

「第26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

鎌田 敏郎*1・小林 仁*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26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29年10月26日(木)、27日(金)の2日間にわたり、兵庫県神戸市の神戸ファッションマートにおいて開催された。

神戸市は兵庫県の県庁所在地で、人口およそ150万人の政令指定都市である。北に六甲山、南に瀬戸内海と豊かな自然に恵まれ、貿易、鉄鋼、造船等の産業により発展してきた。北野異人館に代表される異国情緒あふれる街並や、わが国を代表する名泉の有馬温泉など、多くの観光スポットを有することも特徴である。

平成7年に発生した阪神淡路大震災は、死者6434名、全壊家屋104906棟など未曾有の災害をもたらしたが、それから22年、神戸市は目覚ましい復興を遂げた。シンポジウム開催場所は六甲アイランドであり、開港150年を迎える神戸港を代表する人工島である。以下では、本シンポジウムの概要について報告する。

2. 日 程

- 1) 開催日時：平成29年10月26日(木) 10:00~18:00
平成29年10月27日(金) 9:00~17:20
- 2) 開催場所：神戸ファッションマート
神戸市東灘区向洋町中6丁目9番地
- 3) 特別講演：I 「Conceptual Design. An essential tool to create/produce sound structures」
fib 会長 マドリード工科大学 教授
Hugo Corres Peiretti 様
II 「神戸開港150年／神戸港の歴史」
(一社)神戸港振興協会
参事 森田 潔 様
- 4) ワークショップ：
「大規模自然災害に対応可能なPC構造に関する
研究委員会」委員会報告
宇治公隆 委員長
「阪神高速道路における大規模更新・修繕事業」
阪神高速道路(株) 小坂 崇 様
- 5) 一般講演：17セッション、156講演
- 6) 関連見学会：
「震災資料保管庫見学会と灘の酒蔵巡り」

(平成29年10月25日(水) 13:00~17:00)

3. 開会式および特別講演

開会式では、岸本一蔵実行委員長による開会の辞として、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、本工学会の宇治公隆会長より、工学会の資格制度への取組みや調査・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り関係諸団体、参加者各位へ向けた感謝の意が表明された。

最後に来賓挨拶として、国土交通省近畿地方整備局 道路部長 橋本雅道様と、神戸市みなと総局長 吉井 真様のお二方より、シンポジウム開催に対するご祝辞を頂戴した。



写真 - 1 岸本一蔵 実行委員長 挨拶



写真 - 2 宇治公隆 会長 挨拶

*1 Toshiro KAMADA：大阪大学大学院工学研究科 地球総合工学専攻 教授

*2 Hitoshi KOBAYASHI：(株)ピーエス三菱 大阪支店 土木技術部



写真 - 3 橋本雅道 国土交通省
近畿地方整備局 道路部長 挨拶



写真 - 4 吉井 真 神戸市みなと総局長 挨拶

表 - 1 日 程 表

日 時	プログラム					技術展示	
10月26日(木)	(会場: KFM ホール “イオ”)					技術展示	
	10:50 ~ 12:00 (70分)	シンポジウム実行委員会 副委員長 鎌田 敏郎 ・「大規模自然災害に対応可能な PC 構造に関する研究委員会」委員会報告 委員長 宇治 公隆 ・阪神高速道路における大規模更新・修繕事業 阪神高速道路 榎 小坂 崇 様					10:00
	12:00 ~ 13:10(70分)	昼休み (70分)					
	シンポジウム開会式 (会場: KFM ホール “イオ”)						
	13:10~13:15(5分)	開会の辞: シンポジウム実行委員会 委員長 岸本 一蔵					
	13:15~13:20(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 宇治 公隆					
	13:20~13:35(15分)	来賓挨拶: 国土交通省 近畿地方整備局 道路部長 橋本 雅道 様 神戸市みなと総局長 吉井 真 様					
	13:35~15:30 (115分)	特別講演 I : Conceptual Design. An essential tool to create/produce sound structures fib 会長 マドリード工科大学 教授 Hugo Corres Peiretti 様 特別講演 II : 神戸開港 150 年 / 神戸港の歴史 一般社団法人 神戸港振興協会 参事 森田 潔 様					
	15:30 ~ 16:00(30分)	休憩 (30分)					オープン セレモニー
	16:00~18:00 (120分)	セッション会場 1 セッション 1: 施工技術 1 座 長: 服部 篤史 (京都大学) 副座 長: 石井 泰 (安部日鋼工 業)	セッション会場 2 セッション 2: 建 築 座 長: 真田 靖士 (大阪大学) 副座 長: 高津比呂人 (竹中工務 店)	セッション会場 3 セッション 3: ASR・塩害・凍害 座 長: 寺澤 広基 (大阪大学) 副座 長: 鈴木 宣政 (ピーエス 三愛)	セッション会場 4 セッション 4: 構造解析・実験 座 長: 上田 尚史 (関西大学) 副座 長: 上田 高伸 (銭高組)		セッション会場 5 セッション 5: プレキャスト 座 長: 大谷 恭弘 (神戸大学) 副座 長: 鈴木 広幸 (IHI イン フラ建設)
18:00~18:15 (15分)	CPD 認定証発行 (1 日目分のみ) 発行場所: 受付						
18:30 ~ 20:30(120分)	懇親会 (会場: 神戸ベイシェラトンホテル&タワーズ)						
10月27日(金)	9:00~11:00 (120分)	セッション会場 1 セッション 6: 施工技術 2 座 長: 岡本 大 (鉄道総合技 術研究所) 副座 長: 坪倉 辰雄 (大林組)	セッション会場 2 セッション 7: 複合構造・容器 座 長: 芦塚 憲一郎 (西日本 高速道路) 副座 長: 鈴木 聡 (川田建設)	セッション会場 3 セッション 8: グラウト 座 長: 山本 貴士 (京都大学) 副座 長: 福地 啓太 (黒沢建設)	セッション会場 4 セッション 9: 力学特性 座 長: 谷 昌典 (京都大学) 副座 長: 藤代 勝 (鹿島建設)	9:00	
	11:00~12:10(70分)	昼休み (70分)				※技術紹介	
	12:10~14:10 (120分)	セッション 10: 床版 1 座 長: 伊藤 始 (富山県立大 学) 副座 長: 橋本 謙一 (清水建設)	セッション 11: 箱桁構造 1 座 長: 萩原 直樹 (中日本高 速道路) 副座 長: 鈴木 良和 (三井住友 建設)	セッション 12: 補修・補強 座 長: 藤永 隆 (神戸大学) 副座 長: 松原 善之 (住友電工 スチールワイヤー)	セッション 13: 混和材料 座 長: 鶴田 浩章 (関西大学) 副座 長: 松岡 勲 (エスイー)		
	14:10~14:40(30分)	休憩 (30分)				※技術紹介	
	14:40~16:40 (120分)	セッション 14: 床版 2 座 長: 東山 浩士 (近畿大学) 副座 長: 横田 稔 (ドービー建 設工業)	セッション 15: 箱桁構造 2 座 長: 三方 康弘 (大阪工業 大学) 副座 長: 大嶋 雄 (大成建設)	セッション 16: 維持管理 座 長: 内田 慎哉 (立命館大 学) 副座 長: 黒輪 亮介 (極東鋼鉄 コンクリート振興)	セッション 17: 計画・設計 座 長: 松本 茂 (阪神高速道 路技術センター) 副座 長: 大木 篤 (日本構造橋 梁研究所)	15:00	
	16:40~17:00(20分)	CPD 認定証発行 (2 日目分のみ) 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)						
17:00~17:15(15分)	授賞セレモニー						
17:15~17:20(5分)	閉会の辞						

特別講演は、*fib* 会長でマドリード工科大学教授の Hugo Corres Peiretti 様より「Conceptual Design. An essential tool to create/produce sound structures」と題して、また、一般社団法人神戸港振興協会 参事 森田 潔様より「神戸開港 150 年／神戸港の歴史」と題して、それぞれ 50 分間のご講演をいただいた。以下に、特別講演の概要を記す。



写真 - 5 Prof. Hugo Corres Peiretti *fib* 会長 特別講演 I

特別講演 I 「Conceptual Design. An essential tool to create/produce sound structures」

特別講演の 1 題目は、マドリード工科大学の教授であり、FHECOR コンサルタント技術事務所の創設者および設計者である *fib* 会長のヒューゴ・コレス氏から、概念設計に関してご講演いただいた。概念設計とはどのようなものであるかという説明と、一般的なプロセスにそって、実際の設計例を用いながらその手順が示された。この設計手法は、*fib* Model Code 2010 に初めて導入されており、*fib* の歴史と組織構成を交えながら紹介された。

(1) 概念設計とは

概念設計とは、特定のプロジェクトや構造的問題に対して、構造、技術、文化、創造などに関する利用可能なリソースを駆使して、検討すべき多くの可能性のなかから、解決策を創出するプロセスまたは設計方法である。この方法は、現状では大学の講義で扱うようなものではなく、時間の経過とともに経験を積んで学び得られていく個人的なスキルである。豊かな文化、感性、そして大きな野心が必要であり、成功と失敗から学ぶものである。

優れたプロジェクトは、構造が満たすべき設計条件、すなわち、「構造の機能要件」、「作用に対する安全性要件」、「持続可能性を達成するための環境要件および耐久性要件」を完全に解決する優れた提案によって達成される。概念設計は、われわれ構造技術者だけが用いる手法ではなく、あらゆる創作活動における共通のプロセスである。

(2) ローマのパンテオン

ローマのパンテオンは、建築工学のもっとも優れた実例である。現存するのは、2 世紀に再建されたものであるが、建物の内部は、直径 150 フィート (43.44 m) の完璧な球状に形作られており、20 世紀初頭に破られるまで、最長のスパンを誇っていた。アーチ形状の天井の中心には、太

陽を意味するオクルスと呼ばれる採光のための開口がある。これは、人間と、その中心に太陽が存在する天空に関連した哲学的概念にふさわしい建築様式である。パンテオンは、建築と工学との両方の観点から完全に満足する、稀にみる優れた概念設計の例であるといえる。

(3) ログローニョの橋梁

ログローニョの橋梁のコンペティションの例を用いて、概念設計の一般的なプロセスが紹介された。まずは、コンペティションの要件条項は、詳細に検討する必要がある。加えて、発注者や住民と会話したり、現地を調査することによって、多くの情報を収集するとともに、社会的および歴史的な背景も理解することが、利用者や地域にとって同意を得られやすいプロジェクトとなるための要件である。

これらの情報をもとに、概念設計を開始する。地域供用に対する合理性、構造物の各種機能の最適解への統合とバランス、および景観と構造との調和を考慮し、プロジェクトの基本構想を確立する。その次に、最適解を模索するための作業にとりかかる。あらゆる可能性を考慮しながら、最大数の案をレイアウトとして作成する。これらの案に対して、これまでの経験や新たな発想をもとに、自己批判と野心を持って繰返し検討を重ね、最適な最終案へと絞り込んでいく。この過程では、相応の時間と最大限の献身と最大の注意が必要である。

(4) ロス・サントス高架橋の拡幅工事

建設は、時間軸を持つ四次元のものである。したがって、構造物の建設から取壊しまでの供用期間中のさまざまな段階で、構造的な諸問題を解決するために、概念設計を適用する機会が数多くある。すなわち、検査、診断、対策など既設構造物に対するさまざまな行為にも概念設計は適用できるということである。既設構造物に対する行為は、新設のような華やかさはないが、構造物の理解、歴史のおよび建設の背景や環境、材料や劣化機構に関する知識や理解など興味深い側面を探求することができる。概念設計の既設構造物への適用については、ロス・サントス高架橋の拡幅工事を例にして説明された。

(5) おわりに

われわれ技術者は、芸術家であるピカソや建築家であるダマスカスのアポロドーロスやノーマン・フォスターと同じように創造することができる。それを強く信じ、その信念のために働くだけである。われわれは、つねに解決すべき新しい問題をもっている。学生たちには、基本的な工学を教えるだけでなく、優れた概念設計を行う方法を教授する必要がある。

設計は、時間の経過とともに学習される芸術であり、創造の行為である。良い発想はつねに良いプロジェクトを生み、そのためにも概念設計は不可欠な手段である。



写真 - 6 森田 潔 神戸港振興協会参事 特別講演Ⅱ

特別講演Ⅱ「神戸開港 150 年／神戸港の歴史」

(1) 幕末から明治にかけて

神戸港の開港は 1868 年 1 月 1 日で今年では 150 年の前年にあたるので、イベントを行う理由をよく聞かれる。諸説あるが、個人的には開港時（慶応 3 年 12 月 7 日）には日本では太陰暦を使っており、同日が 1867 年 12 月 20 日にあたるというのが理由と思う。

神戸の市章は、兵庫湾と神戸湾が 2 つ連なっている形を表わしている。昔、神戸は砂浜で港がなく、湊川より西の地域の方が栄えていた。出演した NHK の「プラタモリ」でも取り上げたが、神戸港が港として発展してきた理由は次のとおりである。① 和田岬があり明石海峡の潮流の影響を受けない、② 水深が深い（大型船でも入れる良い港と外国海軍が評価した。）、③ 北に位置する六甲山が西では淡路島と繋がり、冬の北風と西風とともに防ぐ、④ 海底が砂と粘土層のため投錨、抜錨が容易、⑤ 年間 1 m 前後と干満の差が小さく荷役がしやすい、⑥ 瀬戸内の気候が比較的温暖で雨が少ない、⑦ 西国街道に近く立地が良い。

開港を祝ってイギリス海軍が 12 隻やってきたが、測量艦の艦長代理が布引山に登って描いた画で当時の様子を知ることができる。昔は六甲山が禿山だったので、現在とは風景が異なる。

神戸港に一番乗りしたイギリス海軍のロドニー号は 1/8 の模型を海洋博物館に展示しているが、オリジナルの設計図では帆船であった。ヨーロッパでは産業革命が終わっている時期で、兵庫開港時には蒸気機関を積んでいた。

※その他、明治時代のメリケン波止場や海岸通りの居留地の様子について紹介があった。

(2) 大正から昭和にかけて

昭和 7 年から毎年、寄港したイギリス客船のエンプレスオブブリテン号は、すでに世界一周のクルーズをやっていた。写真では岸壁に多くの自動車が確認されるが、同船の積荷かどうかは不明である。当時の神戸市広報によると、市バスの港への乗り入れに対し 40 台の専属人力車のことを考慮すべきとある。

大正元年に完成した川崎重工の神戸造船所のガントリークレーンは神戸のランドマークであった。建造費は現在の貨幣価値で 60 億円くらい。このクレーンで最初に建造さ

れたのが戦艦榛名（はるな：27 000 排水トン）である。

当時は棧橋が少なく、沖がかりが多かったので、船に舳（はしけ）をつけて積荷を降ろした。舳がピークだったのは昭和 44 年 12 月で、周辺だけで 2 130 隻に達した。また、公共バースしかないので空いた所に船を入れてもらうしかなく、トラックや舳で陸の倉庫まで荷を運んだ。岸壁は常時満船状態で、船混み解消で在来船を多くつけられる島を造ろうということでポートアイランドが計画された。

かつては港内を蒸気機関車が走っており、各突堤にも線路が敷かれていた。当初の汽車はイギリスから輸入し、運転手もイギリス人である。鉄道がすぐには止まれないことを誰も知らないで、先頭に人を立てて「危ないぞ」と声を出しながら走った。

移民は 1866 年 6 月の幕府の「海外渡航差許し」により、オランダ系のアメリカ人がハワイやオーストラリアへの移民を斡旋したのが始まり。しかし日本人が勤勉すぎてハワイの職域が侵されるというので、明治 39 年からブラジルやベネズエラに行き先が変わった。移民船ブエノスアイレス丸の出港では岸壁に多くの人が集まり、水上警察署の警備艇が出動している。

コンテナ船として初めて寄港したマトソン社（アメリカ）のハワイアン・プランター号は、三菱重工の神戸造船所でコンテナ船に改造された。同船は 14 019 総トンのコンテナ船であったが、コンテナ船はその後どんどん大型化した。最近では商船三井の大型船が 2 万総トンを超えており、直径 10 m のスクリュー 1 回転で 10 m も進むという。

日本で初めてのコンテナ船箱根丸は、マトソン社に遅れること 1 年。マトソン社のコンテナサイズは 24 フィートだったが、箱根丸は今と同じ 20、40 フィートを使っていた。当時は 24、35 フィートも使用していたので、TEU（＝標準的な 20 フィートコンテナを基準とする単位）の計算が難しく、コンテナ何本という言い方をしていた時代がある。

神戸はバナナの輸入が日本一で、昔は籠入りをかついで運んでいた。バナナは戦後の昭和 24 年に輸入が再開されたが、1 本 140～200 円もした。現在の貨幣価値で 4 000 円前後である。日本全体で毎年 100 万 t のバナナが入ってくるが、1/4 ずつを神戸と東京で扱っている。2009 年にバナナダイエットが流行した際、日本人 1 人あたりの年間消費量が 7 kg から 9.78 kg に増えた。

※ほかにも、高等商船学校の練習船、鑄鉄製タイヤの「猫」と呼ばれる道具、神戸港のフォークリフト、舳で生まれた子供たちのための児童寮、第 8 世代までであるコンテナ船の大型化などの話があった。

(3) 人工島の造成と地震

神戸に来て沖合で荷役するしかないということで、ポートアイランドの造成が急がれた。最初は西側に 5 バース造った。いわゆるパナマックス（パナマ運河サイズ）で、それぞれが岸壁延長 300 m、水深 12 m である。その後、コンテナ船の大型化で、再開発することになった。

六甲アイランドを並行して造り、最終的に南側を水深 14 m としたが、現在は、さらに浚渫して 16 m にしている。ポートアイランド 2 期も 16 m である。商船三井のコンテ

ナ船は満載だと水深 16 m でも入れない。これからは、水深が 17.5～18 m ないと巨大船が入れないが、神戸港では貨物が満載にはならないことや、大阪湾では 16 m の所が多くあり友ヶ島水道を抜けられないことを考えると 16 m でよいということになる。

平成 7 年 1 月 17 日の阪神淡路大震災では、神戸港に 55 基あったクレーンのうち、1 基が完全に倒壊した。クレーンの真下にあったリーファーコンテナ（温度管理が可能なコンテナ）が全部ぺしゃんこになり、これを教訓としてクレーン付近には物を置かないことになった。

六甲アイランドでは、東西方向の岸壁が南側にはらみ出し、ガントリークレーンの下部構造が損傷した。早期に復旧するため、現地で損傷部を切り取り、造船所で交換部材を製作した。

海外から関西国際空港に届いた救援物資は、鉄道や道路が機能していないので、海上保安庁の船を使って神戸港で陸揚げした。岸壁の損傷でフォークリフトが使えず、人海戦術でトラックに荷を積み込み、摩耶埠頭の公共の上屋に集め、そこから各避難所に分配した。

おおむね 2 年で復興させるということであったが、街中の瓦礫を港へもって来て、粉碎し埋立処分できたので速かった。新港東ふ頭は、7 本の楕形の突堤の間をすべて埋め立てた。摩耶埠頭は元も 4 本の突堤であったが、すでに埋め立ててあった 3 番目と 4 番目の間以外を瓦礫等で埋め立てている。それでも足りず、六甲アイランドの南と、兵庫の第 1 突堤、第 2 突堤の間も使って瓦礫を処分した。六甲アイランド南は、近畿 2 府 4 県から出る産業廃棄物の最終処分地ということで、家庭ごみの灰を入れて現在も埋立てを行っている。フェニックス事業であるが、陸地が見えてきており、ここを使えるのもあとわずかである。

(4) 現 在

コンテナは何でも運ぶ。ライオンや虎、象も運ばれたことがある。

コンテナの移動には、公共ターミナルではストラドルキャリアという特殊車両が現在も一部で使われているが、コンテナをヤードに置く際、タイヤのための隙間が生じる。一般的にはトランスター（自走クレーン）が使われており、コンテナ 4、5 本を跨いで使用できるので、隙間なくヤードに積むことができる。これはどんどん大きくなっており、軌道をずれないようにコンピュータで足元を制御している。

最近の大型船ではオーバーバナマックス型のスーパークレーンによって荷役されていて、20 フィートコンテナを 2 本同時に吊れるとか、スプレッド（吊具装置）をコンテナサイズに合わせて自由に伸ばせるほか、免震構造にもなっている。

ビーナスブリッジは昔、外国人が山に上がって金星の観測をした場所なのでそう呼ばれるが、神戸港を一望できる。以前はここからポートタワーが見えたが、兵庫県警のビルで現在は見えない。神戸市では景観の条例を定め、ここから少し西に行った場所からタワーを見て、タワーが隠れる様な建物は建築してはいけないことにした。また、ポーアイしおさい公園の北端から市街地を見たときに、六甲山の稜線を超える建物も駄目ということになっている。

三菱重工と川崎重工の 2 ヶ所の造船所とも、進水式ではドックに注水せず、船は斜路をどーんと滑って行くので迫力があつた。

現在、三菱重工神戸造船所では商船の建造は行っておらず、最後は商船三井のエメラルドエースという自動車運搬船であった。これは 7 000 台の自動車を積めたが、パナマ運河が大きくなり従来より幅の広い船が通航できるため、8 500 台積みという巨大な船も出てきている。ただし、PCTC（Pure Car & Truck Carrier）と呼ばれる自動車船は、必ず全長が 200 m 以下で造られている。これは、瀬戸内海が 200 m を超えると巨大船扱いとなって夜間に走れないからである。

また、防衛省の潜水艦はすべて神戸で造っており、川崎重工と三菱重工が交互に造っている。ちなみに、潜水艦の名前は、「そうりゅう」、「はくりゅう」、「せきりゅう」など、全てドラゴン（龍）が入っている。

震災の次の日、川崎重工で LPG タンカーの進水式の予定があり、一般市民が 650 名ほど来るようになっていた。地震で船体が滑り中止となったが、進水式をやるのかという問合せの電話がたくさんあり、地震直後の神戸の実態が知られていないことが分かった。

4. ワークショップおよび技術展示会

4.1 ワークショップ

ワークショップは、シンポジウムの開会式に先立ち、10 月 26 日の午前中に開催された。講演題目を以下に記す。

- 1) 「大規模自然災害に対応可能な PC 構造に関する
研究委員会」委員会報告
宇治 公隆 委員長
- 2) 「阪神高速道路における大規模更新・修繕事業」
阪神高速道路㈱ 小坂 崇 様

4.2 技術展示会

技術展示会には、神戸市様、神戸開港 150 年記念事業実行委員会様をはじめ、延べ 41 団体に参加いただいた。それぞれ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。また、展示会場オープンセレモニーには、神戸市のマスコットたち（マリンメイト、着ぐるみのキャプテンタワー君とリックくん）が駆けつけ、大いに盛り上げてくれた。



写真 - 7 技術展示会場



写真 - 8 技術展示出展者による技術紹介

27日には展示会場に設けたスペースで、出展者9団体に技術紹介を行っていただき、参加者との活発な意見交換が行われた。

5. 一般講演セッション

特別講演に引き続き、一般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、50編の論文、101編の報告および5編の研究紹介の合計156編が5会場17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：施工技術1》

座長：服部 篤史 / 副座長：石井 豪
セッション1では、施工技術に関する10編の報告が発表された。

発表内容は、工期短縮のために行った主桁架設方法の工夫や主桁連結部の高耐久化についての報告、過去に例のない重量の主桁の架設工事における工期短縮や架設方法の工夫、平面線形や幅員変化を有する広幅員の架設橋梁における押出し架設管理の高度化事例、連結時期が異なる連結桁構造の影響の検討事例、営業線に挟まれた非常に狭小なヤードでの鉄道橋の新設工事報告、上下部工の拡幅と耐震補強工事報告、鉄道や現道に近接した狭隘空間での架設方法の工夫や塩害対策事例、制約が大きい場所での橋梁解体撤去の報告、熊本地震により被害を受けたT桁橋の架替工事報告、同じく熊本地震により被害を受けたロッキング橋脚を有する橋梁の撤去および復旧工事など多岐にわたった。

今後も増加すると予想される、制約の多い条件での新設工事や、老朽化したPC構造物の撤去・更新にくわえ、頻発する甚大な自然災害により損傷を受けた構造物の迅速な復旧など、インフラを維持していくうえで直面する事象に対して大変参考となる取組みが報告された。また、上記に示したように幅広いテーマにより、聴講者の関心も高く、満員に近い状況であった。

時間の都合上、質疑応答数にかぎりがあったが、内容の濃い、有意義なセッションであった。

《セッション2：建築》

座長：真田 靖士 / 副座長：高津 比呂人
セッション2では、建築に関する論文1編と報告6編が発表された。報告6編のうち2編は国内のプレキャスト

PCを用いた新築建物の施工報告であり、規模の違いはあるものの、大スパンの空間を高品質かつ迅速に施工しており、プレキャストPCのメリットが十分に活かされた建物であると感じた。また、米国のプレキャストPC建物の設計報告は、日米の設計手法の違いなどを知ることができ、大変有用であった。さらに、大空間を実現するために格子梁を採用した場所打ちPC造の体育館の施工報告では、プレストレス導入手順の検討結果や格子梁の接合部の考え方など、参加者にとって有用な情報が提供された。報告のうち残る2編は、集合住宅の耐震・制振補強が紹介され、建築の改修の分野でもPC技術が広まっていくことを期待させる内容であった。

最後に報告された論文は、PC造建物の保有水平耐力計算指針作成のために過去の実験データを分析した結果が示され、今後設計法の選択肢が増えることが期待される内容であった。発表数は7編と少なかったものの、時間一杯まで活発な質疑応答がなされ、有意義なセッションとなった。

《セッション3：ASR・塩害・凍害》

座長：寺澤 広基 / 副座長：鈴木 宣政
セッション3では、ASR、塩害および凍害に関する論文6編、報告3編が発表された。

内容は、ASRにより劣化したPCあるいはRC部材の変形のメカニズムや解析の評価に関する研究、PRC部材を対象とした繰返し軸圧縮応力が作用するコンクリートの塩分浸透特性に関する研究、複合劣化したPC構造物の構造性能評価に関する報告、フライアッシュコンクリートや高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの凍結融解抵抗性あるいは塩分浸透特性に関する研究、施工に関しては塩害劣化したT桁の補修工事や新設ご道橋の耐久性向上の取組みなど、基礎的研究から実施工まで多岐にわたる。

これからの維持補修の時代に向けて、本セッションで発表された各劣化現象に関する基礎的研究や評価手法の益ますの発展、さらにはそれらの知見を活用した材料の開発や施工技術の発展が期待される。本セッションでは、多くの聴講者の参加とともに活発な質疑が行われた。また、9編中4編は学生による発表であり、今後の若手研究者や技術者の活躍が期待されるセッションであった。

《セッション4：構造解析・実験》

座長：上田 尚史 / 副座長：上田 高博
セッション4では、さまざまなテーマについて研究、検討を行った論文7編、報告3編の計10編が発表された。

本セッションは、特定の対象物ではなく解析や実験に関する成果をまとめたものを集約したため、変断面梁の力学特性、軽量材を使用した部材の挙動特性、動的挙動を考慮したPPC桁の疲労特性、橋梁の合理的な設計手法の実現を目指した解析モデルの提案、施工時のマスコン対策検討における温度解の安定化条件、設計基準書の改定に対する橋梁の設計結果の新旧比較、橋梁の幅員断面の合理的形状の検討といったバラエティーに富んだ講演および質疑応答がなされた。

質疑応答では、講演内容に関する質問・確認だけでなく、解析・実験のパラメータ設定や結果の比較・整理について

のアドバイスなども出され、講演者や類似テーマの研究者・設計者だけでなく、解析や実験に携わる聴講者の方々にとっても、今後の研究・検討を進めていくうえで参考となるであろう幅広い情報交換の場となった。



写真 - 9 セッション会場風景 1

《セッション5：プレキャスト》

座長：大谷 恭弘 / 副座長：鈴木 広幸

セッション5では、プレキャストPC床版に関する論文2編、研究紹介1編、プレキャスト部材に関する報告4編の計7編が発表された。

論文は2編ともプレキャストPC床版の接合部における新たな継手構造の開発に関するものであり、研究紹介は、新たな継手構造の評価方法を統一するため、疲労耐久性照査試験の条件や設定に関するものであった。近年の大規模更新事業における鋼橋のRC床版取替え工事には、プレキャストPC床版が多く用いられ、プレキャストPC床版に関係する開発は、今後さらなる発展が期待される。

報告は、プレキャスト部材を用いた組立式PC栈橋の開発と実施例、多径間ラーメン橋の計画と設計、迂回路アンダーパスの設計・施工、新たなプレキャスト壁高欄の開発など多岐にわたるものであった。施工の省力化や品質向上の取り組みなどから、さまざまな箇所にプレキャスト部材の活用が期待され、発表された内容は貴重な情報であった。

参加者の関心も非常に高く、いずれの発表においても活発な質疑応答が行われ、有意義なセッションであった。

《セッション6：施工技術2》

座長：岡本 大 / 副座長：坪倉 辰雄

セッション6では、施工技術に関する論文2編、報告6編、研究報告1編が発表された。

PC桁を用いたGRS一体橋梁の施工に関する報告、緊張管理自動化システムの適用効果に関する考察、エポキシ被覆型光ファイバー組込み式PC鋼より線の開発と適用に関する報告、ポリエチレン製シーすを用いたPC橋の緊張時期に関する考察、自動追尾機能付きトータルステーションを用いた橋面高さ管理に関する報告、写真計測技術とAR技術を用いたコンクリート表面仕上げ管理システムの開発に関する報告、中間定着工法を用いたPCT桁橋の架替え施工に関する報告、上部工を工事経路とした下部工の施工に関する報告、パイプクーリングにおける水温自動制御装

置の開発に関する報告と多岐にわたる内容であった。

いずれの発表においても、施工技術および測量・計測技術の高度化を図る内容が分かりやすく報告され、その中でも生産性向上を図ることが可能な技術についての説明が多かった。多くの聴講者に参加いただくとともに、活発な質疑応答が行われ、大変有意義なセッションであった。

《セッション7：複合構造・容器》

座長：芦塚 憲一郎 / 副座長：鈴木 聡

セッション7では、複合構造・容器に関連する9編の報告が行われた。複合構造に関する報告が5編、容器に関する報告が4編であった。

複合構造では、吊床版橋に関する発表が2編、波形鋼板ウェブ橋に関する発表が2編、鋼コンクリート混合橋に関する発表が1編であった。内容は吊床版特有の課題に対する架設方法の工夫や計測に関する報告と工期短縮を目的とした架設機材の工夫に関する報告、鋼コンクリート混合橋の品質向上に関する報告であった。

容器では、新設PCタンクに関する報告が2件、PCタンクの改修工事に関する報告が2件であった。内容はPCタンクの冬季施工に関する報告、ドーム上底版の施工の検討報告、屋根改修の工事報告、耐震補強に関する報告であった。

橋梁と容器、異なる分野が一緒になったセッションであったが、施工時の工夫や品質向上など両分野に共通する課題の発表であり、分野に関係なく参考になる内容であった。いずれの発表も施工上の課題に対する創意工夫がわかりやすく紹介されるとともに、質疑応答も活発に行われた。

《セッション8：グラウト》

座長：山本 貴士 / 副座長：福地 啓太

セッション8では、グラウトに関する論文8編、報告2編の合計10編が発表された。

前半ではグラウトの充填に関する発表があり、被覆PC鋼材を適用した場合の実験、高い構造粘性を有するグラウトの配合設計、MPS法を用いた充填評価方法、建設時期の異なる実構造物の充填調査、過去の仕様を再現したグラウトの充填特性などについて報告がなされた。

セッションの後半ではおもにグラウト再注入材に関する発表があり、基礎性状に関する研究、亜硝酸リチウムを用いた場合の鋼材腐食抑制効果、気化防錆剤を用いた基礎実験のほか、練混ぜ方法の工夫によるグラウト性状への影響、ローカーボンに着目したサステナビリティ評価について報告がなされた。

近年注目されているグラウト再注入技術を中心に、施工性の向上や補修による機能の向上を目指した実用的な内容であった。実務者、研究者双方から活発な討議があり、充実したセッションとなった。

《セッション9：力学特性》

座長：谷 昌典 / 副座長：藤代 勝

セッション9では、構造的な力学特性から、学生向けの構造教育に関する幅広い内容のセッションとなり、報告2編、論文6編が発表された。

報告2編の内容は、高強度コンクリートを低桁高PC構造部材にした場合の構造理論の適用性と、せん断破壊させた

梁部材を PC 鋼材により耐荷性能を回復できる実験の報告で、どちらも実適用を前提とした漸進的な研究報告であった。

論文の発表では、建築の PC 構造部材で応力変動を受ける定着体の試験、地震を受けて微変形する PC 部材の復元力特性、繊維ロープを用いた梁のせん断補強、グラウト未充填や内部鋼材の破断を模擬した梁の構造実験と解析検討など、今後の PC 構造の発展に必要な貴重な実験や研究の発表であった。また、大学の教員によるプレストレスト構造教育に関する論文は、学生に設計から形にするまでを実践させ教育を行った内容で、大変興味深い内容であった。

いずれの発表においても最新技術や研究成果に対して質疑応答が活発に行われ、多くの参加者の関心が高かったことがうかがえるセッションであった。

《セッション 10：床版 1》

座長：伊藤 始 / 副座長：栃木 謙一

セッション 10 では、床版取替えに関する 10 編の報告が発表された。

発表内容は、現場打ち部分を減らすために桁端部に台形状の PCa 調整版を採用した事例や 45° の斜角を有する PCa 床版を採用した事例、桁端部に PCa 延長床版を採用した事例についての報告、鋼桁補強に PC 外ケーブルを併用した事例についての報告、工程遅延対策により厳しい施工条件に対応した事例についての報告、PCa 床版による主桁間の荷重分配や壁高欄の剛性などの影響も考慮して解析を実施した設計・計測、施工についての報告、合成桁を主桁の剛性を高めた非合成構造とした事例についての報告、片側車線規制を想定して実施した設計、施工についての報告と多岐にわたっていた。

インフラの大規模修繕や更新において高い関心を集める分野であることから、会場にはつねに立ち見が出るほど多くの聴講者が集まるとともに、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 11：箱桁構造 1》

座長：萩原 直樹 / 副座長：鈴鹿 良和

セッション 11 では、箱桁断面の橋梁の施工に関する報告が 10 編発表された。

発表内容は、寒冷地における橋梁施工の品質確保および品質向上に関する報告、夏季の橋梁施工における品質確保に関する報告、船舶の航路上空もしくは鉄道上空でのエクストラード橋の施工に関する報告、施工中の橋脚および主桁の挙動に対するモニタリング結果を上越し計算に反映させて橋面高さの品質確保を図った報告、トータルステーションを活用して橋面高さや PC 鋼材設置高さの管理を行い施工の効率化を図った報告、安全管理に CIM を活用した報告、と多岐にわたる内容であった。

また、トータルステーションや CIM の活用に関する報告以外の報告においても、情報通信技術を活用して養生温度をモニタリングし、品質管理につなげる事例が紹介された。

いずれの発表においても、課題に対する事前実験や対策事例が分かりやすく紹介され、質疑応答は実施工を踏まえた施工方法と管理方法に対する質問が多く、参加者にとって有益な情報が得られるセッションとなった。

《セッション 12：補修・補強》

座長：藤永 隆 / 副座長：松原 喜之

セッション 12 では、既設構造物の補修・補強を行う際に適用される材料・技術および施工事例・工事概要などに関して、論文 3 編、報告 6 件の合計 9 編が発表された。

論文はシラン系表面含浸材を施工した場合におけるコンクリートの特性、超高強度繊維補強コンクリートの道路床版打替え工法、およびグラウトホースの伝い水現象の検証とその補修に関する発表が行われた。

報告では PC 橋梁の連結化・連続化として、3 径間連続有ヒンジラーメン箱桁橋の連結化設計、外ケーブルを用いた連続合成桁橋の補強工事、3 径間連続有ヒンジ箱桁橋の連続化施工、および PC ゲルバー箱桁橋の連続化工事に適用される超速硬フライアッシュコンクリートのひび割れ抵抗性に関する発表がなされた。

そのほか、PC 斜張橋の斜ケーブルとその保護管の補修工事、工事完成後における豆板の調査とその補修工事に関して発表が行われた。いずれの発表においても質疑応答が活発に行われ、既設構造物に適用する補修・補強技術への関心の高さがうかがえる有意義なセッションとなった。



写真 - 10 セッション会場風景 2

《セッション 13：混和材料》

座長：鶴田 浩章 / 副座長：松岡 勤

セッション 13 では、各種混和材料を用いたコンクリートの諸特性に関して、論文 4 編、報告 4 編、研究紹介 2 編の合計 10 編が発表された。

膨張材を用いたコンクリートに関しては、膨張コンクリートの体積膨張率が力学的特性に及ぼす影響の評価について、シリカフェームを用いたコンクリートに関しては、低桁高 PC 橋に用いるプレキャスト PC 桁の生産性向上を目的として開発された高強度コンクリートの材料特性についての報告があった。

また、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを用いたコンクリートに関しては、これらの適用拡大や実用化に向けた研究成果が報告され、軽量細骨材を用いた自己養生型コンクリートの開発や、配合、混和材の種類や品質、養生の方法、時期、期間などの条件が、コンクリートの強度性能、耐久性能、力学的性能に及ぼす影響について、各研究の目的に応じて実施された試験結果が示された。

いずれの発表においても、研究、開発に関する貴重な情報が分かりやすく紹介され、聴講者にとって有益な知見が得られる非常に有意義なセッションであった。

《セッション 14：床版 2》

座長：東山 浩士 / 副座長：横田 稔

セッション 14 では、床版に関する論文 5 編、報告 4 編の合計 9 編が発表された。

論文は、凍結防止剤散布下における道路橋 PCaPC 床版に関する研究、軽量コンクリート 2 種を用いた PCaPC 床版に関する研究、床版取替えに対応した UFC 床版に関する研究、UFC 床版と網桁接合部に関する研究、床版に及ぼす膜養生剤の影響に関する研究であった。いずれの論文も床版の耐久性に着目している内容であった。

報告の内容は、超高耐久床版の疲労耐久性に関する検討、PVA 繊維を混入した軽量コンクリート PC 床版への適用について、ループ継手を用いた部材のループ鉄筋の曲げ内径の影響について、ランプシールドにおける PC 床版の施工報告と、材料、構造および施工と多岐にわたった。

参加者の関心も高く会場には多くの聴講者が集まり、いずれの発表においても質疑応答が活発に行われ、インフラの大規模修繕や更新といった近年の社会的要請に対してもますますの発展を期待するセッションとなった。

《セッション 15：箱桁構造 2》

座長：三方 康弘 / 副座長：大嶋 雄

セッション 15 では、箱桁構造の設計・施工に関する 10 編の報告が行われた。全 10 編のうち、9 編が PC 箱桁橋に関する報告で 1 編が混合箱桁橋に関する報告であった。

発表の内容は、マスコンクリートおよび施工時のひび割れ防止対策の検討が 2 編、地域性に配慮した耐久性の確保が 2 編、ICT の有効活用および高耐久化への取組みが 1 編、曲線橋における設計・施工の留意点および対策事項が 2 編、実施した工程短縮に対する報告が 2 編、架設時のアンバランスモーメントに対する取組みが 1 編と多岐にわたるものであった。いずれの報告も、建設業界が直面する「生産性向上」という課題に対して、高い意識で今まさに取組んでいると感じさせる内容であった。

参加者の関心も非常に高く、本シンポジウムの最終セッションにもかかわらず、会場には多くの聴講者が集まった。講演者からは、箱桁橋の設計・施工を進めていくうえで、当然直面するであろうさまざまな課題に対する検討内容や施工事例が分かりやすく紹介され、聴講者にとって有益な知見が得られる有意義なセッションとなった。

《セッション 16：維持管理》

座長：内田 慎哉 / 副座長：黒輪 亮介

セッション 16 では、維持管理をテーマに 4 編の論文と 5 編の報告が発表された。非破壊検査によるグラウトの充填調査に関する内容が 3 編あったほか、鉄道桁の曲げひび割れ検知システム、チタンワイヤーセンサーを用いた埋込み式の鉄筋腐食モニタリング方法、光ファイバーなど ICT を活用した橋梁の管理手法、有ヒンジ橋の変状調査、PC 橋の汚れに着目した表面性状調査、シースの腐食が耐荷性に及ぼす影響の調査など、内容は多岐にわたった。

最終日の最終セッションであるにも関わらず、立ち見の方が出るほど多くの聴講者が会場を訪れ、この分野の関心の高さがうかがえた。

今後も PC 構造物を維持管理するための検査・モニタリング手法が数多く開発されると思われるが、手法そのものの精度や難易度のみならず、どの段階で、どのような手法を用いるのかといった体系的な枠組みの整備も不可欠となる。来年以降のシンポジウムでも、この分野における多くの事例や研究成果が発表され、PC 構造物の維持管理に活かされることを期待してやまない。

《セッション 17：計画・設計》

座長：松本 茂 / 副座長：大木 篤

セッション 17 では、計画および設計に関する 9 編の発表が行われた。内容は、エクストラード橋の設計に関する報告が 4 編、エクストラード吊橋の基礎的研究報告が 1 編、PRC2 主版桁橋および PRC2 主版桁と箱桁の混合橋、PRC 波形鋼板ウェブ箱桁橋に関する設計報告が各 1 編、PC まくらぎの設計係数に関する研究報告が 1 編と多岐にわたる内容であった。本セッションでは、エクストラード橋関連の報告が多く、工期短縮を目指した細部構造の見直しや斜材システムおよび斜材定着部の構造検討に関する報告があった。その他、長支間エクストラード吊橋のモデルケースによる基礎的研究結果報告、混合桁の支点横桁部の設計例の報告、施工順序の変更に伴う検討報告、高強度 PC 鋼材適用に関する検討報告、PC まくらぎの敷設環境に応じた合理的な設計係数の提案などの報告がなされた。

いずれの発表も検討内容や創意工夫が分かりやすく報告され、質疑では活発な討議も行われ大変有意義なセッションとなった。

なお一部のセッションにおいて、機器の不具合により質疑時間を短縮しましたことをお詫びいたします。

6. シンポジウム関連見学会

シンポジウム開催の前日（平成 29 年 10 月 25 日）に、阪神高速道路（株）の震災資料保管庫と灘の酒蔵（菊正宗酒造記念館、浜福鶴吟醸工房）を巡る見学会が行われ、20 名の参加があった。震災資料保管庫では実際に被災した構造物を前に阪神高速道路様より丁寧な説明をいただき、灘の酒蔵では利き酒や買い物などをお楽しみいただいた。



写真 - 11 シンポジウム関連見学会

7. おわりに

一般講演の「優秀講演賞表彰制度」、栄えある受賞者 17 名は以下のとおりである。その榮譽を称えたい。

セッション 1：施工技術 1	川田建設 (株)	黒田 英慎
セッション 2：建築	オリエンタル白石 (株)	福田 顕議
セッション 3：ASR・塩害・凍害	名古屋大学大学院	杉本 啓太
セッション 4：構造解析・実験	東京工業大学	川原 崇洋
セッション 5：プレキャスト	三井住友建設 (株)	三加 崇
セッション 6：施工技術 2	鹿島建設 (株)	大窪 一正
セッション 7：複合構造・容器	三井住友建設 (株)	西牧 祥一
セッション 8：グラウト	(一社)プレストレスト・コンクリート 建設業協会	北野 勇一
セッション 9：力学特性	(一財)電力中央研究所	柴山 淳
セッション 10：床版 1	川田建設 (株)	岩瀬 祐二
セッション 11：箱桁構造 1	(株)ピーエス三菱	藤岡 篤史
セッション 12：補修・補強	鹿島建設 (株)	柳井 修司
セッション 13：混和材料	(株)ピーエス三菱	中瀬 博一
セッション 14：床版 2	西日本高速道路 (株)	福田 雅人
セッション 15：箱桁構造 2	三井住友・日本ピーエス・ 横河ブリッジ JV	渡邊 明
セッション 16：維持管理	(株)富士ビー・エス	長岡 覚
セッション 17：計画・設計	(公財)鉄道総合技術研究所	渡辺 勉



写真 - 12 優秀講演賞受賞者

今回のシンポジウムは、平成 12 年の淡路島開催以来、兵庫県では 2 回目の開催となる。神戸市様のお取り計らいで神戸開港 150 年記念事業の各種イベントと一緒に広報いただいた成果もあり、一般講演者 156 名、一般参加者 404 名、技術展示参加者 42 名、後援参加者 52 名、その他参加者 22 名の総勢 676 名に及ぶ多数のご参加をいただいた。これは大阪で *fib* の国際会議が開催された平成 14 年以降で最多の参加者数となっている。動員に尽力いただいた関係各位に深く感謝申し上げます。

次回のシンポジウムは、平成 30 年 11 月 8 日 (木)、9 日 (金) に愛媛県松山市の「ひめぎんホール」において開催予定である。およそ 550 名が参加し大盛況であった懇親会の席上、井上晋実行委員から次回のポスター入選作・グランプリ作品の発表があり、次に開催地を代表して愛媛大学大学院 氏家 勲教授より松山の PR がなされた。開催地は有名な道後温泉に近く、小説「坊ちゃん」の舞台としても有名な風光明媚な土地である。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

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神戸市、神戸開港 150 年記念事業実行委員会の皆様方に深く御礼申し上げます。



写真 - 14 シンポジウム運営関係者

【2017 年 12 月 6 日受付】