

PC技術規準研究委員会活動報告

PC技術規準研究委員会幹事会

1. はじめに

プレストレストコンクリート技術協会は、平成6年9月20日PC技術規準研究委員会を発足させ、当時技術協会会長であった池田尚治教授（横浜国立大学）が委員長に選任された。

PC技術規準研究委員会はプレストレストコンクリート構造物の設計ならびに施工規準類の整備を通じて、プレストレストコンクリート構造物の耐久性、経済性および施工性の向上をはかり、プレストレストコンクリート技術の普及と発展に寄与することを目的としている。

プレストレストコンクリート技術協会は、昭和33年に発足以来我が国のプレストレストコンクリート技術の中心としてその発展に大いに貢献し、会員数も現在3500名を超えている。主な実績として、協会誌「プレストレストコンクリート」の発行（隔月）、プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウムの主催（毎年）、FIP（国際PC連合機構）の日本支部、PC技士制度の導入等々が挙げられる。一方国内外の主要な学術協会は、同様な機能を果たすとともに独自の技術規準を発行し、各分野の設計・施工技術を主導している。我が国のプレストレストコンクリート技術協会も、すでに十分な技術力と組織力を保有しており、独自の技術規準を制定する時機が熟したと考えられる。また、プレストレストコンクリート技術の中には、規準類の整備が不十分な分野が多くあり、広く設計実務者が利用できる規準を作成することは非常に有意義であると思われる。

PC技術規準研究委員会は、具体的な課題ごとに分科会を設置し、活動を進めることとした。現在「外ケーブル構造・プレキャストセグメント分科会」、「PPC構造分科会」、「耐久性向上分科会」の3分科会が平成6年度に発足し、2年ないし3年間でまとめることを目標に活動している。今後課題を選び、さらに新しい複数の分科会が発足する予定である。委員会の構成を図-1に、メンバーを表-1に示す。図中の幹事会は委員会および分科会が円滑に活動できるように、企画および調整を行うもので、メンバーを表-2に示す。

次に、これまでの各分科会の中間報告として、各技術

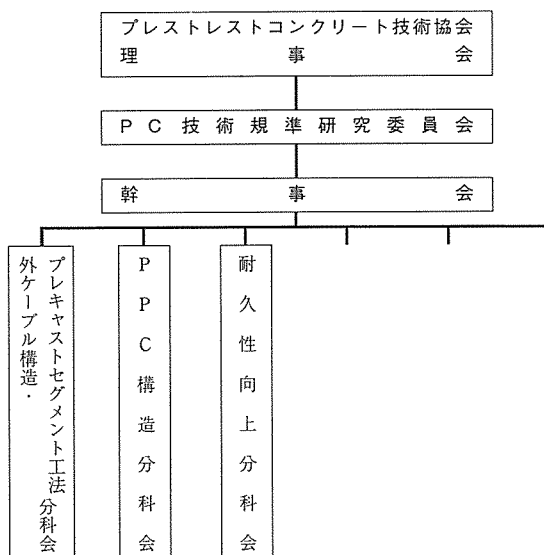


図-1 PC技術規準研究委員会の構成

表-1 PC技術規準研究委員会

委員長	池田 尚治	横 浜 国 立 大 学
委 員	秋元 泰輔	(株) 長 大
	荒川 敏夫	(株) ビ ー ・ エ ス
	五十嵐 功	(株) 建 設 技 術 研 究 所
	市川 弘一	八 千 代 エ ン ジ ニ ヤ リ ン グ (株)
	出光 隆	九 州 工 業 大 学
	清宮 理	運 輸 省 港 湾 技 術 研 究 所
	小宮 正久	(株) 日 本 構 造 橋 梁 研 究 所
	佐藤 浩一	住 友 建 設 (株)
	鈴木 素彦	オ リ エ ン タ ル 建 設 (株)
	神田 昌幸	建 設 省 土 木 研 究 所
	野尻 陽一	鹿 島 建 設 (株)
	藤井 学	京 都 大 学
	前川 義男	阪 神 高 速 道 路 公 団
	宮崎 修輔	(株) マ エ ダ (前 : 日 本 鉄 道 建 設 公 団)
	山縣 敬二	日 本 道 路 公 団
	山崎 和夫	首 都 高 速 道 路 公 団
	山崎 淳	日 本 大 学
	渡辺健之助	大 成 建 設 (株)

表-2 PC技術規準研究委員会幹事会

委員長	池田 尚治	横 浜 国 立 大 学
幹 事	阿部 登	(株) 建 設 技 術 研 究 所
	新井 英雄	住 友 建 設 (株)
	猪俣 明	(株) ビ ー ・ エ ス
	今井 義明	大 成 建 設 (株)
	酒井 秀昭	日 本 道 路 公 団
	篠田 誠	八 千 代 エ ン ジ ニ ヤ リ ン グ (株)
	中上昌二郎	鹿 島 建 設 (株)
	中村 一樹	オ リ エ ン タ ル 建 設 (株)

規準の目的・案を示すとともに、目的、基本的考え方等について報告する。

2. 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法分科会

2.1 活動の目的

一般的なコンクリート部材の設計・施工については、コンクリート標準示方書の規定を適用することができるが、今後本格的な採用が期待されている外ケーブル構造およびプレキャストセグメント工法それぞれについては、道路橋示方書等にも具体的な規定がなく、設計・施工の実施にあたって解決すべき多くの課題を有している。

本分科会では、これからの外ケーブル構造およびプレキャストセグメント工法が安全かつ経済的に実施されていくことを目的として、欧米の諸規準、国内外の技術資料および最近の研究成果等を参考に平成7年度に規準を作成する。

「外ケーブル構造」および「プレキャストセグメント工法」についての基本的考え方を次に示す。

【外ケーブル構造】

外ケーブル構造は、我が国においても過去に一部用いられたが、その耐久性等の理由から本格的に用いられておらず、主に補強または仮設の目的で用いられているのが現状である。しかし、欧米諸国では、外ケーブルの防錆技術の発展や内ケーブルの防錆の不確実性等の理由から、外ケーブル構造の採用事例が増加している。内ケーブルの配置のために部材厚が増加すること等の理由で、特に軽量化を行う必要があるプレキャストセグメント工法や押し出し架設工法等においては、内ケーブル構造と外ケーブル構造とを併用して広く用いられている。今後我が国においても各研究機関でその挙動の理解が進んだことにとまぬ、外ケーブル構造が広く用いられていくものと考えられる。

本分科会は、PPC 構造分科会と調整しながら、外ケーブル構造に関する規準をとりまとめている。

【プレキャストセグメント工法】

コンクリート橋の建設にあたっては、鋼橋と比較して、現場作業期間を長く必要とすること、現場において鉄筋工および型わく工等の熟練工を多く必要とすること、現場において高度な品質管理を必要とすること等の課題があり、これらを早急に改善することが極めて重要である。これらの課題を解決する方策の一つとして、近年欧米諸国においては、プレキャストセグメント工法(Precast Segmental Construction)が多く採用され成果を上げている。我が国においては、特殊な現場条件および架設条件下において一部にプレキャストセグメン

ト工法が採用されているが、実際に適用する場合、欧米に比べてまだ一般化しておらず、今後の発展的普及に対しては、設計施工規準の整備が急務であると考えられる。

本分科会では、経済性および省力化等からは極めて有効であるプレキャストセグメント工法の設計施工について欧米の諸規準および国内の技術資料等を参考に本規準を規定するものである。ただし、本規準で示すプレキャストセグメント工法による橋は、橋軸直角方向に分割した箱桁断面またはそれに類似した主桁断面を有するものとし、これによりがたい場合は別途検討することとしている。

2.2 分科会構成

分科会の構成を表-3に示す。

表-3 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法分科会

主 査	阿部 登	(株) 建設技術研究所
幹 事	猪俣 明	(株) ビー・エス
委 員	海津 誠昭	オリエンタル建設(株)(H.7.10~)
	大塚 一雄	鹿 島 建 設 (株)
	春日 昭夫	住 友 建 設 (株) (H.7.1~)
	加藤 敏明	(株) 大 林 組
	酒井 秀明	日 本 道 路 公 団
	篠田 誠	八 千 代 エ ン ジ ニ ヤ リ ン グ (株)
	田中 慎一	東 京 都
	田中 茂義	大 成 建 設 (株)
	前田 晴人	(株) 日 本 構 造 橋 梁 研 究 所
	益子 博志	住 友 建 設 (株) (~H.6.12)
	睦好 宏史	埼 玉 大 学
	元木 信夫	(株) 千 代 田 コ ン サ ル タ ン ト
	横田 勉	オ リ エ ン タ ル 建 設 (株) (~H.7.9)
通信委員	窪田 良明	(株) 建設技術研究所

2.3 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法設計施工規準 目次(案)

第1章	総 則
1.1	適用の範囲
1.2	関連規準
1.3	用語の定義
第2章	調査・計画
2.1	調 査
2.2	計 画
第3章	使用材料
3.1	コンクリート
3.2	鉄 筋
3.3	P C 鋼 材
3.4	定着具および接続具
3.5	保 護 管
3.6	防 錆 材
3.7	偏 向 具
3.8	接合目地材

◇委員会報告◇

第4章 設 計

4.1 一 般

4.2 設計の基本

4.3 外ケーブルによるプレストレス力

4.4 使用限界状態に関する検討

4.5 終局限界状態に関する検討

4.6 疲労限界状態に関する検討

4.7 プレキャストセグメント工法

4.8 外ケーブル構造

第5章 構造細目

5.1 一 般

5.2 形状および部材寸法

5.3 最小鋼材量

5.4 PC 鋼材の配置

5.5 PC 鋼材の定着

5.6 定着部の構造と補強

5.7 偏向部の構造と補強

5.8 せん断キーの構造

5.9 せん断キーの配置と補強鉄筋

5.10 防振装置

5.11 PC 鋼材の保護構造

第6章 施 工

6.1 一 般

6.2 プレキャストセグメントの製作

6.3 プレキャストセグメントの架設

6.4 外ケーブルの施工

2.4 内容の概説

第1章 総 則

1.1 適用の範囲

- (1) 本規準は、外ケーブル構造またはプレキャストセグメント工法を採用したプレストレスを導入したコンクリート構造の橋の設計および施工に適用する。
- (2) 本規準の適用の範囲となる外ケーブル構造とは、プレストレスをコンクリート部材に与える場合に、PC 鋼材等を直接コンクリート内部に配置せず、コンクリート部材の外側に配置し、定着部あるいは偏向部を介してプレストレス力を与える構造を言う。
- (3) 本規準の適用の範囲となるプレキャストセグメント工法とは、工場または現場であらかじめ製作されたコンクリート部材を、架橋地点に架設しプレストレス力を与えることにより一体化する工法を言う。

(1) について

本規準は、外ケーブル構造のみまたは外ケーブルと内

ケーブルを併用した橋の設計施工について欧米の諸規準および国内外の技術資料等を参考にして規定したものである。また、外ケーブルとプレキャストセグメント工法をそれぞれ単独または組み合わせた場合ともに設計できるように配慮している。

ここでいうプレストレスを導入したコンクリート構造とは、いわゆるプレストレスコンクリート構造とパースャリープレストレスコンクリート構造を包括するものと以降ではPC 構造と表す。

(2) について

本規準で取り扱う外ケーブル構造は、主桁の桁高の範囲内に配置された外ケーブル構造を言う。したがって、PC 斜張橋やPC エクストラドーズド橋に用いられる斜ケーブルは、風による振動および疲労等の影響が極めて大きいので本規準によらず別途検討を行うものとするが、準用できる箇所についてはこれを準用してもよいこととする。

(3) について

本規準で取り扱うプレキャストセグメント工法は、箱桁断面またはそれに類似した断面形状を有し、ショートラインマッチキャスト方式等により製作されたセグメントを現場で架設し、せん断キーおよびプレストレス等により一体化させる工法を言う。したがって、鋼製せん断キー等により接合されるT形またはI形断面を用いる場合は、本規準の適用範囲外とする。

1.2 関連規準

本規準に規定されていない事項については、「PPC 構造設計規準」(プレストレスコンクリート技術協会)、「コンクリート標準示方書」(土木学会)「日本工業規格」によるものとする。また、橋に作用する自動車荷重および列車荷重等については、当該橋梁に適用される関連示方書によるものとする。

本規準は、外ケーブル構造またはプレキャストセグメント工法を採用したPC 構造またはPPC 構造の橋の設計および施工に特有の事項について示したものである。したがって本規準に規定されていない事項については「PPC 構造設計規準」、「PC 構造物の耐久性向上に関する調査研究報告書」(プレストレスコンクリート技術協会)、「コンクリート標準示方書」および「日本工業規格」によるものとする。また、橋に作用する自動車荷重等については、当該橋梁の事業者がその重要性・安全性および経済性等から定めるものであるため、当該橋梁の事業者が定める関連示方書等によるものとする。

第4章 設 計

4.2 設計の基本

- (1) 設計は、限界状態設計法によるのを原則とする。
- (2) プレキャストセグメント工法による設計では、継ぎ目のない桁としての設計を行うとともに、継ぎ目部において所用の安全性を有していることを検討するものとする。
- (3) プレキャストセグメントは、架設時のあらゆる状態に対して安全であるとともに、施工性に十分配慮して検討するものとする。
- (4) 外ケーブル構造による設計では、部材としてのじん性を損なわないように検討するとともに、定着部および偏向部は十分安全であるように検討されなければならない。
- (5) 外ケーブルの取替えを可能とする場合においては、取替え時に対する検討を行うものとする。

「4.2 設計の基本」においては、外ケーブル構造またはプレキャストセグメント工法による橋梁の各限界状態に対する設計フローを指示し、設計者が理解しやすいように配慮することとしている。

「4.3 外ケーブルによるプレストレス力」においては、断面力の算出に際して外ケーブルの効果をモデル化する場合の手法を例示し、それぞれについて詳細に解説している。

「4.4 使用限界状態に関する検討」の中では、プレキャストセグメントの継ぎ目部における過積載荷重作用時の設計について、これまでの設計規準、設計例を参考にしながら、より合理的な設計が可能となる規定を検討している。

「4.5 終局限界状態に関する検討」では、諸文献、最新の実験または解析等の結果をふまえて、外ケーブルの張力増加量の算定式を提案する。

「4.7 プレキャストセグメント工法」においては、継ぎ目部の形式としてエポキシ樹脂系接着剤を用いた継ぎ目を基本としているが、これ以外のモルタルあるいはコンクリートを用いる継ぎ目、あるいはドライジョイントについても検討している。なお、せん断キーについては多段せん断キーを原則とすることとしている。

第5章 構造細目

「5.2 形状および部材寸法」では、外ケーブル構造あるいはプレキャストセグメント工法では、主としてウェブの部材厚を小さくできることを述べ、経済性に対して記述している。同時に部材が小さくなることによるコンクリートの圧縮部に対する安全性についても留意点を示している。

「5.3 最小鋼材量」では、コンクリートと付着がない外ケーブルについては、最小鋼材量の算出に含めないこ

ととした。

「5.4 PC 鋼材の配置」では、一般の内ケーブルの曲げ半径規定をそのまま適用した場合は、偏向部や定着部の部材寸法が大きくなり、死荷重が増加して不利になることが考えられる。規準においては、解析や実験結果等により安全性が確認できることを条件に、別途に曲げ半径を決定してよいこととした。

「5.7 偏向部の構造」では、外ケーブル構造における偏向部の重要性を示し、補強筋の配置や配置誤差等による2次応力の発生を防ぐための留意点について述べている。

第6章 施工

「6.2 プレキャストセグメントの製作」、「6.3 プレキャストセグメントの架設」では、施工方法、品質管理基準値について海外の仕様書、ガイドライン等を参考にしながら示し、設計者の理解を助けるよう配慮して記述している。

「6.4 外ケーブルの施工」では、偏向具や保護管等外ケーブル特有の構造について施工上の留意事項を詳細に記述している。また外ケーブルの緊張管理方法についても合理的な手法を提案できるか検討している。

3. PPC 構造分科会

3.1 活動の目的

コンクリート構造物は従来、常時荷重に対して曲げひびわれの発生を許す鉄筋コンクリート（以下ではRC）構造と、発生を許さないPC構造に分類され、その設計も別々の体系で行われてきている。このため、同じコンクリート構造でありながら、その力学的挙動はかなり異なるものとなっている。例えば、RC部材は引張応力抵抗材として鉄筋のみを考慮していることから、ひびわれ発生から鉄筋降伏までの変形がほぼ弾性的に変化する。これに対して、PC部材はプレストレスの効果によりコンクリートが全断面で抵抗すること、また鋼材総量が比較的少ないことから、ひびわれ発生まではきわめて弾性的であるが、ひびわれ発生後は変形が急激に増大する傾向にある。

PC構造物を設計する場合、コンクリートのひびわれをある程度許容し、PC鋼材のかわりに鉄筋を配置することにより、ひびわれ発生後の変形性状を改善することができる。この考え方により、過度なプレストレス力による変形の増加を防ぐことができ、また終局限界状態に対する安全度を確保しながら、経済的な設計とすることもできる。一方、RC構造物では若干のプレストレスを導入することにより、ひびわれ幅を制御するとともに合理的な断面を設計することも可能である。

このように、従来のPC構造とRC構造に加え、そ

◇委員会報告◇

の中間に位置すると言われている PPC 構造を採用していくことにより、コンクリート構造の適用範囲が広がり、今まで以上に供用性、耐久性に優れ、かつ経済的で合理的な構造物を設計することが可能になる。

本分科会での活動は、PPC 構造に関する技術検討を行い、平成7年度に技術規準を作成し、この構造の理解と普及を図るものである。

3.2 分科会構成

分科会の構成を表-4 に示す。

表-4 PPC 構造分科会

主 査	山崎 淳	日 本 大 学
幹 事	新井 英雄	住 友 建 設 (株)
委 員	石原 重孝 出雲 淳一 鹿野 善則 河瀬 日吉 北国 秀一 佐藤 幸一 佐藤 正治 白石 俊英 手塚 正道	鹿 島 建 設 (株) (~H.7.1) 関 東 学 院 大 学 (株) 高 速 道 路 技 術 セ ン タ ー 八 千 代 エ ン ジ ニ ヤ リ ン グ (株) 鹿 島 建 設 (株) (H.7.2~) (株) ビ ー ・ エ ス (株) 建 設 技 術 研 究 所 大 成 建 設 (株) オ リ エ ン タ ル 建 設 (株)

3.3 PPC 構造設計規準 目次 (案)

第1章 総 則

1.1 適用範囲

1.2 用語の定義

1.3 記 号

第2章 関連規準および文献

第3章 計算に関する一般事項

3.1 設計の原則

3.2 耐用期間

3.3 限界状態の設定

3.4 安全係数と修正係数

3.5 照査すべき項目

3.6 プレストレス導入量

第4章 使用材料

4.1 コンクリート

4.2 鋼 材

4.3 定 着 具

4.4 シ ー ス

第5章 制 限 値

5.1 一 般

5.2 曲げモーメントおよび軸方向に対する制限値

5.3 せん断およびねじりに対する制限値

第6章 構 造 細 目

6.1 一 般

6.2 最小鋼材量

6.3 最大鋼材量

6.4 鋼材のかぶり

6.5 鋼材のあき

6.6 鋼材の配置

6.7 鉄筋の定着

6.8 鉄筋の継手

6.9 PC 鋼材の定着、接続および定着部コンクリートの補強

6.10 応力集中が生じる部分の補強

第7章 荷 重

7.1 一 般

7.2 荷重の特性値

7.3 荷重係数

7.4 荷重の種類

7.5 設計荷重

第8章 構 造 解 析

8.1 一 般

8.2 各限界状態での構造解析手法

8.3 モーメント再分配

8.4 非線形解析

第9章 使用限界状態に関する検討

9.1 一 般

9.2 曲げモーメントおよび軸方向力に対する検討

9.3 せん断およびねじりに対する検討

9.4 変位・変形に対する検討

第10章 終局限界状態に関する検討

10.1 一 般

10.2 曲げモーメントおよび軸方向力に対する安全性の検討

10.3 せん断力に対する安全性の検討

10.4 ねじりに対する安全性の検討

第11章 疲労限界状態に関する検討

11.1 一 般

11.2 疲労に対する安全性の検討

11.3 設計変動断面力と等価繰返し回数の算定

11.4 曲げモーメントおよび軸方向力に対する安全性の検討

11.5 せん断力に対する安全性の検討

参考資料 道路・鉄道橋の設計例

3.4 規準の基本的考え方

(1) 限界状態設計法による設計規準

今後のコンクリート構造物の設計をより合理的に行うためには、土木学会の示方書や海外の諸規準の現状を踏まえると、限界状態設計法を採用することが適切であると考えられる。

土木学会のコンクリート標準示方書は平成8年3月に改訂される予定であるが、この動きに合わせて、本規準では基本的にこのコンクリート標準示方書の考え方を積極的に取り入れていくものとする。

また、施工に関する部分は、耐久性分科会の成果等をふまえて作成するのが適切であると考え、本分科会では取り扱わないこととする。

(2) PC・RC 部材を包括する設計法

現行規準のコンクリート部材設計法では、PC 部材と RC 部材が分かれて取り扱われており、いくつかの部分で統一性が欠けている。このためこれらの部材を包括する統一設計法が望まれている。

PPC 構造は、PC 部材でひびわれの発生を許容する構造、もしくは RC 部材のひびわれ発生荷重やひび割れ幅を制御する構造であり、導入されるプレストレス量により、RC からフルプレストレスの PC 部材までを包括する概念であるといえる。つまり、PPC 構造を積極的に規準化することは、自ずから PC・RC 部材の設計法を包括的に取り扱うことになる。

(3) 橋梁構造

PPC 構造の適用分野は様々であるが、実施例が多いこと、コンクリート標準示方書が充実していることから、適用範囲として梁部材からなる橋梁構造を想定した規準とする。

(4) 構造細目

一般的な規準は、『総則→材料→荷重→部材設計計算→構造細目』の順で構成されている。しかし、実際の構造物設計を行っていくうえで、ある程度の細目をイメージしておく必要があり、さらによりよい構造物を設計するためには、構造細目が充実していることが重要な要素である。

これらの点を考慮して本規準では、『総則→材料→構造細目→荷重→部材設計計算』の順で構成することとする。

(5) 外ケーブル構造

外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法分科会の成果について、外ケーブル構造についての成果を本規準に取り入れる。プレキャストセグメントについては、本規準の中に含めることも可能であるが、繁雑な規準になることが懸念されるため直接取り扱わないこととする。

4. PC 構造物の耐久性向上分科会

4.1 活動の目的

PC 構造は、橋梁の分野をはじめとして各種構造物に適用されてきており、この間、PC 定着工法等 PC 用材料や技術の改良、発展はめざましいものがあり、構造的により信頼性に富む構造物が得られるようになった。しかしながら、近年塩害をはじめ中性化やアルカリ骨材反応等というコンクリート構造物の寿命に直接影響を及ぼすような各種の劣化現象が発見されるようになった。加

えて、構造物の高機能化、複雑化にともなって、これまでは予想できなかった施工面での問題が生じるようになり、公共構造物としての信頼を損なうような損傷・劣化の事例も報告されている。

これらの損傷・劣化の現象を分析し、原因を解明して十分な対策を講じることにより、これから建設される PC 構造物の設計・施工、さらに材料面から見直しを行い、また、すでに何らかの損傷・劣化を生じた構造物に対しても補強や補修を施して、より耐久性に富むものとするのはこれからの重要な課題といえる。

当分科会では、こうした視点から、PC 橋梁をはじめとした PC 構造物の損傷・劣化の事例を調査し、原因やメカニズムの分析を行って、耐久性向上のための方策についての“提言”をまとめることとした。研究活動は、平成6年度からの3年間を予定しており、平成7年度までに事例調査と“提言”についての作業を終了する。さらに平成8年度には、既設構造物の補強・補修について研究を行って、8年度末には調査研究報告書としてまとめる予定である。こうした成果については、いずれ PC 技術協会会員以外にも紹介し、所期の目標である“より耐久性に富む PC 構造物”に対する認識と理解を広め、これまでより一層健全で持続的な社会資本としての PC 構造物を実現したいと考えている。

4.2 分科会構成

分科会の構成を表-5 に示す。

表-5 PC 構造物の耐久性向上分科会

主 査	望月 秀次	日 本 道 路 公 団
幹 事	中村 一樹	オ リ エ ン タ ル 建 設 (株)
委 員	開米 章	東 京 都 (H.7.4~)
	河村 直彦	(株) ビ ー ・ エ ス
	近藤 真一	住 友 建 設 (株) (~H.7.3)
	斎藤 泰彦	(株) 建 設 技 術 研 究 所 (H.7.6~)
	柴田 善光	八 千 代 エ ン ジ ニ ヤ リ ン グ (株)
	新藤 竹文	大 成 建 設 (株)
	高木千太郎	東 京 都 (~H.7.3)
	田中 英明	(株) 建 設 技 術 研 究 所 (~H.7.5)
	塚田 章	鹿 島 建 設 (株) (H.7.4~)
	本田 英尚	住 友 建 設 (株) (H.7.4~)
本橋 賢一	鹿 島 建 設 (株) (~H.7.3)	
宮川 豊章	京 都 大 学	
通信委員	八田 吉弘	オ リ エ ン タ ル 建 設 (株)

4.3 報告書について

平成8年度末刊行予定の報告書は、以下の章構成および内容とするべく調査研究を行っている。表題は「PC 構造物の耐久性向上に関する調査研究報告書」とし、損傷・劣化事例と原因やメカニズムの分析を中心とした第1編と、耐久性向上のための技術的提言を主体とした第2編からなる。

第1編 PC 構造物の耐久性

◇委員会報告◇

第1章 PC 構造物に要求される耐久性

第2章 PC 構造物の損傷・劣化の原因とメカニズム

2.1 損傷の形態

2.2 損傷・劣化の要因

第3章 損傷・劣化の事例集

第2編 PC 構造物の耐久性改善のための提言

第1章 PC 構造物の設計・施工・材料

第2章 PC 構造物の補修・補強

次に各編および各章の概要を示す。

第1編はPC構造物の耐久性について一般的な観点から記述したものである。その第1章はPC構造物に要求される耐久性について、一般のコンクリート構造物に比較した場合の特異性と問題点を緊張材であるPC鋼材、グラウト、定着部、かぶりおよび単位セメント量等の観点から記述している。PC構造を含めてコンクリート構造は、塩害、中性化、アルカリ骨材反応等の材料的な劣化機構に加えて、疲労や過載荷重等といった構造的な劣化機構がある。またPC構造は一般のコンクリート構造よりもPC鋼材やグラウト等使用材料が多岐にわたり、かつ高強度材料であるPC鋼材を使用するために、劣化を生じさせる原因とその現象は一般のコンクリート構造と異なっていること等がその要点である。

第2章の2.1では、一般的な損傷の形態について鋼材とコンクリートの損傷機構を中心に説明している。PC鋼材の損傷機構として、遅れ破壊、腐食疲労、フレッチングを、鉄筋については腐食膨張を、さらにコンクリートの損傷機構として、塩害、中性化および化学的劣化、凍害、外力を取り上げて説明している。

2.2では損傷・劣化の要因を、①PC鋼材、②グラウト、③鉄筋、④コンクリート、⑤支承等橋梁付属構造物といった構造を構成する材料ごとに、さらに⑥変形や荷重によるものに分けて分析、整理している。この要因を分析するにあたっては第3章の損傷・劣化の要因として、PC鋼材に関してはかぶり不足やひび割れによるPC鋼材やシースの腐食がある。また、外ケーブルにおける防錆の不備もあり、定着部の補強鉄筋不足によるひびわれも報告されている。グラウトについては、施工の不確実性に起因するものが大部分を占める。鉄筋の損傷はかぶり不足が主要因であり、コンクリートについては塩害、施工不良、乾燥収縮拘束によるひび割れ等が多い。このほか支承の移動拘束による損傷やクリープ評価の不適切さ等による伸縮継手や支承の損傷がある。

第3章は国内44件、国外35件のPC橋梁についての損傷・劣化の調査台帳であり、構造物ごとに、橋長、幅員、荷重や使用材料等の橋梁概要、損傷形態、損傷原因、補修・補強方法等について調査している。国内の調

査対象橋梁については、公表、未公表の区別なく収集した。これまで種々の理由により公表されなかった物件についても、より詳細に損傷・劣化の原因を分析し将来に対して適切な対策を講じるために諸機関を介して調査することとした。また、国外の調査対象はグラウト問題の発端となったイギリスにおけるプレキャストセグメント橋のほか、ドイツ連邦交通省に紹介されたPC橋梁が中心となっている。

第2編は、第1編・第2章の要因分析結果を受けて、PC構造物の耐久性改善のための“提言”を、設計・施工基準類のように条文・解説に分けて記述しており、また第2章ではPC構造物の補修・補強方法について記述する予定である。

第1章は、これから設計・施工されるPC構造物について損傷・劣化を防ぐとともに積極的に耐久性を向上するための方法を項目ごとに、設計面、施工面、および材料面から記述している。項目としては、要因分析の項目に対応して、①緊張材、②グラウト、③鉄筋、④コンクリート、⑤橋梁付属物、⑥その他、としている。

緊張材は、内ケーブルと外ケーブルに分け、通常のPC鋼材の他に斜張ケーブル、アンボンド、後硬化型、樹脂塗装、FRP緊張材等を取り上げている。PC鋼材の配置や周囲のコンクリートの打設、緊張管理のほか後処理についても記述している。また、外ケーブルについての記述は共振防止や再緊張について行っている。

PC鋼材の損傷・劣化に大きく影響するグラウトについては、設計面で空隙率確保のためのシース径や配合設計について記述し、また高粘性グラウト、ノンブリーディンググラウトについても説明している。施工については、良好なグラウト充填のための作業方法と手順、グラウト注入用機器、部品の選定や注入圧力、流量の管理等の記述を行っている。また、注入作業時のグラウト閉塞等トラブルへの対応や作業に関わる者の教育や資格、充填状況の非破壊検査方法も紹介している。

鉄筋およびコンクリートについては一般のコンクリート構造物と基本的に同じであるため、PC構造として特に記述することは少ないが、第1編2.2で分析、抽出したPC橋梁損傷の要因のうち鉄筋およびコンクリートに関するものを改善する方法について記述することとしている。鉄筋についてはかぶり不足と塩害に対しての記述を行い、コンクリートについては防水性の不良やプレキャスト部材と場所打ち部材との乾燥・収縮差によるひびわれやセグメント目地、打継ぎ目からの浸入水による鋼材腐食、打設時の締固め不良を原因とする欠陥について記述を行うこととしている。また、塩化物量についてもPC構造としての必要な記述を行う。材料面でも、樹脂塗装鉄筋やプレキャスト型枠、高流動コンクリートに

関する記述を行う。

橋梁付属物として、支承、落橋防止装置および移動制限装置、伸縮装置、壁高欄、排水装置を取り上げる。支承の項ではゴム沓の優位性や支承周りの排水の重要性や沓座モルタル施工について記述し、落橋防止装置としてはアンカーバーの充填材材質、防食方法について記述している。伸縮継手に関しても地覆部分を含めて浸入水の防止が重要であり、排水装置は継手構造や排水柵補強の方法が重要である。

以上のほかに、橋梁の構造形式に関しては、多径間にわたっての連続化や支承を無くしたラーメン構造化は耐久性向上の有効な方法であるし、継ぎ目などへの水の浸入を防止する橋面防水工は望ましいものとして記述している。

平成8年度の作業とする第2章は、橋梁を始めとした

既設のPC構造物の補修と補強についての具体的な設計・施工方法を提言するものである。補修・補強方法についてはこれまでも多くの研究や実際の施工が行われているが、当研究においては、PC構造固有の事項に的を絞り、かつ第1編の記述を受けたかたちで取りまとめたと考えている。

5. おわりに

以上、PC技術規準研究委員会活動の現況概要を報告したが、平成8年度に活動の広報も兼ね、皆様の御意見を反映する機会を作りたいと考えている。

なお、3分科会の活動成果はPC技術協会に保管してありますので、特に御希望の方があれば、協会事務局へ問い合わせ願います。

【1996年1月26日受付】