

## 第 5 回

# 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

シンポジウム幹事会

### 1. はじめに

プレストレストコンクリート技術協会主催による第 5 回シンポジウムが、古代文化の発祥地として自然環境豊かな都市に発展してきた松江市において開催された。

回を重ねるごとに講演数、参加者数ともに増え続けており、今回は全国から実に 400 名を超える方々にご参加いただき、大盛況のうちに無事終了することができた。

ここに本シンポジウムの概要を報告する。

### 2. シンポジウムの概要

#### (1) 日程および内容

- ・期 日：平成 7 年 10 月 12 日(木)，9:30 ～ 17:10  
10 月 13 日(金)，9:30 ～ 16:00
- ・場 所：くにびきメッセ(島根県立産業交流会館)  
(島根県松江市西川津町 3669 番地)
- ・講 演：特別講演  
Ⅰ：「最近の高速道路の橋梁」  
日本道路公団本社技術部長  
風間 徹  
Ⅱ：「兵庫県南部地震による PC 構造物の被害について」  
オリエンタル建設㈱  
常務取締役技術部長  
鈴木 素彦

#### 一般講演

研究報告，工事報告等 発表数 107 題

- ・懇 親 会：10 月 12 日の講演終了後会場内多目的ホールにて開催

- ・プログラム：表-1 参照

#### (2) 特別講演

今回のシンポジウムでは、日本道路公団広島建設局建設部長(現・本社技術部長)の風間 徹氏、ならびにオリエンタル建設株式会社常務取締役技術部長の鈴木素彦氏より特別講演をいただいた。

最初に、風間 徹氏より「最近の高速道路の橋梁」と



写真-1 開 会 式

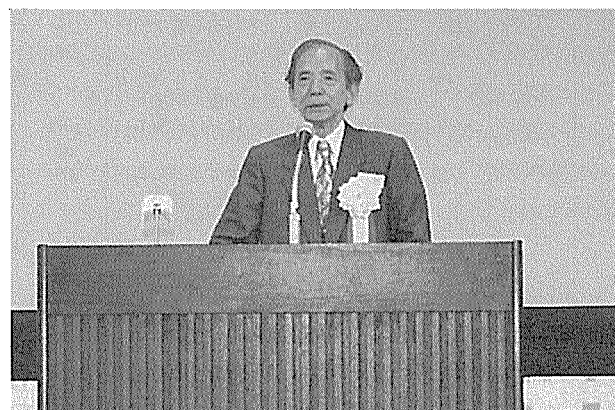


写真-2 本岡会長挨拶



写真-3 池田実行委員長挨拶

表-1 (2) プログラム (1日目)

| 日 時                       | 第 1 会 場                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 第 2 会 場                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 第 3 会 場                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10<br>月<br>12<br>日<br>(木) | 9:30 ~ 開会の辞<br>9:40 ~ 挨拶<br>9:50 ~ 挨拶<br>10:00 ~ 特別講演Ⅰ 日本道路公団 風間 徹<br>11:00 ~ 特別講演Ⅱ オリエンタル建設㈱ 鈴木素彦<br>12:00 ~ 昼休み<br>13:00 ~ ■セッション1 (試験研究①)<br>(1) PPC 構造最適設計のための検討項目の定性的、定量的評価<br>(2) 高強度 PC グラウトを用いた PC 鋼より線の付着性状と PRC はりの曲げ性状<br>(3) PC および PRC はりの終局曲げ強度の解析的研究<br>(4) 圧縮鋼材を有する PC 桁のせん断試験<br>(5) 連続繊維を用いて斜めプレストレスを導入したはりのせん断効果<br>(6) プレキャストブロック継目部の設計法に関する実験的研究<br>(7) コンクリートの乾燥収縮とクリープの予測精度<br>(8) PC 中空床版橋の長スパン化に関する一考察<br>(9) ラダー型マクラギの開発と新軌道構造の展開<br>(10) ラダー型マクラギの試作と耐荷性能試験 | ■セッション3 (橋梁施工①)<br>(21) 高性能コンクリートを用いた PC 桁橋の施工<br>(22) 高流動コンクリートを用いた PC 桁の施工<br>(23) 青葉大橋 (RC アーチ橋) の計測計画と実測値について<br>(24) 田沢湖線拡幅橋梁の既設ケーブル探查及び一体化施工<br>(25) 重信川高架橋におけるプレキャストセグメントの製作<br>(26) 近鉄養老線牧田川橋梁の施工—大型 PC 下路桁橋の施工—<br>(27) 上下線一体型大型移動支保工による中郷高架橋の設計施工について<br>(28) 最小曲率 ( $R = 30m$ ) の PC 連続曲線橋 (鶴首高架橋) の施工<br>(29) 大型移動防護構を開いた PC 橋の張出し施工<br>(30) SSY 式押し出し工法における自動反力測定管理 | ■セッション5 (建築全般)<br>(41) 沖縄県海水淡水化施設土木建築工事・設計・施工について<br>(42) 段差付き PC 合成床版の構造性能について<br>(43) 軽量 PRC 造スラブの長期挙動に関する実験的研究<br>(44) PC 合成床スラブの長期たわみに対する解析的検討<br>(45) プレストレスにより壁体に導入されたひずみ (応力) の実測<br>(46) プレストレストコンクリート造建物の地震応答特性 (その 1 質点系モデルによる応答特性)<br>(47) プレストレストコンクリート造建物の地震応答特性 (その 2 フレームモデルによる応答)<br>(48) 付帯柱と絶縁したプレキャスト壁板付き PC フレームの弾塑性解析<br>(49) 付帯柱と絶縁したプレキャスト壁板付き PC フレームの柱梁接合部の挙動 |
|                           | 15:00 ~ 休 憩<br>15:10 ~ ■セッション2 (斜張橋外研究)<br>(11) 十勝大橋 (PC 斜張橋) 振動実験<br>(12) 3 径間連続 PC 斜材付き箱桁の耐震設計<br>(13) 伊唐大橋風応答観測による主桁・主塔の振動特性<br>(14) 伊唐大橋東ねケーブルの耐風安定性<br>(15) 主桁制振装置による張出し施工中の PC 斜張橋の制振<br>(16) 弾性シール材充填タイプ中規模斜張橋斜材ケーブル制振装置の研究<br>(17) 斜張橋並列ケーブルにおける新しい制振手法の研究<br>(18) 小田原ブルーウェイブリッジの斜材システムに関する曲げ疲労試験<br>(19) 斜張橋のサドル定着部の設計<br>(20) 蟹沢大橋 (エクストラード PC 橋) におけるサドル部の性能試験                                                                                                              | 休 憩<br>■セッション4 (橋梁施工②)<br>(31) PC 合成桁と RC 中空床版の連続化構造と計測<br>(32) 4 径間連続上落式 PC 吊床版橋の振動使用性試験<br>(33) PC 吊床版橋の施工に関する検討<br>(34) PC 吊床版橋「順慶橋」について<br>(35) 4 径間連続上落式吊床版橋の施工<br>(36) トラス・クルカ (合成鋼管) 併用工法による RC アーチ橋の施工について<br>(37) バンナ公園アーチ橋の施工<br>(38) 岩滑沢橋の設計・施工<br>(39) 新しい架設工法 (Sumitomo Progressive Simple Beam 工法) による PC 橋の施工<br>(40) NAPP 工法の施工例の紹介                              | 休 憩<br>■セッション6 (容器・高流動)<br>(50) PC LNG タンクの事故時熱応力解析の試み<br>(51) PC タンクの側壁下端部ハンチ形状の決定手法<br>(52) 側壁下端固定 PC タンクの断面力算定法<br>(53) 人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートの開発<br>(54) プレテンション用高流動コンクリートに関する実験的研究<br>(55) 高流動コンクリートを用いた高強度 PC プレキャスト部材について<br>(56) 半円形防波堤の設計と施工<br>(57) グラウンドアンカーの応力分布について                                                                                                         |
|                           | 17:30 ~ 懇親会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



写真-4 特別講演 (風間氏)

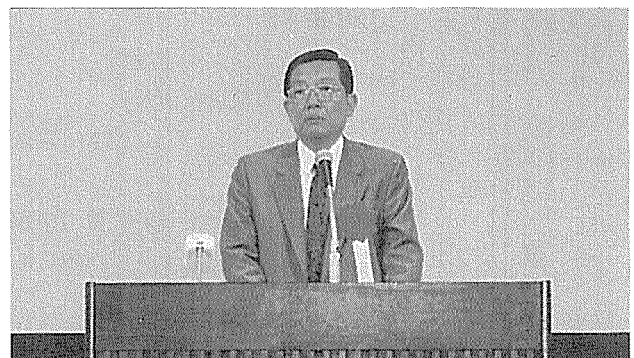


写真-5 特別講演 (鈴木氏)

題して、エクストラード橋、プレキャストセグメント工法による橋梁、外ケーブル併用押し出し工法による橋梁、アーチ構造を併用した RC 30 径間連続中空床版橋の設計・施工技术に関する詳細な説明があった。第二

東名・名神は事業費が約 5.5 兆円、もうひとつの JH が出来てもよいほどのビッグ・プロジェクトであり、紹介された橋梁はその第二東名・名神をはじめとする新事業を視野に入れ、特に省力化、維持管理性、経済性に着目

表-1(2) プログラム(2日目)

| 日 時                       | 第 1 会 場                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 第 2 会 場                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 第 3 会 場 |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 10<br>月<br>13<br>日<br>(金) | 9:30 ～<br>■セッション7 (試験研究②)<br>(58) 外ケーブル方式プレキャストブロッ<br>ク PC 橋の非線形解析について<br>(59) デビュータでの摩擦を考慮した外<br>ケーブル方式 PC 桁の非線形解析<br>(60) 非線形解析プログラムの外ケーブル<br>構造への適用と今後の標準化につい<br>て<br>(61) 外ケーブル方式二径間連続はりの曲<br>げ終局耐力について<br>(62) 外ケーブル定着ブラケットのプレキ<br>ャスト化に関する実験<br>(63) 内外ケーブル併用プレキャストセグ<br>メント橋の模型試験<br>(64) ノモグラムを用いた外ケーブルによ<br>る PC 桁の補強設計法<br>(65) 外ケーブルによりせん断プレストレ<br>スを導入した鋼コンクリート合成桁<br>の水平せん断耐力とその性状<br>(66) 波形鋼板ウェブを有する複合 PC 構<br>造のせん断挙動について<br>(67) 波形鋼板ウェブ PC 連続箱桁「松の<br>木7号橋」の模型実験 | ■セッション10 (斜張橋外施工)<br>(83) 新しいタイプの斜張橋(北陸新幹線,<br>屋代北橋梁)の施工<br>(84) 北陸新幹線第2千曲川橋りょうの施<br>工について<br>(85) ふれあい橋 (PC 斜張橋) の設計・<br>施工<br>(86) 八戸港ポートアイランド連絡橋 (仮<br>称) の施工 (大型独立1本斜塔を有<br>する PC 斜張橋)<br>(87) まなび野橋の設計・施工<br>(88) 西三条架道橋の設計<br>(89) 合角大橋 (PC 斜張橋) の施工<br>(90) 平羅橋 (PC 斜張橋) のプレキャスト<br>ブロック張出し施工<br>(91) PC 斜張橋における機械化・情報化<br>施工<br>(92) 第一玉川橋梁の設計 |         |
|                           | 11:30 ～ 昼休み                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11:30 ～ 昼休み                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |
|                           | 12:30 ～<br>■セッション8 (補修・補強)<br>(68) PC 橋の診断における耐久設計手法<br>の利用について<br>(69) 外ケーブルによる補強の測定と解析<br>(70) 沢良宜高架橋 (外ケーブルによる桁<br>連結工事) の施工と実橋測定<br>(71) 外ケーブル方式による PC 単純桁橋<br>連結化の施工について<br>(72) 中空 PC 鋼棒を用いた外ケーブル定<br>着体の耐力確認実験<br>(73) 日本道路公団 姫路バイパス 曾根<br>高架橋他2橋橋梁補強工事 施工報<br>告<br>(74) 蔵王大橋災害応急復旧 (その2) 工<br>事の設計・施工報告                                                                                                                                                                    | ■セッション11 (床 版)<br>(93) プレストレストコンクリート床版の<br>押し抜き強度<br>(94) プレキャスト床版継手の静的および<br>疲労強度に関する研究<br>(95) RC ループ状継手を有するプレキャ<br>スト PC 床版接合部の疲労破壊試験<br>(96) アフターボンドケーブルを用いた<br>PRC 床版の設計・施工<br>(97) ホロナイ川橋 (鋼2径間連続2主桁<br>橋) PRC 床版の設計・計画 その1<br>(98) ホロナイ川橋 (鋼2径間連続2主桁<br>橋) PRC 床版の設計・計画 その2<br>(99) PC プレキャスト床版掛替え工事(令<br>終橋)について                               |         |
|                           | 13:55 ～ 休 憩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 13:55 ～ 休 憩                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |         |
|                           | 14:05 ～<br>■セッション9 (橋梁設計)<br>(75) ふれあい橋 (単径間吊床版橋) の設<br>計<br>(76) 大芝大橋の計画と設計<br>(77) 重信川高架橋の設計報告<br>(78) 角島大橋の設計について<br>(79) 都14J 歩道橋の設計と施工<br>(80) $R=30\text{m}$ を有する PC 連続中空床版<br>橋の実橋試験について<br>(81) 広幅員連続ラーメン橋における水平<br>反力調整工およびウェブ合流付近の<br>有限要素解析について<br>(82) 開床式3径間連続 PRC 下路桁の設<br>計                                                                                                                                                                                         | ■セッション12 (新素材・材料)<br>(100) 海上自衛隊横須賀消磁施設の設計<br>(101) 新素材 PC 橋の実橋試験桁の載荷試<br>験報告<br>(102) FRP ロッドを緊張材とするアンボ<br>ンド PC 梁の靱性を改善する定着装<br>置の開発<br>(103) 連続繊維緊張材用ノンメタリック<br>定着具の力学的特性<br>(104) 炭素繊維シートによる PC 桁の補強<br>実験<br>(105) 炭素繊維シートによる PC 桁補強施<br>工の一事例<br>(106) 15 年間海水暴露された PC はり中<br>のアンボンド PC 鋼棒の性質<br>(107) $2300\text{N/mm}^2$ 級高強度 PC 鋼より線の<br>開発   |         |
|                           | 15:45 ～ 閉会の辞                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |         |

して建設方式に新しい試みを取り入れたものばかりである。

それぞれの技術的特徴が丁寧に紹介され、今後の課題として軽量かつ経済性に優れた架設機材の開発への期待等が述べられた。また、NATM 以後もめざましい技術開発を続けている昨今のトンネル技術に触れ、今や橋梁よりもコスト的に有利になってきていること、そして橋梁も従来の技術にとらわれずにコストダウンを達成し、さらなる発展を期すべきであることが強調された。

続いて、鈴木素彦氏より「兵庫県南部地震による PC 構造物の被害について」と題し、氏が委員長を務められた「兵庫県南部地震 PC 構造物震害調査委員会」の調査に基づき、PC 構造物の被災状況について貴重な報告がなされた。報告は橋梁、建築、容器、港湾構造物に分類され、4 か月にわたる調査結果が 70 枚強のスライドで紹介された。PC 構造物の震害の機構等については今後詳細な分析がなされるが、この調査報告は大変有効な情報を与えるものと思われる。

## ◇会議報告◇

このように、今回のシンポジウムは新しい橋梁技術についての示唆に富んだ講演と、自然界の業（わざ）と力に対する技術者の責任を改めて確認した意義深い講演から始まった。ご多忙の中ご講演をいただいた両氏に対し、本紙を借りて厚く御礼申し上げる次第である。

〔本稿文責：畑山義人（清水建設㈱）〕

### （３）一般講演

一般講演は、表－１に示すとおり内容別に各 7 ～ 10 題の 12 セッションに分けられ、初日は 3 会場で、二日目は 2 会場で行われた。発表数が 107 題と多く、一題あたりの講演時間は 10 分と短い時間ではあったが、各セッションごとの質疑応答（各 20 分）では時間が足りない場面もあるなど、非常に充実した講演であった。

以下に、各セッションの講演概要をそれぞれのセッションの司会進行を努めていただいた座長・副座長にまとめていただいたので報告する。

#### ■セッション 1（試験研究①）

座長：山口隆裕，副座長：近藤真一

本セッションでは、試験および研究に関する 10 編の論文の発表があった。

論文 1 は、PPC 構造を限界状態設計法で設計する際の、終局、疲労、使用の各限界状態の検討項目の設計値と制限値の比に着目し、これと部材寸法、PC 鋼材および鉄筋量との間の関係の定性的・定量的評価法を示したものである。

論文 2 は、PC グラウトの充填性が良好であっても、超高強度コンクリートの PC 部材では、従来の PC グラウトでは問題があり、グラウト自体の高強度化が必要であるとの認識から、PC グラウトの圧縮強度が PRC（PPC）梁部材の曲げ性状に与える影響について、実験的に検討したものである。

論文 3 は、PC および PRC（PPC）梁の終局曲げモーメントに関する解析法を提案し、さらに実験値と比較するとともに、設計への適用性について研究した成果について述べたものである。

論文 4 は、圧縮フランジ内に補強鋼板を有する PC 桁のせん断挙動について述べたものである。

論文 5 は、梁のせん断補強として、連続繊維補強材を斜めに配置し、プレストレスを導入すると、せん断耐力の向上およびせん断ひび割れの抑制に効果があることについて述べたものである。

論文 6 は、ブロック工法での T 桁橋を対象とした鋼製キーを配置した継目部の純せん断試験と純ねじり試験、および箱桁橋を対象としたコンクリート製接合キーを配置した継目部のせん断試験の結果に基づいて規定された、基準の主要項目の背景について述べたものである。

論文 7 は、種々の乾燥収縮とクリープ予測式の特性と、それらの予測式が与える予測値に含まれる不確定性の程度を数値解析結果を比較検討した結果について述べたものである。

論文 8 は、PC 中空床版橋の長スパン化を目的として開発した、床版端部に縦版を配置した形式に関して行った試設計について述べたものである。

論文 9 は、ラダー型枕木の構造設計上の要点、縦梁曲げモーメントの評価と、それに対する限界状態の検討、バラスト道床圧力の解析およびラダー型枕木を用いた新しい軌道構造の展開について述べたものである。

論文 10 は、論文 9 に関連して実施した種々の確認実験などについて述べたものである。

このように、本セッションの研究テーマは、それぞれ異なっており広範囲にわたっているが、これらの研究の目的とするところは、PC 構造の合理的設計手法の確立と考えられ、本セッションで報告されたさまざまな研究成果は、PC 構造の発展に大いに寄与するものと思われる。また、今回の発表にもあり、実際に導入されつつある PPC という新しい設計概念により、PC 構造と RC 構造の境界は明確ではなくなってきており、PC 構造の今後の発展にとっては、PC、PPC、RC 構造を統一して設計することのできる、新しい基本的な設計概念の確立が重要と思われる。みなさま方のこれからの研究に大いに期待するものである。

#### ■セッション 2（斜張橋外研究）

座長：橋本親典，副座長：渡辺浩史

本セッション「斜張橋外研究」では、合計 10 編の論文発表があった。大きく分類すると耐震性能についてが 2 編、耐風性能についてが 2 編、施工から完成までの安全性という面から制振装置の開発についてが 2 編あった。このほか、ケーブルの定着の安全性という面についての発表が 3 編なされた。以下に論文の概要を整理するが、最近の傾向として斜張橋の構造細部に着目するものが増えてきている。



写真－６ 一般講演風景

論文 11 は、3 径間連続 PC 斜張橋の実橋に対して起振機による強制振動実験ならびに自由振動実験を行い、実験値と解析値を比較することにより耐震設計に用いたモデルの妥当性を確認している。

論文 12 は、斜材を PC 部材とした場合の主塔、斜材、桁の地震時の挙動を確認するために地震応答解析を実施した結果を報告しており、主塔基部に耐震補強が必要であるという結論となっている。

論文 13 は、上部工施工段階からの風応答観測により、耐風安全性を確認しながら施工を進めた例で、風速、風向、乱れ強さ等の風の特性と主桁、主塔の振動形状、卓越振動数および応答変位と風速との関係について整理している。

論文 14 は、斜材として並列 2 本配置したケーブルを束ねた場合の制振効果について風応答観測を基に検討した結果を報告しており、束ねクランプの設置の効果についてまとめている。

論文 15 は、張出し施工中のガスト応答を制振するため、アクティブ型の制振装置を開発し、施工中の橋梁に応用し、その効果の確認をした結果の報告である。

論文 16 は、ケーブルの角折れ緩衝材として使用される現場充填タイプの弾性シール材を斜材ケーブルに制振材として用いた場合の付加減衰特性について検討したものである。

論文 17 は、斜張橋ケーブルに並列ケーブルを用いた場合、減衰付加型スペーサにより制振した場合の効果について考察したものである。

論文 18 は、エクストラドーズド PC 橋の斜材システムの曲げ疲労試験の報告であり、Wyatt の式でストランドの応力度計算が可能なことと  $S-N$  曲線を用いて疲労強度を決定することの妥当性を確認している。

論文 19 は、主塔サドル部の支圧性状を支圧面積、試験体形状、多段ダクトの影響について鋼棒を用いた試験により確認し、補強方法を検討したものである。

論文 20 は、エクストラドーズド PC 橋のサドル構造について、適切なソケット長の選定とサドル構造の持つ張力差抵抗機構を性能試験により確認している。

### ■セッション 3 (施工と計測①)

座長：理崎好生，副座長：堀口政一

本セッションでは、「施工と計測①」と題して、様々な内容の 10 編の発表があった。

論文 21, 22 は、粉体系の高性能コンクリートを使用して PC 桁を施工した結果の報告であり、製造時および打設時の品質確保、施工性の確認に重点をおいて検討されている。PC 構造物の施工の省力化、さらなる耐久性の向上に対して、高性能コンクリートは解決策の一つとして有力な材料であり、なお一層の研究が望まれる。

論文 23 は、トラス・クルカ併用工法を用いた大規模アーチ橋架設における計測計画と、現在までの計測結果について報告されたものである。

論文 24 は、新設桁と既設桁との一体化施工における、既設の床版、ウェブを削孔する際の PC 鋼材位置の探査方法および削孔方法について紹介したものであり、同種工事の参考資料となるものである。

論文 25 は、ショートライン・マッチキャスト方式によるプレキャストセグメント製作についての報告である。プレキャストセグメント工法は、施工の省力化、作業環境の改善策として、現在注目を浴びている工法であり、今後の同工法の普及にとって有用な資料になるものと思われる。

論文 26 は、大規模プレキャスト桁の製作方法と架設工法の紹介であり、プレキャスト桁の規模や形状、橋梁の線形などに配慮した様々な工夫が見られる。

論文 27 は、上下線一体型の大型移動支保工を用いて施工する際の特徴、留意点の紹介および予備せん断型反力分散省の設計の紹介である。

論文 28 は、交角  $300^\circ$ 、曲率半径 30m の連続曲線橋の施工における問題点、検討方法、対策が具体的に述べられており、類似工事の参考となるものである。

論文 29 は、安全対策として大型移動防護構を併用した張出し施工の事例紹介である。

論文 30 は、押出し工法における自動反力測定の方法と結果について詳細に報告したものである。

以上、本セッションの報告は、高性能コンクリート、プレキャストセグメントといった昨今話題のテーマに加え、施工管理に関する計測、PC 鋼材の探査法、施工の省力化・施工条件に配慮した橋梁施工の技術開発、安全対策など、非常にバラエティーに富むものであり、有意義なものであった。

### ■セッション 4 (施工と計測②)

座長：中村一樹，副座長：深井 悟

本セッションは、「施工と計測」というテーマで 10 編の発表があった。発表の内容的には、施工報告だけでなく、振動試験・現場計測等の内容を含むものものが多くあった。

論文 31 は耐久性・走行性に問題を持つジョイントを少なくするため、PC 合成桁と RC 中空床板を連結した異種連結構造の報告であった。

論文 32 ～ 35 は吊床板橋に関係したもので、論文 32 はプレキャスト版を使用し、プレキャスト版間の目地は 30cm の場所打ちコンクリートとした吊床板橋の報告で、論文 33 はプレキャスト床版の接合をモルタル目地のみとした吊床版橋の報告であった。論文 34, 35 は新しいタイプの上路式 PC 吊床板橋の施工および振動試験

#### ◇会議報告◇

の報告であった。報告のうち2件に振動使用性試験の報告があり、今後その結果が体系的にまとめられることが望まれる。

論文 36, 37 はコンクリートアーチ橋の施工報告で、論文 36 は架設工法に合成鋼管を併用したトラス・クルカ併用工法を採用した RC アーチ橋の施工報告であり、論文 37 は施工方法に合成アーチ巻立て工法を採用したバランスドアーチ橋の施工報告であった。

論文 38, 39 は施工法に特徴のある施工報告で、論文 38 は押出し工法の押出し架設時に外ケーブルを使用し、押し出した桁を一括横取架設する連続箱桁橋の施工報告で、論文 39 は完成系で配置される PC 鋼材を利用して施工を行う新しい架設工法を採用した PC 橋の施工報告であった。論文 40 はオールステージング工法の支保工による拘束を評価してケーブルの緊張順序を定めた PC 斜版橋の報告であった。

以上の発表に対して、振動性状、解析モデル、材料定数等について質疑・討議が行われた。最後に座長より、発表は OHP がきれいで分かりやすく、内容的にも日本で初めて採用された構造形式や工法等があり今後の役に立つ内容であったとの講評があった。

#### ■セッション5（建築）

座長：六車 照，副座長：佐藤卓夫

本セッションでは、「建築」と題して8編の発表があり、その内訳はプレキャスト PC の設計施工報告1編，合成床2編，軽量 PRC スラブ1編，PC 造建物の地震応答解析2編，耐震要素を持つ PC フレームの実験と解析2編であった。

論文 41 は、沖縄県の水処理施設の建設を組立式プレキャスト PC 造で行い、スパン 16.2m，高さ約 20m の大空間構造に PCa 柱（長さ約 20m，重さ約 52t）を使用した設計施工報告である。

論文 42, 44 は、PC 合成床に関するもので、論文 42 は、床面に段差のついた PC 合成床版の鉛直載荷実験を行い、段差部分に適切な形状寸法の矩形部を設けることで構造性能に問題ないことを確認している。

論文 44 は、PC 合成版の簡便な長期たわみ解析法を提案し、912 日間の測定結果との検証を報告している。

論文 43 は、軽量コンクリートを用いた PRC 造スラブの長期載荷によるたわみ、ひび割れおよび固有振動数を測定し、長期的なたわみ増大率が 5.5 ～ 10.5 倍とかなり大きく、用途に応じた適切な設計が必要なることを報告している。

論文 46, 47 は、純 PC ～ RC 造に至るコンクリート造建物の地震応答性状を把握するために、3 種類のロングスパンを持つ PC 造フレームを設計し、質点モデルおよび非線形漸増解析の結果の報告である。

論文 48, 49 は、柱との接合を省略した PCa 壁版の耐力と変形に着目して、模型試験を行い、実験値と弾塑性解析値との比較検討し、解析モデルの適合性についての検証と PCa 壁に取り付く PC フレームの柱梁接合部の挙動についての報告である。

プレキャスト PC 造が、建築構法としてますますの発展をとげるために、今回の発表は非常に有意義であった。次回には、もっと多数の発表を期待したい。

#### ■セッション6（容器・高流動等）

座長：河野 勝，副座長：井手口哲朗

本セッションでは8編の発表があり、その内訳は容器構造物の設計研究報告3編，高流動コンクリートの実験研究報告3編，海洋構造物の設計施工報告1編，複合アンカーの実験研究報告1編であった。

論文 50 は、PC LNG タンクにおける熱に関する事故を紹介し、大型タンクをモデル化してそれらの事故時の非定常熱伝導および非線形熱応力解析を行ってその安全性を確認したものである。今後は、構成材としての鋼材やプレストレス力の評価をも踏まえた研究にも期待したい。

論文 51, 52 は、いずれも側壁下端固定支承の PC タンクの設計に関する研究報告で、前者は側壁下端内側ハッチの適切な形状を簡便に決定するためのノモグラムを提案したものであり、後者は弾性支承上の円筒形 PC タンクの応力解析手法として従来から用いられている FEM による軸対称解析プログラムの代わりに、より手軽に利用できる平面骨組解析プログラムを用いる手法を提案しその妥当性を示したものである。ともすればコンピュータの発展に伴ってより複雑になりがちなところをできるだけ簡便で確実な手法を見いだすという意味で非常に意義のある報告である。

次の3編は、高流動コンクリートに関する種々の実験結果を報告したもので、論文 53 は、人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートの物性試験を行い基礎データを得るとともに、その適用性について報告したものである。

論文 54 は、高流動コンクリートの室内試験を通じて高炉スラグの置換率が圧縮強度に及ぼす影響を調べるとともに、PC ホロー桁への打設実験を行ってその適用性について確認したものである。

論文 55 は、高流動コンクリートのプレテンション部材への適用を目的に、ホロー桁、スノーシェッド桁、スノーシェルター桁への打設実験を行って、性状、充填性等を確認したものである。

高流動コンクリートの研究、適用は、日進月歩の勢いで進められているが、通産省では JIS の改正を望む声もでており、フレッシュコンクリートの管理手法の確立が





写真-7 懇親会

早急に必要であると考えられる。

論文 56 は、試験施工として、世界初の半円形防波堤をプレキャスト部材で製作して、プレストレスによって組み立て、一体化した工事の設計施工報告である。合理化、省力化が望まれる時代にマッチした工法として今後もこのような構造物のプレキャスト化、プレストレス化を大いに期待するものである。

論文 57 は、亀裂を有する岩盤やプレキャスト部材の一体化を目的に開発された、厚肉鋼管とアンボンド PC 鋼材を組み合わせたハイブリッド・バー・アンカー・システムの試験を行いその合理性を実証したものである。

#### ■セッション 7 (試験研究②)

座長：豊福俊英，副座長：前田晴人

本セッションで講演された 10 編のうち 8 編が外ケーブル方式の PC 構造に関する研究であり，2 編が波形鋼板ウェブを有する複合 PC 構造に関する研究である。

わが国における外ケーブル構造は，当初老朽化した RC や PC 構造物の補修・補強あるいはひび割れを制御するための PPC 部材として利用されてきたが，近年は今回の発表にも多く見られたように，本格的な外ケーブル橋梁（広くは斜張橋，エクストラード PC 橋）の建設へと発展してきた。

論文 58, 59, 60, 61 および 63 は，外ケーブル方式を用いるに当たり，まだ設計方法の確立されていない終局曲げ耐力の算定法について，実験的または解析的（非線形解析）に研究したものである。

論文中の非線形解析プログラムは各グループで独自に開発されており，その信頼性については実験結果との対比等により確認されている。非線形解析プログラムもいくつか開発されてきたことであるから，今後，統一した例題をいくつか作成し，プログラム相互の比較を行ってみてはどうだろうか。

論文 62 は，外ケーブルによる補強方法において，施工の簡素化・省力化のため，定着ブラケットにコンクリート製のプレキャストブラケットを用いた報告であ

る。実物大実験により接着方法を確認・決定し，実施施工に反映させている。

論文 64 は，外ケーブルによる PC 桁の補強設計にノモグラムを導入し，設計の簡略化を図ろうと試みたものである。PC 単純桁の曲げ耐力について非線形解析を行い，その結果に基づくノモグラムを提示している。

論文 65 は，鋼・コンクリート合成桁における鋼桁とコンクリート床版界面の水平せん断力を，外ケーブルによる逆向きの水平力で抵抗させるせん断プレストレス工法を提案している。

論文 66 および 67 は，波形鋼板ウェブを有する複合 PC 構造の実験結果報告である。前者はこの新たな複合構造の，せん断挙動を中心とした基本的な特徴を明らかにしており，後者は実際の連続箱桁へ応用するに当たって，中間橋脚の支点付近に着目した 1/2 スケールモデルに対する載荷試験より，設計方法の妥当性を確認している。

質疑応答では，論文の具体的な内容に関する意見交換のほか，研究論文のまとめ方について，目的を明確にし，また，結論は一般的に限定された対象についてのものであるのかを明らかにし，読者に誤解を与えないように注意してほしい旨の発言もあった。

#### ■セッション 8 (補修・補強)

座長：中條友義，副座長：野田行衛

本セッションでは，「補修・補強」と題して 7 編の施工例が報告された。近年の B 活荷重への移行に伴い，既設橋の耐力不足を解決する方法として，外ケーブルによる補強工法が採用される例が増加しており，これらに関する報告が 4 編あった。

論文 68 は，新設のコンクリート橋の耐久設計に取り入れられた手法を既設 PC 橋の診断手法に適用することにより，残存耐力確認のための非破壊試験などを省略することを提案するものである。本論文では，過去に建設されたポストテンション方式の T 桁橋の例を挙げて具体的に検討を加え，この結果，本方法が既設構造物の診断に有効であることを述べている。

論文 69 は，B 活荷重に対しポストテンション方式の単純 T 桁を外ケーブルにより補強した場合の主桁に導入されるプレストレスの解析方法を検討したもので，実橋実験による検証も行った。この結果，従来の格子計算による内力法で十分な計算精度が得られことが判明した。

論文 70, 71, 73 は，単純 T 桁を外ケーブルにより連結し，連続桁構造とする工事報告である。これにより，B 活荷重への対応やノージョイント化による走行性の向上および伸縮継手のメンテナンスの問題が解決された。特に論文 73 によれば，作業空間の狭い定着体や桁遊間

## ◇会議報告◇

部の施工に対して新しい PC 工法や高流動の超速硬コンクリートなどを用いて現場施工の省力化や品質の向上が図られた。

論文 72 は、論文 73 で報告された新工法（NAPP 工法）を採用するにあたり、外ケーブル定着体の耐力確認実験の報告である。本工法は、中空の PC 鋼棒によりプレストレスを導入するもので、鋼棒の緊張力管理や定着体への緊張力の導入が計算値と良く一致していること、また、終局時においても計算以上のせん断耐力が確保されていることを示した。

論文 74 は、台風の豪雨による橋脚の洗掘により傾斜した上部工（PC 単純桁）の復旧工事の報告である。緊急工事に際し、安全施工に留意し、暫定開通時には構造条件が異なるために、載荷試験による主桁応力の安全性の確認を行った。

今後、橋の補修と補強工事はますます増大することが予想されるが、これらの技術は、多種多様であり、しかも完成されたものとは言い難く、今後さらに新しい技術の発展が期待される。

### ■セッション 9（橋梁設計）

座長：井上 晋，副座長：山花 豊

本セッションでは、「橋梁設計」と題して 8 編の発表があり、その内訳は吊床版橋 1 編、プレキャストセグメント橋（斜張橋も含む）3 編、曲線橋 2 編、広幅員橋 1 編、PRC 桁 1 編であった。

論文 75 は、吊床版橋の長大化に伴う施工中のサグ変化と床版端部の曲げモーメントの増大という問題を、新しく提案する施工順序と床版端部プレストレスの導入方法により解消できることを示したものである。本方法によりさらなる長大化が期待される。

論文 76 は、プレキャストセグメント工法によるエッジ桁断面を有する PC 斜張橋の設計報告である。エッジ桁断面の低剛性を補うために主桁に高強度コンクリートが使用され、その許容値に関する考え方がまとめられている。これにより長大 PC 斜張橋の低桁高化が実現する。

論文 77 は、内、外ケーブルを併用したスパンバイスパン工法によるプレキャストセグメント高架橋の設計報告で、複数の新しい試みを取り入れられている。省力化のため外ケーブル比率を極力高めており、また、終局時の外ケーブル増加応力度の比較検討がまとめられている。

論文 78 は、架設ガーダーを用いた張出し架設工法によるプレキャストセグメント橋の報告で、下部工にも PC ウェル工法を採用するなど、工事全体に対するプレキャスト比率を高め省力化・経済性を図っている。

論文 79 では、半径 27m のリング状の曲線桁の設計・

施工・実験報告がなされている。景観面から PC 構造物として日本で初めてこの構造形式が採用されたが、今後、同種の形式選定において参考例となるであろう。

論文 80 では、最小曲率半径  $R = 30\text{m}$  を有する PC 中空床版橋において、プレストレス導入による変位量・反力を測定し理論値との比較考察が報告されている。

論文 81 では、広幅員ラーメン橋において幅員（ウェーブ本数）変化に伴う応力の乱れを FEM 解析にて検証し安全性を確認している。また、実橋での応力測定を実施し水平反力調整による導入水平力の確認を行っている。

論文 82 は、豪雪地帯における新しい形式の鉄道桁として採用された開床式の PRC 下路桁の設計報告である。床組をレール受け桁と横桁から構成し開床式としており、直結軌道のため供用後の変形に対する配慮が重要となる。

以上、新方式、長大化、省力化、小曲線対応、新構造形式、景観等と多岐にわたる設計報告が行われた。今後、構造の多様化もさらに進み、これらの報告は有益な事例になると思われる。特に、外ケーブル工法、プレキャストセグメント工法は現在の社会経済環境から要求されるコストダウン・省力化を果たすうえで非常に重要なものであり、本セッションの成果を基にして研究、設計手法の改善が進められていくことを期待する。

### ■セッション 10（斜張橋施工）

座長：今井義明，副座長：堂前 満

本セッションでは、「斜張橋施工」と題して、10 編の論文発表があった。その内訳は、設計 2 編、施工 6 編、設計・施工 2 編で、橋種の区分では、道路橋 4 編、鉄道橋 4 編、歩道橋 2 編であった。

論文 83 は、斜材にスルー方式を採用し、主塔を低くした新しいタイプの鉄道橋 PC 斜張橋の施工報告で主塔頂部の斜材貫通部は将来の取替えが可能な新しい二重管システムを考案した。

論文 84 は、我が国では、新幹線として初めて採用した PC 斜張橋の施工報告である。スパン 134m は、従来のコンクリート鉄道橋の最大スパンを大きく更新した。

論文 85 は、景観設計を重視した傾斜主塔からの片面吊りの歩道橋 PC 斜張橋の設計・施工報告で傾斜主塔やキール型主桁断面に特徴がある。

論文 86 は、大型独立 1 本斜塔を有する道路橋 PC 斜張橋の施工報告で斜材架設と緊張管理に関する記述が多い。設計報告は、前回に発表済みである。

論文 87 は、桁下空間の制約条件から非対称スパンを採用した歩道橋 PC 斜張橋の設計・施工報告で斜材張力の決定法に工夫がある。

論文 88 は、広幅員を有し、プレストレストコンクリート部材を採用した鉄道橋 PC 斜張橋に関する論文



で、主塔頂部の検討が興味深い。

論文 89 は、支間 126.5m の湖面に架かる道路橋 PC 斜張橋の施工報告で、耐風設計は、前回に発表済みである。

論文 90 は、我が国で初めてのプレキャストセグメント張出し工法を用いた道路橋 PC 斜張橋の施工報告である。セグメントの製作精度と基準セグメントの据付け精度に、特に留意したと述べている。

論文 91 は、効率性・安全性・品質管理の確保から機械化、情報化を展開した道路橋 PC 斜張橋の施工報告である。

論文 92 は、プレストレストコンクリート斜材を用いた低主塔タイプ鉄道橋 PC 斜張橋に関するもので、主桁・斜材・定着部・横桁の設計が詳しい。

以上の報告内容は、最近の PC 斜張橋の傾向として挙げられるプレストレストコンクリート斜材、低主塔（スルー方式の採用）、プレキャスト化、情報化施工、デザイン性を反映させたものであり、非常に有益な情報が提供されたと考える。

#### ■セッション 11（床版）

座長：佐久間隆夫，副座長：内野英宏

今回のシンポジウムより「床版」が独立したセッションとなり、7 編の論文発表が行われた。

7 編の論文のうちプレキャスト PC 床版を取り扱ったものが 4 編であった。

論文 93, 94, 95 では、その技術的裏付けとして押抜き強度や床版接合部の静的・疲労強度の研究がなされており、今後プレキャスト PC 床版の利用拡大に際して有用な資料となるであろう。また、論文 99 は、活荷重変更と床版の老朽化に対する鋼橋の補強に、プレキャスト PC 床版を用いた床版打替への工事報告である。

プレキャスト PC 床版は、補修工事、新設橋を問わず利用できるものであり、省力化や工期短縮等を目的に経済性とも条件が合えば、需要はさらに伸びるものと思われる。

残りの 3 編は従来の場所打ち床版工事を発展させたものであり、新しい試みが多く盛り込まれた報告となっている。

論文 96 は、PRC 部材としての床版の設計概要と、グラウト作業の不確実性を解消するためのアフターボンドケーブルの採用についての報告である。

論文 97 では、鋼橋床版の施工の合理化を目指して採用した、我が国初の移動型枠とプレファブのブロック鉄筋の施工についての報告である。

また、論文 98 では、前記のプレファブ鉄筋の重ね継手部構造の簡略化を図るための性能確認試験について報告されている。

以上 7 編の論文において、プレキャスト床版、場所打ち床版を問わず、施工の合理化、省力化を基本的なコンセプトとして、耐久性向上のための試験・研究等が併せて行われている。

今後も PC 床版の適用範囲の拡大・発展のために、さらなる技術革新が望まれ、その成果の活用が期待される。

#### ■セッション 12（新素材・材料）

座長：深山清六，副座長：石橋悦治

本セッションでは、「新素材・新材料」と題してカーボンロッドや炭素繊維シートなどの新素材の構造物への適用例や新素材の定着装置の基礎的研究など 8 題の発表があった。

論文 100 は、非磁性材料としての炭素繊維系の FRP を使用した消磁施設の設計・施工に関する報告で、設計に先立ち新素材を緊張材として使用した梁の曲げ載荷試験により耐力およびひびわれ発生後のたわみ特性を明確にしている。

論文 101 は、新素材を緊張材に用いた最初の PC 橋「新宮橋」の施工後 6 年を経過した試験桁に関し、曲げ破壊耐力、伝達長、コンクリート中の含有塩分量、緊張材の耐久性を確認し、実橋が健全であることを立証したものである。

論文 102 は、アンボンド方式とした PC 梁の靱性改善効果が、荷重状態などの異なった条件下で、どのように変化するかを明確にし、部材の試験で、新たに開発した FRP の伸び能力を大きくできるスライド機構を有した定着装置を使って、部材の変形変能を改善できるという報告である。

論文 103 は、新素材の定着装置の防錆や非磁性化という課題に対してノンメタリック定着装置を開発して解決し、この装置の緊張時の変形性状およびクリープ性状の確認により実用の可能性を検討したものである。

論文 104 は、炭素繊維シートで補強した実大スケールのポストテンション試験体の載荷試験によりその補強効果を確認したものである。

論文 105 は、約 20 年前に建設された橋梁の補強に炭素繊維シートを使用した事例を紹介したもので、論文 104 での結果に基づいた設計および施工について述べたものである。

論文 106 は、15 年間海水暴露された PC 梁中のアンボンド PC 鋼棒について、腐食状況および PC 鋼棒の母材部・ねじ部の耐力を調査するとともに、コンクリートの強度と中性化の程度および梁の耐力を確認し、アンボンド PC 鋼棒の優れた防錆能力と耐久性を立証した報告である。

論文 107 は、コンクリートの高強度化を背景に開発

#### ◇会議報告◇

した  $2300\text{N/mm}^2$  級高強度 PC 鋼より線の引張特性、定着効率、リラクセーション、疲労、応力腐食、付着性などを調査し、PC 鋼材として必要な特性を満足していることを確認した報告である。

本セッションにおける、これら新素材・新材料は未来に向けて重要性が再認識され、PC 構造物の安全性、健全性、耐久性、美観などの向上を目的に、国内外で積極的に開発、研究されている。このような状況下で、新素材・新材料の果たす役割は、今後ますます大きくなり材質面、機能面などで種々の改良がなされ、広く実用化されていることを期待するものである。

### 3. おわりに

今回のシンポジウムは、第二東名・名神などのビッグプロジェクトを視野に入れた新しい橋梁技術についての示唆に富んだ特別講演で始まったが、一般講演ではそれに応えるかのような内容として、斜張橋関連 20 編、外ケーブル関連 15 編、プレキャストセグメント関連 9 編をはじめとして PPC 構造、吊床版橋、高流動コンクリート、新素材、PC 床版など PC 構造の省力化、合理化をはかるうえでの大変参考になる有用な情報がもたらされた。また、橋梁以外の分野でも、建築、容器、海洋構造物等非常に新規性に富んだ施工事例や研究報告があり大変有意義なものであった。これらの新しい PC 技術を含めた PC 構造物の規準類の整備も急がれているところであり、今回の講演内容も大いに役立つことと思われる。



写真-8 運営に携わったメンバーによる記念撮影

次回の第 6 回シンポジウムは、本年 10 月 24、25 日、名古屋国際会議場において開催される予定であり、PC 技術のさらなる進歩とともに本シンポジウムのますますの発展を期待したい。

最後に、今回のシンポジウムは地方都市での開催にもかかわらず前回までを上回る大勢の方々にご参加いただき、セッションによっては立ち席がでるほど盛況でありましたが、開催側としましては今後の反省材料の一つとすると同時に、この場を借りてお詫びを申し上げる次第であります。また、今回のシンポジウム開催にあたり御協力、御援助くださったプレストレストコンクリート建設業協会中国支部の方々をはじめ、関係各位に心から感謝の意を表します。

[文責：井手口哲朗（㈱安部工業所）]

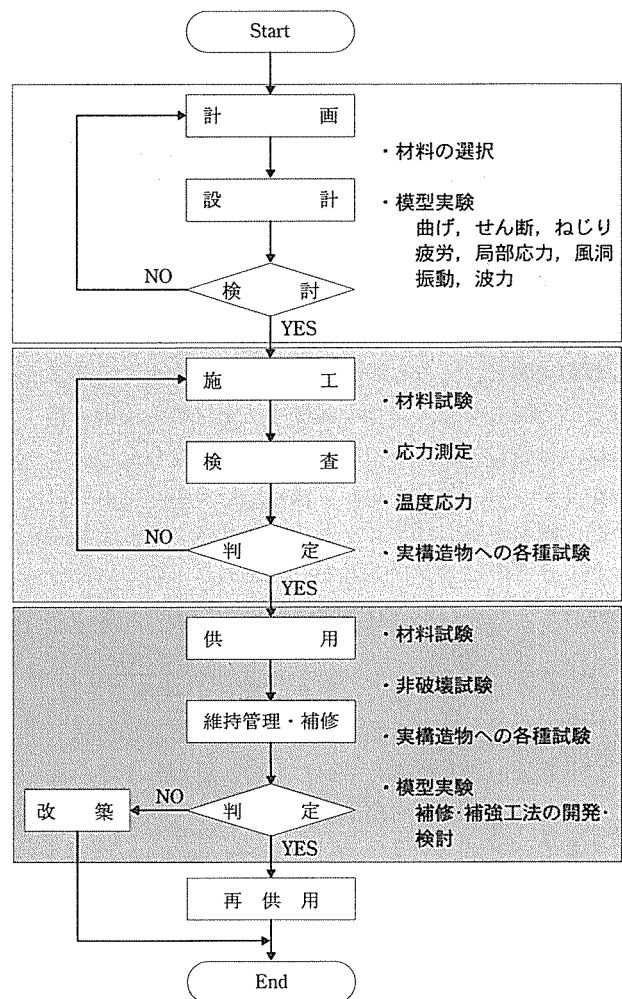
## 『PC に関する試験および測定入門講座』の開講に当たって

今回から、当講座は、新シリーズ『PC に関する試験および測定 入門講座』を開講することになりました。

PC が今日のように発展してきたのは、多くの試験や研究が行われ、実際の構造物の設計方法や、施工方法が確立されてきたためといえます。PC 構造物の設計、施工そしてメンテナンスなどのそれぞれの分野において、試験や測定によってその供用性、安全性や耐久性が確認されてきました。

また、近年の斜張橋や外ケーブルなどの新しい構造形式を開発する場合にも、多くの試験を行って、設計手法や施工上の注意点などを検討しており、実際の構造物の設計・施工方法に役立てています。

PC の構造物も永久的なものではなく、長い年月の間には、材料が劣化したり、構造物全体としての耐力が低下したりします。これらについても、材料試験や、実構造物に対する各種試験などにより健全度を検討し、補修や補強工事の基礎的な判断材料としています。



PC 構造物のライフサイクルと試験・実験および測定

(提供: 泉 満明氏)

本講座の内容につきましては、PC 技術の基本的事項はマスターしているけれども、試験・測定に関する実務に携わったことのない方々の良き参考書となるよう努めてまいります。そのほかの方々にも興味をもって読んでいただけるよう、それぞれの分野での専門家に執筆を依頼し、最新の情報を交えてお届けする予定です。

なお、上に示す図は、PC 構造物のライフサイクルと試験・実験および測定の関連を示したものです。今後、本講座で扱うテーマが、PC 構造物のライフサイクルの中で、どのあたりに位置しているかということを知るための参考にしてください。

【PC 講座部会メンバー一同】