

# 「第27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

氏家 勲\*1・小川 整\*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27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30年11月8日(木)、9日(金)の2日間にわたり、愛媛県松山市の愛媛県民文化会館(ひめぎんホール)において開催された。

松山市は愛媛県の県庁所在地で、人口およそ51万人を有する四国最大の都市である。愛媛県のほぼ中央、中予地方と呼ばれる地域に位置し、松山城を中心に繁華街や官庁街が広がっており、城下町として栄えた歴史を受け継いでいる。中心街からほど近くには日本最古の温泉といわれる道後温泉があり、国内をはじめ海外からも多くの観光客が押し寄せている。

今年は、平成30年7月豪雨により愛媛県内においても南予地方を中心に広い範囲において河川の氾濫や土砂災害が数多く発生した。現在、これら災害からの一日も早い復興に向けて産学官が一体となり取り組んでいる。以下に、本シンポジウムの概要についてここに報告する。

## 2. 日 程

- ① 開催日時：平成30年11月8日(木) 10:00～17:50  
平成30年11月9日(金) 9:00～17:20
- ② 開催場所：愛媛県民文化会館(ひめぎんホール)  
松山市道後町2丁目5番1号
- ③ 特別講演：
  - I 「『坂の上の雲』のまち松山  
～明治松山と『坂の上の雲』の主人公たち～」  
坂の上の雲ミュージアム 館長 松本 啓治 様
  - II 「Advances in Post-Tensioning in North America」  
(Former PTI Executive Director Theodore L.Neff 様)  
代理講演 埼玉大学 教授 陸好 宏史 様
- ④ ワークショップ：
  - イタリア・ジェノバの高架橋崩落事故について  
PC複合津波防災構造委員会報告  
人工知能技術(AI)の現在と非破壊検査への適用
- ⑤ 一般講演 18セッション・149講演

## 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の開会の辞として、今年の大阪、北海道の大地震や西日本豪雨などの自然災害に



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



写真 - 3 谷村昌史 国土交通省四国地方整備局 道路部長 挨拶

\*1 Isao UJIKE：愛媛大学 大学院理工学研究科 生産環境工学専攻 環境建設工学コース 教授

\*2 Hitoshi OGAWA：三井住友建設(株) 四国支店 土木部

被災された方へのお見舞いの言葉があり、また、社会資本整備に関する技術進歩の必要性について話しがあった。

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。

来賓挨拶として、国土交通省 四国地方整備局道路部長 谷村昌史様より、シンポジウム開催に対するご祝辞を頂戴した。また、今年の四国地方の豪雨、台風による被災状況や、その後の復旧工事の進捗状況のご報告、ならびに四国地域のPC橋のメンテナンスに関する問題点と今後の展望についてご紹介いただいた。

特別講演は、坂の上の雲ミュージアム館長の松本啓治様より「『坂の上の雲』のまち松山～明治松山と『坂の上の雲』の主人公たち～」と題して、また、Former PTI Executive Director Theodore L.Neff様の代理講演として埼玉大学教授の陸好宏史様より「Advances in Post-Tensioning in North America」と題して、それぞれご講演をいただいた。

以下に、特別講演の概要を記す。

特別講演 I 「『坂の上の雲』のまち松山  
～明治松山と『坂の上の雲』の主人公たち～」



写真 - 4 松本啓治 坂の上の雲ミュージアム館長  
特別講演 I

表 - 1 日程表

日 時	プログラム					技術展示	
11月8日(木)	(会場：1F サブホール)					技術展示 (2F 真珠の間)	
	10:50～12:15 (85分)	シンポジウム実行委員会 副委員長 氏家 勲 PC技術規準委員会 副委員長 河村 直彦 愛媛大学 准教授 全 邦釘 様					
	12:15～13:30(75分)	昼休み (75分)					
	シンポジウム開会式 (会場：1F サブホール)						
	13:30～13:35(5分)	開会の辞：	シンポジウム実行委員会 委員長 岸本 一蔵				
	13:35～13:50(15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				
	13:50～14:50(60分)	来賓挨拶：	国土交通省 四国地方整備局 道路部長 谷村 昌史 様				
	14:50～15:15(25分)	特別講演 I：	特別講演 I：『坂の上の雲』のまち松山～明治松山と『坂の上の雲』の主人公たち～ 坂の上の雲ミュージアム 館長 松本 啓治 様				
	15:15～15:50(35分)	特別講演 II：	特別講演 II：Advances in Post-Tensioning in North America (Former PTI Executive Director Theodore L.Neff 様) 代理講演 埼玉大学 教授 陸好 宏史 様				
	15:50～17:50 (120分)	休 憩 (35分)					
11月9日(金)	17:50～18:05(15分)	セッション会場 1 (1F サブホール) セッション会場 2 (3F 第6会議室) セッション会場 3 (3F 第8会議室) セッション会場 4 (1F 多目的室) セッション会場 5 (別館 第11会議室)					
	18:45～20:30(105分)	セッション会場 1 (1F サブホール) セッション会場 2 (3F 第6会議室) セッション会場 3 (3F 第8会議室) セッション会場 4 (1F 多目的室) セッション会場 5 (別館 第11会議室)					
	9:00～11:00 (120分)	セッション5： 場所打ち施工 座 長：長谷川 剛(ドービー建設工業) 副座長：鈴木直政(ピーエス三菱)	セッション6： 床版・プレキャスト(力学特性) 座 長：伊藤 隆(中部大学) 副座長：上田高博(錢高組)	セッション7： 補修・補強2 座 長：田中良樹(土木研究所) 副座長：鈴木 聡(川田建設)	セッション8： 塩害・耐久性 座 長：河合慶有(愛媛大学) 副座長：鈴木良和(三井住友建設)	セッション9： 特殊コンクリート・混和材料1 座 長：李 春鶴(宮崎大学) 副座長：石井 豪(安部日鋼工業)	
	11:00～12:10(70分)	休 憩 (70分)					
	12:10～14:10 (120分)	セッション10： 施工技术1 座 長：廣井幸夫(HH インフラ建設) 副座長：横田 稔(ドービー建設工業)	セッション11： 床版・プレキャスト(継手構造) 座 長：岡本 大(鉄道総合技術研究所) 副座長：松本幸雄(建研)	セッション12： 維持管理1 座 長：岡崎慎一郎(香川大学) 副座長：正木 守(富士ビー・エス)	セッション13： 構造解析・力学特性 座 長：佐藤靖彦(早稲田大学) 副座長：藤代 勝(鹿島建設)	セッション14： 特殊コンクリート・混和材料2 座 長：林 和彦(香川高等専門学校) 副座長：東 洋輔(オリエタル白石)	
	14:10～14:40(30分)	休 憩 (30分)					
	14:40～16:40 (120分)	セッション15： 施工技术2 座 長：萩原直樹(中日本高速道路) 副座長：大嶋 雄(大成建設)	セッション16： 建 築 座 長：深井 悟(日建設計) 副座長：高津比呂人(竹中工務店)	セッション17： 維持管理2 座 長：細谷 学(大成建設) 副座長：松岡 勲(エスイー)	セッション18： 複合構造・ケーブル構造 座 長：篠崎英二(川田建設) 副座長：黒輪亮介(極東調弦コンクリート振興)		
	16:40～17:00(20分)	CPD 認定証発行 (2日目のみ) 発行場所：受付					
	17:00～17:15(15分)	シンポジウム閉会式 (会場：1F サブホール)					
	17:15～17:20(5分)	閉会式	授賞セレモニー 閉会の辞				

いで湯と城と文学のまち、そして坂の上の雲のまちである松山は、明治維新 150 年の節目の年を迎える。坂の上の雲の主人公の一人である秋山真之は、この明治維新の年に誕生した。明治松山と坂の上の雲の主人公たちを紹介する。

### (1) 松山の歴史

松山といえばご存じのとおり道後温泉であり、道後温泉の歴史は大変古く、飛鳥時代から皇族の来浴が何度もあった歴史を有する。近代の松山としては、松山平野の真ん中に三河の国出身の加藤義明が東西、南北のエリアを 20 万石の城下町として整備をしていくことに始まる。その後、徳川家の親戚筋である松平家が藩主となり、明治維新を迎えることとなる。

政府は、西洋と対等の近代国家を作るために多くの優秀な若者を必要としていた。そこで、松山藩は、能力主義のもとで授業料のいらぬ師範学校や陸軍士官学校および海軍兵学校を創立した。そうした教育機関のひとつが、松平定道公が文武の修練のために 1828 年に開設した明教館（のちの松山中学校）であった。明教館は東京に出て行くための登竜門のような学校であり、本講演の主人公である正岡子規、秋山真之、秋山好古など多くの著名人を輩出した。正岡子規は、松山藩の悲哀を感じながら近代国家のために活躍した人の心情を以下の歌に詠む。「世の人は 四国猿とぞ笑ふなる 四国の猿の 小猿ぞわれは」

### (2) 小説「坂の上の雲」の誕生

小説「坂の上の雲」の作者である司馬遼太郎は、主人公を明治国家の立役者であった薩摩藩と長州藩から選ばず、佐幕派である松山藩の 3 人の若者を主人公にした。それは、「明治の近代国家の建設は、合理主義精神と公の思想に富み、自己に誇りと志をもった人たちに支えられた」と考えており、自己顕示欲がなく、きわめて謙虚であった司馬の人生観、倫理観に合致したのが、松山出身の秋山真之であり、好古であり、正岡子規であったためとされる。

司馬は、命と引換えに俳句と短歌の革新を成し遂げた正岡子規、貧しくともさわやかに志をもって国家のために奮闘した秋山兄弟の生き方に深い感銘と共感を覚えた。彼らの生きた明治時代は、おもしろく不思議でもあり、光もあれば陰もある。明治という時代の美質、たとえば人間はいかに生きるべきか、人間にとって志とか生き甲斐というのがいかに大切か、美しい日本とは何か、そういったメッセージを伝えるべく、歴史小説「坂の上の雲」を書き上げた。同小説は、昭和 43 年から 47 年までの 4 年半にわたり産経新聞夕刊に掲載された。

### (3) 「坂の上の雲」の登場人物

主人公の一人である正岡子規は、俳人であって歌人であってジャーナリストでもあり、生涯 2 万以上の俳句を詠んだといわれる。子規は、松山の多くの若者がそうであったように、東京に憧れ、政治家を目指して東大に入学し、夏目漱石や多くの偉人たちに出会う。

そんななか、22 歳のときに不治の病である結核を患い、絶望の淵に立たされる。しかし、持ち前の好奇心旺盛なポジティブな考え方から、かぎられた残りの人生を俳句・短歌の革新に捧げようと決心し、明治を代表する文学者の一

人となる。

一方、当時アメリカから導入されたばかりのベースボールに熱中し、近代の野球の礎を築いた人物でもある。子規が翻訳した野球用語が今でも使われており、「直球」「飛球」「死球」「打者」「走者」そういった言葉は子規が翻訳した言葉であり、こういった言葉を翻訳したことから子規は野球殿堂入りとなる。野球に関する短歌のなかに「今やかの 三つのベースに人満ちて そぞろに胸の うち騒ぐかな」という満塁になったときの緊迫が伝わるような歌であるが、ここからも病のなかにおいても、子規は暗い人生を送っていないことがうかがえ、つねに輪の中にいて前だけを見て大きな功績を残した。

彼の志は高浜虚子や柳原極堂らに受け継がれ、今日の俳句文化に繋がる。子規は実に精力的に生き、燃え尽きた人生を送ったのではないかと思う。

もう一人の主人公は、生誕 150 年を迎える秋山真之である。日露戦争において、東郷平八郎率いる連合艦隊の作戦参謀として日本海海戦の圧倒的勝利に大きな貢献をした。

正岡子規とは古くからの友人で、東京大学でも互いに文学の道を誓い合った仲であった。文学少年の素質ももっていたが、自分で食える道ということで大学を中退して海軍への道を選び、明治 30 年にアメリカに留学した。

アメリカでのマハン大佐の下、戦術研究に没頭し、彼は日露戦後もつねに日本はどうあるべきか考え続けた。己を厳しく律して私利私欲を謹んで、そして何よりも公に奉ずという精神をもっていた人間であった。真之は、「われわれが凡人に過ぎない、凡人であるがゆえに責任の重さに打ちひしがれるという大きな弱点をもつ。だから訓練に訓練を重ねることで第 2 の天性を作り出すことができる」といつている。彼は西洋の戦術だけでなく、日本の戦術も研究し、その中から和と洋をミックスさせた独自の戦術を編み出していく。そのようななかでも、子規とは数多くの手紙の中で相手を思いやる俳句をやりとりしており、深い友情を感じられる。

最後に、真之の兄、好古は 1859 年、秋山家の三男として生まれる。陸軍士官学校に入学して、日露戦争では世界と対等な戦いをする一方、福沢諭吉を愛した教育者としてもよく知られる。

明治 20 年、29 歳になった好古は、士官学校の聴講生としてフランスに留学する。当時パリはフランス革命 100 年を記念したパリ万博が開催されており、世界のテクノロジーの最先端をみることができ、好古は西洋の科学技術の仕組みを理解していた国際人でもあった。晩年には、陸軍大将最高位を勤めたにもかかわらず、地元松山の中学校の校長を引き受けるという教育者でもあった。今でいえば大臣が小学校の先生になる落差があった。

また、松山は日露戦争で最初に捕虜収容所が設置されたが、松山はこれを暖かくもてなした。捕虜の扱いはハーグ条約第 4 条第 2 項で捕虜は博愛の心をもって取り扱うべしと定められており、不平等条約の西洋と対等の国を目指す日本が、国際法の遵守ということを兵士に徹底していた。当時のロシア兵の収容写真を見ると、道後温泉に入ったり、

自転車競技をしたり、芝居を見たり、非常にゆるい捕虜生活であることがうかがわれる。看護婦による手厚い看護が当時の新聞にも掲載され、過ぎたることは過ぎたる扱いだと、記載されている。

#### (4) おわりに

3人の主人公を比べてみた。好物は好古はお酒、真之はいり豆、子規は柿ですね。好きなことは好古は教育、真之は和歌や水泳、子規は漢詩、和歌、俳句、野球が好きだった。以上、この3人の主人公について話してきましたけども、明治や坂の上の雲の魅力を伝えることは難しい。ぜひ、小説にチャレンジしていただき、ミュージアムにもご来館をいただければ幸いです。

### 特別講演Ⅱ 「Advances in Post-Tensioning in North America」



写真 - 5 睦好宏史 埼玉大学教授 特別講演Ⅱ

北米では、PC 構造物におけるポストテンション方式の適用が過去 30 年間で急速に増えてきている。本講演では、北米においてポストテンション方式の利用拡大につながった技術の発展、同方式による PC 構造物の近年の事例を紹介する。

#### (1) 北米のポストテンションの歴史

米国におけるポストテンション方式の初の適用は、1949 年ペンシルベニア州のウォルナットレーン橋であり、以降、PC 関連産業は高速道路におけるプレキャスト部材の製造によって発展していく。1960 年代には、カリフォルニア州を初めとする西部でポストテンション方式の橋梁が多く建設されるとともに、建物の床構造にアンボンド PC 鋼材の使用が拡大される。1970 年代になると、居住用建物の基礎構造への適応や法面のグラウンドアンカーとしての使用など新しい適用事例が発生する。

なお、北米でのポストテンション緊張材の用途別構成比を見ると、建物本体やその基礎に非常に多く使われており、橋梁では 5% と非常に少ない量となっている。

#### (2) 材料の変遷について

近年は、緊張材としてステンレス鋼や FRP のような腐食抵抗性に優れた材料に高い関心が向けられており、厳しい腐食環境下や、構造上重要な部材、構造物への適用とし

てステンレス鋼より線が目ざされている。FRP より線については、鋼より線用の鋼線ウェッジの使用によるより線の損傷や破断が指摘されている。

グラウトの材料は、現在ブリージングを防ぐために混和剤を含むプレミックスタイプのグラウト材の使用が広がっている。加えて、グラウトに関する基準が過去 15 年間で大きく改善されており、たとえばブリージングや材料分離に関する試験実施の追加、プレミックス材料の保管期限の設定、塩化物含有量に関するさらなる試験実施の追加などがあげられる。また、フレキシブルなシースの充填材として、アンボンドの場合にはワックスあるいはグリースが使用されている。

防蝕システムについて、アンボンド PC 鋼材の場合には、密閉型の定着システムが使われる。この 20 年の間にアンボンドポストテンションシステムの耐久性向上が成し遂げられており、改良された緊張材および密閉式定着システムによってアンボンド PC 鋼材の腐食問題はほぼ解決されている。米国の標準的な建築基準ではすべての建築用途に対して密閉式アンカーが用いられる。

一方、付着を有する PC 鋼材では、PE シースあるいは絶縁型の定着システムが使われており、プラスチックシーすと重なって密閉した接続を形成するスリーブを利用し、シーすと定着体の接続部分の密閉が保たれる構造となる。そのひとつである EIT (Electromagnetically induced transparency) は、厚い壁の PE シースと電氣的に分離された定着材を備えており、施工時の緊張材および構造の供用期間中の密閉品質およびその完全性を確認するために、電氣的に絶縁された緊張材の電氣的なインピーダンスの測定が行われている。

#### (3) 建築分野における新工法の適用

建築分野における新工法について、地震時の構造性能を向上させるためにアンボンド PC 鋼材によるプレストレス力を利用した地震時水平耐力システムがある。ここでは、ハイブリッドモーメント骨組とダクタイルコンクリート壁について紹介する。

ハイブリッドモーメント骨組は、プレキャストの柱と梁をアンボンド鋼材と鉄筋により接合した構造であり、地震および震災後に必要とされる安全性および供用性を提供できる。エネルギー吸収の役割を果たす鉄筋は、梁および柱に設けられたシース内にグラウトを充填することによって定着されている。地震荷重下ではハイブリッドモーメント骨組は一体型の骨組とは異なる挙動を示し、変形の大部分はプレキャスト梁と柱との間の継手の開閉によって生じる。ポストテンション力は、大きな変形から除却時はキャップを閉じて、壁と梁を元の位置に戻す復元力と、その残留変形が残らない能力をもたらす。

ダクタイルコンクリート壁 (延性コンクリート壁) について紹介する。アンボンド PC 鋼材によるプレストレス力と、鉄筋による接合を利用したこの技術は、新構造および改造との両方において建物構造物の耐震性能に寄与している。ポストテンション壁システムの特徴的な性能は、残留変形が残らないということで、これによっては地震後の

永続的な変形を最小限に抑えることができることである。加えて、ポストテンションは鉄筋量を減らし、曲げ強度を大幅に増加させ、その結果よりコンパクトな壁寸法とすることができる。実施工では、サンフランシスコの高層ビルにおいて、早強コンクリートとの併用により1フロアあたり2日から3日のサイクルでの施工が可能になった。

#### (4) PC 構造物の補修補強技術

将来期待されるPC鋼材の補修技術として、グラウトが充填不良の場合のPC鋼材への含浸注入について紹介する。これは、PC鋼材の腐食レベルがある程度まで達しているPC構造物の耐用年数を伸ばすことを目的としており、鋼材腐食を抑制するための含浸材をこのアンカー部から注入することによりグラウトの耐腐食性の向上を図るとともに、腐食抑制剤が鋼材の隙間に入ることで、圧入された腐食抑制剤が鋼材の表面から水分を除去し、保護層を形成することが可能となっている。また周辺のグラウトにも含浸しているということでさらなる保護層が形成される。

#### (5) ま と め

これら革新的なポストテンション方式の技術は、ニューヨークのパチルス教育センターやサンフランシスコの美術館、ユタ州の州会議事堂の免震設置工事など、数多くの建築構造物に使用されている。以上簡単であるがNeff氏の講演につきまして、簡単に説明させていただいた。

## 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

シンポジウムの開会式に先立ち、11月8日の午前中に開催された。講演題目を以下に列記する。

#### ①「イタリア・ジェノバの高架橋崩落事故について」

PC技術規準委員会 委員長 池田 尚治

#### ②「PC複合津波防災構造委員会報告」

PC複合津波防災構造委員会 副委員長 河村 直彦

#### ③人工知能技術(AI)の現在と非破壊検査への適用

愛媛大学 准教授 全 邦釘

### 4.2 技術展示会

技術展示は2階の真珠の間で開催された。今回の技術展示会には、37団体から参加いただいた。内訳は、土木研究所、協会・研究会が9団体および民間企業が28団体で

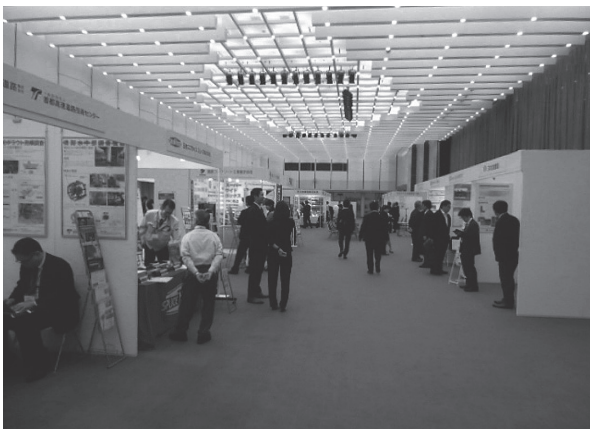


写真 - 6 技術展示会場

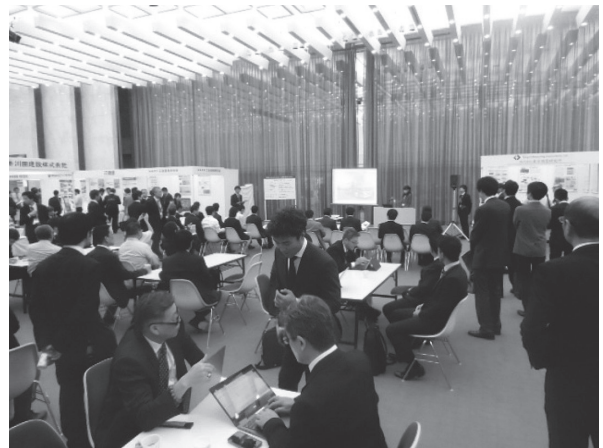


写真 - 7 技術展示出展者による技術紹介

あった。それぞれの展示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、会場の一角にプレゼン用のスペースを設置し、ブースに展示された技術の紹介を行った。各団体とも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。

## 5. 一般講演セッション

特別講演に引き続き、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、36編の論文、109編の報告および4編の研究紹介の合計149編が5会場18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：箱桁構造》

座長：全 邦釘 / 副座長：鈴木 広幸

セッション1では、箱桁構造の橋梁の設計・施工に関する報告が8編発表された。

発表の内容は、施工時期の制限を受ける橋梁の施工に関する報告、コンクリートの品質確保・向上への取組みに関する報告、張出し施工の上げ越し管理に関する報告、施工時の安全対策に関する報告、曲線橋で非対称の張出し施工を行う橋梁のねじりモーメントやアンバランスモーメントに対する施工時品質確保の対策事例の報告、労働者不足への対応や工程を遵守するために実施した生産性向上の取組みに関する報告、U桁リフティング架設工法によるプレキャストU桁の施工に関する報告、プレキャストU桁を使用したポータルラーメン橋の設計・施工に関する報告、と多岐にわたるものであった。

いずれの発表も、設計・施工を進めていくうえで直面したさまざまな課題に対し、最新技術を利用した工夫や検討・対策により解決した内容が分かりやすく発表され、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となった。

### 《セッション2：床版取替え》

座長：近藤 拓也 / 副座長：小林 顕

セッション2では、床版の取替えに関する8編の報告が発表された。

発表内容は、北海道の大規模更新のスタートとなる床版取替え工事の事例、後死荷重および活荷重に対する挙動を確認するためのプレキャスト床版間詰め部および鋼主桁のひずみ計測の事例、4 ケースの壁高欄の合理化施工による施工歩掛の比較やそのほかの床版取替えの工期短縮、高耐久化などの事例、視距確保のために総幅員が漸増する特殊構造における床版取替えや桁端部のプレキャストセットバックジョイントの事例、場所打ち部分を減らすために端部床版および橋台パラペットをプレキャスト化した事例、高耐久化を目指し斜角を有する延長床版をプレキャスト化した事例、斜角 30° を有するラーメン式橋台上のプレキャスト延長床版の事例、トラス橋の床版取替え工事における床版の付加曲げモーメントや架設時のトラス部材の照査などの事例の報告と多岐にわたっていた。

床版取替えは高い関心を集める分野であることから、会場はつねに立ち見ができるほど多くの聴講者が集まり、質疑応答も活発に行われ、有意義なセッションとなった。



写真 - 8 一般講演セッション会場風景 (1)

### 《セッション 3：補修・補強 1》

座長：橋本 親典 / 副座長：福地 啓太  
セッション 3 では、補修や補強方法に関する論文 2 編、報告 6 編、研究紹介 1 編の合計 9 編が発表された。

前半では、中間定着工法に関する解析検討や技術展開、プレストレス力を活用した仮設覆工板の実験、PC 鋼棒による接合方法の改良などの報告がなされた。

セッションの後半では、グラウト充填不良個所への再注入用補修材の適用実験や性状の基礎研究、狭小部への再注入工法の開発、アラミド繊維シートにより補強された梁のせん断耐力、接着剤と CFPR ストランドシートを用いた外ケーブル用ブラケット構造の開発などについて報告がなされた。

近年研究が進められているグラウト再注入技術のほか、新材料による補強や新しい構造による施工性の向上を目指したものなど、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 4：計画・設計》

座長：藤山 知加子 / 副座長：大木 篤  
セッション 4 では、計画および設計に関する論文 1 編、報告 8 編が発表された。

発表内容は、工期短縮を目指した PRC 波形鋼板ウェブ箱桁橋の諸検討に関する報告、長大河川を渡河するプレキャストセグメント橋の設計上の配慮に関する報告、断層破砕帯を横過する橋梁計画に関する報告、亜熱帯地域で試行された週休二日モデル工事に関する報告、プレテンション中空床版桁を用いたポータルラーメン橋の設計報告、橋台と補剛桁を剛結した PC バランスドアーチ橋の基本設計報告、最大支間 180 m を有する PRC 波形鋼板ウェブ箱桁橋の基本設計報告、施工延長 1.75 km を有するプレキャストセグメント橋の外ケーブル定着部の設計に関する報告がなされた。

また、論文では、弾性エネルギー一定則にプレストレスの復元性を取り入れた耐震設計理論に関する発表があった。橋梁計画や基本・詳細設計、工事報告、設計理論に関する報告と多岐にわたる内容が発表され、検討内容や創意工夫が分かりやすく報告されており、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。



写真 - 9 一般講演セッション会場風景 (2)

### 《セッション 5：場所打ち施工》

座長：長谷川 剛 / 副座長：鈴木 宣政  
セッション 5 では、PC 橋の場所打ち施工に関する 8 編の報告が発表された。

発表された PC 橋は、寒冷地における橋梁、海上に架橋された橋梁、ランプ拡幅および分岐を有する橋梁、高橋脚を有する橋梁、広幅員を有する橋梁、曲線を有する橋梁、桁下に制約のある橋梁など、さまざまな条件や特徴を有する橋梁であった。

いずれの発表も、品質確保、工程管理、安全確保などの各課題に対して、材料、コンクリート打設、足場や支保工、架設方法、形状管理方法、事前試験や解析、施工時計測など多方面からの対策や取組みが分かりやすく報告され、今後の同種工事だけでなく、橋梁更新工事にも大変参考となる内容であった。

## ○ 会議報告 ○

本セッションでは、多くの聴講者の参加とともに、とくに品質確保に関して活発な質疑が行われ、非常に有意義なセッションであった。

### 《セッション6：床版・プレキャスト（力学特性）》

座長：伊藤 陸 / 副座長：上田 高博

セッション6では、3つのテーマについて計8編の発表、討議が行われた。

1つ目は、PC床版の力学的特性に関するものであり、床版の疲労寿命予測、高炉スラグ細骨材を用いた床版の疲労試験、軽量骨材を用いた床版の破壊形態や耐荷力、有機短繊維補強材を用いた床版の押抜きせん断特性、超高強度鋼繊維補強コンクリート製床版を床版更新工事に採用するにあたっての構造特性、工事報告など6編が発表され、床版の耐久性や更新技術に関する注目度の高さが感じられた。

2つ目は、工場内で約30年供用されたFRP補強材を用いたPC桁の性状の経年変化に関する研究成果が1編発表され、FRP補強材の特性を確認するよい場となった。

3つ目は、樹脂塗装鉄筋の暴露試験により初期性状の変化を考察した報告が1編発表され、塩害対策地域での工事における材料の品質管理に参考となるものであった。

各講演で聴講者からの活発な質問が多数あったことから、今後の研究・技術のさらなる成果が注目される。

### 《セッション7：補修・補強2》

座長：田中 良樹 / 副座長：鈴木 聡

セッション7では、既設構造物の補修・補強に関する発表および熊本地震で被災した橋梁の復旧工事に関する発表など論文1編、報告8編の合計9編が発表された。

既設構造物の補修・補強に関しては、PC連続桁の補強工事報告、PCゲルバー橋連続化工事報告、狭隘部での支承取り替え工事報告、PC連続合成桁橋の安全性照査から補強工法適用までの検討経緯に関する報告がなされた。

熊本地震に関しては、被災橋梁の破壊状況から損傷メカニズムを推定した論文、損傷した支承の復旧工事に関する報告、橋台のみを撤去・更新する工事の施工時検討に関する報告、かぎられた施工ヤードと工期の条件下での上・下部工の復旧工事の報告がなされた。

そのほか、下部構造の過密配筋部にPC技術を活用して配筋を改善した報告がなされた。

いずれの発表においても実施工を踏まえた施工・管理方法に関する質疑が多く、補修・補強技術や災害復旧への関心の高さがうかがえた。参加者にとっては補修・補強技術に関する有益な情報が得られるセッションとなった。

### 《セッション8：塩害・耐久性》

座長：河合 慶有 / 副座長：鈴木 良和

セッション8では、塩害・耐久性に関する論文6編、報告2編の合計8編が発表された。

論文は、PRC梁のひび割れ近傍に着目した塩化物イオン浸透に関する研究、塩害により鋼材腐食が生じたPC梁

部材の耐荷性能に関する研究、改良した犠牲陽極材を用いた電気防食工法の適用性に関する検討、より広範囲な腐食状況の検知を目的としたチタン製のワイヤーセンサーの開発と適用性に関する検討、撥水性の強化を図ったシラン系含浸材に関する研究、部材内での水分移動に着目し、橋梁を対象とした断面内における水分分布の把握を目的とした解析的検討と、多岐にわたる内容の発表であった。

報告は、塩害環境下にあった実橋の付着塩分量に関する調査報告、高耐久化を目的に床版コンクリートに高炉セメントを適用した工事の報告であった。

本セッションは、社会的に関心が高まっている構造物の長寿命化につながる分野であり、質疑討議では、研究成果、今後の課題、実用化を図る上での課題について、活発な討議が行われ、聴講者にとって有意義なセッションとなった。

### 《セッション9：特殊コンクリート・混和材料1》

座長：李 春鶴 / 副座長：石井 豪

セッション9では、特殊コンクリート・混和材料に関する論文3編、報告4編が発表された。

前半では、セメントフリーフライアッシュGPコンクリートの圧縮応力ひずみ関係に関する研究、焼成貝殻の混入によりケミカルプレストレスを与えたモルタルの強度特性に関する研究、セルロースナノファイバーを混入したコンクリートの基礎的特性に関する報告と、今後の活用が期待される新材料の利活用に関する発表が行われた。後半では、高炉スラグ微粉末を多量に使用したRC梁のせん断特性に関する研究、自己養生型高炉スラグコンクリートのプレキャストPC床版への適用に関する報告、混和材を用いたコンクリートのフレッシュ性状経時変化への化学混和剤の影響に関する報告、早強フライアッシュコンクリートの養生条件が耐久性に及ぼす影響に関する報告と、各種混和材を用いたコンクリートを適用するうえで有益な情報が提供された。

いずれの発表も分かりやすく紹介され、また、質疑内容も材料・設計・製造・施工と多岐にわたり、幅広い分野の方にとって有意義なセッションとなった。

### 《セッション10：施工技術1》

座長：廣井 幸夫 / 副座長：横田 稔

セッション10では、施工技術に関する論文1編、報告9編の合計10編が発表された。

内容は、電動式門型クレーンを用いた架設桁架設工法に関する報告、門構クレーン2組配置による並行架設に関する報告、連結バルブT桁橋の耐久性向上に関する報告、既設PC桁の横移動・仮置き・再設置に関する報告、ポストテンションT桁の固定支保工を用いた製作に関する報告、PC桁を有するバチ状拡幅部の施工順序検討に関する報告、施工順序に配慮した連続高架橋の設計・施工に関する報告、モノレールPC軌道桁製作に関する報告、PC構造物と補強土橋台の一体化に関する一考察、UFCの鉄道橋への適用に関する報告と多岐にわたった。

今後も増加すると予想される制約の多い条件下での施工

や、新たな構造や材料を用いる取組みは、施工技術のますますの発展に大変参考となる内容であった。参加者の関心も高く会場には多くの聴講者が集まり、かざられた時間であったが内容の濃い質疑応答が行われ、有意義なセッションとなった。

#### 《セッション 11：床版・プレキャスト（継手構造）》

座長：岡本 大 / 副座長：松本 孝雄

セッション 11 では、プレキャスト床版とプレキャスト壁高欄の継手と接合に関連したテーマで、論文 4 編、報告 3 編、研究紹介 1 編の合計 8 編が発表された。その内訳として、プレキャスト床版の継手に関するものは、鉄筋の先端形状を工夫した開発についての報告と論文が各 1 編、ナット付き定着工法を用いた疲労耐久性試験の報告、継手の納まりをループ形状とした基礎的研究の報告、軽量コンクリート用いた頭付きスタッドのせん断耐力に関する報告、床版をプレストレスによって接合する方法の開発に関する論文の合計 6 編であった。また、プレキャスト壁高欄に関するものは、接合構造の評価方法に関する研究報告と、拡張鉄筋を用いた壁高欄の衝突性能に関する報告の合計 2 編であった。

会場では、質疑が聴講者だけでなく、本セッションに参加された講演者からも数多く投げかけられ、活発な討議が行われた。今後、ますます需要の高まっていく床版取替えにおける継手性能や壁高欄の施工事例などの紹介は、参加者にとって有益な情報の得られるセッションとなった。

#### 《セッション 12：維持管理①》

座長：岡崎 慎一郎 / 副座長：正木 守

セッション 12 では、維持管理に関する論文 1 編、報告 5 編、研究紹介 1 編が発表された。

論文は、光ファイバーを用いた PC 張力計測技術の検証とグラウンドアンカーへの適用事例について発表された。報告については、エクストラドロード橋のケーブル破断が橋の全体挙動に及ぼす影響を解析的に検討したものの、打音法や超音波法などを用いてコンクリート部材の浮き範囲の検出精度や RC 床版の健全度評価について検討が行われたもの、橋梁の長期モニタリングについてその結果や実務から得られた知見などが報告されたもの、建設後 40 年経過した PC 構造物の調圧水槽の健全度調査について報告されたものと多岐にわたっていた。研究紹介については、橋梁点検の利便性向上のために点検用ロボットカメラに新しく備えられた機能などが紹介された。

いずれの発表においても、今後の PC 構造物の維持管理に資する内容が報告され、質疑応答では維持管理への具体的な適用方法や適用の際の注意点など内容の理解を深める活発な討議が行われなど有意義なセッションとなった。

#### 《セッション 13：構造解析・力学特性》

座長：佐藤 靖彦 / 副座長：藤代 勝

セッション 13 では、橋梁の初期変状分析や構造実験および解析検討、実構造物の挙動検討など幅広い内容のセッ

ションとなり、論文 4 編、報告 5 編が発表された。

橋梁の初期変状に関する 2 編の発表では、点検結果から初期変状要因を分析し、ひび割れ発生の抑制対策や実橋梁での挙動計測結果が発表された。構造実験や解析に関する 5 編の発表では、RC 梁の収縮とせん断耐力の関係や、新しい設計モデルの検証解析、鋼板と貫通鉄筋を用いた新しい止めの実験、繊維補強コンクリートの引張挙動の実験、鉄道橋梁の車両走行による振動解析など、新構造の検証実験や高度な解析を用いた検討結果が発表された。実構造物の挙動検討では、補強材として鋼材を用いない新構造の挙動計測や、長支間の波形鋼板橋の挙動検証結果が発表された。

いずれの発表においても研究成果や最新技術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 14：特殊コンクリート・混和材料 2》

座長：林 和彦 / 副座長：東 洋輔

セッション 14 では、特殊コンクリート・混和材料に関して、論文 4 件、報告 3 件、研究紹介 1 件が発表された。

発表内容は、高強度軽量コンクリート RC 梁のせん断耐力を整理したもの、膨張材を T 形断面へ適用し、その膨張挙動や再現化を検討したもの、プレキャストコンクリートへ高炉スラグ微粉末、フライアッシュあるいは両者を適用し、耐久性や追加養生の影響を評価したもの、場所打ちコンクリートへ高炉スラグやフライアッシュを適用し、アルカリシリカ反応抵抗性を評価したもの、短繊維混入超高強度コンクリート製 PC 桁の長期耐久性を評価したもの、早強剤により製造したプレキャストコンクリートの耐凍害性評価したものなどが発表された。

会場には、多くの聴講者が来場し、発表に対する内容の有効性や今後の展開など幅広く質疑が交わされた。特殊コンクリート・混和材料のセッションは、本シンポジウムで 2 つ用意され、研究・開発対象として関心が高いことが分かる。これらの成果や今後の一層の活動によって、耐久性や環境負荷を低減する技術が広く普及することを期待する。

#### 《セッション 15：施工技術 2》

座長：萩原 直樹 / 副座長：大嶋 雄

セッション 15 では、施工技術に関する論文 3 編、報告 6 編が発表された。全 9 編のうち、4 編が生産性向上に関する報告で 5 編が高耐久化に関する報告であった。

発表の内容は、ICT を活用した「i-Bridge」への取組みが 1 編、CIM の活用事例が 3 編、PCT 桁鋼製型枠の振動伝播に関する考察が 1 編、熱分配方式パイプクーリングシステムに関する報告が 1 編、「簡易断熱試験による温度依存性を考慮した発熱速度の推定」「細骨材の表面水率が品質に及ぼす影響」「鉄筋間隙通過における材料分離抵抗性が品質に及ぼす影響」に関する研究がおのおの 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」「高耐久化」という課題に対して、現



場における施工技術としての重要性を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、研究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：建築》

座長：深井 悟 / 副座長：高津 比呂人  
セッション 16 では、残念ながら当日 1 名がご欠席となったため、全部で 6 編の報告が行われた。

1 つ目のファサードに特徴がある建築の施工報告は、PCaPC 造の庇のおさまりなど 3D-CAD などを活用して事前検討がなされた事例であった。2 つ目の報告は、PCaPC 造の外付けフレームと低降伏点鋼を用いた集合住宅の制震補強について行われた。3 件目は PC 卵形汚泥消化タンクの施工報告で、ひび割れ抑制対策や一部の PCa 化などの工夫が報告された。

4 つ目には、PCa 桁を用いた人工地盤の施工報告がなされ、受梁端部と下部工とのおさまり改善など、今後同種の工事を行うにあたって参考となる報告であった。5 つ目の PC を導入した集成材梁に関する研究報告は、最大耐力に関する検討が行われており、実用化に向けて着実に研究が進捗していると感じた。最後の報告では、型枠脱型後に取り付ける養生シートが、コンクリートの中性化に与える影響に関する研究について行われ、養生シートの有用性が示された。

今回、建築にかぎらずさまざまな分野の報告がなされたが、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 17：維持管理 2》

座長：細谷 学 / 副座長：松岡 勤  
セッション 17 では、維持管理における調査、研究、開発に関する報告 8 編が発表された。

調査に関しては、撤去されるバイプレ方式単純箱桁橋の解体調査、SIBIE 法を適用した実橋でのグラウト充填調査、研究に関しては、既設 PC 橋の補修補強技術の高度化に関する研究、撤去予定のポステン T 桁橋を活用した載荷試験による実耐力の検証、PC 鋼材破断に伴う振動特性およびたわみ分布の変化による PCI 桁の耐荷性能評価、グラウトホースの種類および切断面処理方法が伝い水現象に与える影響、斜ケーブルの張力測定による健全性評価、開発に関しては、斜材点検ロボットの開発に向けた基礎実験、と多岐にわたる内容であった。

いずれの発表においても、貴重な成果や情報が分かりやすく紹介されるとともに、活発な質疑応答が行われた。また、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り、この分野への関心の高さがうかがえるセッションであった。

#### 《セッション 18：複合構造・ケーブル構造》

座長：篠崎 英二 / 副座長：黒輪 亮介  
セッション 18 では、複合構造・ケーブル構造をテーマに 9 編の報告が発表された。発表の内容は、アーチ橋に関する報告が 2 編、波形鋼板ウェブ橋に関する報告が 3 編、エクストラード橋に関する報告が 4 編であった。

いずれも大型の橋梁で、その構造の違いや架設場所の違いにより、それぞれ特有の設計・施工上の課題があり、そのなかで各社によってなされた創意工夫が報告された。

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伺えた。本セッションの発表・質疑を通じ、今後の同種工事に對し、有益となる情報が共有された。

## 6. おわりに

本シンポジウム恒例となった一般講演の「優秀講演賞表彰制度」、栄えある受賞者 18 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	(株)大林組	釘宮 晃一
セッション 2	三井住建設 (株)	鈴鹿 良和
セッション 3	三井住建設 (株)	清水宏一朗
セッション 4	鹿島建設 (株)	山口 統央
セッション 5	(株)日本ピーエス	渡部 慎司
セッション 6	鹿島建設 (株)	横田 祐起
セッション 7	(株)ピーエス三菱	植村 典生
セッション 8	黒沢建設 (株)	神津 和大
セッション 9	(一財)電力中央研究所	柴山 淳
セッション 10	川田建設 (株)	明神 優貴
セッション 11	三井住友建設 (株)	藤岡 泰輔
セッション 12	鹿島建設 (株)	曾我部直樹
セッション 13	(株)オリエンタルコンサルタンツ	原田 健彦
セッション 14	BASF ジャパン (株)	小山 広光
セッション 15	三井住友建設 (株)	大野 寛太
セッション 16	(株)ピーエス三菱	今村 雅泰
セッション 17	(株)富士ピー・エス	田村 誠一
セッション 18	横河・日本ピーエス・吉田・吉永 JV	和田 裕信

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、各セッションから選出された。受賞者には閉会式で賞状と楯が授与された。

本年のシンポジウムは、中国、四国地方にもたらされた台風、豪雨による災害の復旧の中での開催であったが、一般講演者 149 名、一般参加者 390 名、技術展示参加者 37 名、後援参加者 49 名、そのほか参加者を合わせ総勢 692 名に及ぶ多数のご参加をいただいた。地理的条件の不利な松山において昨年度を凌ぐ参加人数であり、官・学をはじめ地元関係者による意欲的な参加の賜物であると感謝したい。

次回のシンポジウムは、平成 31 年 11 月 7 日 (木)・8 日 (金) に愛知県名古屋市の「ウインクあいち (愛知県産業



写真 - 10 優秀講演賞受賞者

労働センター)」において開催予定である。およそ 600 名が参加し大盛況であった懇親会の席上、宇治公隆会長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、次回開催地を代表して、中部大学大学院 伊藤 陸准教授より名古屋の PR がなされ、次なる開催への一步を踏み出した。中部地方は、新東名神の大型 PC 橋梁をはじめ、床版の取替えなど大規模な工事が目白押しである。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。

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愛媛県、松山市の皆様方に深く御礼申し上げる。

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支部の関係各位に謝意を表し、本報告を終える。



写真 - 11 シンポジウム運営関係者



写真 - 12 懇親会

【2018年12月25日受付】



刊行物案内

## 第 27 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 論 文 集

(平成30年11月)

本書は、平成30年11月に松山市（愛媛県県民会館（ひめぎんホール））で開催された標記シンポジウムの講演論文集です。

DVD版論文集：定価 12,000 円、会員特価 8,000 円／送料 300 円  
 体 裁：プラスチック DVD ケース入り  
 書籍版論文集：定価 12,000 円、会員特価 10,000 円／送料 500 円  
 体 裁：B5判、箱入り