

鋼構造シリーズ ⑨B

鋼構造物設計指針

PART B

合成構造物

平成9年版



B 1 1 0 8 1 6 2 B
土 木 図 書 館

土木学会

鋼構造物設計指針
PART B 合成構造物

登 録	平成 9年 10月 3日
番 号	第 45419 号
社団 法人	土 木 学 会
附 属	土 木 図 書 館

Steel Structural Series 9B

**Design Code for Steel Structures
PART B; Composite Structures**

Edited by

Hiroshi NAKAI

*Professor of Faculty of Engineering
Osaka City University*

Published by

Subcommittee on Ultimate Strength of Steel Structures
and Their Task Group of Ultimate Strength
of Composite Structures
Japan Society of Civil Engineers
Yotsuya 1-chome, Shinjuku-ku
Tokyo, 160 Japan

May, 1997

JSCE

まえがき

鋼構造物を世界的な趨勢である限界状態設計法で設計しようとする際、圧縮荷重のもとにおける抵抗を支配する座屈強度、すなわち終局強度を知ることが、不可欠である。このような鋼構造物の設計の基本となる終局強度に対しては、土木学会・鋼構造委員会・座屈設計ガイドライン作成小委員会によって、1987年に座屈設計ガイドラインがまとめられている。また、土木学会・鋼構造委員会・鋼構造終局強度小委員会では、上記のガイドラインを鋼構造物の終局強度と設計にまで拡張した報告書を1994年に刊行している。

このような鋼構造物の終局強度の明確化に伴い、土木学会・鋼構造委員会・鋼構造物設計指針作成小委員会では、1987年に発行された旧版の鋼構造物設計指針PART Aを改版して、新たな鋼構造物の指針として本年に刊行している。しかしながら、旧版の鋼構造物設計指針のPART Bのうち合成構造物については、時間的な制約もあり、何ら改訂の手が加えられていない。

そこで、土木学会・鋼構造委員会・鋼構造終局強度研究小委員会の中に、合成構造物の終局強度分科会を設けてもらい、上述の鋼構造物の終局強度に関する数々の成果を踏まえ、合成構造物の終局強度と設計とに関する調査・研究を、平成5年11月から平成8年9月までの4年間にわたり取り組んできた。

そのような調査・研究としては、合成構造物の終局強度に関する厳密な理論を展開したり、また新たな合成構造物を開発・研究することではなく、現存する数々の合成構造物に関する終局強度を報文によって調べ、それに基づいて土木学会としてどのような限界状態設計法を適用するべきであるのか、諸外国の設計基準なども含めて論議をつくすこととした。

そして、最終報告をまとめるに当たっては、以下の目的のもとに作業を進めることとした。すなわち、上記の鋼構造物の終局強度に関する数々の成果のほか、1989年にまとめられた土木学会・構造工学委員会・鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドラインに記載の数々の成果を踏まえ、しかも土木学会・構造工学委員会・鋼・コンクリート共通構造設計基準小委員会が1992年にまとめられた鋼構造とコンクリート構造の限界状態設計法に関する共通の原則によるフォーマットに従う合成構造物の設計指針を作成することに、主眼を置くこととした。

したがって、現在、土木構造物として多用されている合成構造物を対象にし、①合成桁、②合成床版、および③合成柱の3つに絞って、設計指針を作成することとした。それら以外のものも、現在、数多くあり、今後、開発される合成構造物も多いと思う。しかし、この合成構造物の設計指針の基本的な考え方や、添付した資料を参照にすれば、それらに対しても容易に対応できるのではないかと考えた。

この分科会は、本来、合成構造物の終局強度委員会について調査・研究を行うために設立されたものである。ところが、上述の最終目標である合成構造物の設計指針をまとめるに当たっては、①終局限界状態のほか、②使用限界状態、および③疲労限界状態についての調査・研究も不可避となったので、これら3つを含めて調査・研究を行った。しかも、合成構造物を施工する際、建設途上には、鋼構造物である場合が多い。そこで、そのような鋼構造物に対しては、上記の新版の鋼構造物設計指針PART Aによる総則、材料、荷重、および荷重の組合せ、構造解析、ならびに部材の強度に従うこととした。

しかしながら、さらに多くの諸問題の指摘や提案があるのも事実で、それらについては、土木学会・

鋼・コンクリート合成構造連合小委員会での今後の調査・研究に委ねたい。一方、土木学会として、荷重係数などの各種の安全係数の設定を早急にされることは、論を待たないところである。

最後に、この分科会の運営に関して御支援を賜った土木学会・鋼構造委員会・鋼構造終局強度小委員会の倉西 茂委員長をはじめとし、活動に対して御協力を戴いた幹事の方々、ならびに委員各位の名簿、および執筆担当者を上げると、次頁のとおりである。これらの方々に対する 4 年間にも及ぶ熱心な活動に、心より御礼を申し上げる。また、土木学会事務局の河西貴志氏には、分科会の事務手続などで大変にお世話になった。ここに記して、深謝の意を表する次第である。

平成 9 年 5 月

土木学会・鋼構造委員会
鋼構造終局強度研究小委員会
合成構造物の終局強度分科会

主査 中井 博

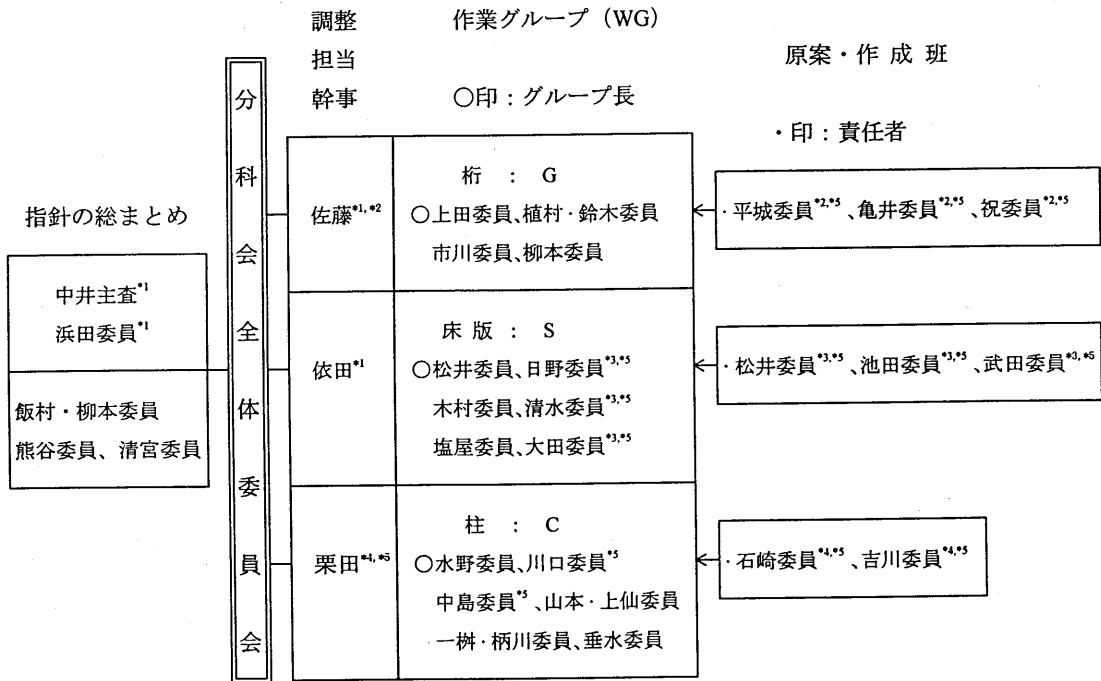
土木学会鋼構造委員会
鋼構造終局強度研究小委員会
合成構造物の終局強度分科会構成

(50音順、敬称略、○印幹事兼務)

委員長 倉西 茂 (土木学会・鋼構造委員会・鋼構造終局強度研究小委員会) 関東学院大学工学部
主 査 中井 博 (同上・合成構造物の終局強度分科会) 大阪市立大学工学部

委員	飯村 修	住友金属工業 (～平成6年9月)
委員	池田 秀夫	日本橋梁
委員	石崎 茂	酒井鉄工所
委員	市川 篤司	鉄道総合技術研究所
委員	一桙 久允	首都高速道路公団 (～平成7年4月)
委員	祝 賢治	三井造船 (平成6年9月～)
委員	上田 多門	北海道大学工学部
委員	植村 俊郎	日本鋼管 (～平成7年7月)
委員	柄川 伸一	首都高速道路公団 (平成7年4月～)
委員	大田 孝二	新日本製鉄 (平成6年9月～)
委員	川口 直能	国士舘大学工学部
委員	亀井 正博	大阪地下街 (大阪市建設局より出向)
委員	清宮 理	早稲田大学理工学部 (前運輸省港湾技術研究所)
委員	木村 秀雄	新日本製鉄
委員	熊谷 洋司	三菱重工業
委員	○栗田 章光	大阪工業大学工学部
委員	○佐藤 政勝	ショーボンド建設 (前川崎製鉄)
委員	塩屋 俊幸	清水建設
委員	清水 功雄	宮地鉄工所
委員	上仙 靖	建設省土木研究所 (平成8年5月～)
委員	鈴木 智郎	日本鋼管 (平成7年7月～)
委員	武田 芳久	川田工業 (平成6年9月～)
委員	垂水 祐二	日本道路公団
委員	中島 章典	宇都宮大学工学部
委員	浜田 純夫	山口大学工学部
委員	日野 伸一	九州大学工学部
委員	平城 弘一	摂南大学工学部
委員	松井 繁之	大阪大学工学部
委員	水野 英二	名古屋大学工学部
委員	山本 悟司	建設省土木研究所 (～平成8年5月)
委員	柳本 泰伴	住友金属工業 (平成6年9月～)
委員	吉川 紀	阪神高速道路管理技術センター
委員	○依田 照彦	早稲田大学理工学部

分科会の構成と執筆者（*1～*5）



執筆分担者：*1：第1編，*2：第2編，*3：第3編，*4：第4編，*5：第5編

重力単位とSI単位との換算表

(1) 力

kgf (キログラム重)	N (ニュートン)
1	9.80665
0.10197	1

1kN (キロニュートン) = 10^3 N

1MN (メガニュートン) = 10^6 N

(2) 応力, 圧力

kgf/cm ²	kgf/mm ²	kN/cm ²	MPa
1	0.01	9.80665×10^{-3}	9.80665×10^{-2}
100	1	9.80665×10^{-1}	9.80665
101.97	1.0197	1	10
10.197	0.10197	0.1	1

1Pa = 1N/m² = 1.0197×10^{-4} tf/m²

目次

第1編 共通編

第1章 総則	3
1.1 適用の範囲	3
1.2 設計の基本	3
1.3 用語の定義	5
1.4 記号	6
第2章 材料	8
2.1 鋼材	8
2.2 コンクリート	10
第3章 荷重および荷重の組合せ	12
3.1 荷重の種類	12
3.2 荷重の組合せ	13
第4章 構造解析	15
4.1 一般	15
4.2 終局限界状態の構造解析	15
4.3 使用限界状態の構造解析	16
4.4 疲労限界状態の構造解析	16
第5章 材料および部材の強度	18
5.1 一般	18
5.2 設計基準強度	18
5.3 材料強度の規格値	18
5.4 接合用鋼材および溶接部の強度	19
5.5 部材の強度	21
5.6 コンクリートの設計強度と応力-ひずみ関係	22
第6章 限界状態の照査	24
6.1 一般	24
6.2 終局限界状態の照査	24
6.3 使用限界状態の照査	26
6.4 疲労限界状態の照査	27

第2編 合成桁編

第1章 一般	31
1.1 適用範囲	31
1.2 用語の定義	32
1.3 記号	33
第2章 材料	35
2.1 鋼材	35
2.2 コンクリート	35
2.3 接合に用いる材料	36
2.4 緊張材被覆材料およびシース	37
2.5 定着具および接続具	38
2.6 橋面防水材	38
第3章 構造解析	39
3.1 構造解析の原則	39
3.2 床版と鋼桁との付着力	39
3.3 床版の有効幅	40
3.4 床版の合成作用の取扱い	41
3.5 支点上曲げモーメントの再配分	42
3.6 床版と鋼桁との温度差	42
3.7 ずれ止めに生じるせん断力	42
第4章 材料および部材の強度	44
4.1 材料強度の規格値	44
4.2 接合用鋼材および溶接部の強度	44
4.3 コンクリートの設計圧縮強度	44
4.4 鋼桁の強度	44
4.5 合成桁の強度	48
4.6 コンクリート床版の押抜きせん断強度	51
4.7 ずれ止めの設計強度	52
第5章 限界状態の照査	54
5.1 一般	54
5.2 架設時の鋼桁の照査	54
5.3 終局限界状態の照査	54
5.4 使用限界状態の照査	57
5.5 疲労限界状態の照査	59
第6章 構造細目	61
6.1 鋼桁	61

6.2 床版	61
6.3 スタッド	64
第7章 施工	66
7.1 鋼部材および仮組立の精度	66
7.2 コンクリート床版の製作	66
7.3 現場におけるプレストレスリング	66
7.4 浮上り防止	67
7.5 グラウト	67
7.6 防水層	67
7.7 設計図に記載すべき事項	67
第3編 合成床版編	
第1章 一般	71
1.1 適用の範囲	71
1.2 用語の定義	74
1.3 記号	75
第2章 材料	77
2.1 鋼材	77
2.2 コンクリート	77
2.3 ずれ止め	77
第3章 構造解析	78
3.1 構造解析の原則	78
3.2 鋼とコンクリートとのヤング係数比	78
第4章 材料および部材の強度	79
4.1 材料の強度	79
4.2 断面の抵抗値	79
4.3 ずれ止めの強度	80
第5章 限界状態の照査	82
5.1 終局限界状態の照査	82
5.2 使用限界状態の照査	82
5.3 疲労限界状態の照査	85
第6章 構造細目	86
6.1 コンクリートの最小厚	86
6.2 最小鋼板厚	86
6.3 鉄筋径	86

6.4	鉄筋配置	86
6.5	ずれ止め間隔	87
6.6	ずれ止め高さ	87
第7章	道路橋の鋼板・コンクリート合成床版の設計	88
7.1	設計の基本	88
7.2	ヤング係数比	88
7.3	床版の支間	88
7.4	設計断面力	89
7.5	コンクリートの最小厚	91
7.6	最小鋼板厚	91
7.7	使用限界状態の照査	92
7.8	ずれ止めの設計	93
7.9	部材の連結	94
7.10	構造細目	95
第8章	道路橋の I 形鋼格子床版の設計	97
8.1	設計の基本	97
8.2	ヤング係数比の設定	97
8.3	床版の支間	97
8.4	設計断面力	98
8.5	床版の最小全厚	102
8.6	使用限界状態の照査	103
8.7	疲労限界状態の照査	104
8.8	直交異方性度の確保	105
8.9	主部材を支持する横桁	105
8.10	構造細目	106
第9章	施 工	110
9.1	鋼部材の製作	110
9.2	コンクリート打設	110
9.3	コンクリートの施工管理	110
9.4	床版厚さの精度	110
9.5	鋼板の現場溶接継手	111
9.6	鋼板の防食	111
9.7	防水層	111
第4編	合 成 柱 編	
第1章	一 般	115
1.1	適用の範囲	115
1.2	用語の定義	117

1.3 記号	118
第2章 材料	121
2.1 鋼材	121
2.2 コンクリート	121
2.3 ずれ止め	121
第3章 構造解析	122
3.1 断面力および変形量の算定	122
3.2 鋼とコンクリートのヤング係数比	122
3.3 充填コンクリートのクリープの影響	122
3.4 充填コンクリートの乾燥収縮の影響	123
第4章 材料および部材の強度	124
4.1 材料の強度	124
4.2 軸方向圧縮力を受ける部材の設計圧縮耐力の算定	125
4.3 曲げモーメントを受ける部材の設計曲げ耐力の算定	128
4.4 せん断力を受ける部材の設計せん断耐力の算定	129
4.5 ねじりモーメントを受ける部材の設計せん断耐力の算定	130
4.6 圧縮力を受ける鋼板の設計局部座屈強度の算定	130
第5章 限界状態の照査	137
5.1 終局限界状態の照査	137
5.2 使用限界状態の照査	141
第6章 構造細目	143
6.1 鋼材の最小板厚	143
6.2 長方形断面の辺長比の制限	143
6.3 細長比の限界	143
6.4 梁-柱接合部	144
6.5 柱基部	144
6.6 ダイヤフラム	145
6.7 ずれ止め	146
6.8 現場継手	146
6.9 合成柱の角溶接	146
第7章 施工	147
7.1 鋼部材の製作精度	147
7.2 鋼管とコンクリート接触面の処理	147
7.3 マンホール	147
7.4 空気抜き孔	147
7.5 充填コンクリートのスランブ	148

7.6 充填コンクリートの打設方法	148
7.7 充填コンクリートの締固め	148

第5編 資料編

1. 合成桁	153
A. 合成桁橋に関する国内外の設計基準の比較	153
B. 合成桁の歴史と今後の動向	160
C. 頭付きスタッドの強度評価式の検討	163
2. 合成床版	167
A. 合成床版の現状	167
B. 鋼板・コンクリート合成床版の解析による検討	171
C. I型鋼格子床版の設計断面力と疲労強度の検討	175
D. 鋼板・コンクリート合成床版中のスタッドの疲労性状と疲労強度特性の検討	179
E. 合成床版現場継手の形式と特性の比較	181
3. 合成柱	183
A. 合成柱(コンクリート充填鋼管柱)に関する内外の設計基準の比較	183
B. 特殊コンクリートのコンクリート充填鋼管柱への適用について	191
C. 合成柱の地震時保有水平耐力の照査法	194