.000	28.0	0.940	
	4.5G2	700	120	4.50	10.80	26.67	as-weld	31.6	1.060	30.0	1.007	
	4.5G3	700	120	4.50	10.80	26.67	annealed	31.0	1.022	31.0	1.022	
	4.5G4	700	120	4.50	10.80	26.67	annealed	30.8	1.016	30.8	1.016	
	6F1*	700	160	5.90	19.20	26.67	as-weld					
	6F2	700	160	5.90	19.20	26.67	as-weld	55.8	1.025	45.0	0.827	
	6F3*	700	160	6.00	19.20	26.67	annealed					
	6E1	700	120	6.00	14.40	20.00	as-weld	42.7	1.046	42.7	1.046	**
	6E2	700	120	6.00	14.40	20.00	as-weld	42.5	1.041	41.0	1.004	
	6E3	700	120	6.00	14.40	20.00	annealed	43.0	1.043	43.0	1.043	
	6E4	700	120	6.00	14.40	20.00	annealed	40.1	0.972	40.0	0.970	
	7C1	700	160	7.20	23.04	22.86	as-weld	65.2	1.064	60.0	0.979	
	7C2	700	160	7.20	23.04	22.86	as-weld	64.5	1.053	63.1	1.030	
	7C3	700	160	7.20	23.04	22.86	annealed	60.0	1.014	60.0	1.014	
	7C4	700	160	7.20	23.04	22.86	annealed	60.0	1.014	60.0	1.014	
	7B1	700	140	7.20	20.16	19.40	as-weld	59.5	1.110	56.2	1.048	
	7B2	700	140	7.20	20.16	19.40	as-weld	61.5	1.147	57.6	1.075	
	7B3	700	140	7.20	20.16	19.40	annealed	52.6	1.016	52.5	1.014	
	7B4	700	140	7.20	20.16	19.40	annealed	54.3	1.048	52.5	1.014	
	7A1	700	105	7.20	15.12	14.58	as-weld	44.0	1.094	42.0	1.045	**
6F1	700	160	5.70	18.19	28.04	as-weld	77.1	0.884	74.0	0.848		
6F2*	700	160	5.70	18.19	28.04	as-weld						
6F3*	700	160	5.65	18.19	28.32	annealed						
6F4	700	160	5.65	18.19	28.32	annealed	86.3	0.964	86.0	0.986		
6E1	700	118	5.70	13.45	20.70	as-weld	67.6	1.048	60.0	0.930		
6E2	700	118	5.65	13.45	19.75	as-weld	66.4	1.030	61.5	0.954		
6E3	700	120	5.65	13.65	21.19	annealed	69.1	1.029	69.1	1.029		
6E4	700	120	5.70	13.65	21.00	annealed	68.5	1.020	66.0	0.983		
7C1	700	160	7.00	22.40	22.86	as-weld	107.8	0.984	95.0	0.867		
7C2	700	160	7.25	21.40	22.07	as-weld	113.1	1.080	111.8	1.067		
7C3	700	160	7.25	21.40	22.07	annealed	118.0	1.092	118.1	1.093		
7C4	700	160	7.00	22.40	22.86	annealed	116.0	1.026	116.0	1.026		
7B2	700	140	7.05	19.74	19.86	as-weld	99.6	1.013	95.0	0.984		
7B3	700	139	7.10	19.74	19.86	annealed	100.0	1.004	95.0	0.953		
7B4	700	139	7.10	19.74	19.86	annealed	99.5	0.999	99.5	0.999		
6F1*	700	159	5.70	18.91	27.95	as-weld						
6F2	700	159	5.70	18.91	27.95	as-weld	80.5	0.937	70.0	0.815		
6F4*	700	159	5.70	18.91	27.95	annealed						
6E1	700	119	5.70	15.14	20.95	as-weld	72.3	1.052	70.0	1.018	**	
6E2	700	119	5.70	15.14	21.00	as-weld	72.5	1.055	71.0	1.033		
6E3	700	119	5.80	15.14	20.93	annealed	74.0	1.068	74.0	1.068		
6E4	700	120	5.80	15.14	20.60	annealed	75.0	1.083	75.0	1.083		
6D1	700	90	5.70	10.26	15.79	as-weld	52.1	1.118	49.0	1.052	**	
6D2	700	90	5.70	10.26	15.79	as-weld	50.0	1.065	50.0	1.065	**	
7C1	700	160	7.10	22.72	22.54	as-weld	112.0	1.000	106.8	0.954		
7C3	700	160	7.10	22.72	22.54	annealed	120.6	1.118	118.0	1.054		
7B1	700	139	7.10	19.78	19.62	as-weld	102.0	1.046	100.0	1.025	**	
7B3	700	140	7.10	19.78	19.71	annealed	98.5	1.011	98.2	1.007		
7A1	700	105	7.00	14.70	15.00	as-weld	76.2	1.052	75.6	1.044		

* は、残留応力分布計測用試験体
 ** は、曲げ座屈が先行

Fig. 13 Residual Stress Measurement.

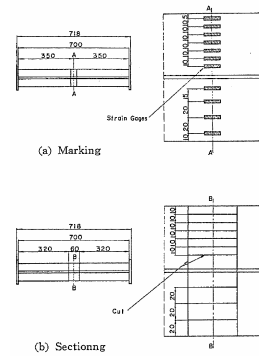


Fig. 14 Test Setup.

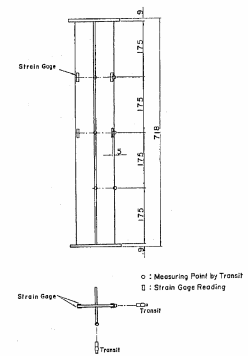


Table-1 Dimensions of Test Specimens.

Type	L (mm)	B (mm)	t (mm)	A (cm ²)	L/t	B/t	Remarks
SS 41	4.5H1	700	160	4.45	14.24	35.96	as-weld
	4.5H2	700	160	4.45	14.24	35.96	as-weld
	4.5H3	700	160	4.45	14.24	35.96	annealed
	4.5H4	700	160	4.40	14.08	36.36	annealed
	4.5G1	700	120	4.50	10.80	26.67	as-weld
	4.5G2	700	120	4.50	10.80	26.67	as-weld
	4.5G3	700	120	4.50	10.80	26.67	annealed
	4.5G4	700	120	4.50	10.80	26.67	annealed
	6F1*	700	160	5.90	19.20	26.67	as-weld
	6F2	700	160	5.90	19.20	26.67	as-weld
	6F3*	700	160	6.00	19.20	26.67	annealed
	6E1	700	120	6.00	14.40	20.00	as-weld
	6E2	700	120	6.00	14.40	20.00	annealed
	6E3	700	120	6.00	14.40	20.00	annealed
	6E4	700	120	6.00	14.40	20.00	annealed
	7C1	700	160	7.20	23.04	22.86	as-weld
	7C2	700	160	7.20	23.04	22.86	as-weld
	7C3	700	160	7.20	23.04	22.86	annealed
	7C4	700	160	7.20	23.04	22.86	annealed
	7B1	700	140	7.20	20.16	19.40	as-weld
	7B2	700	140	7.20	20.16	19.40	as-weld
	7B3	700	140	7.20	20.16	19.40	annealed
	7B4	700	140	7.20	20.16	19.40	annealed
	7A1	700	105	7.20	15.12	14.58	as-weld
HT 60 W	6F1	700	160	5.70	18.19	21.42	as-weld
	6F2*	700	160	5.70	18.19	21.42	as-weld
	6F3*	700	160	5.65	18.19	21.42	annealed
	6F4	700	160	5.65	18.19	21.42	annealed
	6E1	700	118	5.70	13.45	20.70	as-weld
	6E2	700	118	5.65	13.45	20.70	as-weld
	6E3	700	120	5.65	13.65	21.19	annealed
	6E4	700	120	5.70	13.65	21.00	annealed
	7C1	700	160	7.00	22.40	22.86	as-weld
	7C2	700	160	7.25	21.41	22.76	as-weld
	7C3	700	160	7.25	21.41	22.76	annealed
	7C4	700	160	7.00	22.40	22.86	annealed
HT 60 Y	7B2	700	140	7.05	19.74	19.86	as-weld
	7B3	700	139	7.10	19.74	19.86	annealed
	7B4	700	139	7.10	19.74	19.86	annealed
	6F1*	700	159	5.70	18.91	21.42	as-weld
	6F2	700	159	5.70	18.91	21.42	as-weld
	6F4*	700	159	5.70	18.91	21.42	annealed
	6E1	700	119	5.70	15.14	20.95	as-weld
	6E2	700	119	5.70	15.14	20.95	as-weld
	6E3	700	119	5.80	15.14	20.93	annealed
	6E4	700	120	5.80	15.14	20.60	annealed
	6D1	700	90	5.70	10.26	15.79	as-weld
	6D2	700	90	5.70	10.26	15.79	as-weld
HT 60 Y	7C1	700	160	7.10	22.72	22.54	as-weld
	7C3	700	160	7.10	22.72	22.54	annealed
	7B1	700	139	7.10	19.78	19.62	as-weld
	7B3	700	140	7.10	19.78	19.71	annealed
	7A1	700	105	7.00	14.70	15.00	as-weld

* used for residual stress measurement.

Table-2 Results of Buckling Tests.

Type	$B/t\sqrt{\sigma_y/E}$	$B/2t\sqrt{\sigma_y/G}$	P_u	σ_u/σ_y	$\epsilon_{u/y}$	P_{cr}	σ_{cr}/σ_y	$\epsilon_{cr/y}$	L_u/B		
SS 41	4.5H1	1.155	1.019	33.6	0.855	2.060	30.0	0.764	1.481	2.42	
	4.5H2	1.155	1.019	35.0	0.891	1.779	30.0	0.764	1.266	1.09	
	4.5H3	1.167	1.025	40.0	1.000	1.142	40.0	1.000	1.141	1.02	
	4.5H4	1.167	1.025	42.5	1.075	1.264	42.5	1.075	1.254	0.92	
	4.5G1	0.857	0.756	28.8	1.000	3.996	28.0	0.940	2.250	1.58	
	4.5G2	0.857	0.756	31.6	1.060	3.715	30.0	1.007	2.465	1.00	
	4.5G3	0.866	0.760	31.0	1.022	1.176	31.0	1.022	1.176	0.92	
	4.5G4	0.866	0.760	30.8	1.016	1.619	30.8	1.016	1.276	1.08	
	6F2	0.992	0.813	55.8	1.025	3.917	45.0	0.827	1.530	2.27	
	6E1	0.744	0.610	42.7	1.046	3.839	42.7	1.046	2.543	2.25	
	6E2*	0.744	0.610	42.5	1.041	4.278	41.0	1.004	2.066	—	
	6E3	0.708	0.793	43.0	1.043	1.350	43.0	1.043	1.350	4.65	
	6E4	0.708	0.793	40.1	0.972	3.687	40.0	0.970	1.902	3.56	
	7C1	0.752	0.656	65.2	1.064	6.201	60.0	0.979	2.613	—	
	7C2	0.752	0.656	64.5	1.053	6.582	63.1	0.959	3.073	1.31	
	7C3	0.736	0.649	60.0	1.014	1.554	60.0	1.014	1.554	1.52	
	7C4	0.736	0.649	60.0	1.014	1.286	60.0	1.014	1.286	2.23	
	7B1	0.638	0.556	59.5	1.110	11.337	56.2	1.048	3.351	2.36	
	7B2	0.638	0.556	61.5	1.147	11.774	57.6	1.075	3.566	2.04	
7B3	0.624	0.550	52.5	1.022	10.522	50.5	1.014	2.951	1.64		
7B4	0.624	0.550	54.3	1.048	13.157	52.5	1.014	3.007	2.05		
7A1*	0.480	0.418	44.0	1.094	3.072	42.0	1.045	2.965	—		
HT 60 W	6F1	1.324	1.067	77.1	0.894	1.703	74.0	0.843	1.423	1.66	
	6F4	1.338	1.153	86.3	0.994	1.371	86.0	0.986	1.120	1.27	
	6E1	0.978	0.788	67.6	1.048	3.323	60.0	0.930	1.584	1.44	
	6E2	0.935	0.752	62.1	1.030	3.641	60.0	0.954	1.851	1.31	
	6E3	1.070	0.862	69.1	1.029	1.304	69.1	1.029	1.304	0.98	
	6E4	1.060	0.854	68.5	1.020	1.371	66.0	0.983	1.170	1.69	
	7C1	1.087	0.876	107.8	0.984	1.218	95.0	0.857	0.640	1.97	
	7C2	1.050	0.822	113.1	1.008	2.128	111.8	1.057	1.893	—	
	7C3	1.072	0.850	118.0	1.092	1.546	109.0	1.046	1.546	2.33	
	7C4	1.113	0.897	116.0	1.026	1.197	116.0	1.026	0.800	—	
	7B2	0.945	0.762	99.6	1.013	1.889	95.0	0.984	1.048	2.36	
	7B3	0.967	0.779	100.0	1.004	0.914	95.0	0.953	0.866	2.77	
	7B4	0.967	0.779	99.5	0.999	0.854	99.5	0.999	0.854	2.64	
	HT 60 Y	6F2	1.328	1.070	80.5	0.937	1.526	70.0	0.815	1.172	2.83
		6E1*	0.996	0.792	72.3	1.052	3.134	70.0	1.018	2.324	0.94
		0.998	0.804	72.5	1.055	2.881	71.0	1.033	2.261	0.83	
		0.989	0.737	74.0	1.088	1.551	74.0	1.098	1.551	3.32	
		6E4	0.973	0.784	76.0	1.255	1.255	75.0	1.083	1.530	0.83
		6D1*	0.750	0.597	52.1	1.118	2.691	49.0	1.052	1.830	—
6D2*		0.746	0.599	50.0	1.065	2.660	50.0	1.065	1.811	—	
7C1		1.105	0.891	112.0	1.000	1.510	106.8	0.954	1.149	2.09	
7C3		1.108	0.893	120.6	1.118	1.048	118.0	1.054	1.038	2.33	
7B1*		0.962	0.775	102.0	1.046	0.728	100.0	1.025	0.823	1.82	
7B3		0.969	0.781	98.5	1.011	0.753	98.2	1.007	0.783	3.43	
7A1		0.735	0.588	76.2	1.052	3.996	75.6	1.044	2.250	—	

自由突出板の圧縮座屈強度（個別試験データ）

自由突出板の耐荷力

(4/5)

〔文献：福本晴士，伊藤義則：フランジの局部座屈強度とフランジの幅厚比制限，土木学会論文集，No.160,pp.27～38 1968.12〕

○試験体諸元及び実験データ（L,B,t,Pu,Perが正しいと仮定してSI単位に変換後）

1 tf = 9.8 kN

供試体No.		L		B	t	計算値		論文値		論文値	計算値		論文値	Remark	Pu	σu/σy	Pcr	σcr/σy	備考	計算値		計算値		計算値		σy				
		B/t				A=(2*B*t)		計算値			論文値									σu=P _u /A		σcr=P _{cr} /A		①-②		①+②				
		[mm]	[mm]			[mm ²]	[mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]								[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]							
SS41	4.5H1	700	160	4.45	1424.00	0.00	35.96	0.00	as-weld	329.28	0.855	294.00	0.764		231.24	270.45	206.46	270.24	0.21	270.34										
	4.5H2	700	160	4.45	1424.00	0.00	35.96	0.00	as-weld	343.00	0.891	294.00	0.764		240.87	270.34	206.46	270.24	0.10	270.29										
	4.5H3	700	160	4.45	1424.00	0.00	35.96	0.00	annealed	392.00	1.000	392.00	1.000		275.28	275.28	275.28	275.28	0.00	275.28										
	4.5H4	700	160	4.40	1408.00	0.00	36.36	0.00	annealed	416.50	1.075	416.50	1.075		295.81	275.17	295.81	275.17	0.00	275.17										
	4.5G1	700	120	4.50	1080.00	0.00	26.67	0.00	as-weld	292.04	1.000	274.40	0.940		270.41	270.41	254.07	270.29	0.12	270.35										
	4.5G2	700	120	4.50	1080.00	0.00	26.67	0.00	as-weld	309.68	1.060	294.00	1.007		286.74	270.51	272.22	270.33	0.18	270.42										
	4.5G3	700	120	4.50	1080.00	0.00	26.67	0.00	annealed	303.80	1.022	303.80	1.022		281.30	275.24	281.30	275.24	0.00	275.24										
	4.5G4	700	120	4.50	1080.00	0.00	26.67	0.00	annealed	301.84	1.016	301.84	1.016		279.48	275.08	279.48	275.08	0.00	275.08										
	6F1*	700	160	5.90	1888.00	32.00	27.12	-0.45	as-weld	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6F2	700	160	5.90	1888.00	32.00	27.12	-0.45	as-weld	546.84	1.025	441.00	0.827		289.64	282.58	233.58	282.44	0.13	282.51										
	6F3*	700	160	6.00	1920.00	0.00	26.67	0.00	annealed	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6E1	700	120	6.00	1440.00	0.00	20.00	0.00	as-weld	418.46	1.046	418.46	1.046		290.60	277.82	290.60	277.82	0.00	277.82										
	6E2	700	120	6.00	1440.00	0.00	20.00	0.00	as-weld	416.50	1.041	401.80	1.004	**	289.24	277.84	279.03	277.92	-0.07	277.88										
	6E3	700	120	6.00	1440.00	0.00	20.00	0.00	annealed	421.40	1.043	421.40	1.043		292.64	280.57	292.64	280.57	0.00	280.57										
	6E4	700	120	6.00	1440.00	0.00	20.00	0.00	annealed	392.98	0.972	392.00	0.970		272.90	280.76	272.22	280.64	0.12	280.70										
	7C1	700	160	7.20	2304.00	0.00	22.22	0.64	as-weld	638.96	1.064	588.00	1.030		277.33	260.65	255.21	260.68	-0.04	260.66										
	7C2	700	160	7.20	2304.00	0.00	22.22	0.64	as-weld	632.10	1.053	618.38	1.030		274.35	260.54	268.39	260.58	-0.04	260.56										
	7C3	700	160	7.20	2304.00	0.00	22.22	0.64	annealed	588.00	1.014	588.00	1.014		255.21	251.68	255.21	251.68	0.00	251.68										
	7C4	700	160	7.20	2304.00	0.00	22.22	0.64	annealed	588.00	1.014	588.00	1.014		255.21	251.68	255.21	251.68	0.00	251.68										
	7B1	700	140	7.20	2016.00	0.00	19.44	-0.04	as-weld	583.10	1.110	550.76	1.048		289.24	260.57	273.19	260.68	-0.11	260.63										
	7B2	700	140	7.20	2016.00	0.00	19.44	-0.04	as-weld	602.70	1.147	564.48	1.075		298.96	260.64	280.00	260.47	0.18	260.55										
	7B3	700	140	7.20	2016.00	0.00	19.44	-0.04	annealed	515.48	1.016	514.50	1.014		255.69	251.67	255.21	251.68	-0.02	251.68										
	7B4	700	140	7.20	2016.00	0.00	19.44	-0.04	annealed	532.14	1.048	514.50	1.014		263.96	251.87	255.21	251.68	0.18	251.78										
	7A1	700	105	7.20	1512.00	0.00	14.58	0.00	as-weld	431.20	1.094	411.60	1.045	**	285.19	260.68	272.22	260.50	0.18	260.59										
	6F1	700	160	5.70	1824.00	-5.00	28.07	-0.03	as-weld	755.58	0.884	725.20	0.848		414.24	468.60	397.59	468.85	-0.25	468.73										
	6F2*	700	160	5.70	1824.00	-5.00	28.07	-0.03	as-weld	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6F3*	700	160	5.65	1808.00	11.00	28.32	0.00	annealed	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HT60H	6E4	700	160	5.65	1808.00	11.00	28.32	0.00	annealed	845.74	0.964	842.80	0.986	σu<σy り展開	467.78	485.25	466.15	472.77	12.48	479.01										
	6E1	700	118	5.70	1345.20	0.00	20.70	0.00	as-weld	662.48	1.048	588.00	0.930		492.48	469.92	437.11	470.01	-0.09	469.97										
	6E2	700	119	5.65	1344.70	0.00	21.06	-1.31	as-weld	650.72	1.030	602.70	0.954		483.91	469.82	448.20	469.82	0.00	469.82										
	6E3	700	120	5.65	1356.00	9.00	21.24	-0.05	annealed	677.18	1.029	677.18	1.029		499.40	485.32	499.40	485.32	0.00	485.32										
	6E4	700	120	5.70	1368.00	-3.00	21.05	-0.05	annealed	671.30	1.020	646.80	0.983		490.72	481.09	472.81	480.98	0.11	481.04										
	7C1	700	160	7.00	2240.00	0.00	22.86	0.00	as-weld	1056.44	0.984	931.00	0.867		471.63	479.29	415.63	479.38	-0.09	479.34										
	7C2	700	160	7.25	2320.00	-180.00	22.07	0.00	as-weld	1108.38	1.080	1095.64	1.067		477.75	442.36	472.26	442.60	-0.24	442.48										
	7C3	700	160	7.25	2320.00	-180.00	22.07	0.00	annealed	1156.40	1.092	1157.38	1.093		498.45	456.45	498.87	456.42	0.03	456.44										
	7C4	700	160	7.00	2240.00	0.00	22.86	0.00	annealed	1136.80	1.026	1136.80	1.026		507.50	494.64	507.50	494.64	0.00	494.64										
	7B2	700	140	7.05	1974.00	0.00	19.86	0.00	as-weld	976.08	1.013	931.00	0.984		494.47	488.12	471.63	479.30	8.82	483.71										
	7B3	700	139	7.10	1973.80	0.00	19.58	0.28	annealed	980.00	1.004	931.00	0.953		496.50	494.53	471.68	494.94	-0.42	494.73										
	7B4	700	139	7.10	1973.80	0.00	19.58	0.28	annealed	975.10	1.004	931.00	0.953		496.50	494.53	471.68	494.94	-0.42	494.73										
	6F1*	700	159	5.70	1812.60	78.40	27.89	0.06	as-weld	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6F2	700	159	5.70	1812.60	78.40	27.89	0.06	as-weld	788.90	0.937	686.00	0.815		435.23	464.49	378.46	464.37	0.12	464.43										
	6F4*	700	159	5.70	1812.60	78.40	27.89	0.06	annealed	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6E1	700	119	5.70	1356.60	157.40	20.88	0.07	as-weld	708.54	1.052	686.00	1.018	**	522.29	496.47	505.68	496.73	-0.26	496.60										
	HT60Y	6E2	700	119	5.70	1356.60	157.40	20.88	0.12	as-weld	710.50	1.055	695.80	1.033		523.74	496.43	512.90	496.51	-0.08	496.47									
6E3		700	119	5.80	1380.40	133.60	20.52	0.41	annealed	725.20	1.068	725.20	1.068		525.35	491.91	525.35	491.91	0.00	491.91										
6E4		700	120	5.80	1392.00	122.00	20.69	-0.09	annealed	735.00	1.083	735.00	1.083		528.02	487.55	528.02	487.55	0.00	487.55										
6D		700	90	5.10	1276.00	0.00	15.79	0.00	as-weld	510.38	1.118	480.00	1.022	**	497.64	445.12	468.00	444.90	0.00	444.90										
6D2		700	90	5.70	1072.00	0.00	12.79	0.00	as-weld	490.00	0.965	490.00	0.965	**	489.48	443.03	489.48	443.03	0.00	443.03										
7C1		700	160	7.10	2272.00	0.00	22.54	0.00	as-weld	1097.60	1.000	1046.64	0.954		483.10	483.10	460.67	482.88	0.22	482.99										
7C3		700	160	7.10	2272.00	0.00	22.54	0.00	annealed	1181.88	1.118	1156.40	1.054		520.19	465.29	508.98	482.90	-17.61	474.10										
7B1		700	139	7.10	1973.80	4.20	19.58	0.04	as-weld	999.60	1.046	980.00	1.025	**	506.43	484.16	496.50	484.39	-0.23	484.28										
7B3		700	141																											

自由突出板の圧縮座屈強度（個別試験データ）

自由突出板の耐荷力

(5/5)

〔文献：Nishino,F.,Tall,L.and Okumura,T.：Residual Stress and Torsional Buckling Strength of H and Cruciform Columns,土木学会論文集No.160,pp.27～38_1968.12〕

○試験体諸元及び実験データ（TABLE 1より抜粋）

Specimen	Dimension				Yield Load		Test Result	
	L	b	t	b/t	σ_y	P_y	P_{max}	P_{max}/P_y
No.	[mm]	[mm]	[mm]		[kgf/mm ²]	[tf]	[tf]	
T-A	600	77	17.1	4.5	74.9	378	413	1.09
T-B	801	103	17.2	6.0	74.9	515	546	1.06
T-C	1000	127	17.2	7.4	74.9	642	670	1.04
T-D	1200	154	17.2	9.0	74.9	780	778	0.99
T-E	1600	199	17.3	11.5	74.9	1030	846	0.82

P_{y1}	P_{y2}	P_{y3}
373	376	394
509	512	531
632	636	654
771	775	794
1009	1013	1031

断面積の考え方が不明

○試験体諸元及び実験データ（L,b,t,gy,Pmaxが正しいと仮定してSI単位に変換後）

1 tf = 9.8 kN

Specimen	Dimension				Yield Load		Test Result	
	L	b	t	b/t	σ_y	P_y	P_{max}	P_{max}/P_y
No.	[mm]	[mm]	[mm]		[N/mm ²]	[kN]	[kN]	
T-A	600	77	17.1	4.5	734.0	3704.4	4047.4	1.09
T-B	801	103	17.2	6.0	734.0	5047.0	5350.8	1.06
T-C	1000	127	17.2	7.4	734.0	6291.6	6566.0	1.04
T-D	1200	154	17.2	9.0	734.0	7644.0	7624.4	1.00
T-E	1600	199	17.3	11.5	734.0	10094.0	8290.8	0.82

Specimen	自由突出長 b'=(2b-t)/2	アスペクト比 b'/t	座屈係数 k	ヤング係数 E	ポアソン比 μ	鋼材降伏強度 σ_y	幅厚比パラメータ R	断面積 A'=(2*b*t-t ²)	耐荷力 Pcr	座屈応力 $\sigma_{cr}=(P_{cr}/A')$	σ_{cr}/σ_y
No.	[mm]		仮定	[N/mm ²]		[N/mm ²]		[mm ²]	[kN]	[N/mm ²]	
T-A	68.450	4.003	8.766	0.43	200000	0.30	734.0	0.389	4974.39	4047.40	1.108
T-B	94.400	5.488	8.485	0.43	200000	0.30	734.0	0.533	6790.56	5350.80	1.074
T-C	118.400	6.884	8.446	0.43	200000	0.30	734.0	0.669	8441.76	6566.00	1.060
T-D	145.400	8.453	8.253	0.43	200000	0.30	734.0	0.821	10299.36	7624.40	1.009
T-E	190.350	11.003	8.406	0.43	200000	0.30	734.0	1.069	13471.51	8290.80	0.838

Table 1 Dimensions of Specimens and Summary of Test Results

Specimen No.	Dimension				Theoretical Prediction					Test Results	
					Yield Load	With Residual Stress			Without Residual Stress		
	L (mm)	b (mm)	t (mm)	b/t	P_Y (t) ⁽¹⁾	σ_{rc}/σ_Y	P_{cr}^t/P_Y ⁽²⁾	P_{cr}^f/P_Y ⁽²⁾	P_{cr}^f/P_Y ⁽³⁾	P_{max} (t)	P_{max}/P_Y
T-A	600	77	17.1	4.5	378	0.15	1.0	1.0	1.0	413	1.09
T-B	801	103	17.2	6.0	515	0.12	1.0	1.0	1.0	546	1.06
T-C	1 000	127	17.2	7.4	642	0.11	1.0	1.0	1.0	670	1.04
T-D	1 200	154	17.2	9.0	780	0.08	0.97	1.0	1.0	778	0.99
T-E	1 600	199	17.3	11.5	1 030	0.06	0.78	0.78	0.90	846	0.82

- (1) P_Y is the yield load determined as a product of cross sectional area multiplied by $\sigma_Y=74.9\text{ kg/mm}^2$.
- (2) P_{cr}^t , P_{cr}^f refer the torsional buckling loads based on the total and the incremental theories, respectively.
- (3) P_{cr}^f is the torsional buckling load of columns free of residual stress.

高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力〔個別試験データ〕

○接合面：無塗装

(1/6)

[illegible]

注1) 設計ボルト軸力の重力単位からSI単位への換算が異なるため、上記 $\beta\mu$ の値と元論文の値に若干の差異がみられるケースがある(元論文では道示の設計ボルト軸力の規定により10倍している)。

注2) 部分は、本文中の表-3.42の元となる統計データを示す。

注3) β 算出時は $\mu=0.4$ としている.

高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力〔個別試験データ〕

(2/6)

[illegible]

(注1)設計軸力・軸力の重力力単位からSI単位への換算が異なるため、上記の μ 値と元設計の μ 値に若干の差異がみられることがある。(元設計の μ 値は9.80665倍、本資料では9.80665倍の μ 値の重力力単位による)設計軸力・軸力の重力力単位からSI単位への換算が異なるため、上記の μ 値と元設計の μ 値に若干の差異がみられることがある。(元設計の μ 値は9.80665倍、本資料では9.80665倍の μ 値の重力力単位による)

部分は、本文中の表-3.42の元となる統計データを示す。

注3) β 算出時は $\mu=0.4$ としている.

高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力〔個別試験データ〕

(3/6)

[illegible]

注1) 設計ボルト軸力の重力単位からSI単位への換算が異なるため、上記 0.9μ の値と元論文の 0.9μ との値に若干の差異がみられるケースがある(元論文では道示の設計ボルト軸力の規定により10倍している)。

参考文献)
1) 大阪市・常吉連絡橋架設工事 駒井・川田・日橋・栗本特定建設共同企業体：防錆ポルト試験報告，1998. 3.

2) 城島保茂：接合面にジンクリッチペイントをもつ高力ボルト継手のすべり試験，東骨技報，No. 8，1979. 9

3) 駒井鉄工・大阪大学：高力ボルト摩擦接合引張継手の限界状態に関する実験的研究，研究成果報告書，OUCS9301，1993.2.

4) 山田・亀井・西村・秋山：ジンクリッチペイントを塗布した高力ボルト摩接接合継手の引張試験、土木学会平成12年度関西支部年次学術講演会、2000.6.

5) 建設省土木研究所：高力ボルト摩擦接合継手に関する試験調査（Ⅰ）引張荷重を受ける継手のすべり耐力，土木研究所資料，第1871号，1982.9.

6) 辻岡静雄・鵜山広三：多列高力ボルト摩擦接合部のすべり耐力に関する実験的研究，構造工學論文集，Vol.40B，1994.3.

7) 森猛, 南邦明, 井口進, 山口隆司: 接合面処理方法と品質を考慮した高力ボルト摩擦接合継手すべり係数の提案, 土木学会論文集A, Vol.64No.1, 2008.1.

高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力〔個別試験データ〕

(5/6)

[illegible]

注1) 設計ボルト軸力の重力単位からSI単位への換算が異なるため、上記 $\beta\mu$ の値と元論文の $\beta\mu$ との値に若干の差異がみられるケースがある（元論文では道示の設計ボルト軸力の規定により10倍している）。

注2) 部分は、本文中の表-3.42の元となる統計データを示す。

注3) 計算出時は $\mu=0.4$ としている。

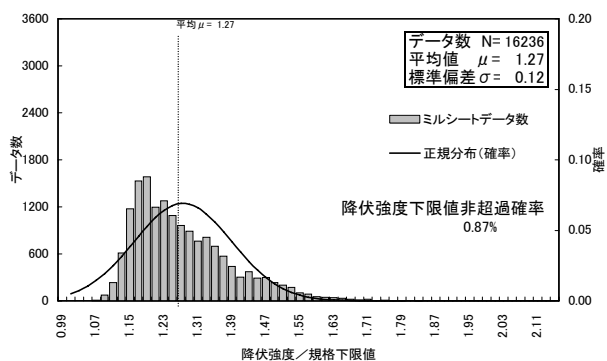
資料－2 構造用鋼材及び形鋼の統計データの頻度分布

- ・ 構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）
- ・ 構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種，公称板厚区分）
- ・ 構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）
- ・ 構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）
- ・ 形鋼の降伏強度の頻度分布（鋼種，形状区分）
- ・ 形鋼の引張強さの頻度分布（鋼種，形状区分）
- ・ 形鋼の降伏比の頻度分布（鋼種，形状区分）

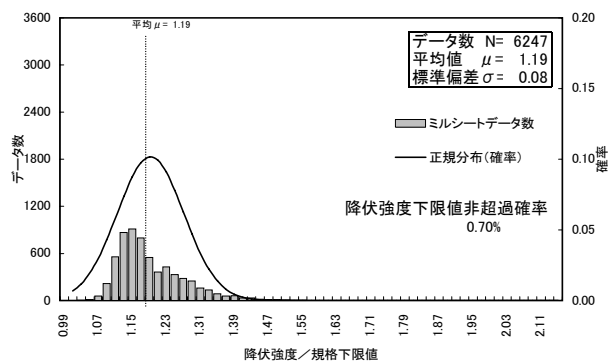
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(1/6)

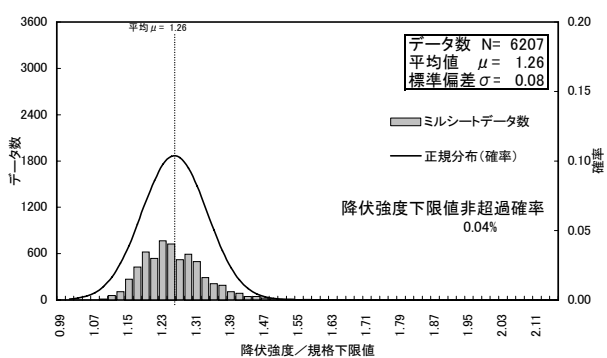
降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅰ）



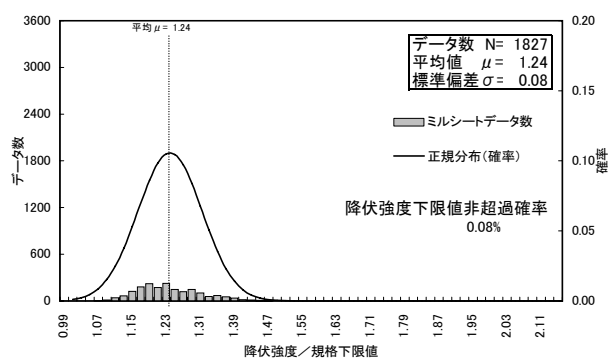
降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅱ）



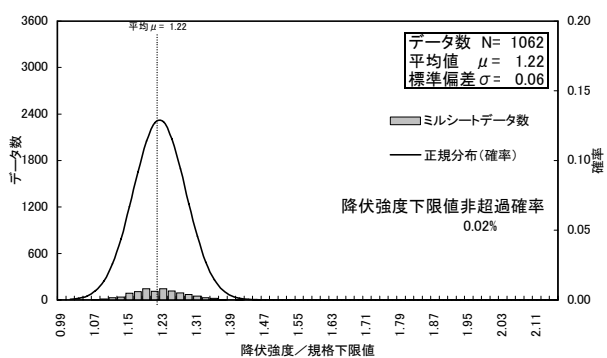
降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅲ）



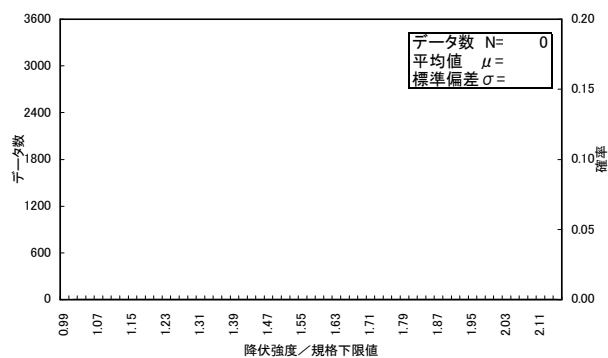
降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅳ）



降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅴ）

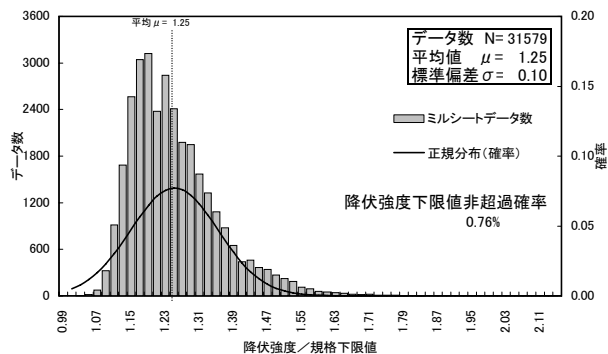


降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅵ）



降伏強度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:全板厚）

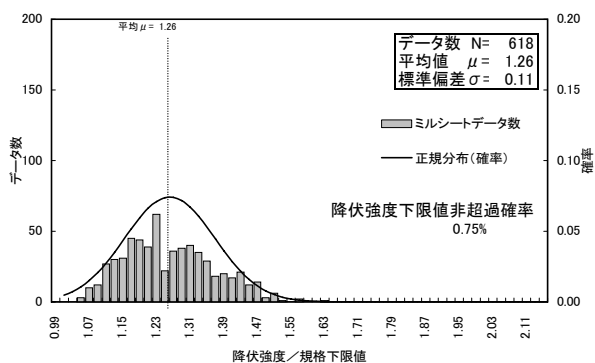
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



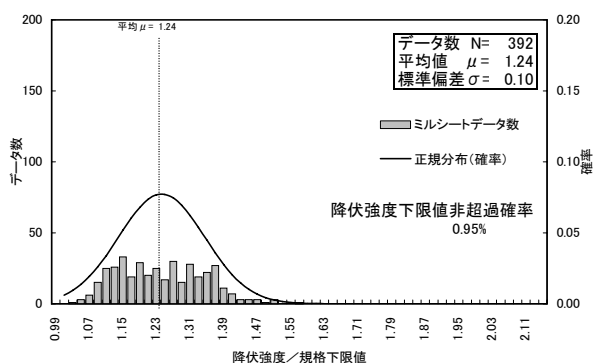
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(2/6)

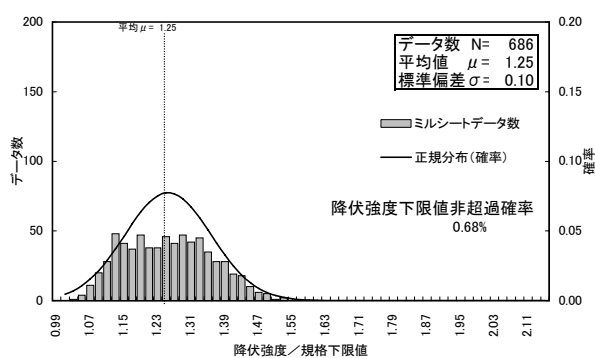
降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅰ）



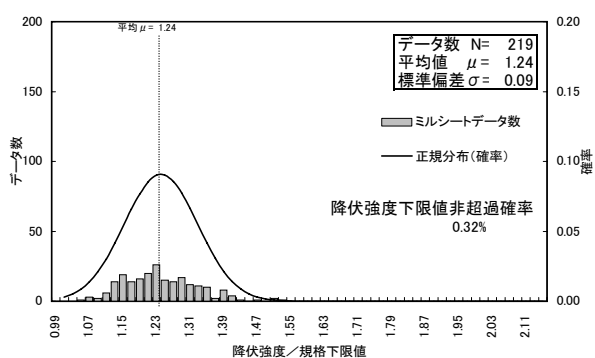
降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅱ）



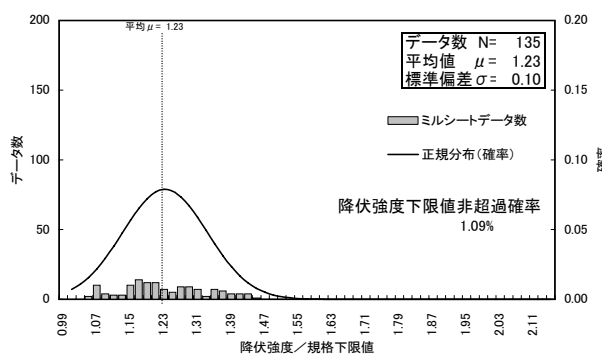
降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅲ）



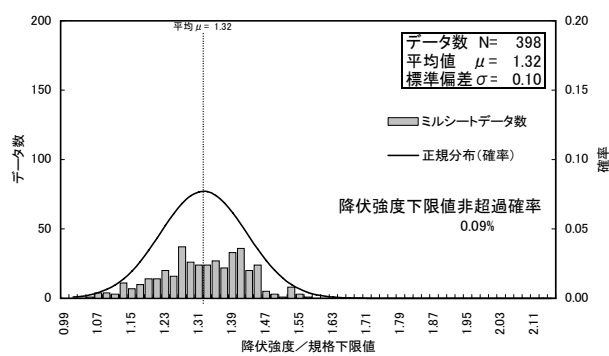
降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅳ）



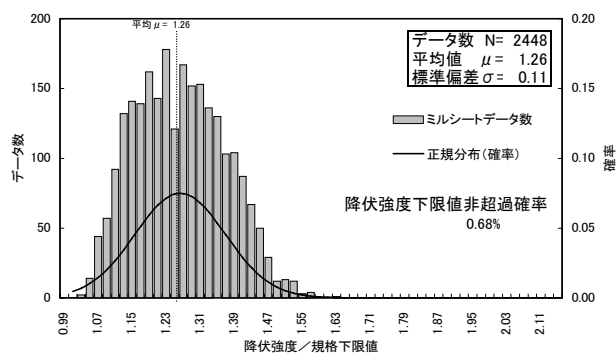
降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅴ）



降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏強度（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：全板厚）



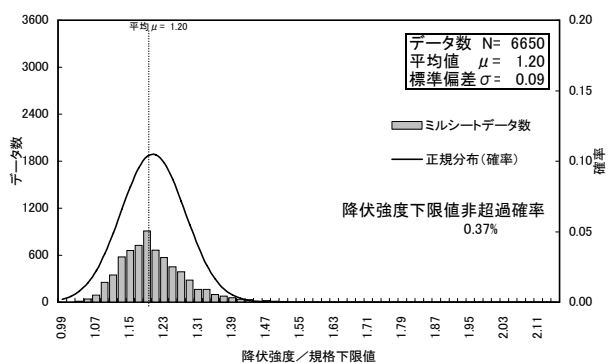
公称板厚区分

区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

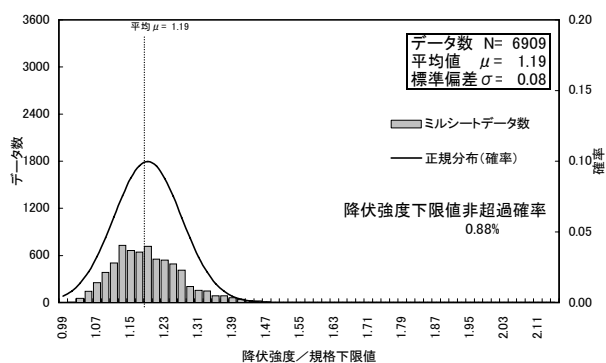
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(3/6)

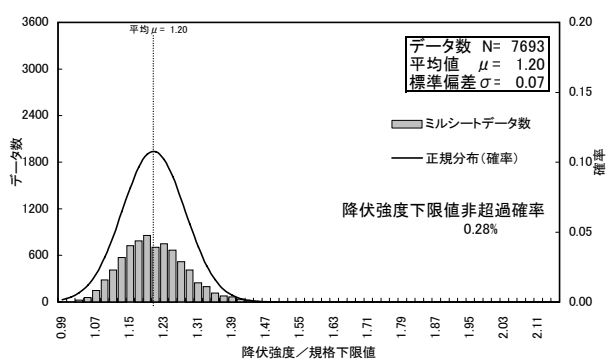
降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅰ）



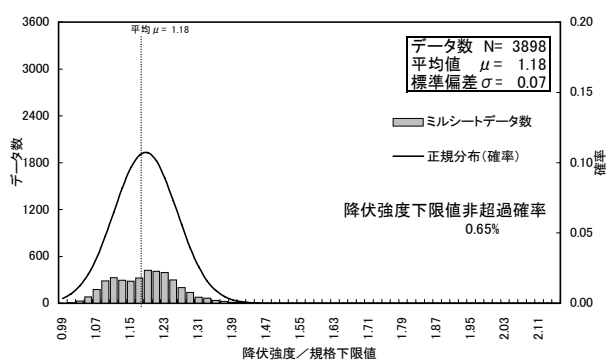
降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅱ）



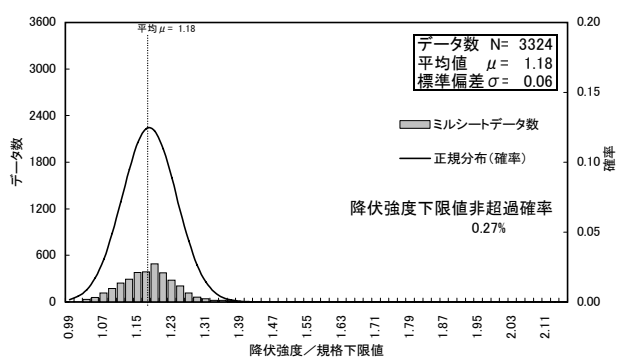
降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅲ）



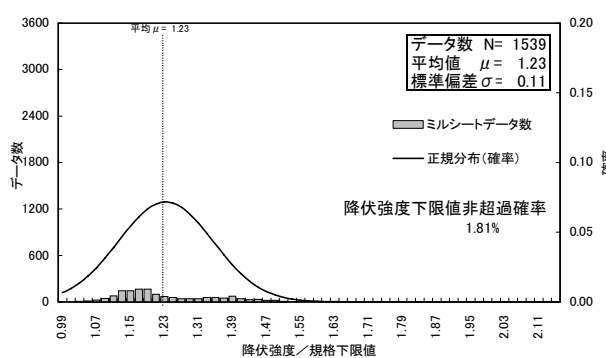
降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅳ）



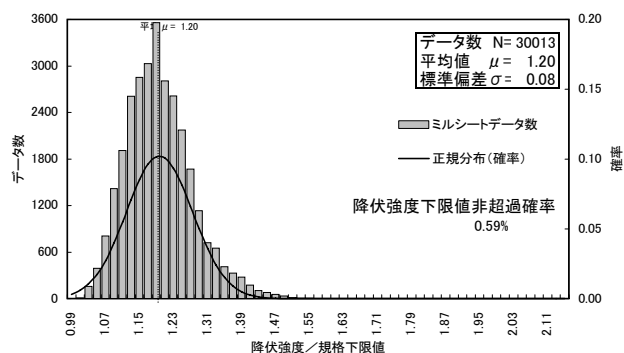
降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅴ）



降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏強度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：全板厚）



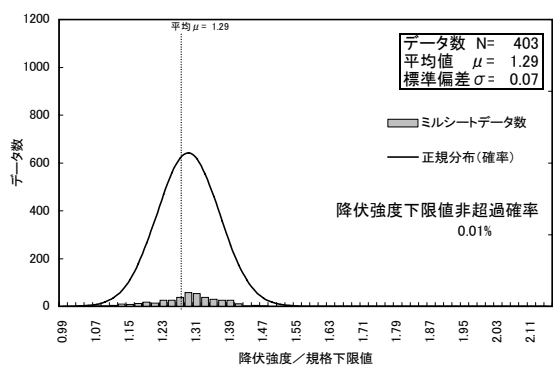
公称板厚区分

区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

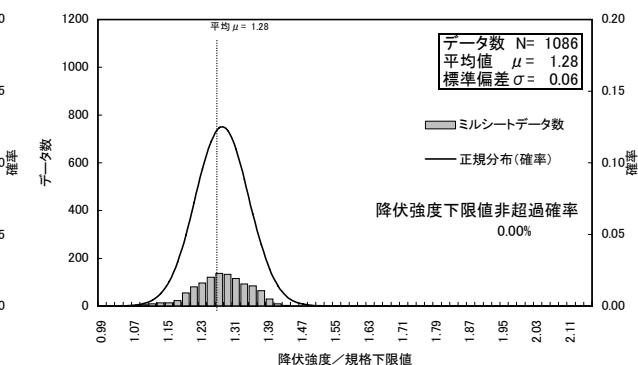
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(4/6)

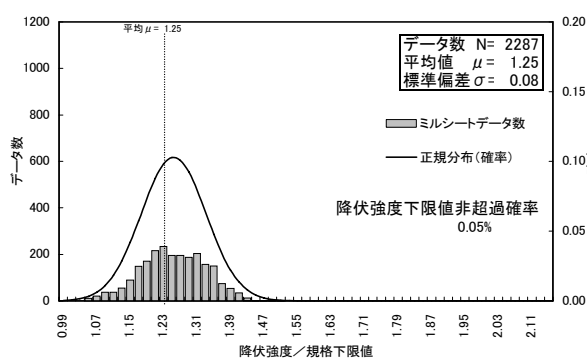
降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅰ）



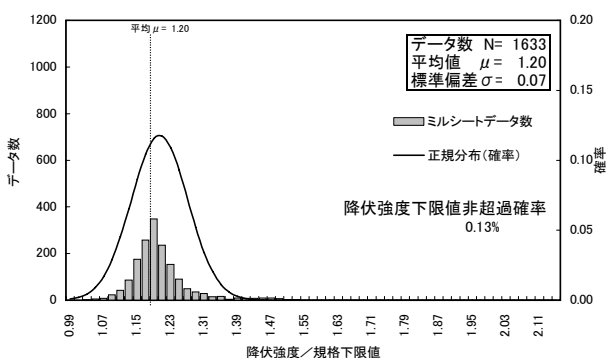
降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅱ）



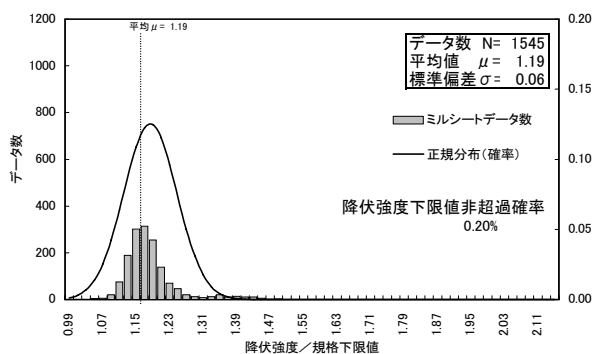
降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅲ）



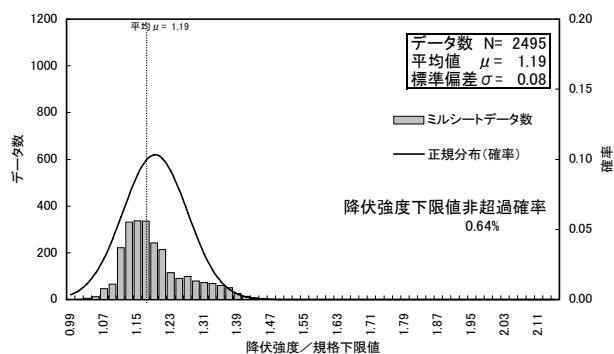
降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅳ）



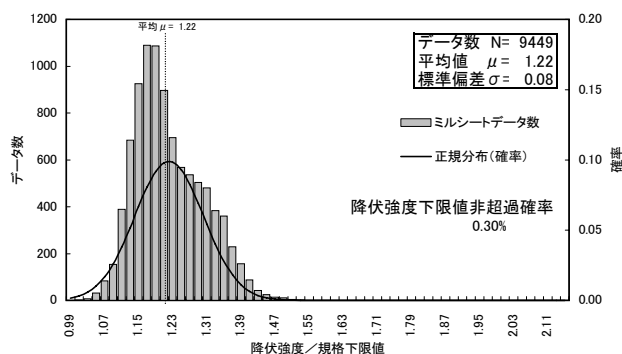
降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅴ）



降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅵ）



降伏強度（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:全板厚）



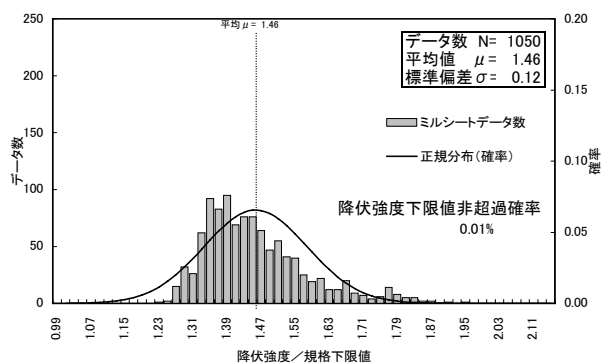
公称板厚区分

区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

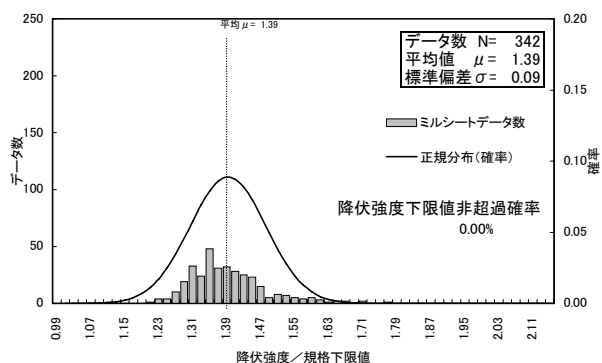
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(5/6)

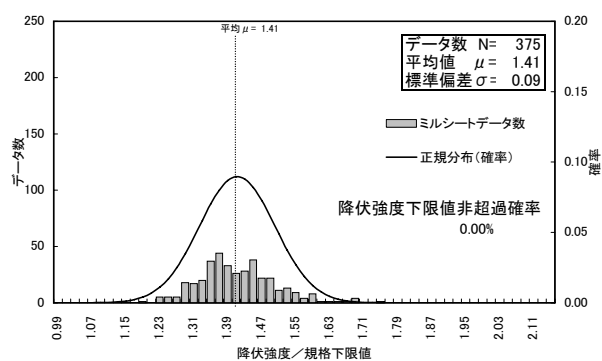
降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:Ⅰ）



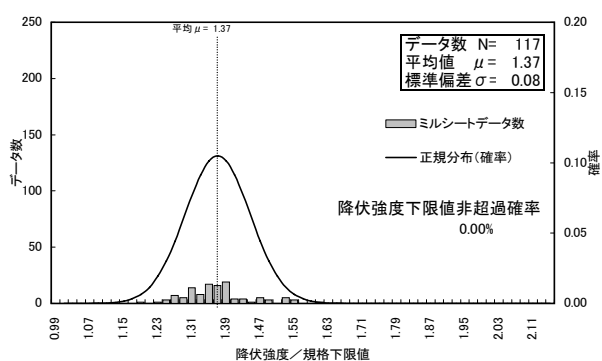
降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:Ⅱ）



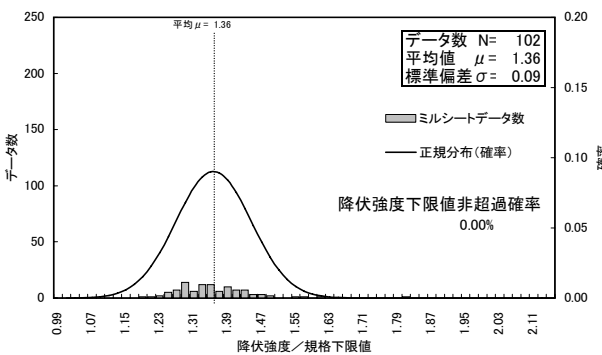
降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:Ⅲ）



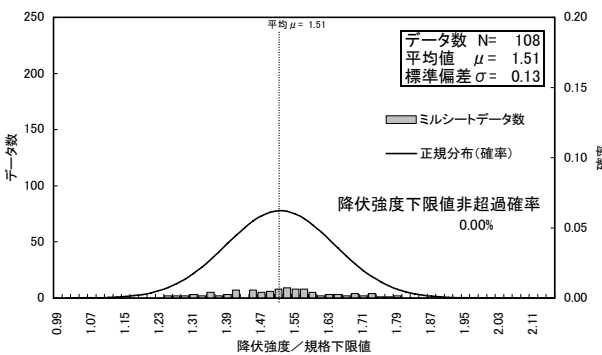
降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:Ⅳ）



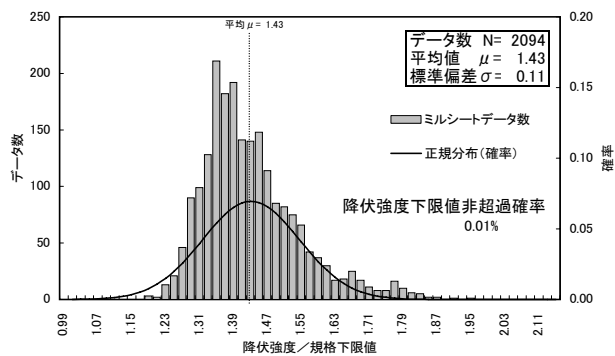
降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:Ⅴ）



降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:Ⅵ）



降伏強度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分:全板厚）

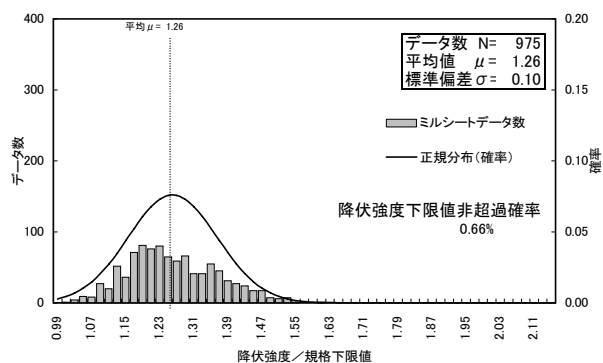


区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

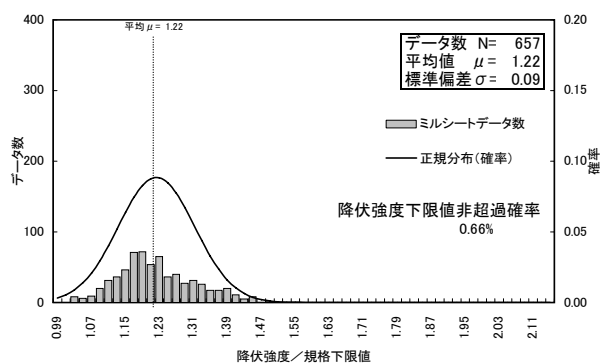
構造用鋼材の降伏強度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(6/6)

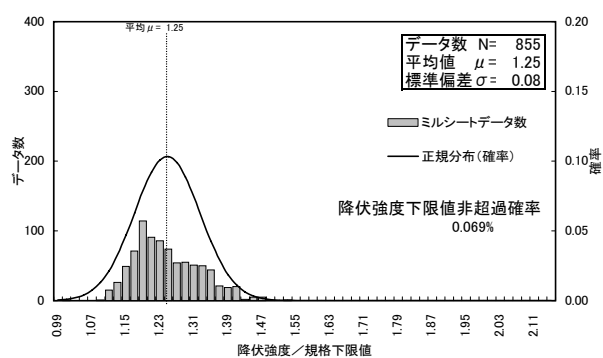
降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:Ⅰ）



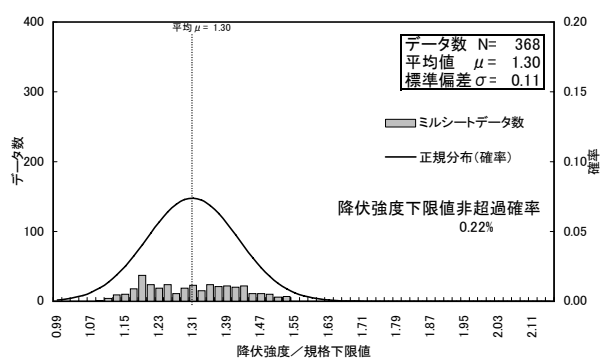
降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:Ⅱ）



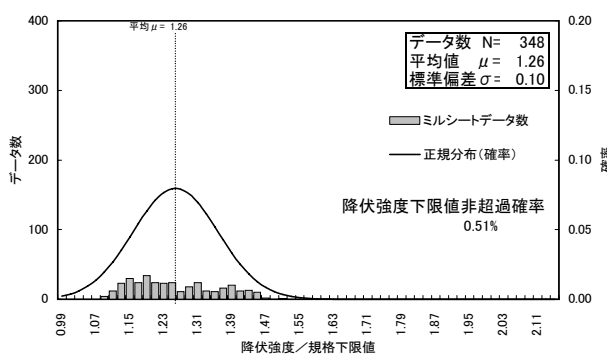
降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:Ⅲ）



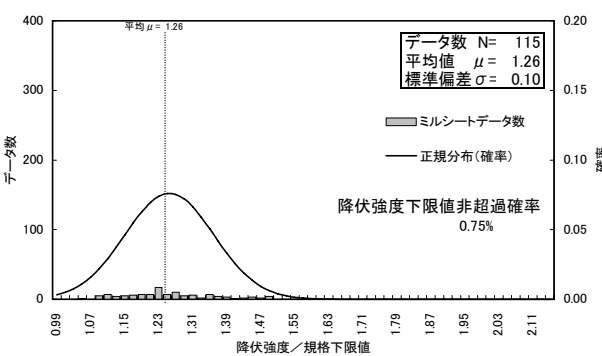
降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:Ⅳ）



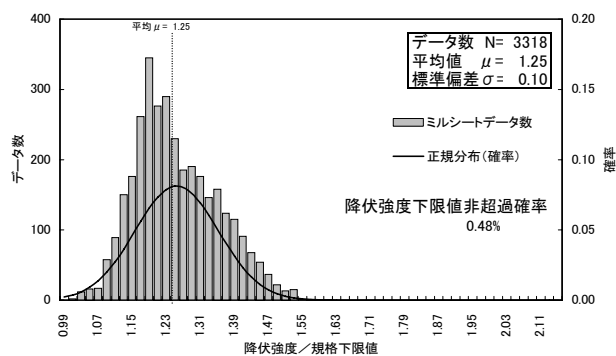
降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:Ⅴ）



降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:Ⅵ）



降伏強度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分:全板厚）



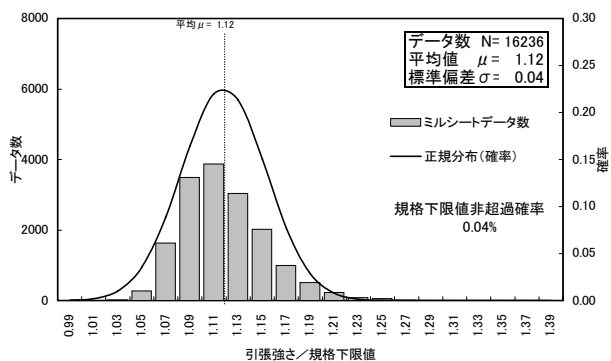
公称板厚区分

区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

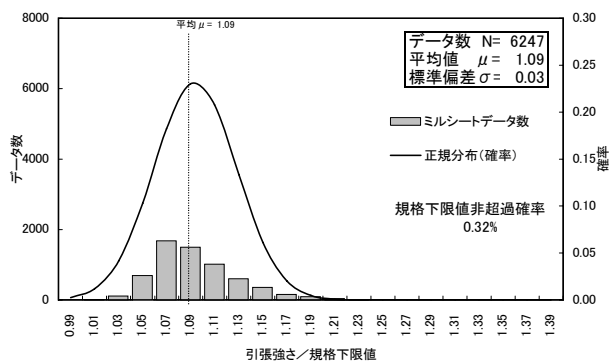
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(1/6)

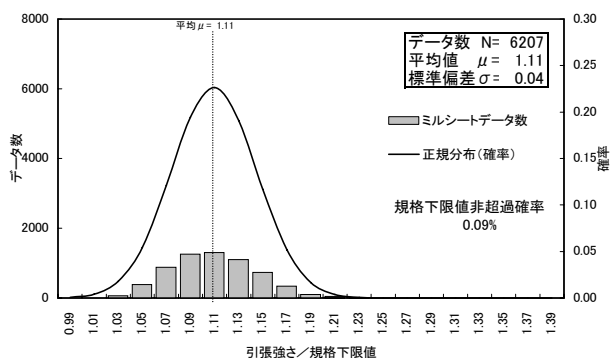
引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅰ）



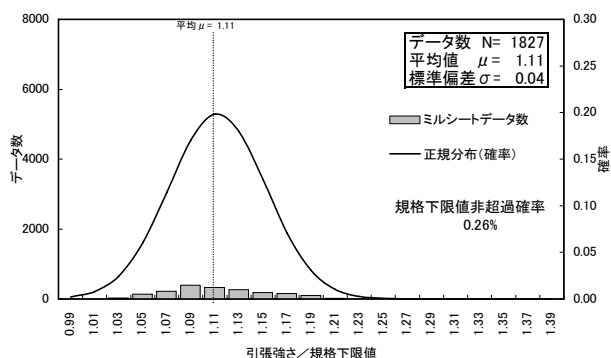
引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅱ）



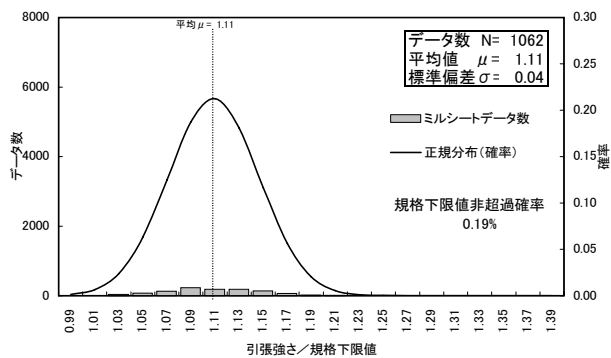
引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅲ）



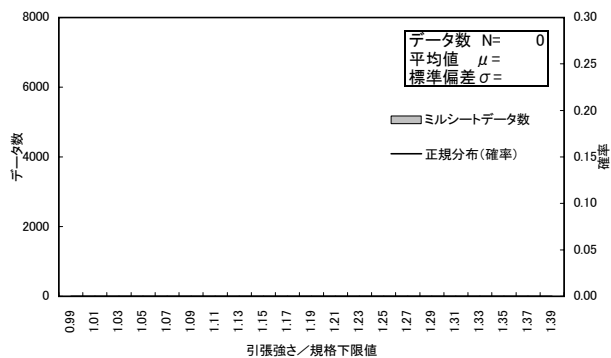
引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅳ）



引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅴ）

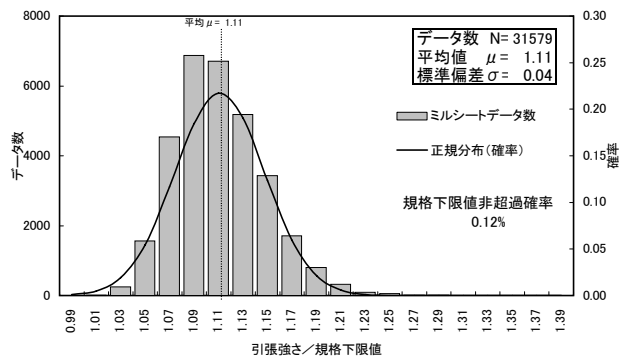


引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:Ⅵ）



引張強さ（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分:全板厚）

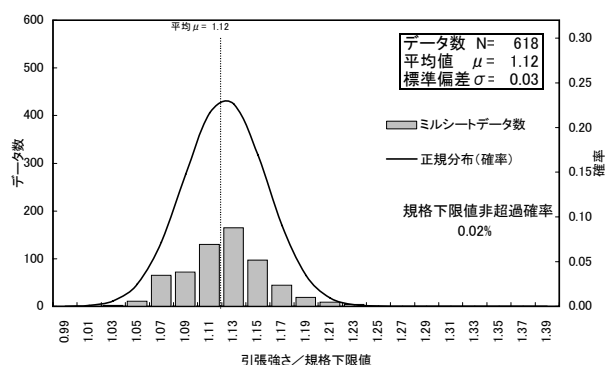
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



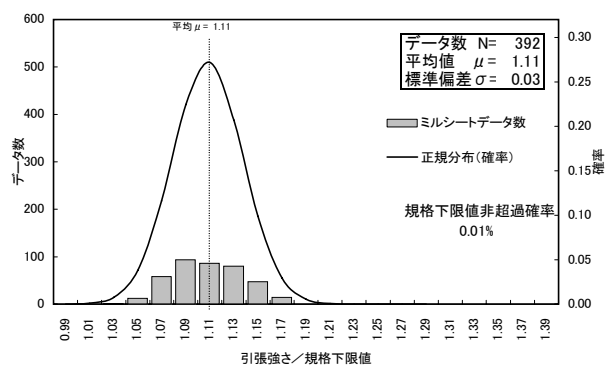
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(2/6)

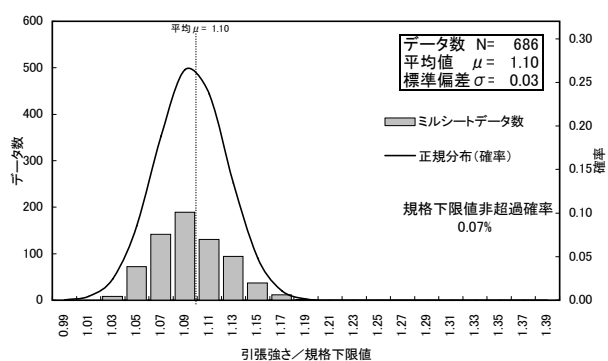
引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:Ⅰ)



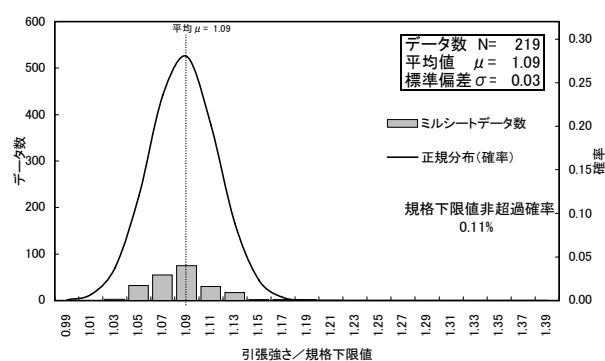
引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:Ⅱ)



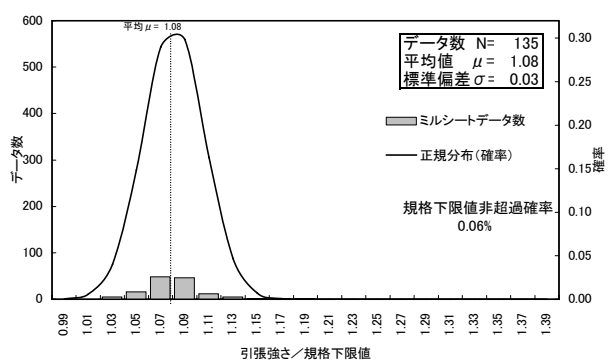
引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:Ⅲ)



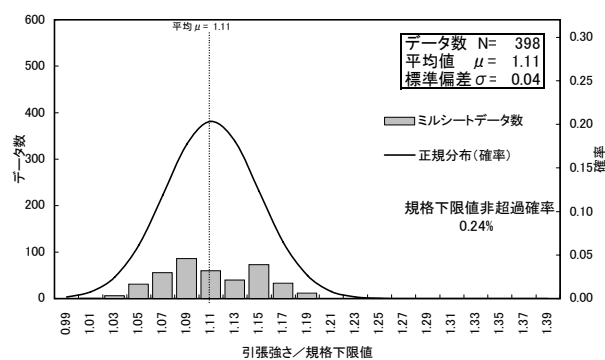
引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:Ⅳ)



引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:Ⅴ)



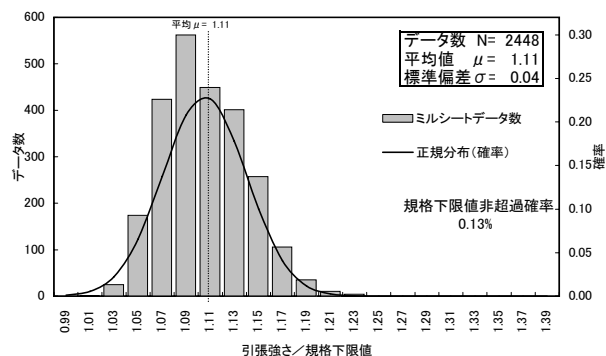
引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:Ⅵ)



引張強さ(鋼種:SM490A～C 公称板厚区分:全板厚)

公称板厚区分

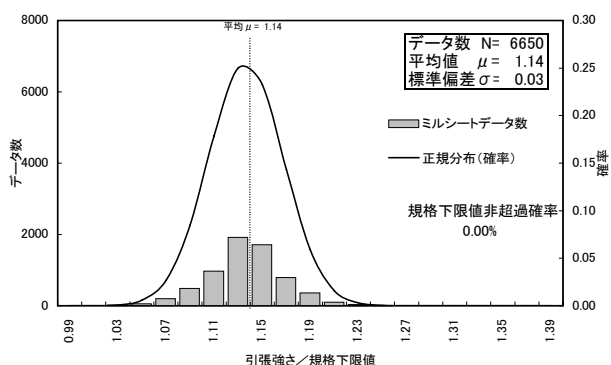
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



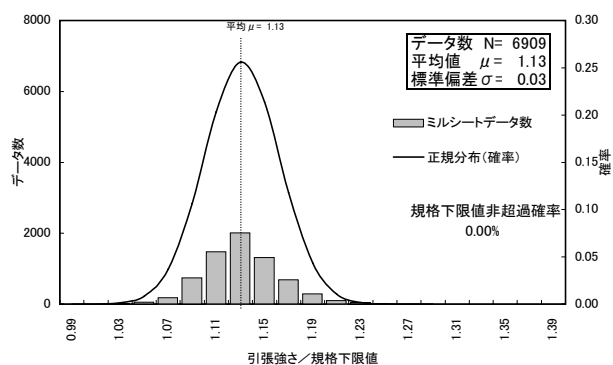
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(3/6)

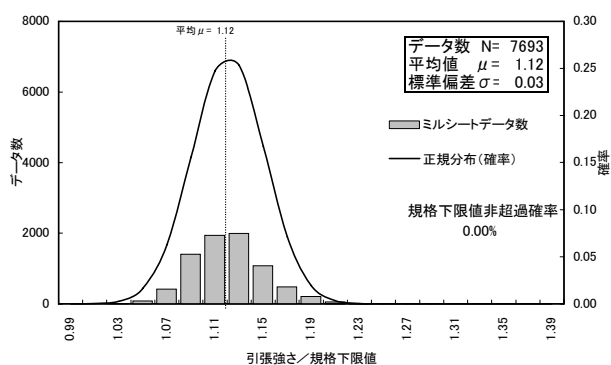
引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:Ⅰ)



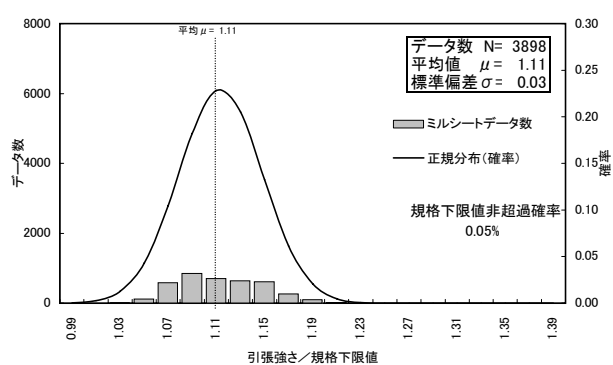
引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:Ⅱ)



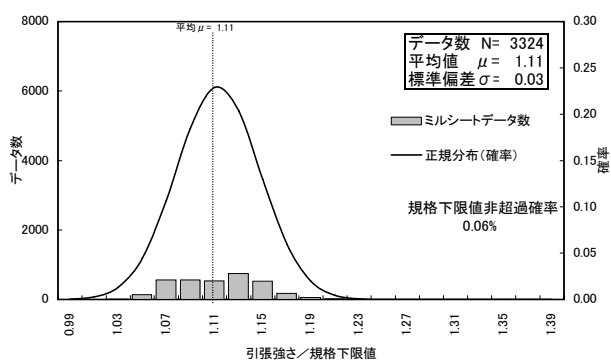
引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:Ⅲ)



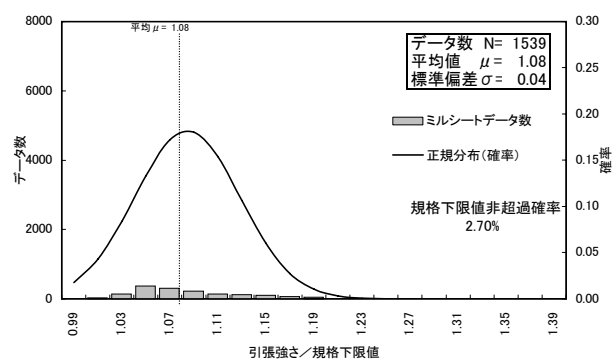
引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:Ⅳ)



引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:Ⅴ)

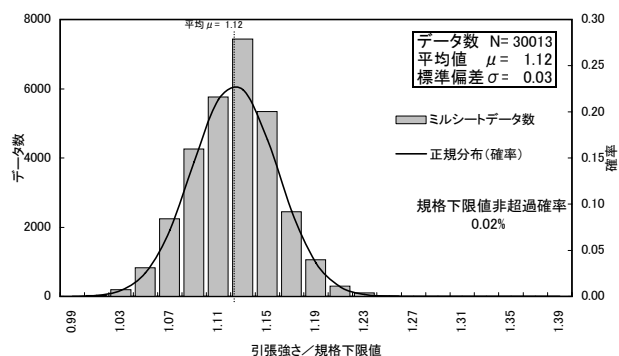


引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:Ⅵ)



引張強さ(鋼種:SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分:全板厚)

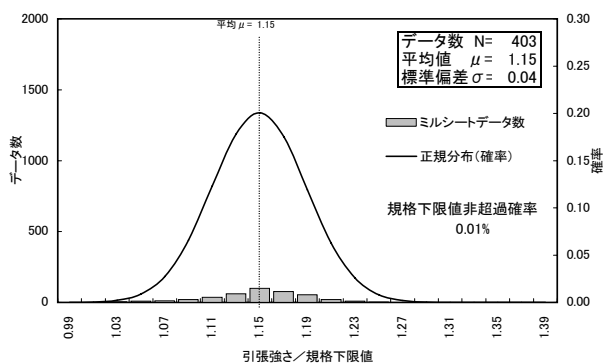
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



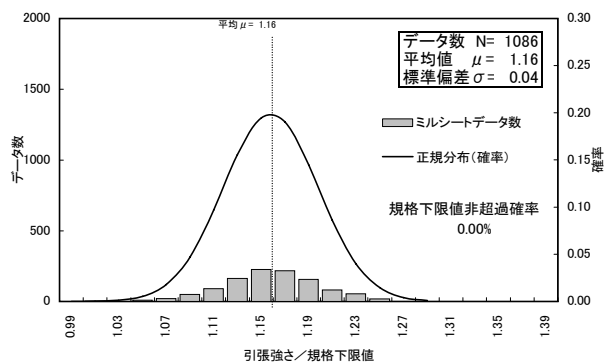
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(4/6)

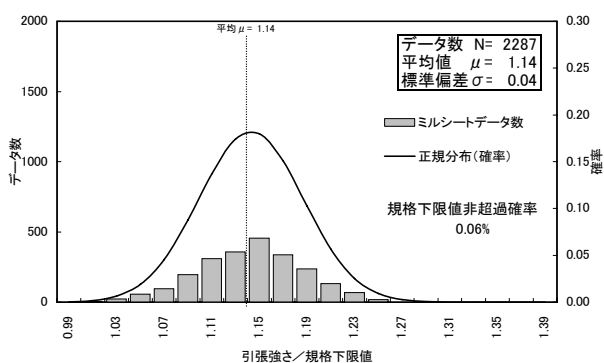
引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: I)



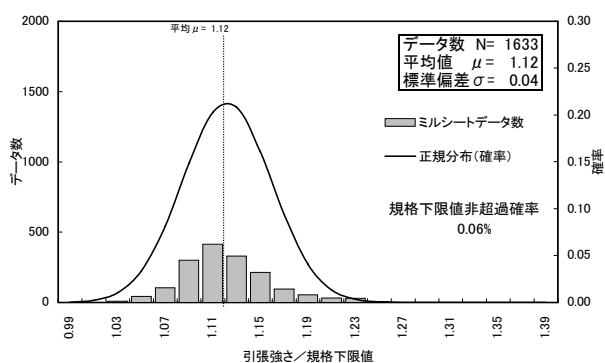
引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: II)



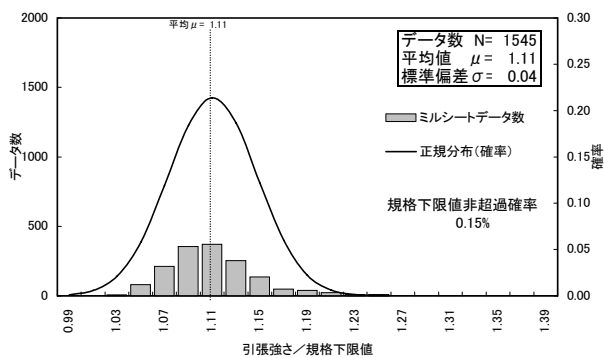
引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: III)



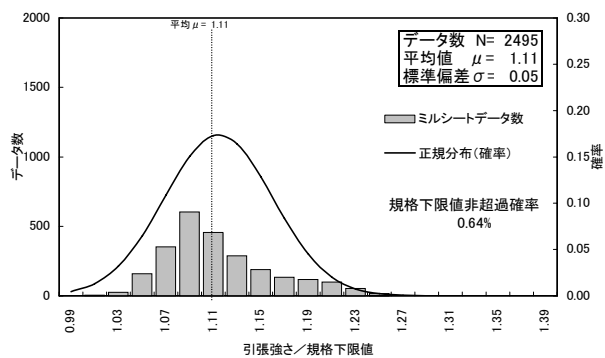
引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: IV)



引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: V)



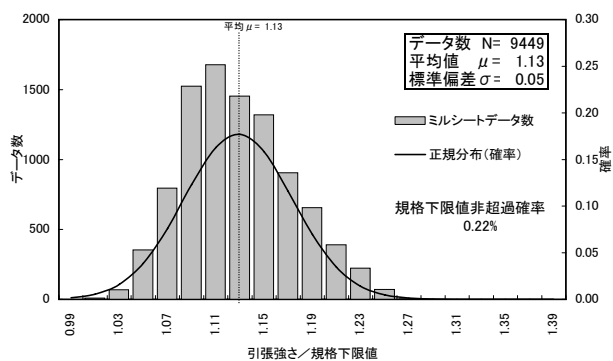
引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: VI)



引張強さ(鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分: 全板厚)

公称板厚区分

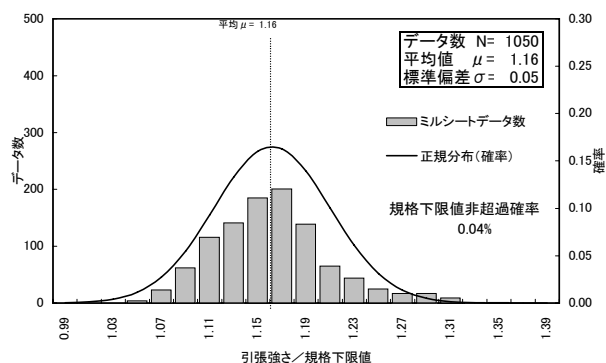
区分	板厚範囲 [mm]
I	$6 \leq t \leq 12$
II	$12 < t \leq 16$
III	$16 < t \leq 25$
IV	$25 < t \leq 32$
V	$32 < t \leq 40$
VI	$40 < t \leq 100$



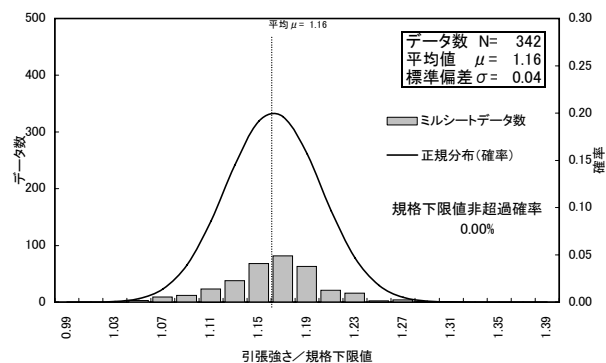
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(5/6)

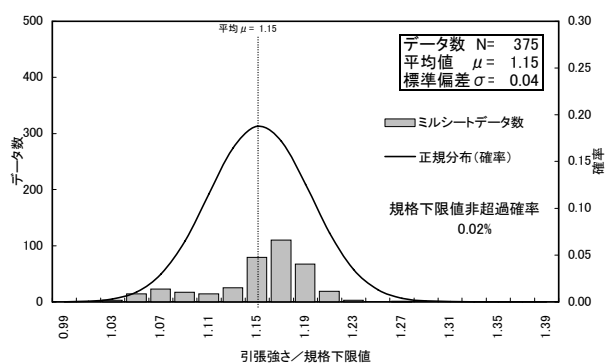
引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:Ⅰ)



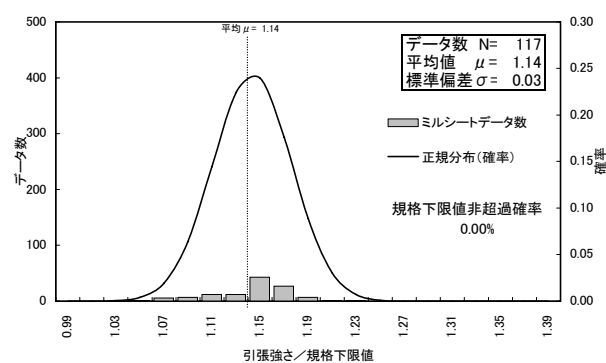
引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:Ⅱ)



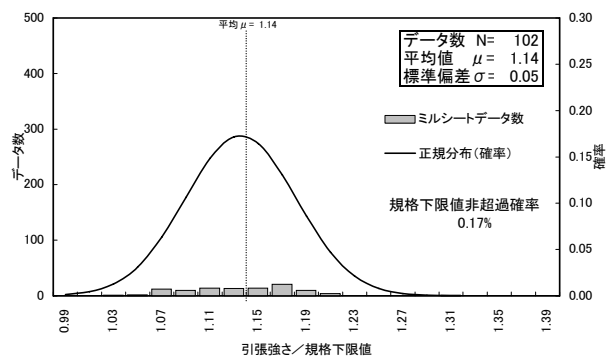
引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:Ⅲ)



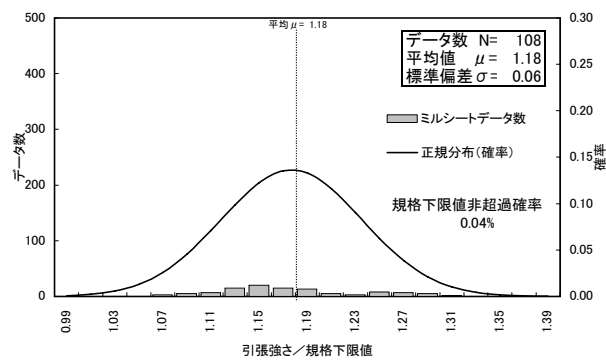
引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:Ⅳ)



引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:Ⅴ)

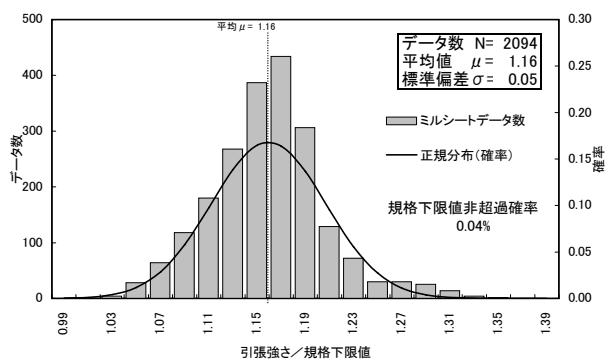


引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:Ⅵ)



引張強さ(鋼種:SMA400AW~CW 公称板厚区分:全板厚)

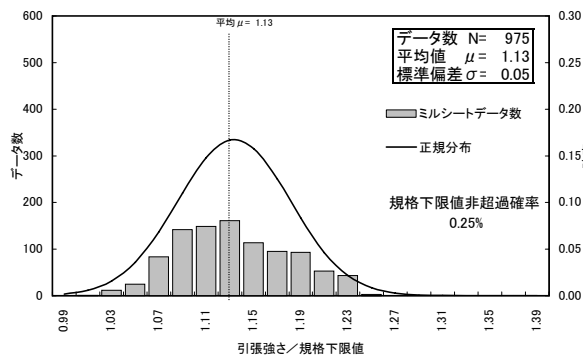
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	6 ≤ t ≤ 12
Ⅱ	12 < t ≤ 16
Ⅲ	16 < t ≤ 25
Ⅳ	25 < t ≤ 32
Ⅴ	32 < t ≤ 40
Ⅵ	40 < t ≤ 100



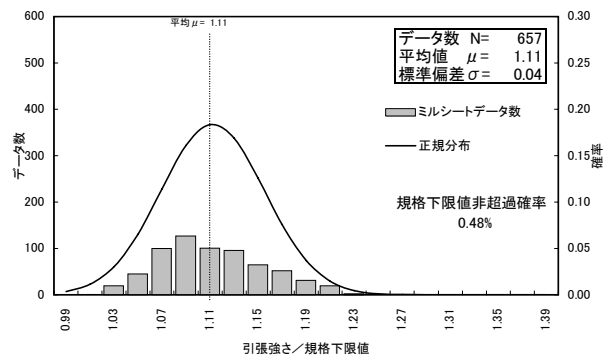
構造用鋼材の引張強さの頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(6/6)

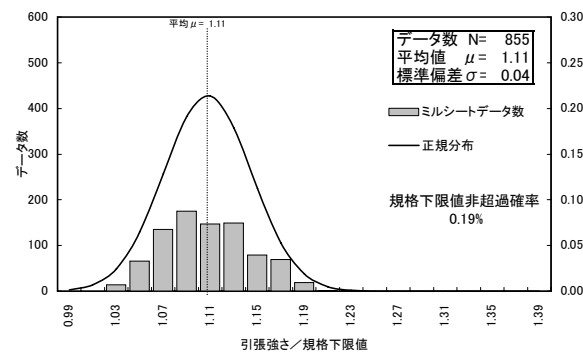
引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: I)



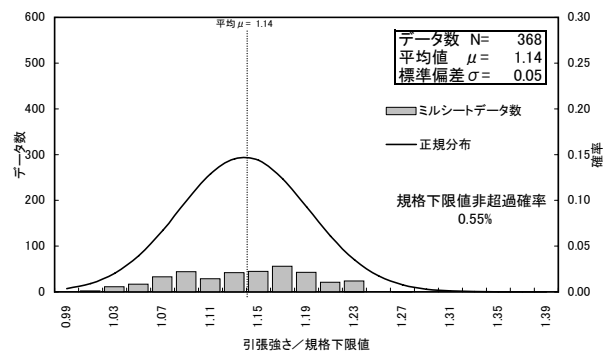
引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: II)



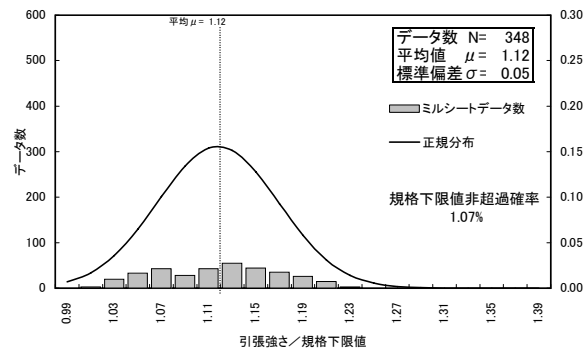
引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: III)



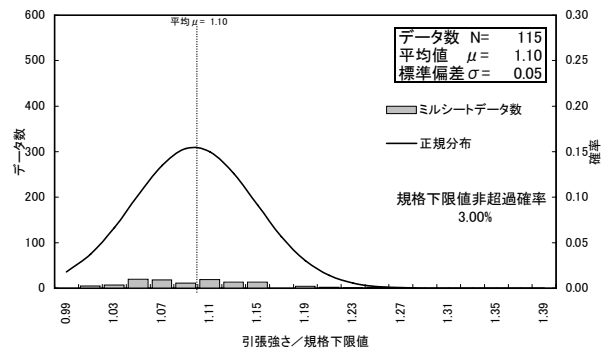
引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: IV)



引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: V)

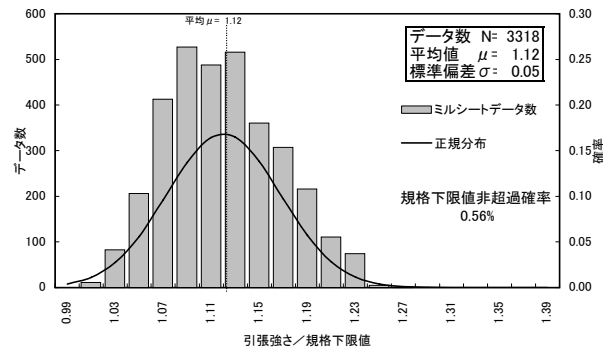


引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: VI)



引張強さ(鋼種:SMA490AW~CW 公称板厚区分: 全板厚)

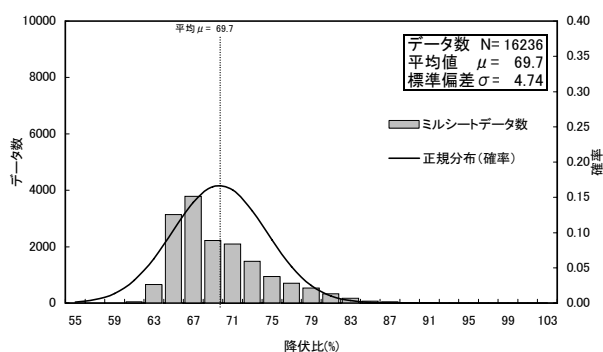
区分	板厚範囲 [mm]
I	$6 \leq t \leq 12$
II	$12 < t \leq 16$
III	$16 < t \leq 25$
IV	$25 < t \leq 32$
V	$32 < t \leq 40$
VI	$40 < t \leq 100$



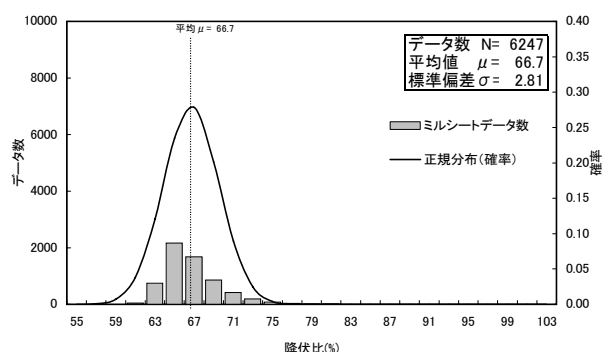
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(1/6)

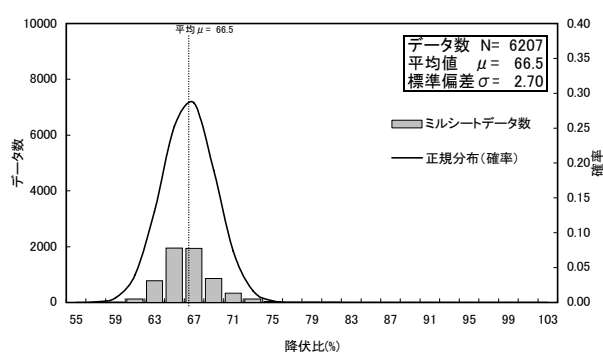
降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅰ）



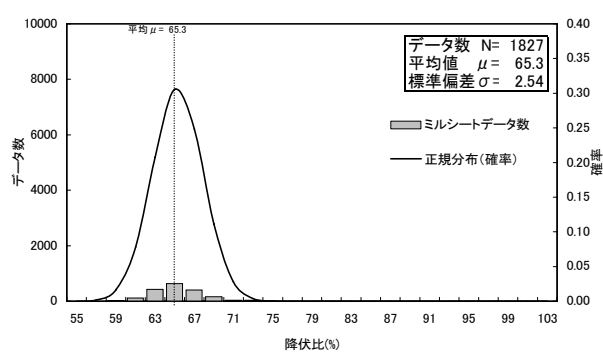
降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅱ）



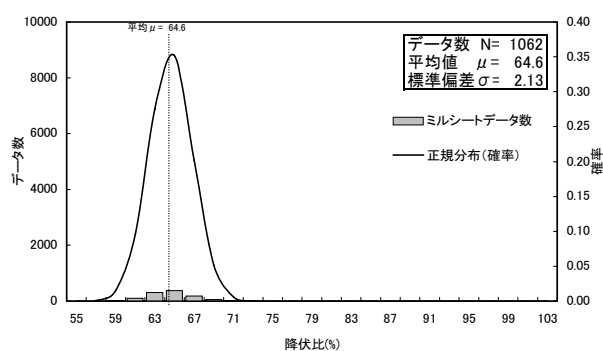
降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅲ）



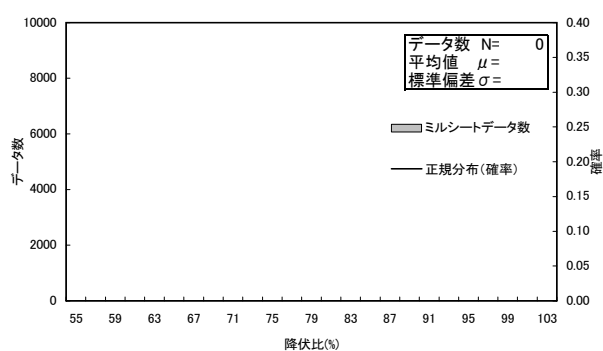
降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅳ）



降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅴ）

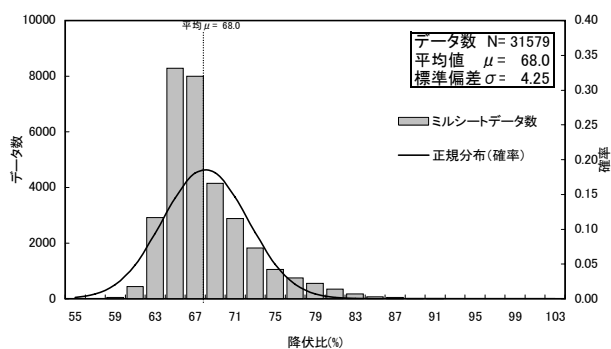


降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏比（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：全板厚）

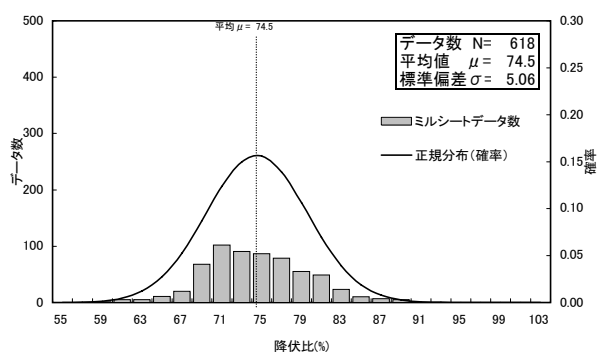
区分	板厚範囲 [mm]
I	$6 \leq t \leq 12$
II	$12 < t \leq 16$
III	$16 < t \leq 25$
IV	$25 < t \leq 32$
V	$32 < t \leq 40$
VI	$40 < t \leq 100$



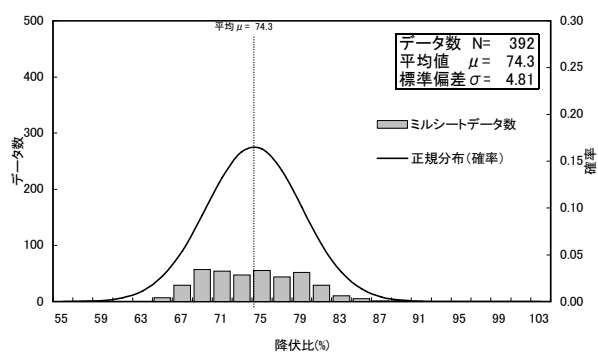
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(2/6)

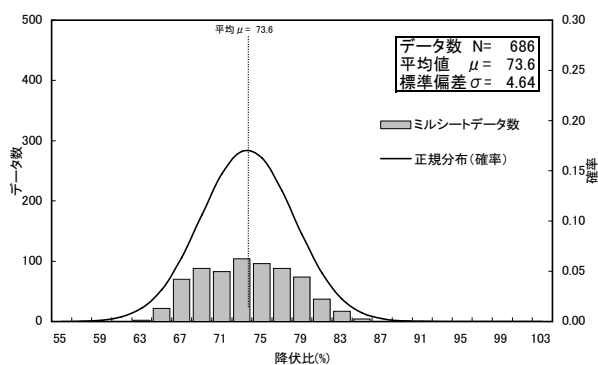
降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅰ）



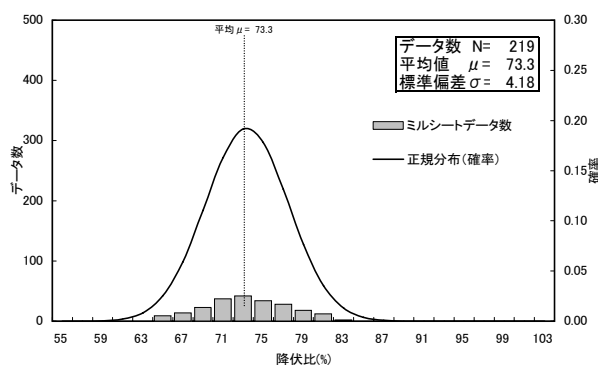
降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅱ）



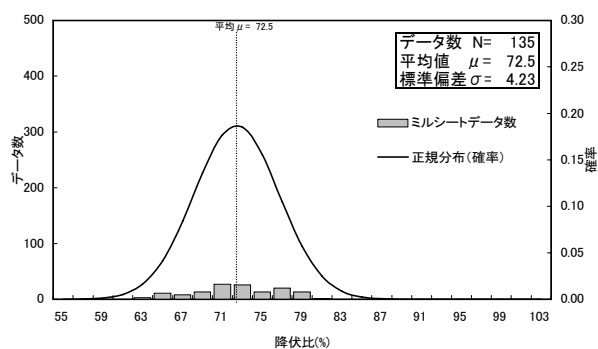
降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅲ）



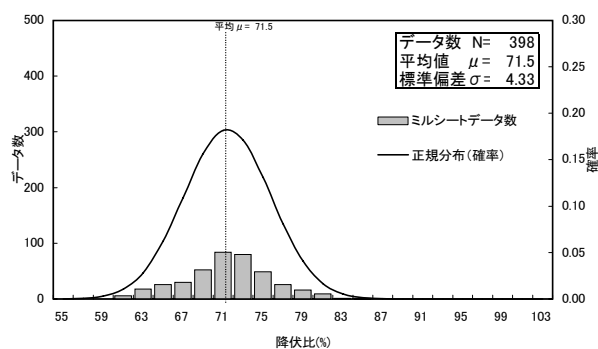
降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅳ）



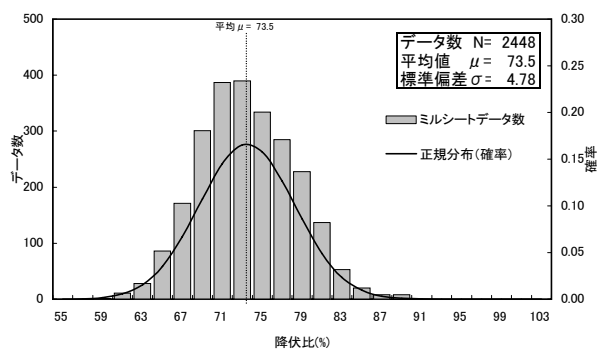
降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅴ）



降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏比（鋼種：SM490A～C 公称板厚区分：全板厚）



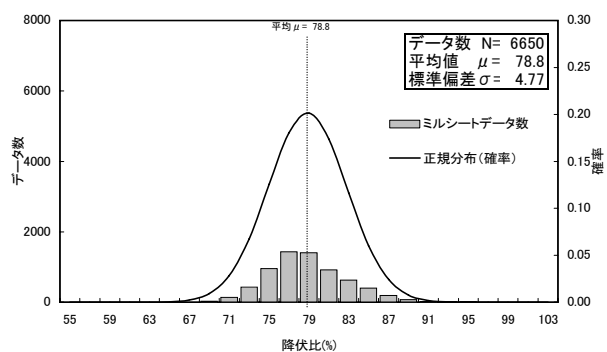
公称板厚区分

区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

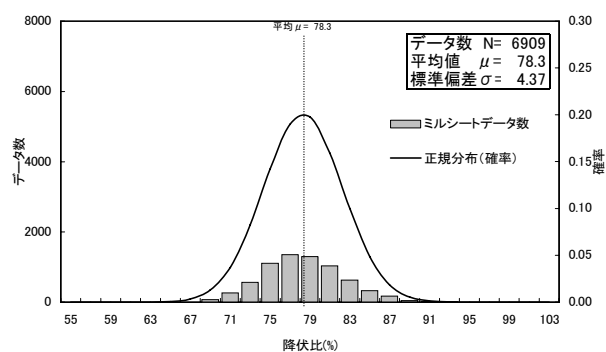
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(3/6)

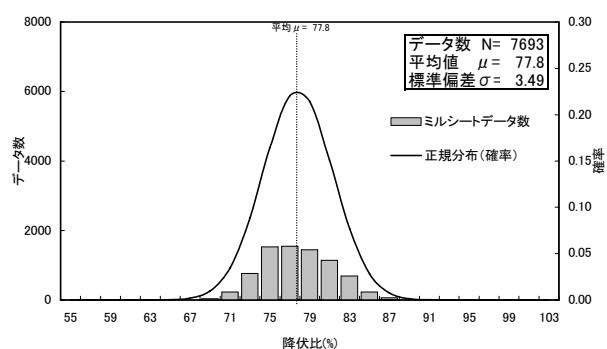
降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅰ）



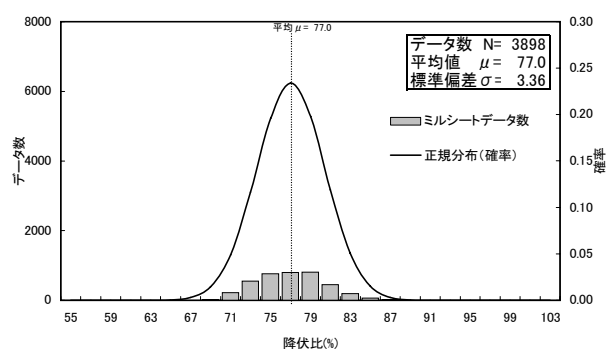
降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅱ）



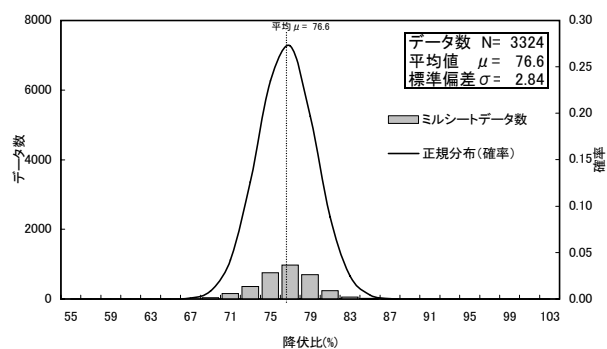
降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅲ）



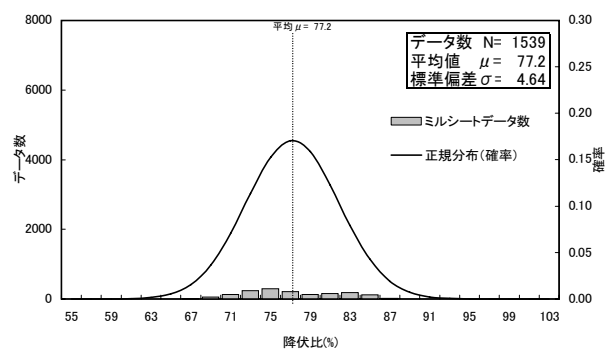
降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅳ）



降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅴ）

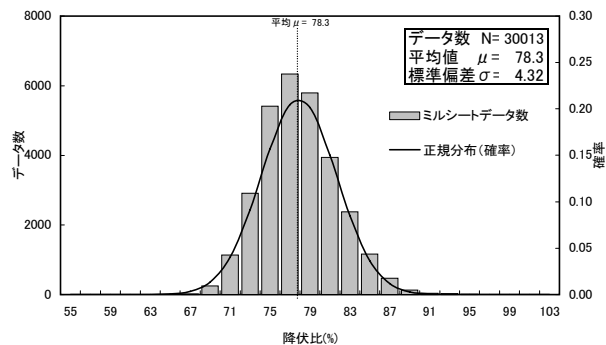


降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏比（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：全板厚）

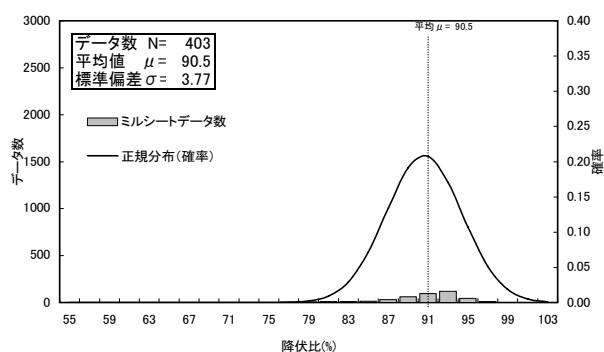
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



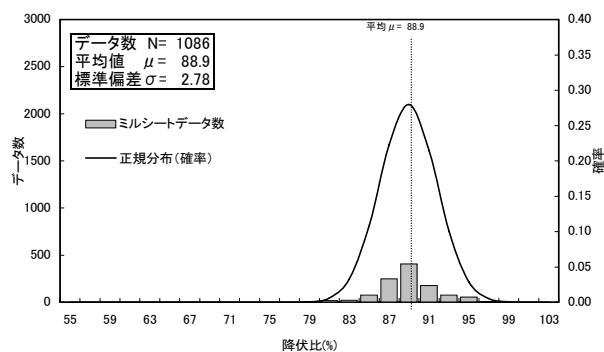
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(4/6)

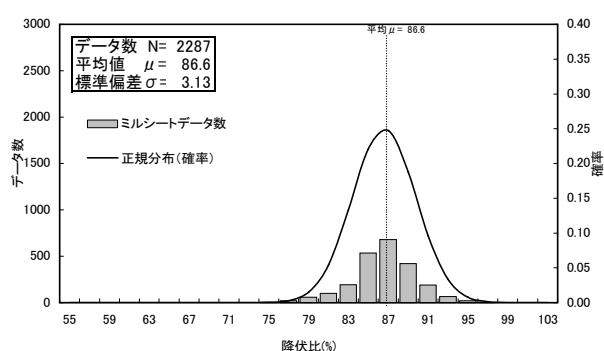
降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅰ）



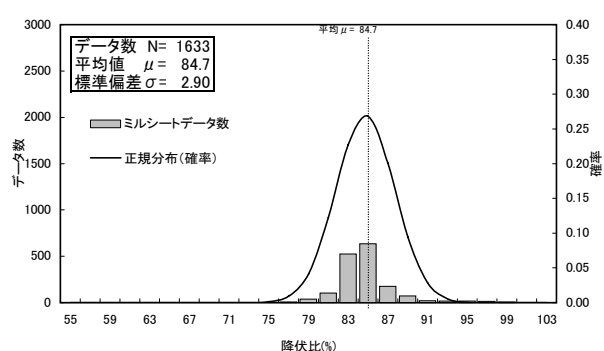
降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅱ）



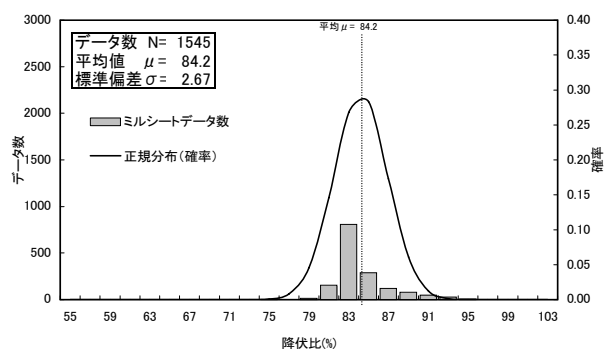
降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅲ）



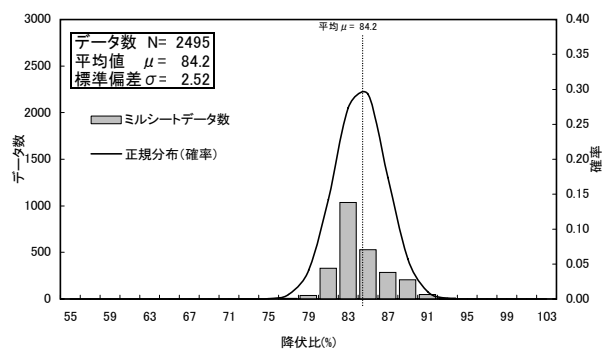
降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅳ）



降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅴ）

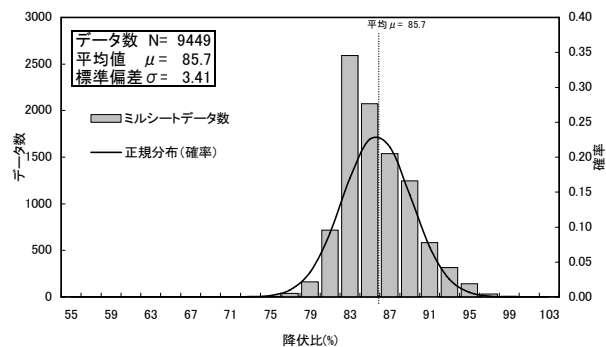


降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:Ⅵ）



降伏比（鋼種:SM570,SM570-H 公称板厚区分:全板厚）

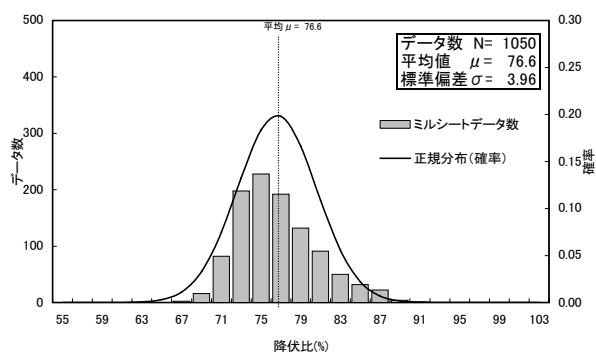
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



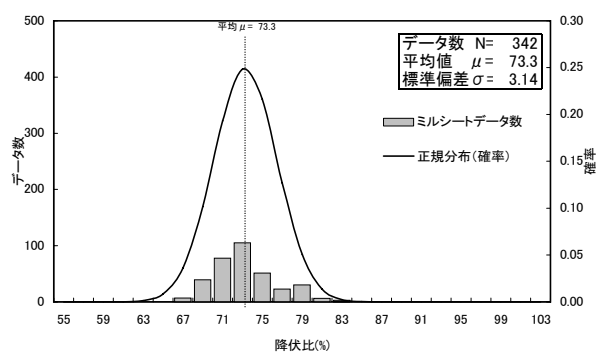
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(5/6)

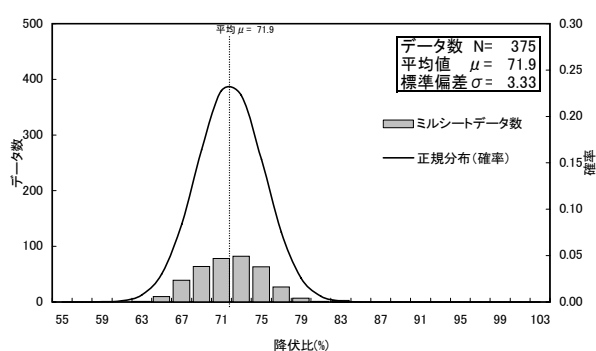
降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅰ）



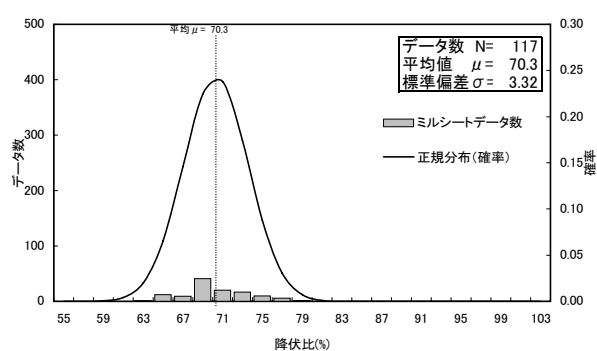
降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅱ）



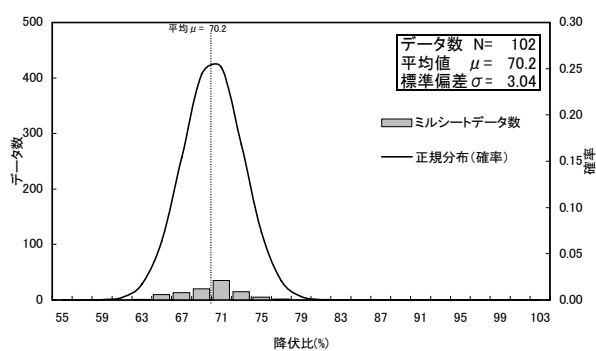
降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅲ）



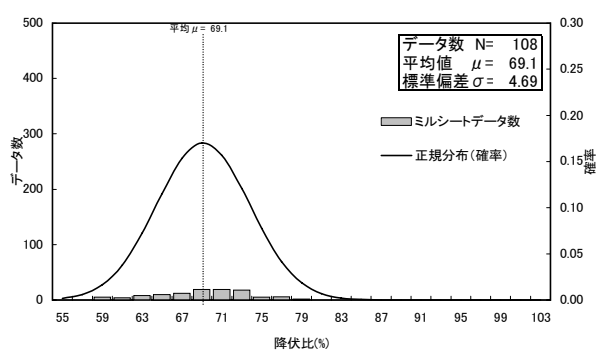
降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅳ）



降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅴ）



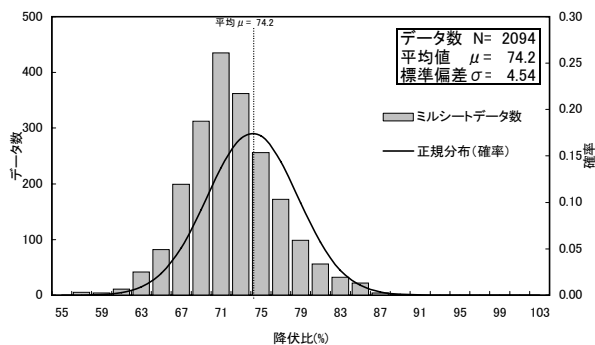
降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏比（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：全板厚）

公称板厚区分

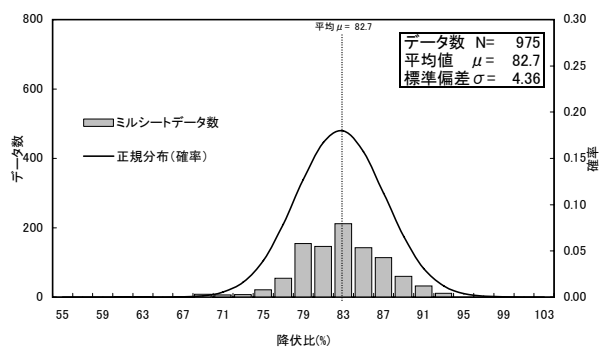
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



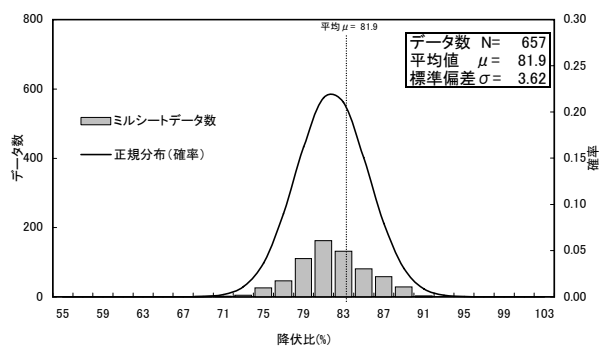
構造用鋼材の降伏比の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(6/6)

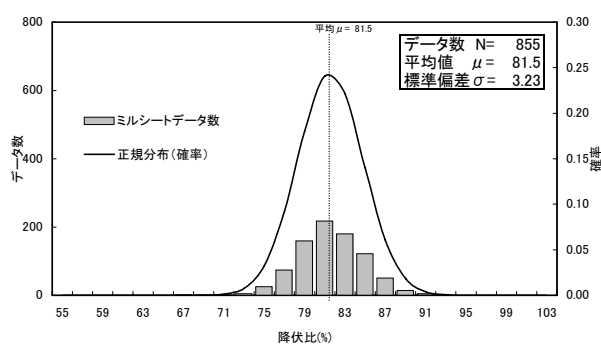
降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅰ）



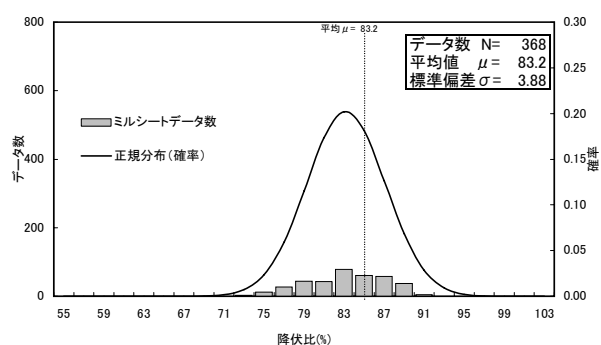
降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅱ）



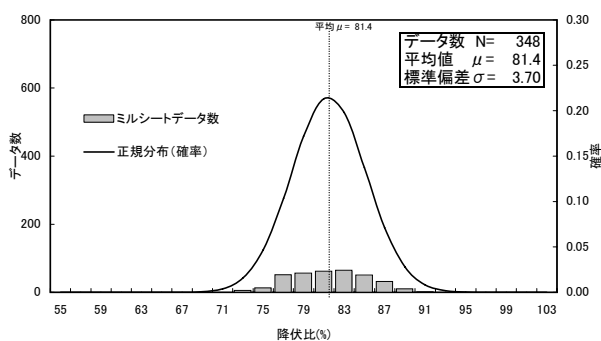
降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅲ）



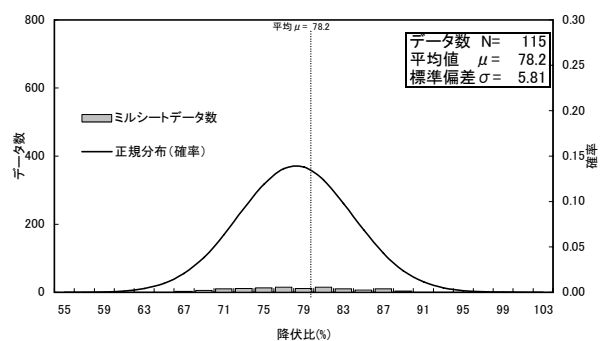
降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅳ）



降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅴ）

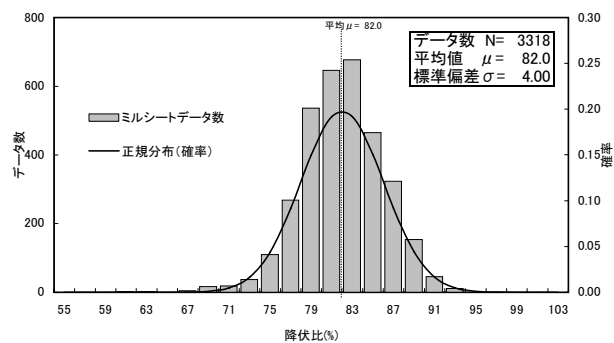


降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅵ）



降伏比（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：全板厚）

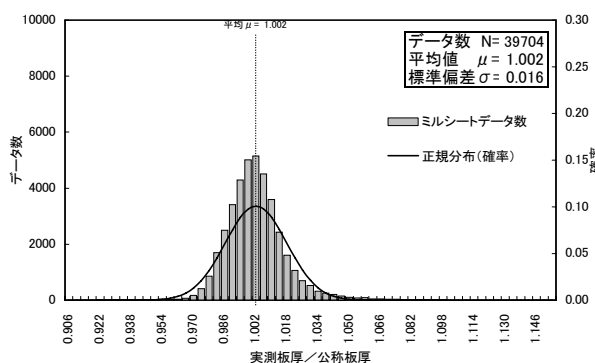
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



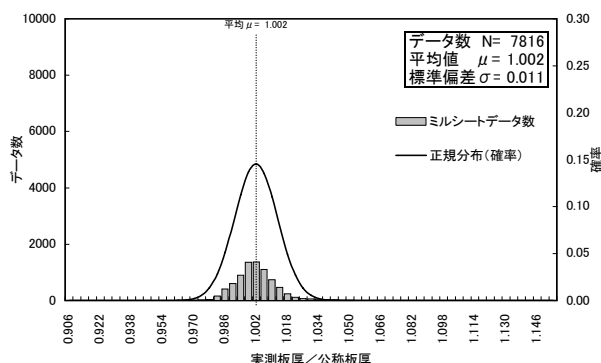
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(1/6)

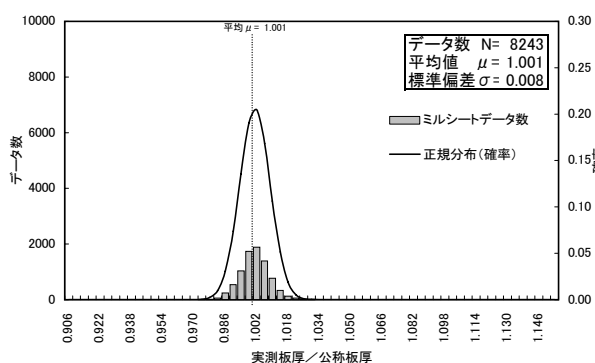
板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅰ）



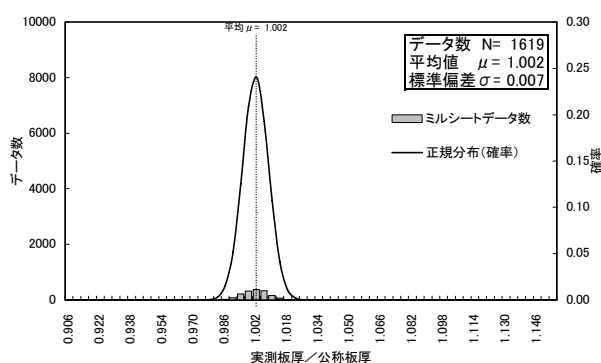
板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅱ）



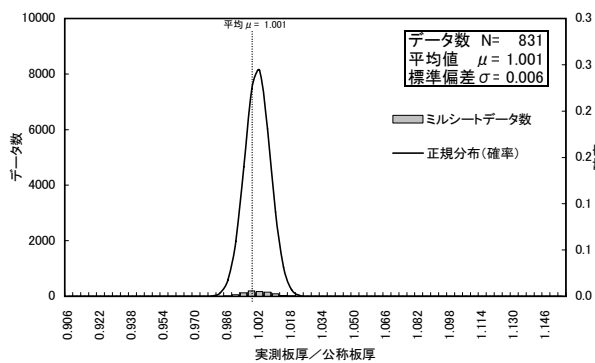
板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅲ）



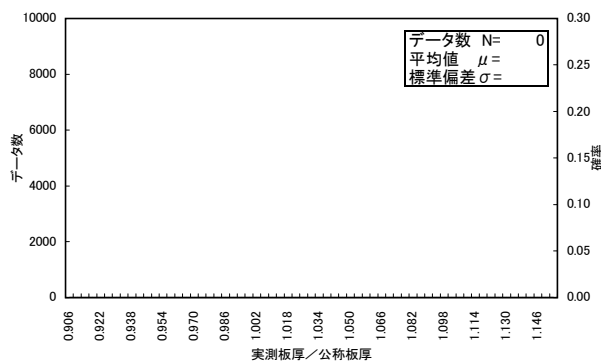
板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅳ）



板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅴ）

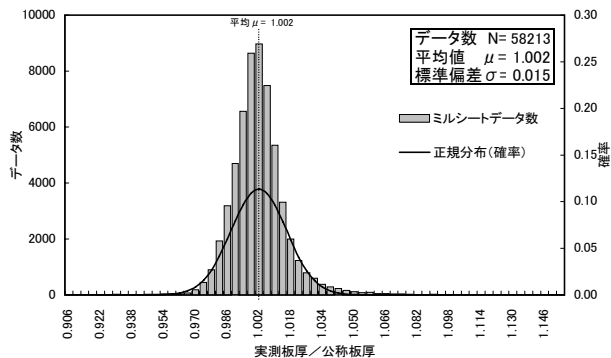


板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：Ⅵ）



板厚精度（鋼種:SS400,SM400A～C 公称板厚区分：全板厚）

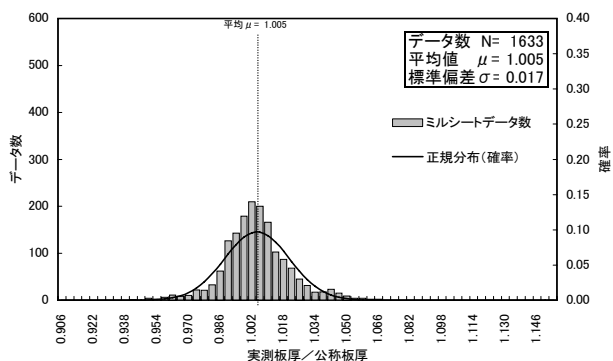
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



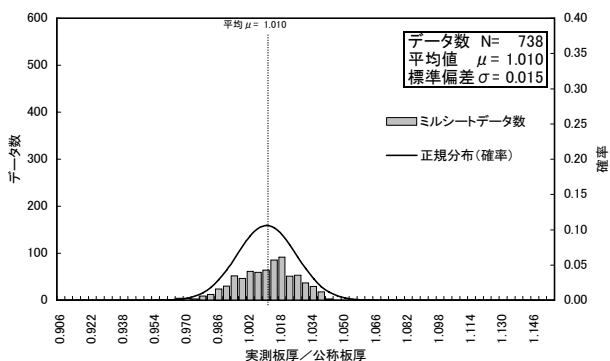
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(2/6)

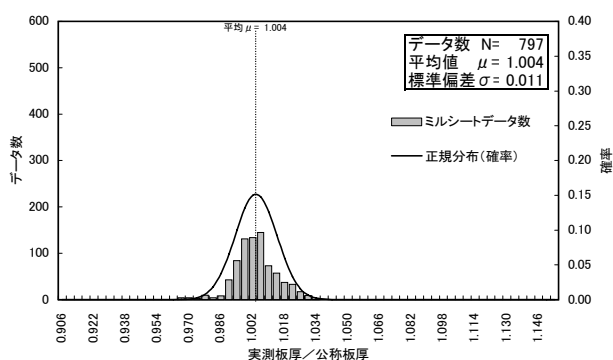
板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：Ⅰ）



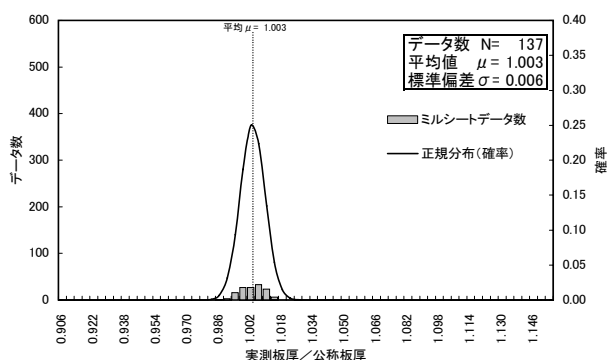
板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：Ⅱ）



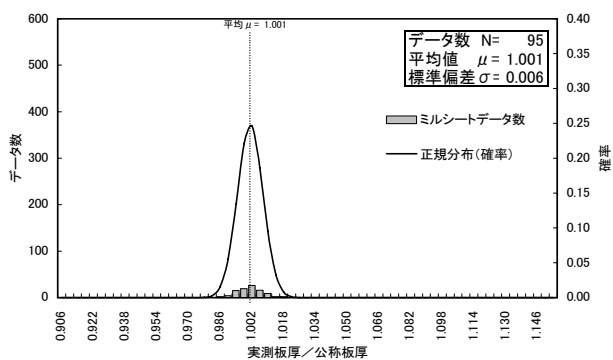
板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：Ⅲ）



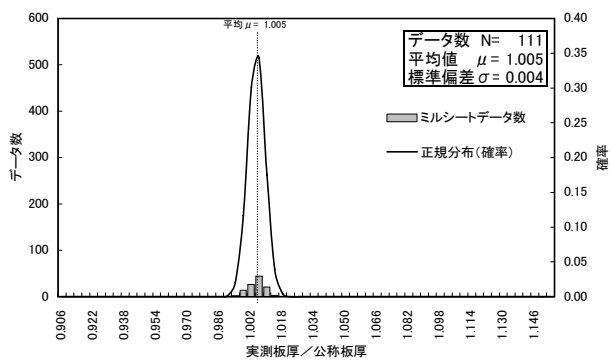
板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：Ⅳ）



板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：Ⅴ）



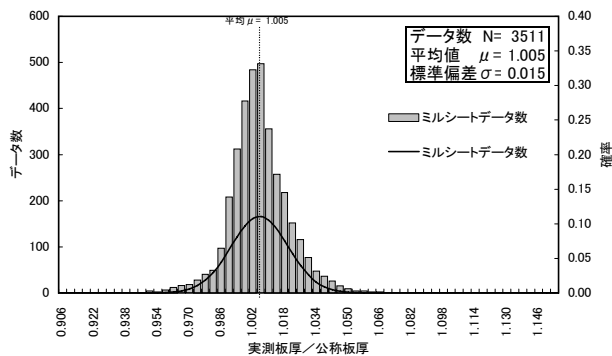
板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：Ⅵ）



板厚精度（鋼種:SM490A～C 公称板厚区分：全板厚）

公称板厚区分

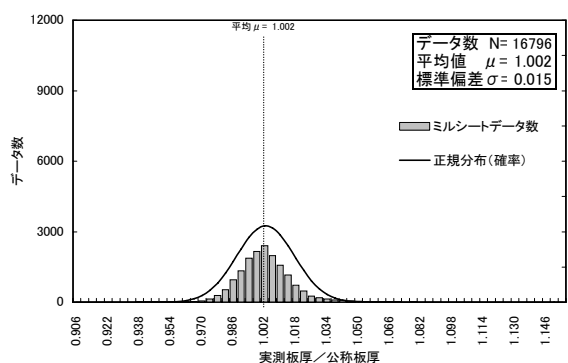
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



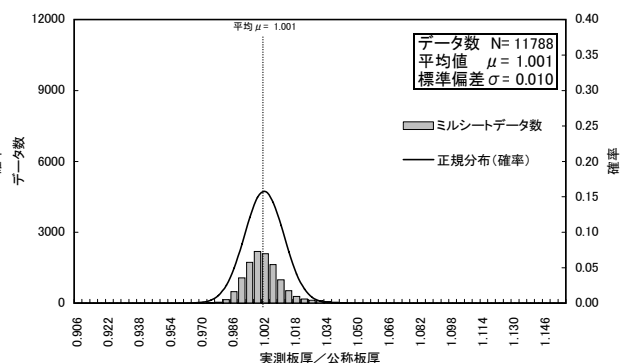
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(3/6)

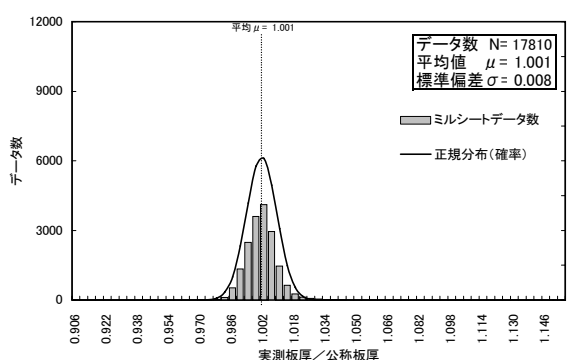
板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅰ）



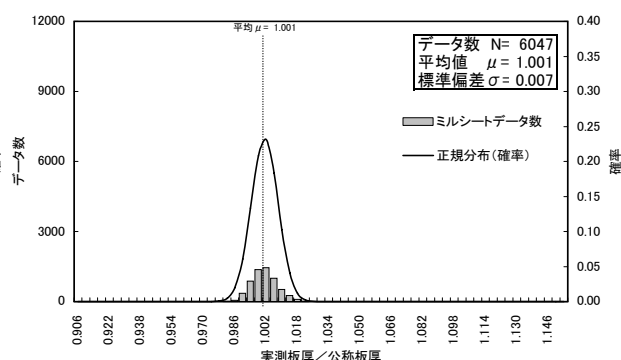
板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅱ）



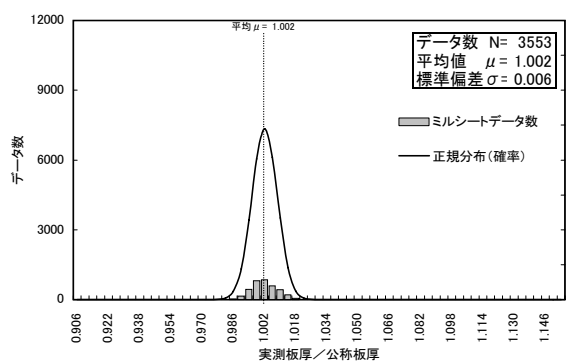
板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅲ）



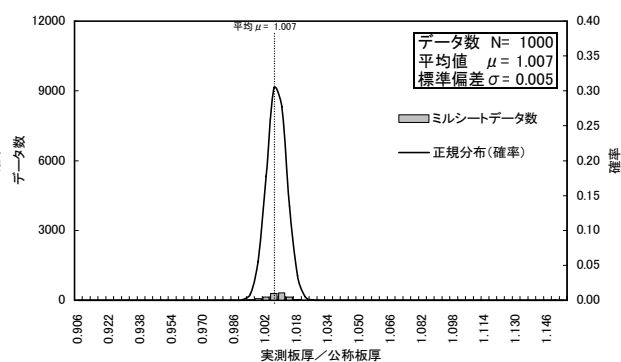
板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅳ）



板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅴ）

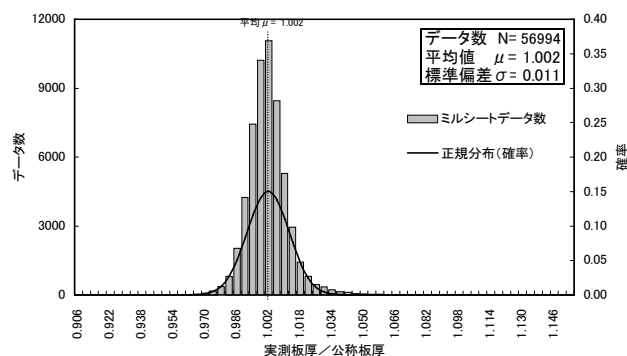


板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：Ⅵ）



板厚精度（鋼種：SM490YA,YB,SM520-H 公称板厚区分：全板厚）

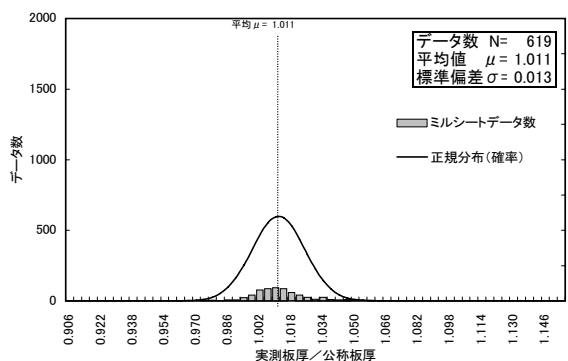
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



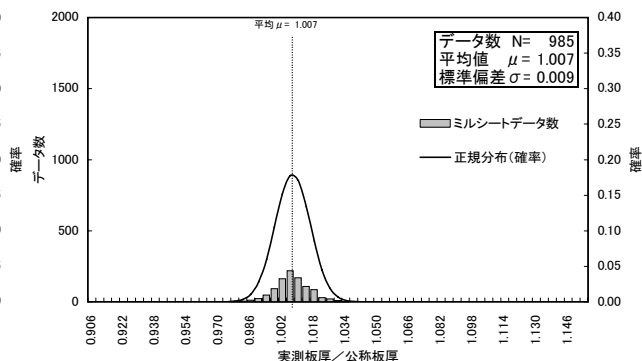
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(4/6)

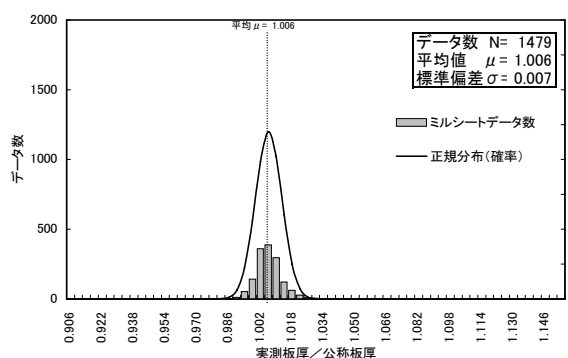
板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：Ⅰ）



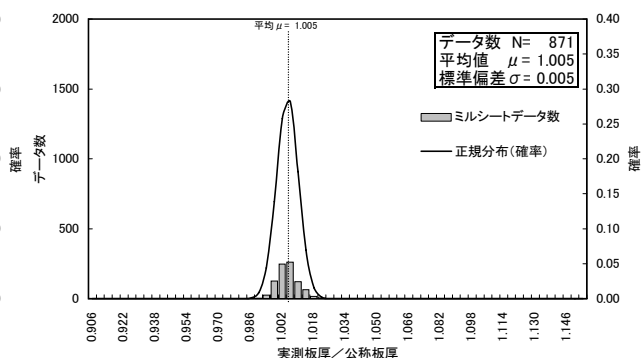
板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：Ⅱ）



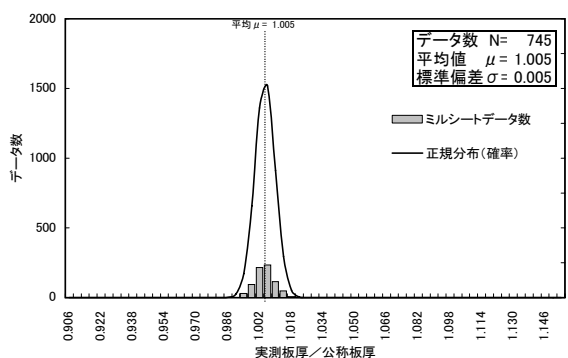
板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：Ⅲ）



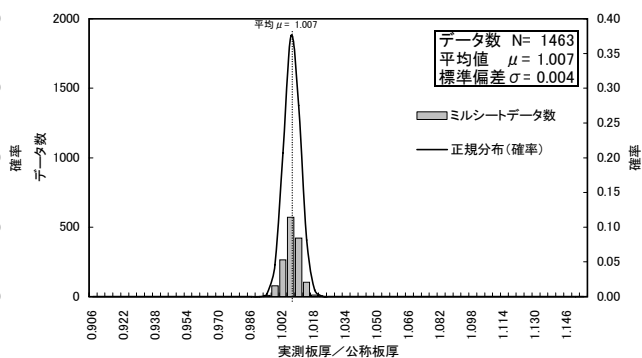
板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：Ⅳ）



板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：Ⅴ）

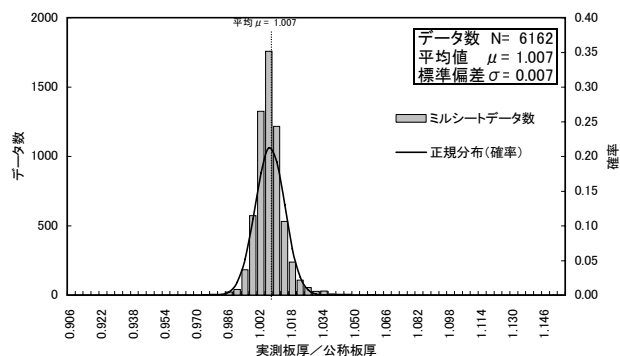


板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：Ⅵ）



板厚精度（鋼種：SM570,SM570-H 公称板厚区分：全板厚）

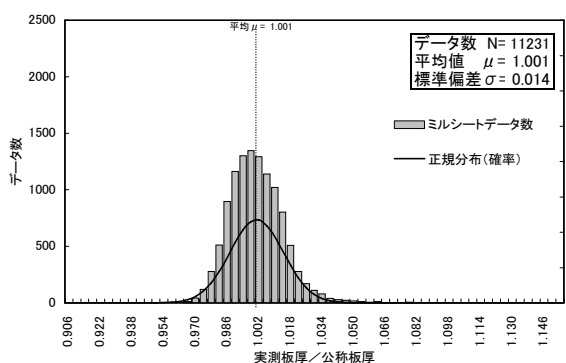
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



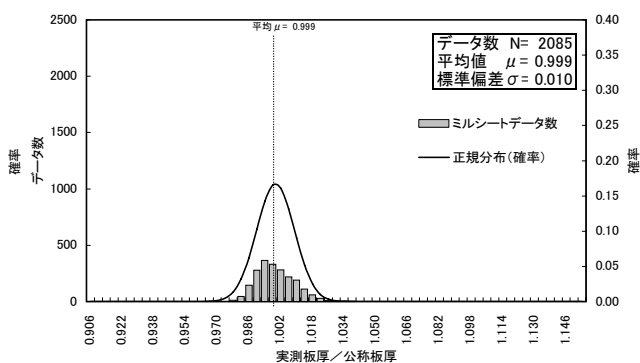
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種、公称板厚区分）

(5/6)

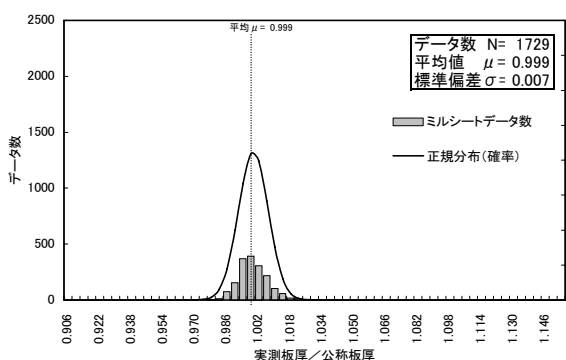
板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅰ）



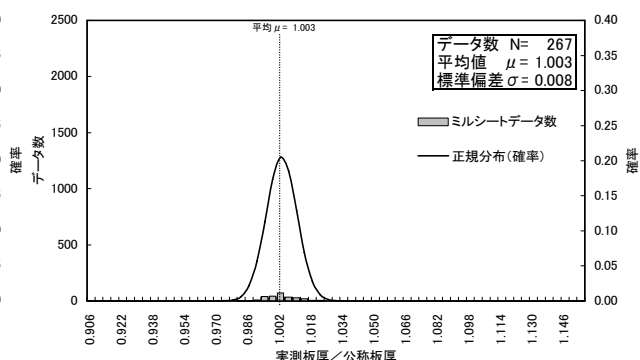
板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅱ）



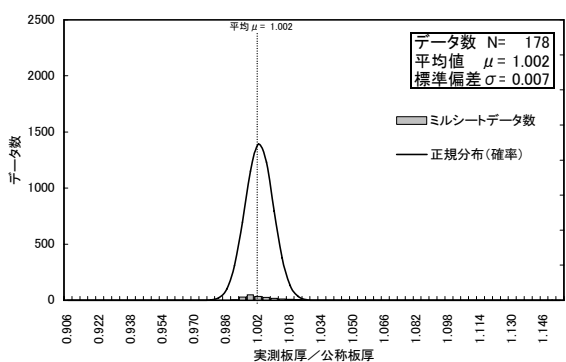
板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅲ）



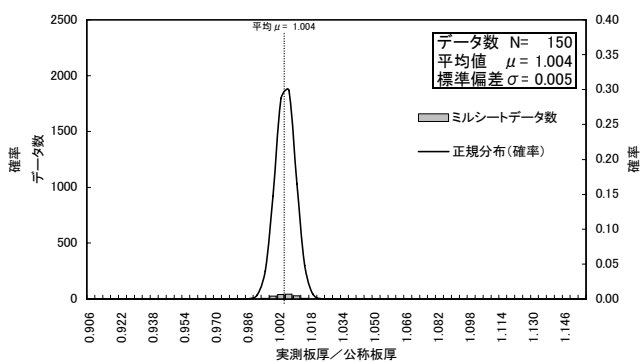
板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅳ）



板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅴ）

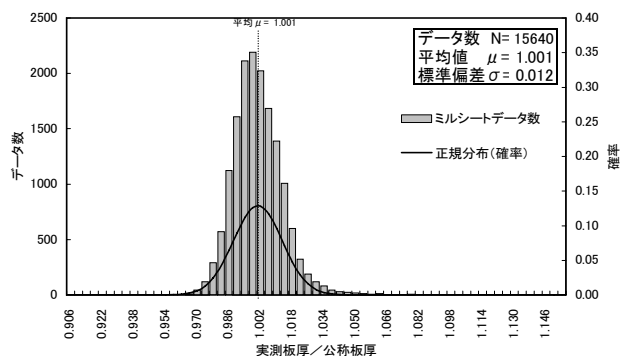


板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：Ⅵ）



板厚精度（鋼種:SMA400AW～CW 公称板厚区分：全板厚）

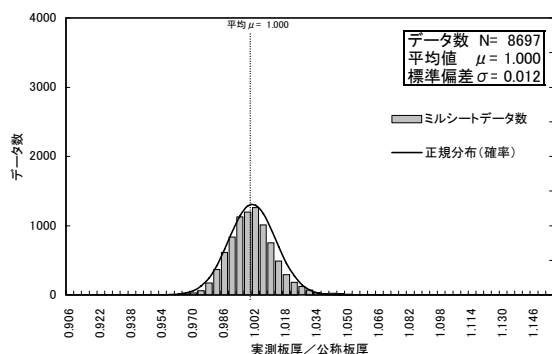
区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$



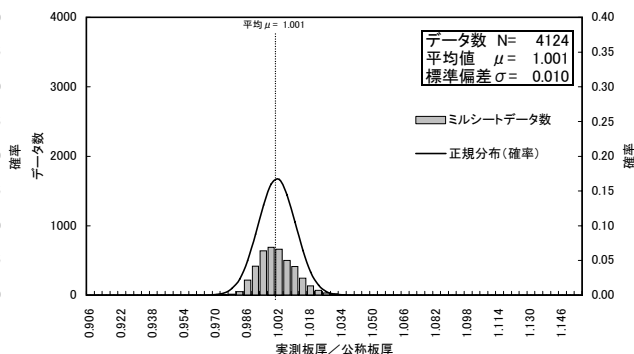
構造用鋼材の板厚精度の頻度分布（鋼種，公称板厚区分）

(6/6)

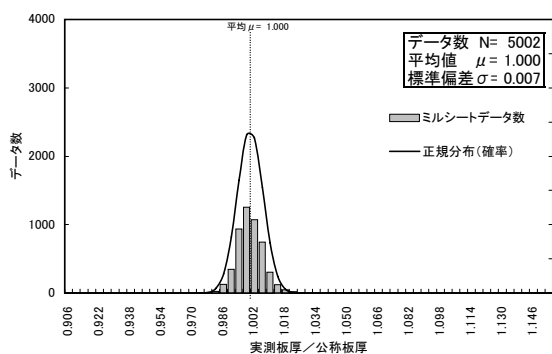
板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅰ）



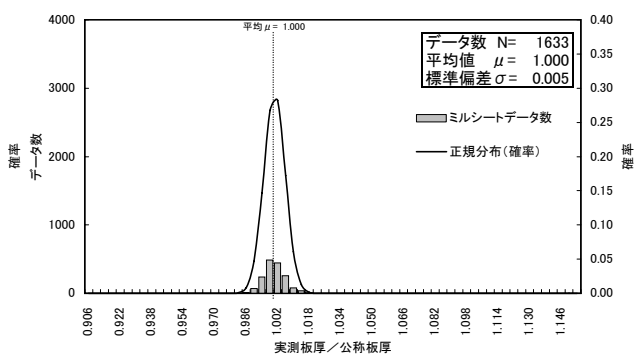
板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅱ）



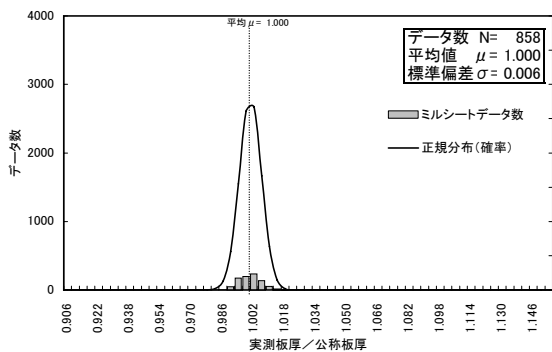
板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅲ）



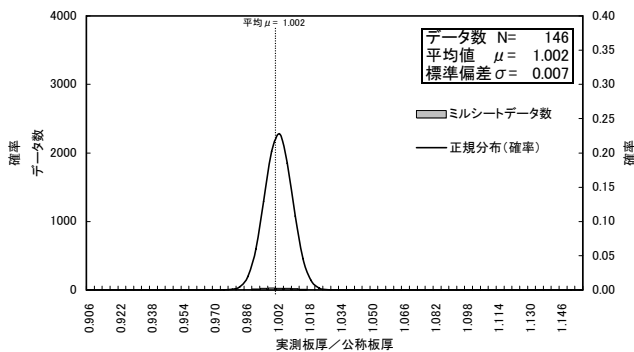
板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅳ）



板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅴ）

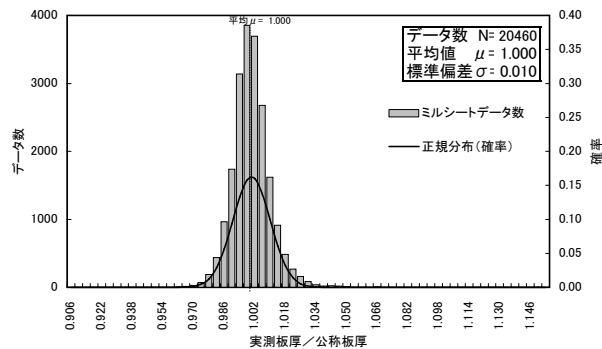


板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：Ⅵ）



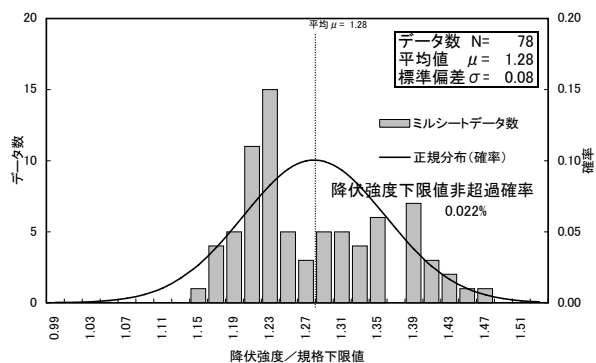
板厚精度（鋼種:SMA490AW～CW 公称板厚区分：全板厚）

区分	板厚範囲 [mm]
Ⅰ	$6 \leq t \leq 12$
Ⅱ	$12 < t \leq 16$
Ⅲ	$16 < t \leq 25$
Ⅳ	$25 < t \leq 32$
Ⅴ	$32 < t \leq 40$
Ⅵ	$40 < t \leq 100$

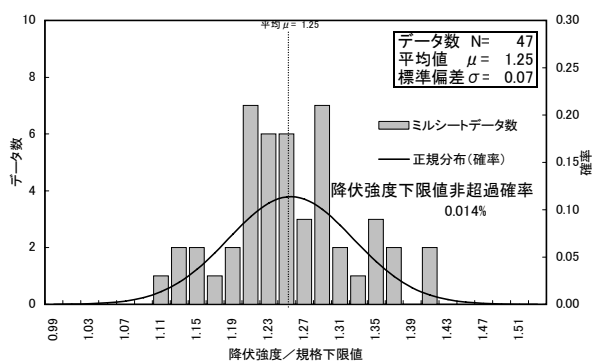


形鋼の降伏強度の頻度分布（鋼種，形状区分）

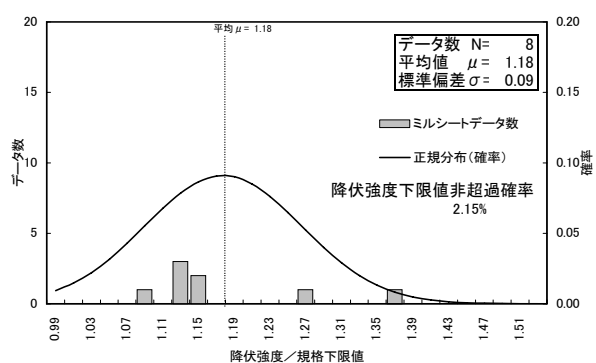
降伏強度 (H形鋼 鋼種: SS400, SM400A~B, SN400A~B)



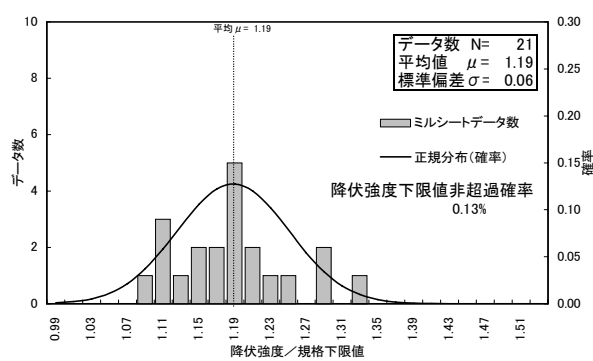
降伏強度 (外法一定H形鋼 鋼種: SS400, SM400A~B)



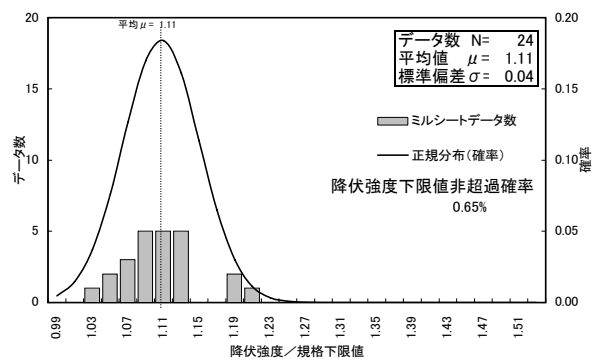
降伏強度 (H形鋼 鋼種: SM490A~B)



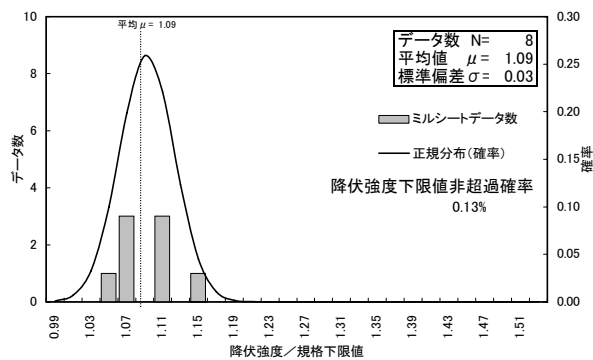
降伏強度 (外法一定H形鋼 鋼種: SM490A~B, SN490B)



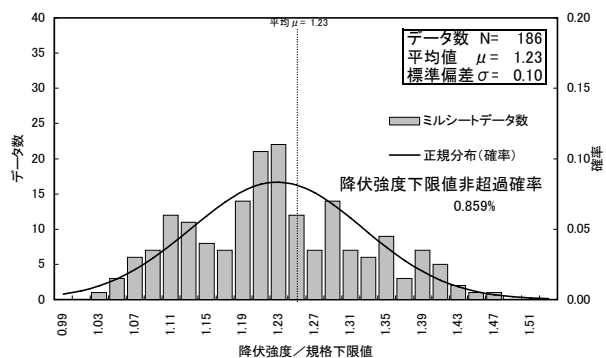
降伏強度 (H形鋼 鋼種: SM490YA~YB)



降伏強度 (外法一定H形鋼 鋼種: SM490YA)

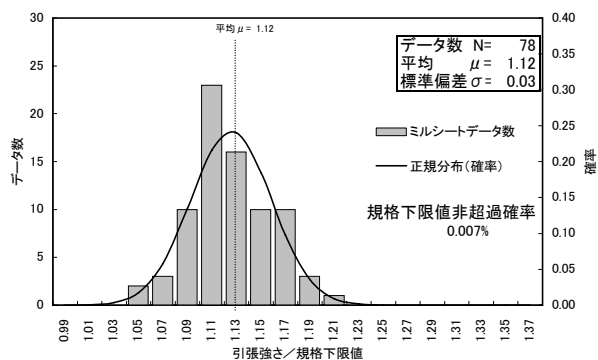


降伏強度 (形鋼 全鋼種)

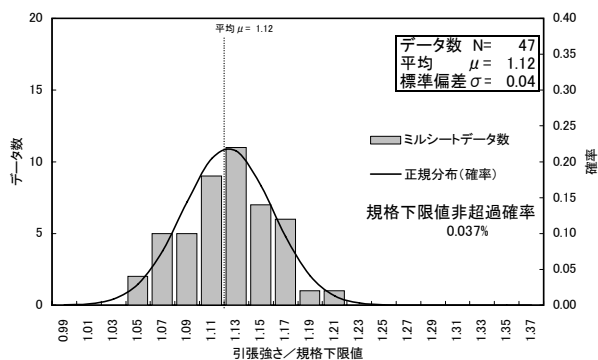


形鋼の引張強さの頻度分布（鋼種，形状区分）

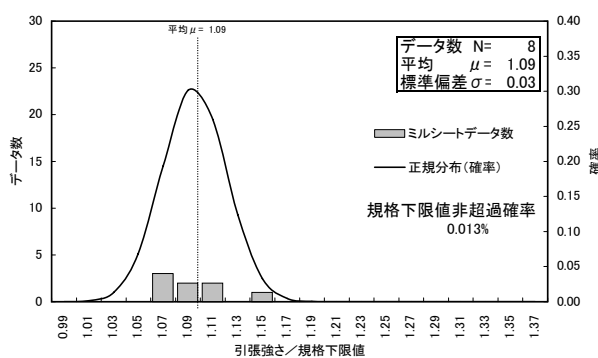
引張強さ(H形鋼 鋼種:SS400,SM400A~B,SN400A~B)



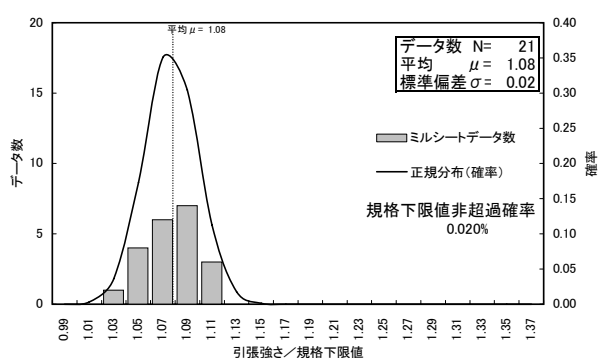
引張強さ(外法一定H形鋼 鋼種:SS400,SM400A~B)



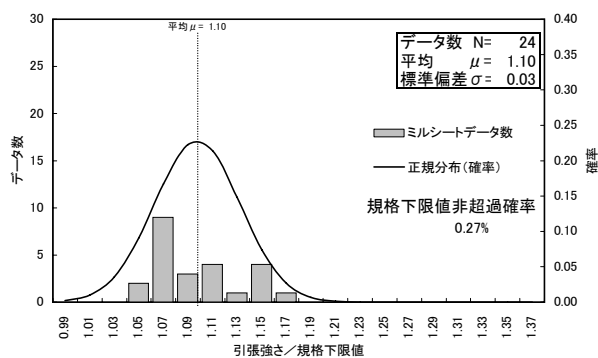
引張強さ(H形鋼 鋼種:SM490A~B)



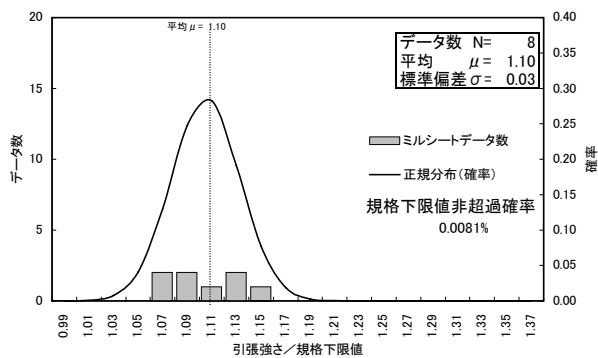
引張強さ(外法一定H形鋼 鋼種:SM490A~B,SN490B)



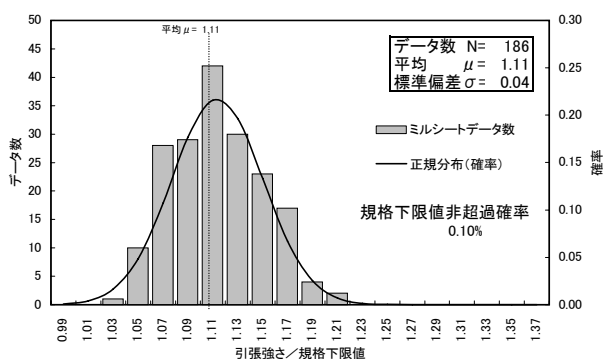
引張強さ(H形鋼 鋼種:SM490YA~YB)



引張強さ(外法一定H形鋼 鋼種:SM490YA)

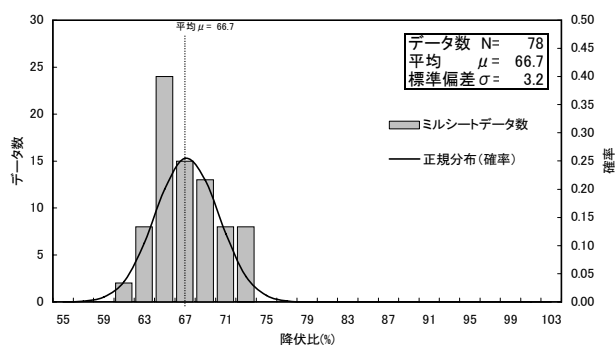


引張強さ(H形鋼 全鋼種)

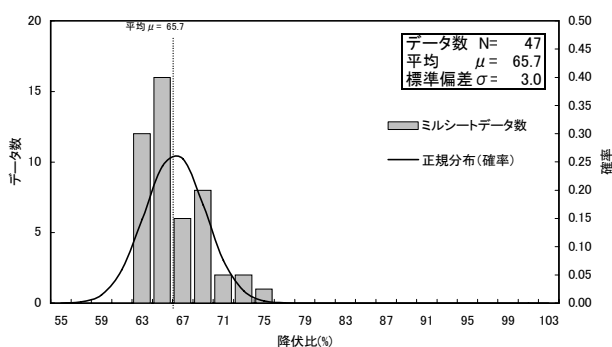


形鋼の降伏比の頻度分布（鋼種、形状区分）

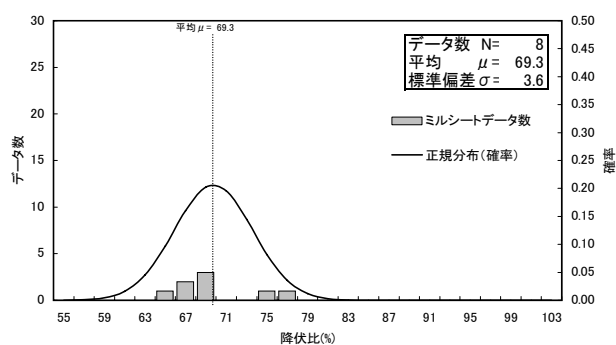
降伏比 (H形鋼 鋼種:SS400,SM400A～B,SN400A～B)



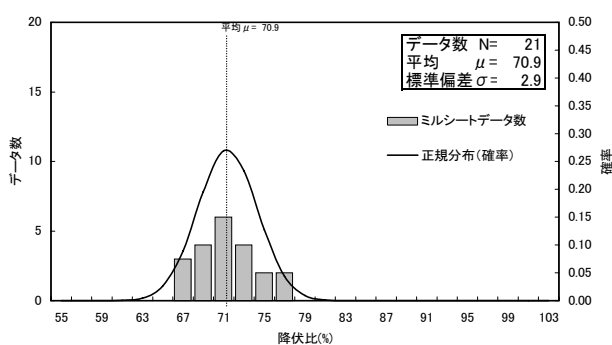
降伏比 (外法一定H形鋼 鋼種:SS400,SM400A～B)



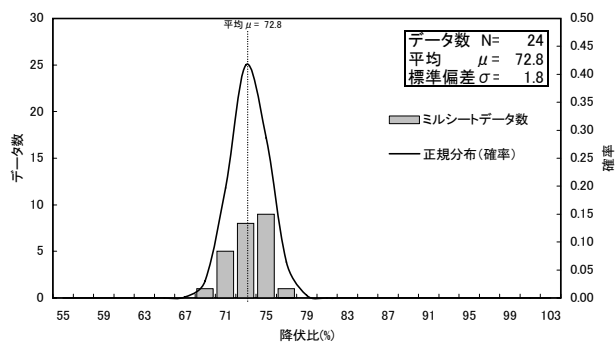
降伏比 (H形鋼 鋼種:SM490A～B)



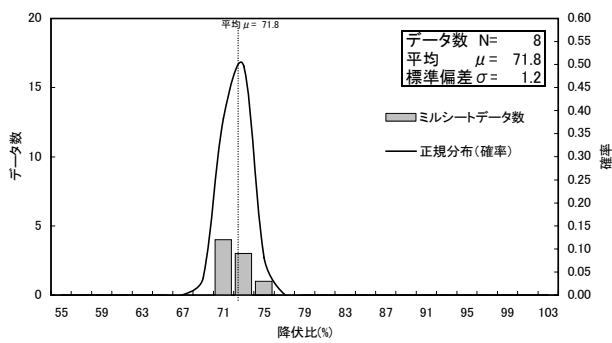
降伏比 (外法一定H形鋼 鋼種:SM490A～B,SN490B)



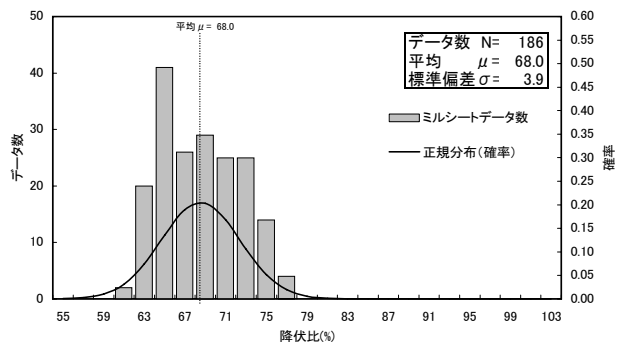
降伏比 (H形鋼 鋼種:SM490YA～YB)



降伏比 (外法一定H形鋼 鋼種:SM490YA)



降伏比 (H形鋼 全鋼種)



土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No.4090 March 2008

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 電話029-879-6754