

# 「第22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」開催報告

中村 光\*1・川除 達也\*2

## 1. はじめに

公益社団法人プレストレストコンクリート工学会主催による「第22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」が、平成25年10月24日（木）、25日（金）の2日間にわたり、静岡市駿河区の静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップにおいて開催された。

静岡市は人口約70万人を有する静岡県の県都であり、平成17年には全国で14番目の政令指定都市となった。古くは駿府と呼ばれ、徳川家康ゆかりの地としても知られる。また、市内清水区に位置する三保の松原は、古くから景勝地として名高く、本年には背後に控える富士山とともに世界文化遺産に登録されている。一方で、静岡県は新東名高速道路が開通し、新しい時代のPC構造物が多数存在する地域でもある。

本年のシンポジウムは、プレナリーセッションとして「インターナショナルセッション」を新たに設けたことが特筆される。海外からの講師をお招きして3題の講演をいただき、世界的に注目を集める静岡の地にふさわしい内容となった。

## 2. 日 程

① 開催日時：平成25年10月24日（木）9：00～17：40  
平成25年10月25日（金）9：00～17：00

② 開催場所：静岡コンベンションアーツセンター  
「グランシップ」静岡市駿河区池田79-4

③ 特別講演：  
「コンクリート工学における知識の構造化と橋梁工学への展開 - Multi-scale の観点から -」

東京大学大学院 教授 前川宏一 様

④ インターナショナルセッション

I 「PCIと、アメリカのプレキャストコンクリート  
構造物産業」

Mr. James G. Toscas

(President, Precast/Prestressed Concrete Institute, USA)

II 「ベトナムにおける近年のPC橋の発展」

Assoc. Prof. Nguyen Xuan Khang

(General Director Institute of Transport Science and  
Technology, Ministry of Transport, Vietnam)



写真 - 1 睦好宏史 実行委員長 挨拶



写真 - 2 二羽淳一郎 会長 挨拶



写真 - 3 上坂克巳 国土交通省中部地方整備局  
道路部長 挨拶

\*1 Hikaru NAKAMURA：名古屋大学大学院 工学研究科 教授

\*2 Tatsuya KAWAYOKE：(株)ピーエス三菱 名古屋支店 土木技術部

Ⅲ 「真の構造ソリューションの探求」

Prof. Jiri Strasky

(Technical Director of Strasky, Husty and Partners,  
Brno University of Technology, Czech Republic)

⑤ ワークショップ：PC 工学会委員会活動報告

本シンポジウムは、前述のとおり国際ナショナルセッションを新設したことが特徴である。このため、例年午後からであった開会式を午前 10 時からに早めるとともに、ワークショップ・特別講演等のプログラムを見直した。

3. 開会式および特別講演

開会式では、陸好宏史実行委員長の開会の辞として、これまでのシンポジウムの歩みや本シンポジウムの概要についての紹介があった。

次に、本工学会の二羽淳一郎会長より、工学会の資格制度への取り組みや調査・研究、委員会活動が紹介されるとともに、本シンポジウムの開催にあたって関係諸団体、参加者各位へ向けた感謝の意が表明された。

続いて来賓挨拶として、国土交通省 中部地方整備局道

表 - 1 日 程 表

日 時	プログラム				技術展示 (6F)	
10月24日 (木)	ワークショップ 9:00~9:50 (50分)	セッション会場1				技術展示
		委員会報告				
		<ul style="list-style-type: none"> <li>PC構造物の高耐久化・保全に関するガイドライン作成委員会 (委員長 宮川豊章(京都大学))</li> <li>既設ポストテンション橋のPCグラウト問題対応委員会 (委員長 宮川豊章(京都大学))</li> <li>プレストレストコンクリートサステナビリティ委員会 (委員長 手塚正道(オリエンタル白石))</li> </ul>				
	9:50~10:00(10分)	休憩 (10分)				
	シンポジウム開会式(会場:中ホール)					
	10:00~10:05 (5分)	開会の辞:	シンポジウム実行委員会委員長 陸好 宏史			
	10:05~10:10 (5分)	挨拶:	公益社団法人プレストレストコンクリート工学会会長 二羽 淳一郎			
	10:10~10:20 (10分)	来賓挨拶:	国土交通省中部地方整備局 道路部長 上坂 克巳 様			
	10:20~11:20 (60分)	特別講演:	「コンクリート工学における知識の構造化と橋梁工学への展開 -Multi-scaleの観点から-」 東京大学大学院教授 前川宏一 様			
	11:20~12:30 (70分)	昼休み (70分)				
10月25日 (金)	12:30~15:00 (150分)	国際ナショナルセッション(会場:中ホール)				
		「PCIと、アメリカのプレキャストコンクリート構造物産業」 Mr. James G. Toscas (President, Precast/Prestressed Concrete Institute, U.S.A)				
		「ベトナムにおける近年のPC橋の発展」 Assoc. Prof. Nguyen Xuan Khang, Dr. Eng. (Director General, Institute of Transport Science and Technology, Ministry of Transport, Vietnam)				
		「真の構造ソリューションの探求」 Prof. Jiri Strasky (Technical Director of Strasky, Husty and Partners, Brno University of Technology, Czech Republic)				
	15:00~15:20(20分)	休憩 (20分)				
	15:20~17:20 (120分)	セッション会場1	セッション会場2	セッション会場3	セッション会場4	
		セッション1:設計・計画	セッション2:解析的研究	セッション3:施工・工事(1)	セッション4:建築・その他	
		座長:内田裕市(岐阜大学) 副座長:戸島敦嗣(ハシファックコンサルタンツ)	座長:伊藤 陸(中部大学) 副座長:高津比呂人(竹中工務店)	座長:渡辺博志(土木研究所) 副座長:上田高博(銭高組)	座長:岸本一蔵(近畿大学) 副座長:上原富士夫(黒沢建設)	
	17:20~17:40(20分)	CPD認定証発行(1日目のみ) 発行場所:受付				
	18:15~20:15(120分)	懇親会(会場:ホテルセンチュリー静岡)				
10月25日 (金)	9:00~11:00 (120分)	セッション会場1	セッション会場2	セッション会場3	セッション会場4	
		セッション5:施工・工事(2)	セッション6:実験的研究(1)	セッション7:耐久性	セッション8:グラウト	
	座長:酒井秀昭(中日本高速道路) 副座長:白浜 寛(鹿島建設)	座長:中村聡宏(名古屋大学) 副座長:星野展洋(富士ビー・エス)	座長:石川靖晃(名城大学) 副座長:池上浩太郎(IHIインフラ建設)	座長:吉田 亮(名古屋工業大学) 副座長:西野元庸(住友電工スチールワイヤー)		
	11:00~12:00(60分)	昼休み (60分)				
	12:00~14:00 (120分)	セッション9:施工・工事(3)	セッション10:実験的研究(2)	セッション11:維持管理	セッション12:繊維補強コンクリート	
		座長:青木圭一(高速道路総合技術研究所) 副座長:早川智浩(大林組)	座長:河野 進(東京工業大学) 副座長:片 健一(三井住友建設)	座長:小林孝一(岐阜大学) 副座長:村岡史朗(日本構造橋梁研究所)	座長:岩下健太郎(名城大学) 副座長:篠崎英二(川田建設)	
	14:00~14:20(20分)	休憩 (20分)				
	14:20~16:20 (120分)	セッション13:施工・工事(4)	セッション14:実験的研究(3)	セッション15:補修・補強	セッション16:材料・混和材	
		座長:岡本 大(鉄道総合技術研究所) 副座長:鈴木宣政(ピーエス三菱)	座長:岩波光保(東京工業大学) 副座長:長谷川 剛(ドービー建設工業)	座長:国枝 稔(岐阜大学) 副座長:黒輪亮介(極東鋼弦コンクリート振興)	座長:呉 承寧(愛知工業大学) 副座長:伊藤明紀(安部日鋼工業)	
	16:20~16:40(20分)	CPD認定証発行(2日目のみ) 発行場所:受付				
シンポジウム閉会式(会場:セッション会場1)						
16:40~16:55(15分)	閉会式	授賞セレモニー				
16:55~17:00(5分)	閉会式	開会の辞				

路部長 上坂克巳様より、シンポジウム開催に対してお祝辞を頂戴した。また、道路行政が求めるニーズとして、メンテナンス・防災の重要性が高まっていること、中部地方整備局の長寿命化への取組みについてご紹介いただいた。

特別講演は、東京大学大学院教授の前川宏一様より「コンクリート工学における知識の構造化と橋梁工学への展開 - Multi-scale の観点から -」と題して1時間のご講演をいただいた。以下に、特別講演の概要を記す。なお、インターナショナルセッションの開催に合せ、前川先生には講演に英語をまじえるご配慮をいただいている。



写真 - 4 前川宏一 東京大学大学院教授（特別講演）

#### 特別講演「コンクリート工学における知識の構造化と橋梁工学への展開 -Multi-scale の観点から-」

構造物の設計・施工計画段階では、構成素材の特徴や品質を代表する特性値が設定され、構造物に求められる要求事項が満たされるように、構造諸元・施工手順・使用方法などが定められる。一方、仮定された材料特性値が実施工で確実に実現するように、材料の生産管理が行われる。特性値は、素材生産分野と製品の製造の間をつなぐ情報である。

コンクリート工学では、この設計特性値が多岐にわたる点が特徴的である。多様な特性値が構造物の諸元寸法を有意に左右することから、社会基盤整備に関わる技術者は、上流側のセメントも自らの守備範囲と意識している。

ここでは、材料-設計-施工-維持管理-再生の事業に関わる膨大な知識を構造化する一つの方法として、Multiscale platform を取り上げる。コンクリート橋梁工学に関連する最近の事例を紹介し、将来における特性値の置き場についての考察を深めてみたい。

##### (1) 特性寸法に応じた知見

コンクリートを高温養生するときの特性について考えてみると、一見して矛盾する二つの事実がある。

- ① 水和生成物は高温養生で組織は緻密化され、その結果密度が大きくなる。
- ② セメントペーストは高温養生で組織が粗大化して、物資抵抗性が低下する場合がある。

①はナノメートルレベルの知見であり、②はマイクロ・ミリスケールの知見である。これは、ナノメートルスケ-

ール（ゲル粒子）レベルで組織が緻密化した結果、マイクロ・ミリスケールレベルのキャピラリー空隙寸法は拡大し、物質抵抗性が低下するためである。

相反するよう見える知見も相互に関連しており、因果関係として繋がっている。Multi-scale platform は小さい寸法の上に蓄積された知識を積分することで、大きな特性寸法での知識を求めることができる。当初、セメントの水和反応にともなうコンクリートの空隙構造の時間的な変化を規定する目的で開発された。次いで、1990年半ばにはミリ単位で規定される力学機構（とくにひび割れ）と実大構造物の挙動とを結びつける方法がほぼ整備された。さらにこの二者を結合して multi-scale の知見を基礎とした定量的な推論システム〈DuCom-Com3〉となった。このプラットフォームは、地盤材料・微生物反応・地下水長期環境問題にも展開の幅を広げている。

##### (2) 膨大な知見から引き出される推論

多くの微細な空間で進行する物理化学的な事象から推論される、巨視的な挙動や材料特性のなかには、それまで知られていなかったもの、意外にも思える挙動が見つかることがある。

水分に直接暴露される高強度コンクリートのシミュレーションについて、カルシウムが溶脱して組織が粗になることを予測していた。しかし、解析では溶脱の進行に合わせてコンクリートの微細構造組織が緻密化される、という感覚とは反対の結果が現れた。内部変数の推移を追跡したところ、セメント硬化体の弱点である水酸化カルシウム結晶が選択的に溶脱し、その跡地にセメント硬化体が新たに形成されていた。その結果、水酸化カルシウム結晶が少なく、かつ緻密な硬化体組織が継続して形成されることが確認された。

##### (3) 箱桁断面を有する長大 PC 橋梁の過剰たわみ

中央ヒンジ型の箱形中空断面 PC 上部工の多くが設計段階での予想を上回り、20年程度経過した後にはたわみが過剰となることが内外で報告されている。

長期変形にコンクリートのクリープと自己および乾燥収縮が関与していることは間違いない。従来、コンクリートの特性値として、乾燥収縮度とクリープ係数値が用いられてきたが、あくまで 10 cm 程度の特性寸法（試験体）に対する知見でしかない。試験体の水分状態は、表面と中心部では均一でないため、特性値自体が試験体寸法に依存する。さらに、実構造物を構成しているコンクリートの、場所毎に異なる熱力学的な環境とは一致せず、10 cm オーダーの特性値では材料と構造の世界を繋ぐ情報として無理がある。

Multi-scale platform は、特性値の出発点をさらに小さな領域に求め、微細組織にある水分の挙動からひもどくことで、橋梁の長期たわみを評価することができる。ここではクリープ・乾燥収縮は、特殊環境下でのコンクリート複合体の応答としての意味をもつのみであり、特性値ではない。

たわみは上下フランジの変形の差異に起因する。上下フランジの厚さの違いは、環境湿度と平衡に至るまでの時間

の違いを与える。下フランジのクリープは10年程度経過して乾燥による加速効果が見れるのに対し、上フランジは1年程度で現れる。これらを特定の環境条件から得られた乾燥・クリープ係数のみで便宜的に表すことは困難である。

他方、水分の移動・平衡と力学的応答を連結させた Multi-scale platform は過去の知見を構造化した結果としての確証を得ることができる。

#### (4) 知識の引き出し

知識をため込み、言語を理解したスーパーコンピュータでも、設計はできない。設計は価値観や世界観にまで連なる創造的活動だからである。人間(技術者)は想像と進歩を担い、ITは知識(記憶)と蓄積を担う。性能設計はこの関係性に基づくものと理解されよう。材料特性値を介とする分業体制は、そろそろ厳しくなってきた。インフラ施設の多様なニーズに応えるための材料特性値が多岐にわたってきたために、それらを満たす材料・製造側の解が見つからない場合も散見されるようになってきた。このとき、材料特性値を与える構造寸法を小さくすることで、創造的活動の幅と選択の余地が大きく広がる。確かに、特性値から予見されなければならない構造や施設の応答の推論は難しくなるが、“潤滑に動く引き出し、勘のよい記憶の箱”を設ける方向で、これに対応することとしたい。

## 4. インターナショナルセッション

インターナショナルセッションは、本シンポジウムで初めての開催であり、本工学会のさらなる国際化を目指したものである。本セッションでは、米国の Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI) 会長の James G.Toscas 氏、ベトナムの Institute of Transport Science and Technology (ITST: 交通科学技術研究所) 所長の Nguyen Xuan Khang 氏および Lan Huu Quang 氏、チェコの Technical Director of Strasky, Husty and Partners, Brno University of Technology (ブルーノ工科大学) の Jiri Strasky 教授をお招きしてご講演いただいた。以下に各講演の概要を記す。

### I. 「PCI and the US Precast Concrete Structures Industry – PCI と、アメリカのプレキャストコンクリート構造物産業」

Mr. James G.Toscas

プレキャスト/プレストレストコンクリート学会 (PCI) は、建物、駐車場、橋梁のようなコンクリート構造物とその部材を扱うプレキャストコンクリート構造物産業を代表する組織である。米国ではここ数年、プレキャストコンクリート構造物産業の売上げが増加傾向にある。これは、新しい建設基準が性能規定としての性格を強め、より高いエネルギー性能を要求するようになったのに対して、プレキャストコンクリートの採用によりこれらの高性能を実現できるためである。また、近年米国での暴風雨による大きな被害から、プレキャストコンクリートがもつ高耐久性、高復元性および持続可能性に人々の関心が高くなっており、プレキャストコンクリートには好機が訪れているといえる。

PCIは1954年に設立され、以来、プレキャストコンクリート構造物産業の成長と発展を促進する主要な原動力となってきた。PCIは、技術情報文献の発行や独自の研究活動、継続教育の提供などに加え、48年間続いている工場認定プログラムを提供している。北米では280以上の工場がこのプログラムに参加しており、これらの工場の売上げは、米国のプレキャストコンクリート構造物全体の90%を越えている。また、PCIは過去数十年間にわたって国際組織と連携してきた。カナダのプレキャストプレストレストコンクリート学会 (CPCI) や、非公式ではあるがメキシコのプレストレストプレキャストコンクリート建設業協会とも連携している。今後も海外の機関と協力していく予定であり、プレキャストコンクリート構造をさらに前進させるよう地球規模のネットワークの構築を進めていく。



写真 - 5 Mr. James G.Toscas (PCI 会長)

### II. 「Recent Development of Prestressed Concrete Bridges in Vietnam –ベトナムにおける近年のPC橋の発展」

Assoc. Prof. Nguyen Xuan Khang/  
Mr. Lan Huu Quang

ベトナムにおいて、プレストレストコンクリートが利用されるようになってから40年以上が経過している。ベトナムのPC橋は、さまざまな時代に異なった基準に従って建設されてきた。数々の革新的な技術がODAなど海外政府によるプロジェクトを通してもたらされ、ベトナムの技術者はそれらのプロジェクトを経験し技術を学んできた。また、同時にさまざまな解析技術に関する調査を進めることで、ベトナムの技術者による革新的構造物や施工技術の適用が可能となった。たとえば、構造物としては斜張橋、エクストラードロード橋、外ケーブル構造など、施工技術としては、片持ち張出し施工、移動支保工施工、クライミングフォームなどである。

革新的な技術は新設構造物にばかりではなく、既設橋の補修・補強にも適用されている。補修・補強の技術としては、吹付けコンクリートやFRP材料、外ケーブル補強といった技術があげられる。このようにベトナムでは建設技術の開発と適用が進んできたが、革新的な技術の開発・適用にはいくつかの問題点もあり、さらに品質向上や品質管



写真 - 6 Assoc. Prof. Nguyen Xuan Khang (ITST 所長)

理の改善が必要である。

### Ⅲ. 「Search for the True Structural Solution - 真の構造ソリューションの探求」

Prof. Jiri Strasky

橋梁における真の優美性は真の構造ソリューションから生まれると確信している。もっとも優れた構造ソリューションは、建設地点の地形などの条件から自然に生まれるもので、場所と場所を結ぶという機能をもっとも優れた手法で実現するものである。構造設計者の責務はその最適構造を経済的かつ効率的な手法で発見し、理解することである。この構造様式は、使用する構造や材料の特徴、優位性を活かして初めて適切なものとなる。もちろん、橋梁構造物は安全性、使用性、快適性が確保されなければならないし、設計・施工の合理性も追求すべきである。

コンセプトデザインはわれわれのアートや科学技術の理解を進歩させ、向上させるものである。構造ソリューションは、さまざまな手法で新しい構造詳細や施工方法の開発を促進し、新技術の適用を推進するものである。

この設計哲学はこれまで私が設計したヨーロッパやアメリカにおけるコンセプトデザインに明確に現れている。

その例として、野生動物横断路の2連シェルアーチ構造、Odra 川を横断する斜張橋、Povazska Bystrica に建設された多径間連続エクストラロード橋、Ebro 川を横断する自碇式吊橋、Oregon に建設された多径間連続アーチ橋、San Diego に建設された吊床版と自碇式吊橋を組み合わせた歩道橋、Olomouc や Bruno に建設された自碇式吊床版とアーチ構造を組み合わせた歩道橋などがある。

## 5. ワークショップおよび技術展示

### 5.1 ワークショップ

ワークショップは、シンポジウムの開催に先立ち、10月24日の午前9時より開催された。国際セッションの開催にともない時間帯が縮小され、本工学会の委員会報告3件のみが行われた。講演題目を以下に示す。

- ① 「PC 構造物の高耐久化・保全に関するガイドライン作成委員会 活動報告」

日本構造橋梁研究所 花島 崇



写真 - 7 Prof. Jiri Strasky (ブルーノ工科大学教授)

- ② 「既設ポストテンション橋の PC グラウト問題対応委員会 活動報告」

高速道路総合技術研究所 青木圭一

- ③ 「プレストレストコンクリートサステナビリティ委員会 活動報告」

安部日鋼工業 國富康志

### 5.2 技術展示

技術展示は、独自の技術をもつ団体と参加者の交流を目的として、グランシップ展示ギャラリーで2日間にわたって実施された。多くの団体が展示を行い、参加者も多く賑わいを見せた。今回の技術展示の参加数は32団体。内訳は大学が2団体、土木研究所、協会・研究会が7団体、および民間企業が23団体であった。各団体のブースとも趣向を凝らした展示内容で、技術情報の提供やPRを行っていただいた。

また、展示会場に隣接して技術紹介コーナーを設け、団体ブースに展示された技術の紹介を行った。合計10の団体が、独自技術のアピールを積極的に行い、活発な意見交換が行われた。

## 6. 一般講演セッション

特別講演、国際セッションに引き続き、一般講演セッションが開催された。今回のシンポジウムにおいては、論文45編、報告68編および研究紹介1編の合計114編が、4会場16セッションに分けて発表された。以下に座長・副座長から頂戴した各セッションの概要を報告する。

### 《セッション1：計画・設計》

座長：内田 裕市 / 副座長：戸島 敦嗣

セッション1では、計画・設計に関する報告7編、研究紹介1編の合計8編が発表された。

発表内容は、PRC2主版桁における施工時ひび割れに対する設計検討および対策の報告、橋梁固定距離に比べ橋脚高さの低い連続橋梁におけるラーメン化のための設計で、後ラーメン工法を採用した橋梁の報告、二枚壁式橋脚を採用した橋梁の報告、平成24年改定道路橋示方書への対応を図ったPC3径間連続ラーメン橋の耐震設計報告、整備新幹線における馬桁一体PC連続桁に関する設計法と施工



写真 - 8 技術展示会場

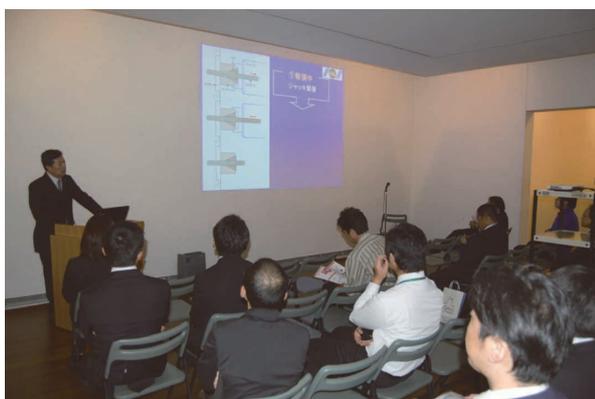


写真 - 9 技術展示出展者による技術紹介

時ひび割れ対策の報告、最大支間 100 m の PRC 5 径間連続バタフライウェブエクストラードズドローメン橋における設計概要報告とその主塔側定着構造の開発・実験報告、3 径間連続 PC ラーメン橋について施工段階における CIM を試行した内容についての研究紹介であった。このように発表の内容は多岐にわたるが、いずれの報告も今後の計画・設計・施工に役立つ大変興味深い内容のものであり、聴講者による質疑応答も活発に行われ、大変有意義なセッションであった。

#### 《セッション 2：解析的研究》

座長：伊藤 陸 / 副座長：高津 比呂人

セッション 2 では、解析的研究に関する論文 7 編が発表された。

解析的研究という括りではあったが、その内容は、剛体バネモデルによる PHC 杭の解析、簡易トラスモデルを用いた PC 梁の解析、ファイバーモデルによる PC 桁の応答解析、流体解析を用いた PCT 桁への津波波力の分析、ASR 膨張挙動の解析、パイプクーリング解析手法の提案、乾燥収縮挙動の解析と非常に多岐にわたっていた。

いずれの発表でも、実現象の解明や今後の設計に活かすべく、パラメトリック解析などを実施した結果が報告され、多くの有用な情報が提供され、かつ活発な質疑応答や意見交換がなされ、非常に有意義なセッションであったといえる。

なお、当セッションでは論文 7 編のうち 5 編が大学院生による発表であり、今後の研究の更なる進展が大いに期待される。

#### 《セッション 3：施工・工事 (1)》

座長：渡辺 博志 / 副座長：上田 高博

セッション 3 では、施工の安全性確保、構造物の品質確保、効率的な施工方法などに関する取組みについて、8 編の報告がなされた。

施工の安全性確保としては、類似工事における事故原因を踏まえた架設方法の検討、想定される施工リスクに対する回避策などが紹介された。

構造物の品質確保としては、緊張管理システムの自動制御および高精度化、コンクリート打設における施工性を考慮した配合変更や締め固め方法などが紹介された。

効率的な施工方法としては、工期内施工のための施工順序の変更による作業の効率化事例が紹介された。

また、海外からの講演としてベトナムでの緊張管理装置の現状と自国開発の自動制御緊張システムの紹介（英語発表）もあり、これは本工学会の今後の国際化を印象づけるものであった。

いずれの講演に対しても質問や討議がなされ、PC 工事におけるさまざまな検討や対策、工夫の事例について理解が深められ、どれも大いに参考になるものであった。

#### 《セッション 4：建築・その他構造》

座長：岸本 一蔵 / 副座長：上原 富士夫

セッション 4 では、建築に関する論文 5 編、洋上発電設備に関する論文 1 編、報告 1 編、配水池に関する報告 1 編の合計 8 編が発表された。

建築に関する講演では PC 部材の初期せん断ひび割れ幅の予測解析法の提案、アンボンド PRC 梁のせん断耐力評価に関する実験研究の報告、圧着継目の滑り耐力に及ぼす軸力、モーメントの影響に関する実験研究、異形 PC 鋼棒を用いた PCaPC 柱の力学的挙動に関する実験研究、PRC 合成梁の汎用的な表計算ソフトを用いた設計例について報告がなされた。

洋上構造物の講演では、洋上風車基礎の縮小試験体を用いた載荷実験・FEM 解析、設計・施工の報告がなされた。

容器構造物の講演では、工期短縮・施工の安全性に関する報告がなされた。

質疑応答では活発な討議がなされ盛況にセッションを終えた。また、建築に関しては実験研究の論文がほとんどで、今後は施工的な発表も求められるところである。

#### 《セッション 5：施工・工事 (2)》

座長：酒井 秀昭 / 副座長：白浜 寛

セッション 5 では、橋梁施工に関する 7 編の報告がなされた。

発表内容は、いずれも鋼部材を含んだ内容であった。まず、波形鋼板ウェブ橋では、広幅員リブ付き床版の設計・耐久性に配慮した施工事例の紹介、平面曲線を有する主桁の設計および側径間の上げ越し管理の報告がなされた。次に混合橋では、接合部に速硬コンクリートを適用した事例が報告された。また、新構造形式となる複合トラス構造工

クストラード橋では、その施工方法や計測結果による設計検証が報告された。最後に鋼合成板桁では、ジャッキアップダウン工法による施工および炭素繊維プレート緊張材による補強工事が報告された。

全編とも簡潔にまとめられており、会場からの質疑も活発であった。とくに、昨今の社会インフラ状況を鑑み、維持管理や採用工法の技術根拠に関連する質疑が多かった。橋梁という観点ではPC部材と鋼部材が存在することから、今後はPCシンポジウムにおいても鋼分野の更なる情報交換や研究が活発に行われることを期待するところである。

#### 《セッション6：実験的研究(1)》

座長：中村 聡宏 / 副座長：星野 展洋

セッション6では、実験的研究に関する論文4編、報告3編の合計7編が発表された。

内容を大別すると、構造物の劣化という課題に対しては、橋脚などへの塩水流下による塩化物イオン浸透を解明する実験、アルカリ骨材反応で劣化した構造物の性能に与える影響を把握する実験および実橋レベルでの乾燥収縮とそれによるひび割れの研究と多岐にわたる発表がなされた。それに加え、開発的な研究として、若材齢時にクリープ促進したPC梁の性能実験、蒸気養生で製造されるコンクリートの温度上昇特性の解析的・実験的研究および多くの優位性がある分割練りコンクリートの充填性を評価する実験といった興味深い発表がなされた。

いずれの発表も分かりやすく説明され、PC構造物の製造や維持管理の面において、今後の新たな検討や適用が大いに期待されるものであった。

早朝からにも関わらず、多くの聴講者が来場し、質疑応答も活発に行われ有意義なセッションとなった。

#### 《セッション7：耐久性》

座長：石川 靖晃 / 副座長：池上 浩太郎

セッション7では、コンクリート構造物の耐久性に関する論文4編、報告3編の合計7編が発表された。

コンクリートへの塩分の浸透・拡散に関する3編の論文と1編の報告は、その過程や結果を実験あるいは解析により定量的に評価する新しい手法の試みや提案であり、今後の塩害対策に寄与するための基礎となるべく、その発展を期待させるものであった。

養生剤の塗布によるコンクリートのASR抑制効果に関する論文では、さまざまな実験結果から、養生剤の種類によってはASRを促進する、あるいは効果的に抑制できる可能性のあることが示された。

津波被害を受けたPC橋の耐荷力評価に関する報告では、外力により損傷を受けたPC橋の耐荷力を評価すべく、被災橋梁の震動特性から耐荷力を推定する方法についての検証結果が述べられた。

建設から60年が経過したPC橋の健全性調査に関する報告では、種々の非破壊・微破壊検査により、耐荷力や耐久性の低下に繋がるような劣化・損傷は見られなかったことに加え、グラウト状況も良好であったことが報告された。

多くの聴講者が来場し活発な議論がなされ、耐久性に対

する関心の高さが感じられた。

#### 《セッション8：グラウト》

座長：吉田 亮 / 副座長：西野 元庸

セッション8では、グラウトに関する論文2編、報告6編の合計8編が発表された。

本セッションの講演は、基礎的な研究から実構造物での調査や施工に至るまで多岐にわたるが、新たな提案や知見が示されるなどいずれも有益な情報が多数盛り込まれた内容であった。具体的にはグラウト充填までの期間の検討、フレッシュ性に関する試験、充填検査法、シースの付着挙動、充填状況が既設橋の外観変状に及ぼす影響、実橋での施工に関するものである。とくに指針改訂の元となった暴露試験や実環境下に長期間曝された構造物の解体調査については、過去において報告事例が少なくグラウトの特性を知るうえで貴重な報告であった。このような研究や調査を通してグラウトの本質を知り、今後PC構造物の耐久性を向上させるための新たな施工方法や材料の開発につながることを期待したい。

本セッションには早朝から多くの聴講者が集まり、活発かつ有意義な質疑や意見交換がなされ、あらためてこの分野での関心の高さが感じられた。



写真 - 10 一般講演セッション会場風景(1)

#### 《セッション9：施工・工事(3)》

座長：青木 圭一 / 副座長：早川 智浩

セッション9では、橋梁上部工の施工における工程短縮、品質確保、環境条件などの対策事例を紹介した7編が報告された。

工程短縮としては、箱桁のウェブにプレキャスト製バタフライウェブを用い打設ブロック数を削減した事例、大型移動式架設機を用いて張出し施工と柱頭部施工を同時に行った事例、急峻な架設場所におけるケーブルクレーンを採用した上下部工の施工事例が報告された。

品質確保としては、高流動コンクリートを用いて確実な打込み方法を検討し実施した事例、架設時における荷重や打込み時の温度応力によるひび割れ対策事例が報告された。

環境条件としては、架設場所の自然崖や高水敷に極力手を加えないように配慮した事例、河川条件に合わせて架設し

た事例、海上輸送を考慮した張出し施工の事例が報告された。

どの講演も特徴的な検討内容や対策事例がわかりやすく紹介され、聴講者にとって有益な知見を得られた有意義なセッションであった。

#### 《セッション 10：実験的研究(2)》

座長：河野 進 / 副座長：片 健一

セッション 10 では、実験的研究に関する論文 4 編、報告 3 編の合計 7 編が発表された。

発表の内容は、火災による高温履歴が PC 梁部材の耐荷特性に与える影響、PCI 形桁における外ケーブルの桁間定着の検討、PC 定着部への削孔の影響に関する検討、小型加力装置による圧縮応力の微破壊計測手法、床版取替用プレキャスト PC 床版の合理化継手の提案、PC 箱桁に作用する津波波力の評価、シングルワイヤーφ7用の定着具の開発であった。

まだ基礎的検討段階の研究も含まれていたが、災害・被災、維持管理、補修・補強、計測と非常に多岐にわたる内容であり、各発表とも現在の日本の社会資本が直面している状況を反映したものであった。そのため多くの聴講者が参加して活発な質疑応答・意見交換が行われ、各研究における今後の研究成果が大いに期待される、非常に有意義なセッションとなった。



写真 - 11 一般講演セッション会場風景(2)

#### 《セッション 11：維持管理》

座長：小林 孝一 / 副座長：村岡 史朗

セッション 11 では、論文 2 編、報告 5 編の合計 7 編が発表された。

講演内容は、既存の PC 橋における劣化要因分析、中央ヒンジ橋に生じた異常変形の要因調査、PC 桁の損傷が構造性能・特性に及ぼす影響や変状のモニタリング手法に関して実施した撤去桁による実験研究(2編)、PC 箱桁橋における外ケーブルの張力計測(2編)、鉄筋破断が生じた ASR 劣化構造物の特性分析、と多岐にわたる内容であった。いずれの講演も継続した調査・研究が望まれる内容であり、うまくいかなかった事例も含めて今後の報告を期待したい。

各講演に対して活発な質疑応答が行われ、聴講者から ASR 劣化に関する貴重な情報が提供されるなど、有意義

なセッションであった。本セッションのテーマである維持管理は、わが国の膨大な数のインフラ資源を有効活用していくうえで重要かつ関心度が高い分野である。劣化要因の特定や対策方法など未解明な部分が多いことから、今後も多くの講演や聴講の参加を期待したい。

#### 《セッション 12：繊維補強コンクリート》

座長：岩下 健太郎 / 副座長：篠崎 英二

セッション 12 では、繊維補強コンクリートに関する論文 6 編、報告 1 編の合計 7 編が発表された。

前半の 3 編は、新規に開発された繊維補強コンクリートの研究結果が報告された。新規収縮低減剤によるひび割れ抵抗性の向上、超高強度繊維で補強したコンクリートの研究、種々の短繊維を用いたコンクリートの研究などが紹介され、新材料による高強度コンクリートに関する報告がされた。

中盤の 2 編は、高強度材料を使用した構造物特性に関する研究結果が報告された。UFC の耐衝撃性に対する実験報告と繊維補強コンクリートとアラミド FRP 緊張材を組み合わせた PC 床版の特性に関する報告であり、繊維補強コンクリートの新たな用途に関する報告であった。

後半の 2 編は、高速道路に採用される UFC 床版の開発と輪荷重走行試験の結果が報告され、実用化への試みという貴重な開発報告であった。

これら高強度材料による高度な技術は、耐久性の向上とライフサイクルコストの改善が期待できる内容であり、今後の将来性が垣間見えた非常に有意義なセッションであった。

#### 《セッション 13：施工・工事(4)》

座長：岡本 大 / 副座長：鈴木 宣政

セッション 13 では、施工に関する 8 編の報告がなされた。

上部工の施工に関する 5 編では、34 径間という超多径間かつ S 字曲線を有する PRC 連続桁橋の施工、新技術を用いたロアリング工法によるアーチ橋の施工、住宅エリアにおける周辺の生活環境に配慮した連続ラーメン箱桁橋の施工、新幹線・在来線直上において PC 桁を架設する東北縦貫線新設工事について報告された。

また、既存ストックの更新あるいは有効活用に関する 2 編では、高強度プレキャスト PC 床版を用いた床版取替え工事、アルミ床版を用いた歩道拡幅とそれに伴う主桁の補強工事について報告された。

いずれの工事においても、施工性や経済性だけでなく、今後の維持管理を含めた技術的工夫が実施されており、今後の設計や施工に大変参考となるものであった。

#### 《セッション 14：実験的研究(3)》

座長：岩波 光保 / 副座長：長谷川 剛

セッション 14 では、実験的研究に関する論文 4 編、報告 2 編の合計 6 編が発表された。

報告の区分では、鉄筋拘束力が PC 橋の持続荷重に及ぼす影響を長期的に計測し、実橋モデルを対象とした解析により、ひび割れ発生原因との結びつきを迫及する内容の報告がなされた。また、波形鋼板ウェブの製作精度範囲を実験により解析し、実施工へ結びつけるという報告がなされ

た。実務者にとっては大変興味深い内容であった。

論文では、中空PC鋼棒を用いた下部構造の耐震性能試験に関するもの、中空断面部材を用いたねじりモーメントの挙動特性に関するもの、ずれ止めのせん断力負担分布に関するもの、英語による高強度コンクリートのせん断挙動に関する講演がなされた。

講演題数は他のセッションと比べて少ないながらも活発な質疑応答が交され、大盛況なセッションとなった。今後ともより精度の高い研究に期待したい。

《セッション 15：補修・補強》

座長：国枝 稔 / 副座長：黒輪 亮介

セッション 15 では、補修・補強をテーマに報告 5 編と論文 2 編の合計 7 編が発表された。

報告の 5 編は、近年施工された補修・補強工事に関する報告であり、ゲルバーヒンジの撤去に関するものや支承交換、炭素繊維シートやプレートによる補強、床版の取替え工事など内容は多岐にわたった。公表すること自体が困難な場合もあるなか、今後、同種の工事で参考となる貴重な報告がなされた。

論文の 2 編は、脱塩工法の通電量に関する実験と FRP ロッドの接着継手に関する実験の結果報告であり、どちらもこの分野での早期実用化が期待される内容の発表であった。

PC 技術が導入されて半世紀が過ぎ、高齢化を迎える橋梁が数十年後には半数を超えるといわれている。今後もこうした補修・補強の技術に関する最新の知見がシンポジウムの中で積極的に発表され、橋梁の長寿命化に活かされることを願いたい。また、補修・補強やリニューアルした橋梁は、単にそれだけで終わるのではなく、さらにその後の維持管理に繋げていく必要があることも活発な質疑のなかで示唆され、大変有意義なセッションであった。

《セッション 16：材料・混和材》

座長：呉 承寧 / 副座長：伊藤 朋紀

セッション 16 では、材料・混和材のテーマに沿った論文 4 編と報告 2 編の合計 6 編が発表された。

このうち 5 編は、高炉スラグ微粉末やフライアッシュを PC 用コンクリートに適用するために、これらの混和材を早強ポルトランドセメントに混入したコンクリートの各物性値などを検討したものであった。また、1 編は、プレストレス技術を津波対策に活用することを目指した内容であった。いずれの講演も、講演後は活発な質疑・討議がなされた。

上記の混和材の適用は、産業副産物の有効利用と PC 構造物の耐久性を目的としているが、とくに新しい材料を使用する場合は、耐久性への影響を考慮することが重要である。実用化にあたりどのようなことに注意する必要があるか、現時点で不明な点に対し、本セッションでの発表をはじめとする、今後の研究とデータの蓄積が期待される。また、津波対策の技術の発表は人命にかかわる非常に重要な内容で、今後も継続してさまざまな検討が進み、プレストレス技術を安全対策に応用されることが大いに望まれるところである。

7. おわりに

シンポジウム恒例となった一般講演の「最優秀講演賞表彰制度」、栄えある受賞者 15 名は以下のとおりである。その栄誉を称えたい。

セッション 1	八千代エンジニアリング (株)	渋谷智裕
セッション 2	該当者なし	
セッション 3	三井住友建設 (株)	杉村 悟
セッション 4	(株)ピーエス三菱	福井 剛
セッション 5	(株)ピーエス三菱	藤岡篤史
セッション 6	(株)IHI インフラ建設	廣井幸夫
セッション 7	埼玉大学大学院	真田 修
セッション 8	オリエンタル白石 (株)	東 洋輔
セッション 9	(株)ピーエス三菱	斎藤和也
セッション 10	神戸大学大学院	三木朋宏
セッション 11	(独) 土木研究所	青柳 聖
セッション 12	鹿島建設 (株)	一宮利通
セッション 13	三井住友建設 (株)	濱本康弘
セッション 14	三井住友建設 (株)	有川直貴
セッション 15	(株)富士ピー・エス	三原真一
セッション 16	(独) 土木研究所	中村英佑

受賞対象者は、投稿時に 50 歳未満の正会員で、論文や報告の内容、講演や質疑が簡潔明瞭で優れた方とし、16 セッションのうち 15 セッションから選出された。優秀講



写真 - 12 優秀講演賞受賞者

演賞受賞者の方々には、閉会式で賞状と盾が授与された。

本年のシンポジウムは、秋晴れのもと世界遺産に登録された富士山を望みつつの開催が期待された。ところが、本年は台風の当たり年であり、シンポジウム開催を前に 27 号・28 号、二つの大型台風が日本に接近し、開催そのものが危ぶまれる懸念すらあった。

しかし、幸いなことに二つの台風が互いの動きをけん制し合い、シンポジウム当日は秋晴れこそ叶わなかったものの、心配された暴風雨や交通機関の乱れもなく、滞りなく開催することができた。シンポジウム参加者も、一般講演者 144 名、一般参加者 277 名、技術展示参加 32 名、後援参加 52 名、その他参加者を加えて総計 513 名を数え、近年の開催としては昨年の大津に次ぐ規模となった。天候が危ぶまれるなかで多数の参加者となったのは、三大都市圏

から近い地の利に加え、学校関係者による意欲的な参加をいただいた結果と考えられる。ここに感謝の意を表したい。

次回のシンポジウムは、平成 26 年 10 月 23 日（木）・24 日（金）に岩手県盛岡市の「アイーナ（いわて県民情報交流センター）」および「マリオス（盛岡地域交流センター）」の両会場にて開催予定である。およそ 400 名が参加した懇親会（センチュリーホテル静岡で開催）において、宇治公隆実行副委員長から次回のポスター・グランプリ作品の発表があり、引き続き盛岡実行委員会の羽原俊祐教授（岩手大学大学院）より盛岡シンポジウムの PR がなされた。盛岡が県都である岩手県は震災復興の真っ只中にあり、多くの PC 構造物が建設中である。今回に引き続き、多くの参加者が得られることを期待してやまない。



写真 - 13 懇親会



写真 - 14 シンポジウム運営関係者

最後に、本シンポジウム開催にあたりご支援をいただいた(財)静岡観光コンベンション協会の皆様に厚く御礼申し上げます。

また、シンポジウムの運営にご尽力いただいた実行委員会、幹事会、論文審査部会、総務 WG、広報 WG、学術 WG、現地 WG、プレストレスト・コンクリート建設業協会中部支部の関係各位に深く感謝の意を表し、本報告を終える。

【2013 年 12 月 4 日受付】



図書案内

PC 技術規準シリーズ

## コンクリート構造設計施工規準 — 性能創造型設計 —

定 価 4,000 円／送料 300 円

会員特価 3,400 円／送料 300 円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会 編  
技報堂出版