

鋼 構 造 学

工 学 博 士 伊 藤 學
博 士 (工 学) 奥 井 義 昭 共 著

コ 口 ナ 社

— は し が き —

鋼構造はコンクリート構造とともに土木・建築構造物の主役である。とくに軟弱地盤と耐震性が問題となるわが国では、材料である鋼材の優れた特性と多様な品種、粘り強い構造特性などを買われて、諸外国と比べ使われる機会が多い。土木工学の分野における鋼構造の代表的な用途は橋梁であるが、そのほかにも水門、管路、容器、鉄塔、海洋構造物など、多種に及んでいる。構造物の種類こそ違え、鋼構造として共通の基本的課題があるのはコンクリート構造などの場合と変わるところはない。また鋼構造を学ぶことによって、アルミニウム合金など他の金属材料でつくられる構造物にもその知識を応用することができよう。

本書の出自は1985年初版が誕生した、筆者伊藤の単著に成るコロナ社の土木系大学講義シリーズの中の「鋼構造学」である。その後、技術の進歩、変遷に伴って改訂、増補を重ね、多くの大学で教科書として採用していただき、また実務に携わる多くの技術者の方々の座右にも置いていただき、幸い30年を超えるロングセラーを続けてきた。

薄肉構造物としての鋼構造の基本的な理論背景には変わるところはないが、その材料、接合技術、そして設計方法などは時代とともに改革がなされてきた。とくにこの度、道路橋設計規準において性能規定型の技術基準に基づく限界状態設計法、照査式としては国際標準的な形での部分安全係数法（荷重・抵抗係数法）への移行に伴う大改訂が行われた。そこで、この機会に本書も新たな姿での再出発を図ることとした。幸い、橋梁設計技術者としての経歴を経て大学での教育研究者となられ、一時筆者の同僚でもあった奥井義昭教授に共著者として加わっていただき、それを実現することができた次第である。

引き続き本書を、大学教育の教科書としてのみならず、大学院生、実務技術者諸氏の参考書として利用していただければ幸いである。

2020年4月

伊 藤 學

— S I と重力単位系 —

土木技術の分野でも、在来の重力単位系から国際単位系（Système International d'Unités：以下略称SIと呼ぶ）への移行が全面的に行われることになった。したがって、本書では原則としてこれに準拠した単位系を用いている。ただ、在来の文献・資料では重力単位系によっており、今後も一部には重力単位系が用いられることもあるとみられるので、以下両単位系の関係について若干の説明をしておく。

単位系は、基本量およびそれに対する基本単位の選び方で決まる。SIと重力単位系の大きな違いは、前者は基本量として質量をとり、単位として〔kg〕を、後者は基本量として単位質量に働く重力の多きさを〔kgf〕を用いていることである¹⁾。これらの単位系の関係について考えてみると

$$\begin{aligned}
 \text{単位質量に働く重力の大きさ} & \quad 1[\text{kgf}] = 1[\text{kg}] \times 9.8[\text{m/s}^2] \\
 (\text{工学単位系の基本量}) & \quad \quad \quad = 9.8[\text{kg} \cdot \text{m/s}^2] \\
 & \quad \quad \quad = 9.8[\text{N}]
 \end{aligned}$$

ここで〔N〕：ニュートンというSI固有の名称をもつ単位

すなわち、SIで9.8〔N〕で表される力を、重力単位系では基本単位〔kgf〕を用いて1〔kgf〕と表している。したがって、この関係からそれぞれの単位系相互の換算ができる。また、SIにはニュートンのほかに圧力あるいは応力度などに用いるパスカル〔Pa〕など固有の名称をもつ単位がある。すなわち、力と圧力（応力度）の関連単位の換算表はつぎのようである。

(1) 力	(2) 圧力, 応力度
N	Pa
kgf	kgf/cm ²
1	1.019 7 × 10 ⁻⁵
9.806 65	1
	1 Pa = 1 N/m ² = 1.019 7 × 10 ⁻⁴ tf/m ²

1) 重力単位系で質量を表すと、(力=質量×加速度)の関係から〔kgf・s²/m〕となるが、便宜上〔kg〕を用いて1〔kgf・s²/m〕=1〔kg〕として扱っている。

iv SI と 重 力 単 位 系

また, $\times 10^6$ にはM (メガ), $\times 10^9$ にはG (ギガ) を用い, 例えば

$$1 \text{ MPa} = 1 \times 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10.197 \text{ kgf/cm}^2$$

ということになる。設計規準では応力度の単位として N/mm^2 を用いているものが多いが, これはMPaと同じである。

目 次

序 章 鋼構造の変遷と現状

1. 橋にみる鉄鋼構造の歴史	1
2. 事故の教訓	7
3. 土木構造物における鋼構造の適用	9

第1章 総 説

1.1 構造物の要件	13
1.2 鋼構造の特徴	14
1.3 鋼構造物のライフサイクル	17
1.3.1 一 般	17
1.3.2 調査・計画	18
1.3.3 構造設計	18
1.3.4 鋼構造の施工（Ⅰ）——工場製作	22
1.3.5 鋼構造の施工（Ⅱ）——現場架設	23
1.3.6 維持管理	25

第2章 構造材料としての鋼材

2.1 構造用鋼材	27
2.1.1 鋼材の性質を支配する要因	27
2.1.2 鋼材の種類	30
2.1.3 鋼材の欠陥	33
2.2 鋼材の力学的性質	34
2.2.1 静的強さ	34
2.2.2 衝撃強さ	37

2.2.3	疲労強さ	37
2.2.4	遅れ破壊	39
2.3	高性能鋼	39
2.4	腐食とその対策	41
2.4.1	腐食の原因	41
2.4.2	さびの対策	42
2.5	材料としての設計強度	44
2.6	疲労に対する照査	46
2.7	鋼種の選定	47
	演習問題	48

第3章 鋼材の接合

3.1	一般	49
3.2	溶接	50
3.2.1	溶接の特徴	50
3.2.2	溶接法の分類	51
3.2.3	おもな溶接法	52
3.2.4	溶接部の構造	54
3.2.5	溶接の影響とその対策	55
3.2.6	溶接継手の種類	58
3.2.7	溶接継手の有効断面	59
3.2.8	溶接継手の強度	60
3.2.9	溶接継手の設計	63
3.3	高力ボルト接合	67
3.3.1	一般	67
3.3.2	摩擦接合	69
3.3.3	支圧接合	76
3.3.4	引張接合	80
3.4	リベット接合	80
3.5	ピン結合	81
3.5.1	一般	81

3.5.2	ピン	81
3.5.3	ピン孔を有する板要素	83
	演習問題	84

第4章 部材の耐荷性状とその設計

4.1	部材の種類	86
4.2	引張材	87
4.2.1	設計規範	87
4.2.2	部材の断面構成	88
4.3	圧縮材(柱)	101
4.3.1	圧縮材の耐荷力	101
4.3.2	板要素の局部座屈	120
4.3.3	局部座屈と全体座屈の連成	131
4.3.4	圧縮材の設計規範	132
4.3.5	部材の断面構成	141
4.4	曲げ材(桁)	142
4.4.1	薄肉断面梁の応力	142
4.4.2	鋼桁の構成	149
4.4.3	曲げ材の耐荷性状	154
4.4.4	設計規範	167
4.4.5	鋼桁の設計手順	180
4.5	軸力と曲げを受ける部材	185
4.5.1	一般	185
4.5.2	塑性崩壊強度	185
4.5.3	曲げによる変形の影響	188
4.5.4	梁-柱の耐荷力	190
4.5.5	設計規範	190
4.5.6	耐震性向上をめざした鋼製脚柱	191
4.6	ねじりを受ける部材	192
4.6.1	一般	192
4.6.2	ねじりによる応力	193
4.6.3	鋼構造部材のねじり	200

4.7 特殊な構造部材	203
4.7.1 鋼床版	203
4.7.2 鋼管部材	206
4.7.3 曲面板	209
4.7.4 合成桁	210
4.8 部材の連結	217
4.8.1 桁とほかの部材との連結	217
4.8.2 トラスの格点構造	218
演習問題	220

終章 結びとして

付録：鋼構造物の製図

参考文献

演習問題略解

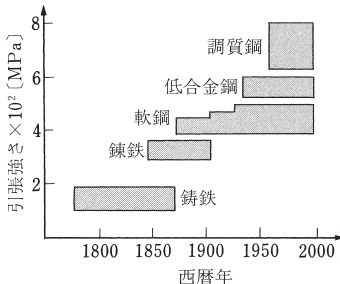
索引

鋼構造の変遷と現状

1. 橋にみる鉄鋼構造の歴史

鋼の一族である鉄材まで含めれば、これらの材料が構造要素として用いられたのはかなり古い時代からのようである。例えば、6, 7世紀ころにはインダス川上流域に、また中国奥地にも、鉄の鎖を用いた原始的吊橋が存在したと伝えられている。しかし、鉄が構造材料の主役に躍進したのは18世紀後半以降、産業革命の契機ともなった鉄の大量生産が可能になってからである。

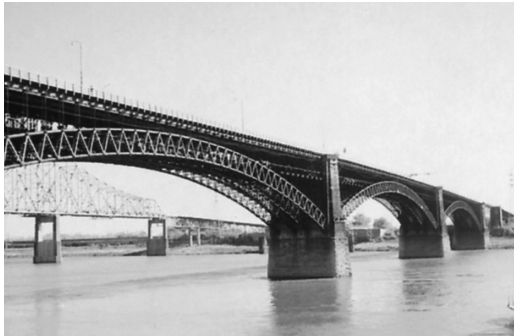
1779年につくられたイギリスのコールブルークデール (Coalbrookdale) 橋は、アイアンブリッジの名のもとに世界最初の全鉄製の橋としていまも保存されている。支間30.5mの鋳鉄製アーチ橋である。19世紀に入ると、構造材料としてより優れた錬鉄が吊橋のチェーンケーブルに、あるいはアーチや桁構造に使われ、鉄製の橋はイギリスを中心にその数を増し、支間も長大化した。メナ



・強度からみた構造用鉄鋼材料の変遷
(データは田島二郎博士提供)

2 序章 鋼構造の変遷と現状

イ海峽につくられた吊橋（支間長 175 m）とブリタニアの箱橋（支間長 140 m）はその代表的なものである。19 世紀前半には船や建築物にも鉄が使われはじめ、1845 年には初の全鉄船グレートブリテン（Great Britain）号が誕生している。さらに 19 世紀後半、ベッセマの転炉製鋼法、ジーメンス・マルチンの平炉製鋼法、トーマスの塩基性炉と、製鋼法の相つぐ発達により、含有炭素を抑え、しなやかで延性に富み、一段と構造材料に適した性質をもつ鋼が大量に供給されるようになった。本格的に鋼を用いた最初の橋はアメリカ、セントルイスのイーズ（Eads）橋（1874 年）で、最大支間 158 m のトラス骨組のアーチが連なる道路・鉄道 2 階橋である。主要部材にはクロム鋼の円管が用いられた。なお、1881 年には初の鋼船が建造された。ついで 1883 年、ニューヨークのブルックリン（Brooklyn）橋（支間長 486 m）が完成し、20 世紀にかけてのアメリカの長大吊橋黄金時代の幕を開けた。一方、ヨーロッパでは 1879 年に初の全鋼



・イーズ橋



・ブルックリン橋

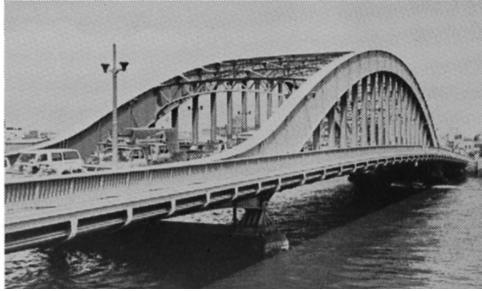
製鉄道橋がイギリスのグラスゴーに、1889年にはベッセマ鋼を用いたエッフェル塔がパリに建設された。さらに翌1890年、スコットランドはフォース（Forth）の入江に主径間521mの巨大なカンチレバートラス2連を連ねる鉄道橋が完成した。5万トンを超える鋼材が使用され、最も大きい鋼管部材は直径4mにも及ぶ。このエッフェル塔とフォース鉄道橋はまさに19世紀の記念碑的構造物で、それ以後の鋼構造の発展を示唆するものであった。



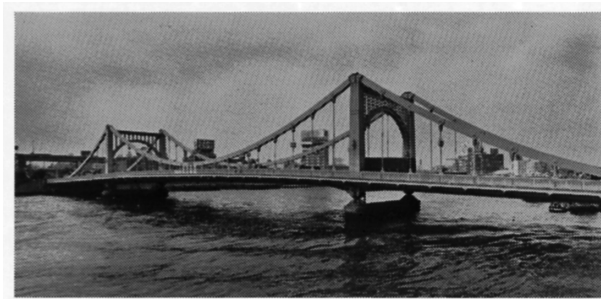
・フォース鉄道橋

わが国の鉄構造物の歴史は文明開化とともに始まった。最初の鉄の橋は長崎のくろがね橋（1868年、明治元年）で、以後京浜地区、関西地区を中心に鑄鉄、鍛鉄の橋がつぎつぎに架けられたが、当初は材料はもちろん、関西では橋桁そのものもヨーロッパからの輸入であった。なお、わが国で最初の鉄骨建築が完成をみたのは1886年である。橋に初めて鋼を使用したのは1888年、天竜川の鉄道橋で、この点では欧米にそう大きな遅れをとってはいない。

初期の構造用鋼材は高炭素鋼であったが、20世紀に入り、ニッケル、マンガン、クロムなどを混入した低合金鋼がつぎつぎと開発され、実用に供されるようになった。現在でもトラス橋としては世界最長支間のカナダのケベック（Quebec）橋（支間長549mのカンチレバートラス）には、部分的にニッケル鋼が初めて使用された。この橋は架設中の圧縮材の座屈と吊桁のつり上げ失敗による二度の重大事故を克服して1917年に完成した。このあと、わが国では、関東大震災の復興事業を契機に、独自の鋼構造技術を生み出した。隅田川にはいまに残る名橋がつぎつぎと完成し、中でも永代（タイドアーチ橋、1926年）、清洲（吊橋、1928年）の両橋はその形態といい、技術の内容といい、世界の水



・永代橋



・清洲橋

準を抜き出したものであった。主要な引張材にはマンガンを含有する高強度の Ducol 鋼が初めて用いられた。

前述のブルックリン、フォース、ケベックの諸橋を皮切りに、19世紀末から20世紀前半にかけては、北米を中心に鋼橋の支間長は飛躍的な伸長を遂げた。特に、ニューヨーク、マンハッタンの周りにはつぎつぎと長大支間の鋼橋がつくられ、1931年にはついに1kmを超える支間の吊橋、ジョージ・ワシントン (George Washington) 橋が完成した。この地域では建築の分野でもいわゆる摩天楼ブームで、奇しくも同じ年に、以後約40年にわたり世界最高を誇ったエンパイアステートビル (102階、381m) が完成している。また、この年同じニューヨークに、アーチ橋としてやはり半世紀にわたり世界一を保ったバイヨンヌ (Bayonne) 橋 (支間長504m) が建設された。アメリカ西海岸では、1937年、サンフランシスコのゴールデンゲート (Golden Gate) 橋 (支間長1280m) が世界記録を更新した。

長い間リベット (びょう) で組み立てられてきた鋼構造にも溶接工法が導入



・ゴールデンゲート橋

されるようになり、1927年世界初の全溶接橋がアメリカで建設され、1930年ころから部分的に試用しはじめていたわが国でも、1935年に至って初の全溶接構造である田端跨線橋（東京）がつくられた。現在ではヨーロッパのほとんどの国のほか中国などでも全溶接が主流である。一方、現場での溶接には慎重なわが国では、工場で溶接し、現場では戦後に開発された高力ボルト接合による組立てを行うことが多いが、美観・維持などの理由から現場溶接もしだいに増えつつある。

第二次大戦後の20世紀後半には、材料、工法、設計計算法など各分野で飛躍的な進歩を遂げた。すなわち、まず鋼材については、熱処理に工夫を加えた調質鋼の開発により、合金元素成分の工夫と相まって高張力鋼が大幅に活用できるようになった。このことは軽量化、ひいては鋼構造の適用範囲の拡大に役立っている。さらに、鋼構造の泣き所であるさびの問題に対処するため耐候性鋼材が開発され、特にアメリカでは広範に使用されている。また、新しい防食方法も工夫され、海中構造物などの発展に寄与した。製作面では溶接工法が大幅に普及し、高力ボルト接合と組んでリベット接合にとって代わった。溶接の採用は構造のむだをなくし、軽量化に資するとともに、設計の自由度を著しく拡大した。この結果、鋼床版をはじめとする立体的かつ合理的な構造物が出現した。現場における架設では、大型機械を駆使した大ブロック架設工法が省力化と工期の短縮を促した。さらに、構造解析理論の進歩とコンピュータの普及により、複雑な構造解析計算も容易に行えるようになった。このことは精度の向上と、複雑な、あるいは新形式の構造物の設計を可能にした。新形式の構造

ゲート 10
 ケーブル 91
 ケーブル工法 25
 ケベック橋 3
 限界座屈パラメータ 135
 限界状態 20, 45
 限界状態設計法 21
 原 寸 22
 現場継手 184

〔こ〕

鋼 管 33, 130, 206
 鋼管トラス 219
 合金元素 28
 硬鋼線材 92
 鋼構造 14
 鋼床版 150, 203
 合成応力 174
 合成桁 210
 合成構造 14, 210
 高性能鋼 39
 構造物 13
 構造用鋼材 27
 鋼 板 33
 剛 比 129, 134
 降伏規範 36
 降伏軸力 186
 降伏点 35
 降伏点一定鋼 41
 降伏比 45
 降伏モーメント 154, 186
 鋼矢板 11, 33
 高力ボルト接合 68
 極厚鋼板 41
 極軟鋼 41
 固有振動数 140
 固有値問題 104
 コールブランクデール橋 1
 混合桁 152
 混合構造 14

〔さ〕

最終クリープ係数 215
 最大せん断応力説 36
 最大せん断ひずみエネルギー説 36

最適化 21
 サイロ 11
 座 屈 101
 座屈安全率 175
 座屈応力度 123
 座屈係数 124
 座屈後強度 126, 166
 座屈条件式 104, 161
 座屈パラメータ 125
 座屈モード 105, 124
 座屈モーメント 161
 さ び 26, 42
 サブマージアーク溶接 53
 サン・ブナンのねじり剛性 194
 サン・ブナンのねじり定数 194
 残留応力 56, 114

〔し〕

支圧強度 77, 216
 支圧接合 69, 76
 支圧耐力 77
 シートパイル 11, 33
 シームレス鋼管 207
 シリコン 28
 終局限界状態 20
 十字継手 59
 充腹桁 150
 純断面積 74, 87, 168
 純 幅 74
 衝撃試験 30
 衝撃強さ 37
 使用限界状態 20
 条 鋼 32
 焼 準 29
 使用性 13
 焼 鈍 29
 床 版 154
 初期不整 111
 初期曲がり 111
 じん性 37
 振動モード 140
 シンプル 98

〔す〕

水圧鉄管 11
 垂直補剛材 165, 176

水平補剛材 151, 178
 水 門 10
 スカラップ 67
 スタッド 215
 ステンレス鋼 42
 ストランド 92
 ストランドロープ 93
 スパイラルロープ 95
 すみ肉溶接 58
 すみ肉溶接継手 60
 ずれ止め 210, 215

〔せ〕

制振鋼板 17
 脆性破壊 37
 脆性破面率 37
 性能照査型設計 21
 設計荷重 18
 設計規準 18
 設計強度 20, 44
 設計供用期間 19
 設計図 18
 設計曲げモーメント 151
 接 合 49
 接線係数 108
 切 断 23
 遷移温度 37
 全塑性モーメント 155, 186
 全体座屈 120, 131
 せん断 23
 せん断遅れ 168
 せん断耐力 167
 せん断弾性係数 147
 せん断中心 143, 147, 201
 せん断強さ 36
 せん断流 143, 197
 せん断流理論 172

〔そ〕

相関曲線 157, 187
 ソケット止め 99
 塑性域 35
 塑性加工 30
 塑性断面係数 155
 塑性崩壊 157, 185
 素 線 91

反り	199	継目なし鋼管	33, 207	熱影響部	54
反りねじり	198			熱処理	29
反りねじり剛性	200				
		〔て〕		〔の〕	
〔た〕		TMCP鋼	39	のど厚	60, 173
耐海水性鋼	43	低降伏比鋼	41	伸び	35
耐力曲線	118	抵抗曲げモーメント	152		
耐久性	13	定着	98	〔は〕	
対傾構	153	T継手	59	HiAmアンカー	100
耐候性鋼材	42	デッキプレート	203	箱桁	150
耐食鋼	42	鉄塔	10	柱	101
耐食性	28	テーバー材	33	バナジウム	29
大ブロック工法	25	点検	26	幅厚比制限	136, 175
ダイヤフラム	153, 209, 220	電食	42	梁	142
耐用年数	19			梁-柱	185
耐ラメラテア鋼	55	〔と〕		半自動溶接	54
耐力点法	70	銅	29		
耐力	35	等価応力	37	〔ひ〕	
タコマナロウズ橋	7	等価係数	109	ピアノ線材	30, 92
多室閉断面	148, 198	等価換算曲げモーメント	190	PPWS工法	96
縦リブ	204	等方性平板	120	引き出し工法	25
タンク	11	塗装	23, 43	ひずみ硬化	35
弾性安定問題	102	飛移り現象	209	非弾性座屈	108
弾性係数	34, 98	トラス	133	ビッチ	74, 93
弾性限	34	塗料	43	引張材	87
鍛接鋼管	207	トルク	193	引張接合	79
炭素	27	トルク法	70	引張強さ	35
炭素当量	30, 55	トルシア型高力ボルト	68, 70	ビード	54
短柱	116	Trescaの降伏条件	36	ビード形状	55
ターンバックル	89	〔な〕		非破壊検査	56
端補剛材	151	内部欠陥	33	被覆アーク溶接	52
断面係数	155	ナット回転法	70	被覆剤	52
		〔に〕		表面欠陥	33
〔ち〕		二次応力	91	表面被覆	43
チェーンケーブル	91	ニッケル	28	比例限	34
中間垂直補剛材	151	ニッケル鋼	3	疲労	26
調質鋼	29			疲労限	38
長柱	119	〔ね〕		疲労照査	47
張力場作用	165	ネオビウム	29	疲労設計曲線	46
貯槽	11	ねじり	193	疲労破壊	37
直交異方性板	206	ねじり剛性	194	ピン	81
		ねじり定数比	170, 202	ピン孔	82
〔つ〕		ねじりモーメント	193	ピン結合	80
突合せ継手	59	ねじり率	194	ピン接合	49
継手	50	ねじれ座屈	102, 164		
継手効率	60				

〔ふ〕

フォース鉄道橋 3
 von Mises-Hencky の降伏条件 36
 不完全さ 111
 複合構造 14
 腹板 149
 腐食 26, 41
 普通より 95
 フックの法則 34
 不等曲げモーメント 162, 190
 部分安全係数法 21
 プラスト 23, 43
 フラックス 52
 フランジ 149
 プリテンション 98
 ブルックリン橋 2
 プレートガーダー 150, 163
 ブロックジベル 216
 ブローホール 56
 分岐継手 219
 分岐問題 102

〔へ〕

平行線ケーブル 92, 96
 平行線ストランド 92
 偏心荷重 113
 ベンストック 11
 ベント工法 23

〔ほ〕

ポアソン比 34
 棒鋼 32
 防食処理 43
 補剛材 127, 151, 203, 209
 補剛材 127
 補修 26
 補助板 59
 細長比 88, 104, 139
 ボルト間隔 75
 ボルト軸力 69

〔ま〕

膜作用 204
 マグ溶接 54
 曲げ座屈 102
 曲げ耐荷力 166
 曲げねじり 199
 摩擦接合 68
 マンガン 28

〔み〕

ミグ溶接 54

〔め〕

めっき 43

〔も〕

元たわみ 111
 モリブデン 28

〔や〕

焼入れ 29
 焼なまし 29, 57
 焼ならし 29
 焼戻し 29
 ヤング率 34, 212

〔ゆ〕

有効厚 60
 有効座屈長 107, 133
 有効断面 59
 有効ねじり剛性 206
 有効幅 126, 169
 有効溶接長 60
 融接 51

〔よ〕

溶接 50
 溶接金属部 54
 溶接継手 58
 溶接変形 57
 溶接ボンド 55
 溶接割れ感受性組成 40
 横桁 154
 横構 153

横座屈 158
 横倒れ座屈 158
 横リブ 204
 呼び径 68
 余盛り 55, 60
 より角 93
 より効率 97
 より長さ 93

〔ら〕

ライニング 43
 ライフサイクルコスト 14, 48
 ラミネーション 33
 ラメラテア 55
 ラーメン 133
 ラングより 95

〔り〕

リブ 203
 リベット接合 49, 80
 リラクゼーション 69
 りん 29

〔る〕

累積損傷度 47

〔れ〕

冷間加工 30
 冷間引抜き 29
 連結 50
 連結板 73
 連成 131, 139
 連続桁 153

〔ろ〕

ろう接 51
 ロックドコイルロープ 96
 ロープ 92
 ロープケーブル 92
 ローマスナット 82

〔わ〕

ワイヤ 91
 ワイヤブル 91

伊藤 學 (いとう まなぶ)

1953年 東京大学工学部土木工学科卒業
1959年 東京大学大学院博士課程修了, 工学博士
東京大学講師
1961年 東京大学助教授
1972年 東京大学教授
1991年 東京大学名誉教授
埼玉大学教授
1997年 拓殖大学教授
2001年 拓殖大学定年退職

主要著書: 「構造力学」(森北出版), 「耐風構造」
(共著: 丸善), 「設計論: 土木工学体系
15」(共著: 彰国社)

奥井 義昭 (おくい よしあき)

1983年 埼玉大学工学部建設工学科卒業
1985年 埼玉大学大学院修士課程修了
1985年 川崎重工工業株式会社
1989年 埼玉大学助手
1993年 博士(工学)(東京大学)
1993年 埼玉大学助教授
1996
~97年 デルフト工科大学客員研究員
2009年 埼玉大学教授
現在に至る

鋼 構 造 学

Steel Structures

© Manabu Ito, Yoshiaki Okui 2020

2020年 3月10日 初版第1刷発行

検印省略

著 者 伊 藤 學
奥 井 義 昭
発 行 者 株式会社 コロナ社
代 表 者 牛来真也
印 刷 所 富士美術印刷株式会社
製 本 所 有限会社 愛千製本所

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10
発 行 所 株式会社 コロナ社
CORONA PUBLISHING CO., LTD.
Tokyo Japan

振替 00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)
ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-05269-5 C3051 Printed in Japan

(大井)



＜出版者著作権管理機構 委託出版物＞

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構(電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は、いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。