

高強度PC鋼材を用いたPC構造物の設計施工指針

平成23年6月

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会

ま え が き

人々の安心・安全な生活に欠かせない社会資本の形成に大きな役割を果たすコンクリート構造物の中でも、特に最近のプレストレストコンクリート（PC）の技術の発展は目覚ましいものである。PC技術の発展は、設計・施工の発展と材料面の発展に負うものであり、この両者の協調によって20世紀に開花したPCが今世紀においても輝かしい発展を遂げている。

近年の材料面の発達のひとつが高強度コンクリートの発展である。建築分野では設計基準強度が100MPaを超える高強度コンクリートの実績や、土木の分野でも橋梁などでその実績が増えてきている。また、PC構造物への適用に関しては、(社)プレストレストコンクリート技術協会において「高強度コンクリートを用いたPC構造物の設計施工規準」が定められている。

さらに、PC鋼材に関しては、現行のJISに規定されているPC鋼材に比べて、強度が10～20%程度向上した高強度PC鋼材が開発され、一部実用化されている。高強度PC鋼材の使用は、ケーブルの大容量化が進んでいる現状のPC構造物の設計をする上で、必要なPC鋼材本数を少なくできること、設計の自由度をより高める効果があること、高強度コンクリートとの組み合わせによって、より一層の部材の軽量化が実現できること、それに伴う製造、運搬および現場作業の省資源・省エネルギーや環境負荷低減が図れる等の利点を有する。また、ケーブル本数の減少による維持管理費用の削減も可能である。しかしながら、このような高強度PC鋼材の規格はPC鋼材メーカー間で統一されておらず、それを用いた構造物の設計施工の指針も整備されていない状況にあった。

本委員会は、高強度PC鋼材の品質基準を設け、この鋼材を使用した構造物の設計施工指針を策定することを目的として、PC鋼材メーカー2社からの委託によって2009年3月に発足した。2年間にわたる委員会、幹事会(睦好宏史幹事長)、ならびにWG(細田暁主査)の活動により「高強度PC鋼材を用いたPC構造物の設計施工指針」として成果を刊行することができた。指針作成に当っては、幹事会ならびにWGの委員各位には多大のご尽力を賜った。ここに厚くお礼申し上げる次第である。

この指針によって、優れた特性を持つ高強度PC鋼材の適用が容易となり、耐久性に優れ、環境負荷低減に寄与し、コスト縮減に優れたPC構造物の更なる利用拡大がなされることを期待する。さらに、本指針の意義として、世界に先駆けてこのような基準化を図ることにより、日本のプレストレストコンクリート技術の先進性を示すことにつながるものと確信する。

平成23年6月

(社)プレストレストコンクリート技術協会
高強度PC鋼材のPC構造物への適用に関する研究委員会
委員長 小柳 治

目 次

1章 総 則	1
1.1 適用の範囲	1
1.2 用語の定義	3
1.3 記 号	5
1.4 関連規準	6
2章 計 画	9
2.1 一 般	9
2.2 設計・施工に関する検討	10
2.3 維持管理に関する検討	10
2.4 環境負荷に関する検討	11
2.5 景観性に関する検討	12
2.6 経済性に関する検討	12
3章 設計の基本事項	13
3.1 設計の原則	13
3.2 設計供用期間	13
3.3 要求性能	13
3.4 性能照査	14
3.5 安全係数	15
3.6 荷重係数	16
3.7 修正係数	17
3.8 構造解析	17
4章 材 料	19
4.1 一 般	19
4.2 高強度P C鋼材	19
4.2.1 被覆のない高強度P C鋼材	19
4.2.2 被覆高強度P C鋼材およびプレグラウト高強度P C鋼材	22
4.3 コンクリート	24
4.4 鉄 筋	24
4.5 その他の材料	25
4.5.1 防 錆 材	25
4.5.2 P Cグラウト	25
4.5.3 シ ー ス	26
4.5.4 保 護 管	26
5章 材料の設計値	27
5.1 一 般	27
5.2 高強度P C鋼材	28
5.2.1 強 度	28
5.2.2 疲労強度	28
5.2.3 応力-ひずみ曲線	30

5.2.4	ヤング係数	31
5.2.5	ポアソン比	31
5.2.6	熱膨張係数	31
5.2.7	リラクセーション率	31
5.2.8	低温度の影響	34
5.3	コンクリート	34
5.3.1	強度	34
5.3.2	疲労強度	36
5.3.3	応力-ひずみ曲線	37
5.3.4	引張軟化特性	38
5.3.5	ヤング係数	39
5.3.6	ポアソン比	39
5.3.7	熱特性	40
5.3.8	収縮	40
5.3.9	クリープ	41
5.3.10	低温度の影響	41
5.3.11	中性化速度係数	41
5.3.12	塩化物イオン拡散係数	42
5.3.13	凍結融解試験における相対動弾性係数	42
5.3.14	初期ひび割れに対する照査に用いる物性値	42
5.4	鉄筋	42
5.4.1	強度	42
5.4.2	疲労強度	43
5.4.3	応力-ひずみ曲線	44
5.4.4	ヤング係数	45
5.4.5	ポアソン比	45
5.4.6	熱膨張係数	45
5.4.7	低温度の影響	45
6章	荷重	47
6.1	一般	47
6.2	荷重の特性値	47
6.3	荷重の種類	48
6.3.1	考慮する荷重の種類	48
6.3.2	プレストレス力	49
6.3.3	コンクリートの収縮およびクリープの影響	49
7章	性能照査	51
7.1	一般	51
7.2	安全性に関する照査	51
7.2.1	一般	51
7.2.2	終局限界状態に対する照査	52
7.2.2.1	一般	52

7.2.2.2	曲げモーメントおよび軸方向力に対する安全性の照査	52
7.2.2.3	せん断力に対する安全性の照査	53
7.2.2.4	ねじりに対する安全性の照査	53
7.2.3	疲労限界状態に対する照査	54
7.2.3.1	一般	54
7.2.3.2	設計変動断面力と等価繰返し回数	54
7.2.3.3	外ケーブル構造の定着部, 偏向部における高強度PC鋼材の 疲労破壊に対する照査	54
7.2.4	高強度PC鋼材の遅れ破壊に対する照査	55
7.3	供用性に関する照査	55
7.3.1	一般	55
7.3.2	供用限界状態に対する照査	56
7.3.2.1	一般	56
7.3.2.2	応力度に対する照査	56
7.3.2.3	ひび割れに対する照査	57
7.3.2.4	変位・変形に対する照査	57
7.3.2.5	振動に対する照査	57
7.4	耐久性に関する照査	57
7.4.1	一般	57
7.4.2	中性化に伴う鋼材腐食に対する照査	58
7.4.3	塩害に伴う鋼材腐食に対する照査	58
7.4.4	外ケーブルの腐食に対する照査	59
7.5	施工時における安全性の照査	60
8章	構造細目	61
8.1	一般	61
8.2	定着具および接続具	61
8.3	偏向具	62
8.4	高強度PC鋼材, シースのかぶり	62
8.5	高強度PC鋼材のあき	63
8.6	高強度PC鋼材の配置	63
8.7	高強度PC鋼材の定着, 接続および定着部付近のコンクリートの補強	66
9章	施工	69
9.1	一般	69
9.2	コンクリートの品質	69
9.2.1	ワーカビリティ	69
9.2.2	強度	69
9.2.2.1	強度	69
9.2.2.2	緊張時に必要なコンクリート強度	70
9.2.3	耐久性	70
9.2.4	水密性	70
9.2.5	ひび割れ抵抗性	71

9.3	PCグラウト	71
9.3.1	ダクト内の充てん性	71
9.3.2	コンクリートとPC鋼材の付着強度	71
9.3.3	鋼材を保護する性能	72
9.4	材 料	72
9.4.1	一 般	72
9.4.2	材料の貯蔵	72
9.5	PC鋼材の配置	73
9.5.1	高強度PC鋼材の加工および組立	73
9.5.2	シーすおよびPC鋼材の配置	73
9.5.3	定着具および接続具の組立および配置	74
9.5.4	外ケーブル構造の施工	75
9.5.4.1	PC鋼材の取扱い	75
9.5.4.2	定着具の組立および配置	75
9.5.4.3	偏向部の組立および配置	75
9.5.4.4	保護管の取扱い	76
9.6	緊 張	76
9.6.1	一 般	76
9.6.2	引張装置のキャリブレーション	76
9.6.3	緊張の管理	77
9.6.4	定着具および部材端面の保護	77
9.7	検 査	78
9.7.1	材料の受入れ検査	78
9.7.1.1	高強度PC鋼材	78
9.7.1.2	定着部・接続具および偏向具	79
9.7.1.3	シーす	79
9.7.2	施工の検査	79
9.7.2.1	シーす・保護管およびPC鋼材の配置の検査	79
9.7.2.2	定着具および接続具の組立および配置の検査	80
9.7.2.3	出来形検査	81
10	章 維持管理	83
10.1	一 般	83
10.2	維持管理計画	83
10.3	点検および評価・判定	84
10.4	点検結果に基づく対策	87
10.5	維持管理用設備	88

資料編

I	高強度PC鋼より線品質規格(案)	93
II	高強度PC鋼材に関する試験結果	98
III	定着システムに関する試験結果	101
IV	高強度PC鋼材が適用できる定着システム	103
V	高強度PC鋼材を適用した場合の試設計	104
VI	高強度PC鋼材実績表	117
VII	高強度PC鋼材関連文献	118