

「第23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

羽原 俊祐*¹・佐藤 敏夫*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23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26年10月23日（木）、24日（金）の2日間にわたり、岩手県盛岡市のアイーナ（いわて県民情報交流センター）とマリオス（盛岡地域交流センター）において開催された。

盛岡市は岩手県の県庁所在地で、人口およそ30万人を有する中核市である。岩手県の内陸部、北上盆地のほぼ中央部に位置し、岩手山をはじめ早池峰山や姫神山に囲まれ、古くから森や野原の恵みと海からの恵みが交わる交易地として栄えてきた街である。

今年は、平成23年3月11日の東日本大震災以降、初めて被災地である東北の地で開催されたシンポジウムである。また、シンポジウムの前日には復興の最前線である関連現場の見学会も開催されている。この復興の真っ只中である東北盛岡の地で開催された、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26年10月23日（木）10:00～17:55
平成26年10月24日（金）9:00～17:10
- ② 開催場所：アイーナ（いわて県民情報交流センター）
盛岡市盛岡駅西通1-7-4
マリオス（盛岡地域交流センター）
盛岡市盛岡駅西通2-9-1
- ③ 特別講演：
 - I 「SOME INNOVATIVE PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES IN SWITZERLAND」
Professor Aurelio Muttoni（スイス連邦工科大学）
 - II 「東日本大震災からの復旧・復興～3年半の取組を振り返る～」
復興庁 宮城復興局長 梶原康之 様
- ④ ワークショップ：

東北発 PC 構造物の長寿命化を目指して
PC 建協東北支部 PC 長寿命化委員会活動報告
PC 工学会委員会活動報告
- ⑤ 一般講演 16セッション・155講演
- ⑥ 津波被災地域の復旧・復興の状況と関連建設工事現場の視察（平成26年10月22日12:00～19:00）



写真 - 1 睦好宏史 実行委員長 挨拶



写真 - 2 丹羽淳一郎 会長 挨拶



写真 - 3 川崎茂信 国土交通省 東北地方整備局 道路部長 挨拶

*¹ Shunsuke HANEHARA：岩手大学 工学部 社会環境工学科 教授

*² Toshio SATO：東日本コンクリート（株）営業部

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。

おわりに来賓挨拶として、国土交通省東北地方整備局道路部長川崎茂信様より、シンポジウム開催に対するご祝辞を頂戴した。東北地方はコンクリート構造物に対して厳しい環境にあることから、東北地方整備局の長寿命化への取

組みとして、新設橋梁に対しての新しい取り組み内容や、丁寧な施工を目指す目的での長期保証制度、維持管理を考慮した点検しやすい構造物の構築についてご紹介いただいた。

特別講演は、スイス連邦工科大学の Aureloi Muttoni 教授より「SOME INNOVATIVE PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES IN SWITZERLAND（スイスにおける革新的PC構造物）」と題して、また、復興庁宮城復興局長の梶原康之様より「東日本大震災からの復旧・復興～3年半の取組を振り返る～」と題して、それぞれ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。

表 - 1 日 程 表

日 時		シンポジウム(会場:アイーナ 8F)				技術展示 (アイーナホール 7F)	
10月23日(木)	10:55～12:00	フ ィ ク シ ョ ッ プ	セッション会場1				10:00
			(挨拶) シンポジウム実行委員会副委員長 羽原俊祐 岩城一郎 (日本大学) 幹事長 石井精一 (三井住友建設 株) 委員長 下村 匠 (長岡技術科学大学)				
	・「東北発 PC構造物の長寿命化を目指して」						
	・「PC建協東北支部PC橋長寿命化委員会活動報告」						
	・「PEシースを用いたPC橋の設計施工指針作成に関する検討委員会」経過報告						
	12:00～13:00 (60分)	昼休み (60分)					
	13:00～13:05 (5分)	シンポジウム開会式(会場:マリオス)					
	13:05～13:10 (5分)	開 会 式	開会の辞: シンポジウム実行委員会委員長 陸好 宏史				
			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				
	来賓挨拶: 国土交通省 東北地方整備局 道路部長 川崎 茂信様						
特別講演Ⅰ 「SOME INNOVATIVE PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES IN SWITZERLAND」 Professor Aurelio Muttoni (スイス連邦工科大学)							
13:20～15:20 (120分)	特別講演Ⅱ 「東日本大震災からの復旧・復興 ～3年半の取組を振り返る～」 復興庁 宮城復興局長 梶原康之様 ※						
15:20～15:40 (20分)	休 憩 (20分)						
15:40～17:40 (120分)	シンポジウム(会場:アイーナ 8F)				オープン セレモニー		
10月24日(金)	17:40～17:55 (15分)	シ ン ポ ジ ウ ム	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:施工・工事(1)	セッション2:実験的研究(1)	セッション3:解析的研究	セッション4:建築・審美	
	座 長:上原子晶久(弘前大学) 副座長:星野展洋(富士ビー・エス)		座 長:伊藤 睦(中部大学) 副座長:片 健一(三井住友建設)	座 長:石川雅美(東北学院大学) 副座長:篠崎英二(川田建設)	座 長:岸本一蔵(近畿大学) 副座長:福地啓太(黒沢建設)		
	CPD認定証発行(1日目のみ) 発行場所:受付						
	懇親会(会場:ホテルメトロポリタン盛岡ニューウイング)						
	18:20～20:20 (120分)	シンポジウム(会場:アイーナ 8F)					
	開 場 8:30	セッション会場1				9:00	
	9:10～11:10 (120分)	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6:施工・工事(2)	セッション6:実験的研究(2)	セッション7:材料・補修・補強	セッション8:施工・工事(5)		
	座 長:渡辺博志(土木研究所) 副座長:相浦 聡(大成建設)	座 長:子田康弘(日本大学) 副座長:池上浩太郎(IHインフラ建設)	座 長:宮里心一(金沢工業大学) 副座長:上田高博(銭高組)	座 長:青木圭一(高速道路総合技術研究所) 副座長:梅本洋平(オリエンタル白石)			
11:10～12:10 (60分)	昼休み (60分) 技術紹介						
12:10～14:10 (120分)	セッション9:施工・工事(3)	セッション10:実験的研究(3)	セッション11:維持管理(1)	セッション12:計画・設計(1)	※		
	座 長:徳重英信(秋田大学) 副座長:栃木謙一(清水建設)	座 長:皆川 浩(東北大学) 副座長:妹尾正和(建研)	座 長:岡本 大(鉄道総合技術研究所) 副座長:長谷川 剛(ドービー建設工業)	座 長:石川靖晃(名城大学) 副座長:伊藤朋紀(安部日鋼工業)			
14:10～14:30 (20分)	休 憩 (20分) 技術紹介						
14:30～16:30 (120分)	セッション13:施工・工事(4)	セッション14:実験的研究(4)	セッション15:維持管理(2)	セッション16:計画・設計(2)		15:00	
	座 長:阿波 稔(八戸工業大学) 副座長:早川智浩(大林組)	座 長:内藤英樹(東北大学) 副座長:高津比呂人(竹中工務店)	座 長:小山田哲也(岩手大学) 副座長:白浜 寛(鹿島建設)	座 長:三木朋広(神戸大学) 副座長:鈴木宣政(ピーエス三菱)			
16:30～16:50 (20分)	CPD認定証発行(2日目のみ) 発行場所:受付						
16:50～17:05 (15分)	シンポジウム閉会式(会場:セッション会場1)						
17:05～17:10 (5分)	開 会 式	授賞セレモニー 閉会の辞					

特別講演 I 「SOME INNOVATIVE PRESTRESSED CONCRETE STRUCTURES IN SWITZERLAND」

プレストレストコンクリート技術は、構造形式の決定や構造特性の設定において非常に重要な役割を果たしている。ここでは、プレストレストコンクリート構造物のさらなる発展の可能性を示したいいくつかの事例を紹介する。



写真 - 4 Aureloi Muttoni スイス連邦工科大学 教授
特別講演 I

(1) 大偏心 PC 構造 (張弦 PC 構造)

大偏心 PC 構造 (張弦 PC 構造) は、張弦梁から発展した構造で、外ケーブル技術の進化に伴い実現した構造である。張弦構造では引張弦の構造として 2 種類の構造があげられる。1 つは鋼部材あるいはコンクリート部材を使用するもので、もう 1 つは PC ケーブルを使用する構造である。

前者の主な利点は、鉛直材の接続部が単純であり、施工時では床版の構築において支保工代わりにすることができることである。

後者 (PC ケーブルの使用) は、外ケーブルが進化したものと考えことができ、軽量で運搬・架設に有利である。また、キャンバー管理が容易で床版施工後でも調整が可能であることや、連続構造やラーメン構造においても適用可能である。

以下に紹介する橋梁は、これら 2 種類の構造を組合せることにより、両者の長所を生かした構造である。

Capriasca 川に架かる橋梁 (1996 年完成) と Ticino 川に架かる橋梁 (1997 年完成) は、両橋とも支間中央部が張弦構造となっている。上部の圧縮弦材である床版は 2 本の縦リブを有するコンクリート床版である。引張弦材は多角形箱断面を有する曲線状の鋼部材で床版縦リブの下に設置され、PC 鋼材はこの鋼製箱内に配置される。床版と引張弦材を結ぶ鉛直材には V 字型鉛直材を用い、各部材に作用する断面力の最適化を図っている。また、床版の施工においては、鋼部材を支保工として活用することで施工の合理化を図っている。

(2) 特殊な断面を有するコンクリート橋

1 つ目の事例として、斜ウェブを有する開断面橋について

を紹介する。Hexentobel 橋 (橋長約 340 m) と Marchtobel 橋 (橋長 86 m) は、2004 年から 2006 年にかけてスイスの東部に建設された多径間連続ラーメン橋である。本橋では、複雑な地形条件 (約 38° の急斜面への建設、斜面と橋梁との空間が狭小、既存道路と鉄道との間への建設) と、それに伴い非常に厳しい施工条件であるため、それらを考慮して断面形状が決定されている。上部工の施工は移動支保工施工を採用し、施工空間を考慮して逆三角形断面を有するメインガーダーを上部工断面の中心に設置するようにしている。これにより橋脚形状は Y 字形状となり、主桁のウェブと剛結される。主桁から Y 字橋脚への力の伝達を考慮して斜めのウェブを採用している。主桁形状および橋脚形状は橋梁全体で同一である。標準支間 32.1 m、桁高 1.7 m、有効幅員 9.0 m である。

次に紹介する橋梁は、Frasco の Verzasca 川に架かる橋で、2002 年に設計され、2009 年に完成した T 断面を有するインテグラル橋 (偏平の斜材付き π 型ラーメン形状) である。この橋梁は、19 世紀に建設された石造の橋 (アーチ橋) に隣接するように建設されるため、側面形状の設定に際しては、石橋ができるだけ隠れないように最大限の配慮が必要であった。また、川の流れへの影響を最小に抑えること、耐久性や強靱性を向上すること、建設コストおよびメンテナンスコストを削減することの要求から、単一ウェブの T 断面を有するインテグラル構造が採用されている。橋長 85.2 m、中央支間 (頬杖間隔) 41.6 m、全幅 7.0 m、ウェブ幅 1.1 m である。

(3) プレストレストコンクリートシェル構造

最後に紹介するのは、新しいショッピングモールとして Chiasso に建設された楕円体のプレストレストコンクリートシェル構造である。シェル構造の楕円体の形状は、92.8 m (長軸) $\times$ 51.8 m (短軸) $\times$ 22.5 m (高さ) である。楕円体は水平方向に切断されており、横方向の壁からなるコンクリート基礎に支持されている。シェル部分の高さは 18.24 m である。シェルの厚さは部位により変化するが、初期値を 100 mm としている。これは、最小必要厚さや鉄筋のかぶり、座屈に対する安全性から設定している。鉄筋はシェルの内側と外側にそれぞれ 2 層ずつ、合計 4 層に配置され、放射状 (子午線) と接線方向 (平行) に配筋される。それに加え、シェルの赤道付近 (高さ 5.5 m ~ 12.6 m の範囲) にポストテンション方式 ($\phi 15.2$ mm モノストランド $\times$ 35 本) によりプレストレスが導入されている。コンクリート基礎との接続部には、せん断耐力と変形性能の向上のためにスタッドが配置されている。頂部にはモール内に日光が入るように鋼製の開口 (10.21 m $\times$ 5.70 m) が設けられ、これとシェルとの接合部を補強するためシェル厚を 120 mm としている。

シェルの傾斜の大きい範囲には、吹付けコンクリートを用い、角度が小さい部位 (20° 未満) では通常のコンクリートを使用している。コンクリート強度は、両者とも 28 日強度で 30 MPa である。基部から赤道付近の吹付けコンクリートには、鋼繊維補強コンクリート (鋼繊維混入量 30 kg/m³、繊維長 30 mm、アスペクト比 80) を使用し、

PC 領域のひび割れ制御と基部のじん性向上を図っている。

(4) ま と め

プレストレストコンクリートはが發明され、使われ始めてからほぼ1世紀である。これまで徹底的に採用されてきたにもかかわらず、さらなる革新的構造の創造に関して大きな可能性をもっている。ここで紹介した事例は、その可能性を示している構造物の代表例である。これらの事例はまた、従来の構造を基に、新技術を用いることで再び魅力的で競争力のある構造となることも示している。新しい構造への挑戦に対して適切な解決方法を見つける上で、創造性や建設への感覚、そして経験による知識が常に必要とされる。



写真 - 5 梶原康之 復興庁 宮城復興局長 特別講演Ⅱ

特別講演Ⅱ「東日本大震災からの復旧・復興～3年半の取組を振り返る～」

東日本大震災の発生から3年半余りが経過し、被災地における復興が着実に進展している一方、新たな課題も見えてきている。

ここでは、これまでの復旧・復興の取組みのなかで、震災発生直後の対応、港湾を事例とした初動からの復旧、住宅再建・復興まちづくり、真の復興にむけて「新しい東北」の創造について展望を述べる。

(1) 発生直後を振り返る

震災発生時、気象庁の発表はM7.9であった。1993年の北海道南西沖地震では、地震から5分で津波が押し寄せた経験から、気象庁は3分で津波警報を出せる技術開発を行った。しかし、揺れが長かったことで、地震のすべてのエネルギーが解放されていない時点で解析を行ったことと、三陸沖でM9クラスの地震は起きないと考えられていたことで、津波予測は大幅に過小評価された。

3分と短い時間でも地震の規模を正確に予測する技術と、揺れが終わったあとにすばやく修正して正確な津波予測を行う技術の開発が必要である。

防波堤や防潮堤は、壊れたり津波がそれを越えたとしても、減災の効果が認められた。釜石港湾口防波堤のシミュレーションでは、防波堤がある場合、海岸付近の津波高さで4割、陸上への遡上高さで5割の低減効果が認められ、

陸上への津波の到達時間を6分間遅らせている。釜石湾沿岸では300数十人が亡くなっているが、防波堤がなければ犠牲者は千数百人になっていた可能性もあった。

また、日頃の防災教育をしっかりと行っていたことにより、無事に避難した例も多い。釜石市では、津波襲来時に学校の管理下にあった児童・生徒については、津波避難の3原則（想定にとらわれるな、最善を尽くせ、率先して避難せよ）を忠実に実行したことで一人の犠牲者も出すことなく、全員が避難した。この地域でM9の地震が起きるとは想定していなかったが、そういうなかで「想定にとらわれるな」と教えた3原則は、素晴らしいものである。

(2) 港湾を事例に初動から復旧を振り返る

港湾は、津波で壊滅状態になり、船舶が港に入れる状態ではなかった。救援物資を輸送するために、道路によるアクセスの回復に時間がかかりそうな宮古・釜石と救援拠点として外せない仙台港区の3港を優先啓開港とした。

東北地方は現在、中部・北部九州に次ぐ自動車産業の第3の拠点となっており、輸送網の途絶による東北地方からの部品供給の停止は、世界各地に大きな影響を与えた。

東北の企業は、被災地外の港湾の使用を余儀なくされ、その結果、陸上の輸送コストが大幅に増大した。このため、被災港湾の早期復旧が強く求められた。

復旧がもっとも早かった八戸港では、地震の揺れによる被害は小さかったが、防波堤が津波で大きな被害を受けた。とくに、八太郎北防波堤は、延長3500mの9割が被災し、港内の静穏度が確保できず、貨物の荷役作業の障害となった。

復旧に2年程度はかかるとみられたが、早期の荷役障害の改善が必要であったため、作業の手順を工夫し、消波ブロック据え付けを先行した2段階施工を行った。

この事業は、港湾の啓開から復旧まで、資機材の制約のなかで時間との闘いであった。そのため、発注者および受注者のマネジメント能力と連携が必要であった。

(3) 住宅再建、復興まちづくりを振り返る

今回の震災で、ハードの設計基準を引き上げる対応では津波には対応できないことが分かった。そこで、津波対策としては、L1（防潮堤の供用期間内に発生するレベルの津波）、L2（その地点で想定される最大レベルの津波）の2段階とした。

2段階の津波対策では、L1防潮堤による防護と避難対策で十分だが、被災者心理としては、実際に経験したL2津波にも安全なまちづくりを求めるのは自然な流れである。

そこで、ほとんどの市町村ではL2津波で2m以上浸水する箇所は、災害危険区域に指定し、その結果、高台移転および嵩上げを基本としたまちづくりとなった。

岩手県宮古市の田老地区では、CM方式の採用で調査設計から施工までを一体的にマネジメントし、できる工種から順次施工するなど、柔軟な対応で工程を半年短縮した。

宮城県の女川町では、計画面積226haという被災自治体で最大規模の区画整理をCM方式で発注し、優先順位を付けて段階的に施工している。

○ 会議報告 ○

このような復興まちづくり事業を行うために、UR（都市再生機構）に事業を委託し、UR が CM 方式でゼネコンに発注する形態を採用した。CM 方式は、今回の多くの実績により、今後の公共調達のある方を変えるであろう。

また、高台移転に伴い避難生活の長期化が避けられないため、心身の健康面が懸念され、被災者支援が重要となる。

その課題を整理すると、以下の3点に集約される。

- ① 仮設住宅から恒久住宅への移行促進、仮設住宅残留者のケア
- ② 地域コミュニティの再生と被災者の自立
- ③ 高齢化社会における持続可能な医療・福祉・介護・生活支援

これらは、ハード面の復興と違い、お金だけで解決できない。被災者一人ひとりの事情に寄り添い知恵を出す必要がある。何かを与えるのではなく、被災者の自立を引き出すための支援が重要となる。

(4) 真の復興に向けて

住まいの再建等、まちづくりのハード面は確実に新たなステージに入っている。一方、沿岸地域は漁業や水産加工業が基幹産業であったが、販路を失った水産加工業は苦戦している。今後は、新しい顧客に魅力的なもののづくりができるかどうか産業復興の鍵となる。

また、震災で被災地の過疎化が一層進むことも懸念されるが、これは日本全国に共通する問題である。そのような問題意識から、創造と可能性の地としての「新しい東北の創造」にも取り組んでいる。被災地は、今の日本が抱える課題が顕在化しており、まさにわが国の将来の縮図である。復興を契機にこれらの課題を解決しなければ、真の復興にはならない。そのため、① 子供の成長、② 活力ある超高齢社会、③ 自律・分散型エネルギー、④ 回復力をもった社会基盤、⑤ 地域資源の活用、という5本柱で新しい東北の創造に取り組む。

復興まちづくりがハードの施策とすれば、この新しい東北がソフトの施策であり、復興の両輪であるが、新しい東北は、東北以外の地域へも展開が可能である。

「東北の復興なくして、日本の再生はない」といわれる所以である。

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、10月23日の午前中にワークショップが開催された。講演題目を以下に列記する。

- ① 「東北発 PC 建造物の長寿命化を目指して」

日本大学 岩城一郎

- ② 「PC 建協東北支部 PC 長寿命化委員会活動報告」

三井住友建設(株) 石井精一

- ③ 「PE シースを用いた PC 橋の設計施工指針作成に関する検討委員会」経過報告

長岡技術科学大学 下村 匠

4.2 技術展示会

技術展示はアイーナ7階のアイーナホールで開催された。今回の技術展示会には、34 団体から参加いただいた。内訳は、大学が2 団体、土木研究所、協会・研究会が10 団体および民間企業が22 団体であった。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。

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。

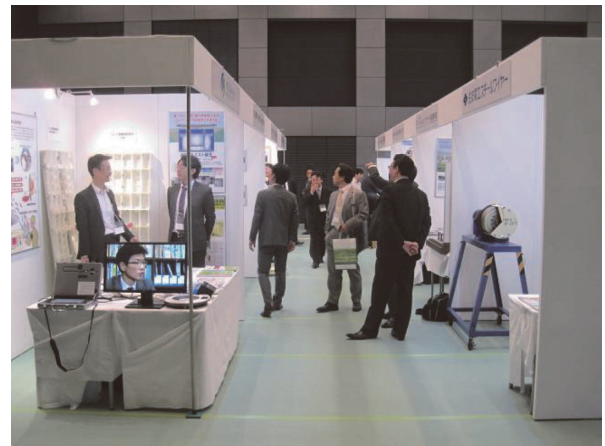


写真 - 6 技術展示会場



写真 - 7 技術展示出展者による技術紹介

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、54 編の論文、95 編の報告および6 編の研究紹介の合計155 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：施工・工事 (1)》

座 長：上原子品久 / 副座長：星野展洋
セッション1では、施工・工事に関する10 編の発表が

行われた。

発表内容は、波形鋼板ウェブ箱桁とバタフライウェブ箱桁橋の施工報告が3編、6径間連続鋼・コンクリート複合アーチ橋の太田川大橋に関連する工事報告が3編、国内では珍しいプレキャスト桁と場所打ち桁の斜材付きハイブリッド π 型ラーメン橋の報告、場所打ちPC橋におけるミスト養生の報告、温度ひび割れ対策としてのヒートパイプを利用したパイプクーリングの報告、ポストテンション方式の炭素繊維複合材ケーブル用定着具の開発に関する報告であった。

いずれの発表も、耐久性の向上、工期短縮、困難な現場条件の克服といったPC橋を構築するうえでの課題を解決する方策や技術開発に関するもので、今後のPC橋の計画や施工に大いに役立つ内容であった。

セッション会場は聴講者で満杯となり、質疑応答も活発に行われ、多くの聴講者にとって大変有意義なセッションとなった。

《セッション2：実験的研究(1)》

座 長：伊藤 睦 / 副座長：片 健一

セッション2では、実験的研究に関する論文8編の発表が行われた。

発表内容は、PCグラウトに関する研究が4件であり、質量計測の併用による現管理手法の精度に関する考察や管理手法へのAE法の適用性の検討、イオン交換樹脂による再充填時での耐久性向上対策、遠心作用による練混ぜで空気量が諸特性に与える影響を検討したものであった。また、PC構造への適用を見据えた混和材を用いたコンクリートの諸特性に関する研究が2編、そのほかに工場製品を対象とした蒸気養生の品質への影響、凍結防止剤による塩害の温度環境による影響に関する研究が1編ずつの報告であった。

現在の日本の社会資本が直面している維持管理や耐久性・品質確保の課題を反映したものが大半を占めており、参加者の関心も高く、会場が満席近くになるほどの聴講者数となった。いずれの発表も高度な内容を明解に説明されており、質疑応答でも活発な意見交換が行われた。各研究における今後の成果が大いに注目される有意義なセッションとなった。

《セッション3：解析的研究》

座 長：石川雅美 / 副座長：篠崎英二

セッション3では、解析的研究に関して論文8編、報告1編、研究紹介1編の合計10編が発表された。

発表内容は、50年前に架設されたPC撤去桁のひび割れに関する研究が2編、ASRが生じたPC部材のモデル化に関する研究が2編、PRC構造の非線形ひび割れ挙動についてが2編、分岐したクーリング管の評価、高強度材料を用いた部材耐力、箱桁断面の曲げ・ねじり評価、実構造物の応力測定とそのモデル化、といった内容の研究がそれぞれ1編と非常に多岐にわたる発表がされた。特に優秀講演賞に選ばれたPC撤去桁に関する発表は、実構造物を解析的に評価した結果を報告したものであり、多くの聴講者に対して有益な情報をあたえる内容であった。

いずれの発表も、一般に非線形的な挙動を示すコンクリート構造の解析技術の発展が期待できる有意義な内容であった。会場では多くの質疑応答がされ、発表された研究内容が実用的でかつ実構造物に即した構成則を使用することに関するディスカッションが活発に行われ、つねに内容が充実したセッションとなった。

《セッション4：建築・容器》

座 長：岸本一蔵 / 副座長：福地啓太

セッション4では、建築に関する論文3編、報告4編、容器に関する報告2編の合計9編が発表された。

建築に関する発表では、有開口プレテンション梁の曲げせん断実験、鋼繊維補強コンクリートを用いたプレテンション梁の耐震挙動、山形の凹凸を有するPCaPC梁圧着接合面の摩擦係数に関する実験、外付け耐震補強工法における鋼管コッター接合の実験、スラブ付きアンボンドPC梁の曲げ性状に関する実験、長大物流倉庫におけるPCaPC工法の施工、史跡古墳保存施設の施工について報告がなされた。

容器に関する発表では、LNG貯槽の設計・施工、配水池の耐震補強工事についての報告であった。

題材として、部材形状に関するもの、鋼繊維補強コンクリートやアンボンドPC鋼材など材料の活用、PCa部材の接合方法などが取り扱われ、内容は、実験研究と施工にバランスよく二分されたほか、新設以外に既存の補強工事に関する内容もあるなど、多岐にわたる報告であった。質疑応答では活発な討議もあり、盛況のうちにセッションを終



写真 - 8 セッション会場風景 1

えた。

《セッション5：施工・工事(2)》

座 長：渡辺博志 / 副座長：相浦 聡

セッション5では、橋梁施工に関する10編の報告がなされた。

発表内容は、架設方法に関する工夫や、温度ひび割れの抑制方法、斜材定着部の品質向上、既設の補強用PC鋼材の撤去方法まで、多岐にわたる内容であった。

架設方法に関する工夫としては、超大型移動作業車によるエクストラード橋の施工と斜材工における施工サイ

クルの工夫、カウンターウェイトを用いた端部吊支保工区間の上げ越し管理手法、水平反力調整工を用いた全橋脚ラーメン構造化、運河上での2組桁架設機によるプレキャスト桁架設手順についての報告であった。

その他としては、斜材の定着部に設置される防水カバーの開発、柱頭部や鋼管・コンクリート複合橋脚における温度ひび割れ防止対策、大型免震ゴム支承の沓座モルタルの施工試験、温度追従養生システムを用いたPC緊張時のコンクリート強度管理手法、連続繊維シートによるはく落防止工の施工性、張出床板端部の打ち継目処理、既設構造物補強用鋼材の定着体撤去に伴う最大荷重値の推定式策定報告などの報告であった。

幅広い発表内容に対し質疑応答も活発になされ、有意義なセッションとなった。

《セッション6：実験的研究(2)》

座長：子田康弘 / 副座長：池上浩太郎

セッション6では、PC構造物の各種挙動を適切に評価することを目的とした2編の報告と8編の論文が発表された。

ASRに関する論文では、実験結果と解析結果との比較から現状の挙動特性や、残存する変形の予測などを精度よく表現する試みについて述べられた。

長期間供用された桁を撤去した後にその残存性能を評価した報告では、PC桁の耐久性の高さが明らかにされた。

津波を模した流れが橋桁に与える力も関する論文では、今後、設計で考慮することが必要になると考えられる外力について、足がかりとなる発表が行われた。

PC桁に作用する長期荷重に関する論文では、設計品質や構造物の耐久性の向上を目指した評価方法などが提案された。また、さまざまな材料を用いた新しいコンクリートについて、初期から長期にわたる諸特性に関する研究成果が報告され、PC構造物の新たな可能性を感じた。

いずれの発表においても、短時間ながら活発な討議がなされ、本セッションで発表された論文・報告への注目度の高さが感じられた。

《セッション7：材料・補修・補強》

座長：宮里心一 / 副座長：上田高博

セッション7では、材料に関する研究論文が3編、補修・補強に関する工事報告が2編、調査・設計・検討の事例報告が5編の合計10件が発表された。

材料に関する発表では、高炉スラグやフライアッシュなどの産業副産物を利用したコンクリートのPC構造物への適用に向けての強度特性、海水作用下での超高強度繊維補強コンクリートの耐荷性、接合目地を有する超高強度コンクリートの補強方法と特性が紹介され、各研究の成果を実際の構造物に適用した場合の挙動に関する質問がなされた。

調査・設計・検討に関する発表では、経年劣化した橋梁の修復・改修、耐震補強が実施された橋梁の挙動確認、橋梁の長寿命化対策としての改修・補強、制約のある施工条件下での補修事例などが紹介され、より実務的な業務方針や判断基準、工事での工夫などに関する質問がなされた。

今後のインフラ整備において、高耐久、長寿命化・延命化は重要なキーワードであり、材料面、補修・補強の技術面での取り組みが注目を集めていることが、100名近い聴講者数からも窺えた。

《セッション8：施工・工事(5)》

座長：青木圭一 / 副座長：梅本洋平

セッション8では、施工に関する10編の報告がなされ、8編が新設の橋梁上部工、2編が既設構造物の補修・補強に関して発表が行われた。

発表内容は、新設の橋梁上部工に関する8編のうち4編が、柱頭部の温度ひび割れ抑制に対する検討内容とその対策方法についての報告であった。残る4編は、固定支保工架設と張出し架設を併用した架設方法に関する検討、逆張出し架設時のカウンターウェイトとして用いた橋台の構造検討および温度ひび割れ抑制対策、後ラーメン工法の施工事例、下部工施工後に耐震基準が変更された橋梁の支承構造の変更に伴う施工時の対策に関する報告であった。

既設構造物の補修・補強に関する2編は、劣化したモノレールPC軌道桁の補修工事、床版取替工事に採用された凍害対策用コンクリートの性能確認試験についての報告であった。

本セッションで報告された事例は、施工におけるさまざまな制約条件に対して検討や改善を行うとともに、コンクリートの品質向上に努めたものであり、早朝から集まった多くの聴講者にとって有意義なものであったと思われる。

《セッション9：施工・工事(3)》

座長：徳重英信 / 副座長：析木謙一

セッション9では、橋梁施工に関する10編の発表が行われた。

発表内容は、床版取替工事に関する報告が4編、張出し施工に関する報告が2編、有ヒンジ橋の連続化に関する報告、狭小空間を有効活用した施工に関する報告、超高強度繊維補強コンクリートに関する報告、東北地方太平洋沖地震で被災した三陸鉄道のPC橋梁に関する報告が各1編と多岐にわたっていた。

床版取替工事に関する発表では、施工条件の制約や短工期施工に対応した、斜角部も含めたPCa床版による床版取替の事例や高さ調整を工夫した事例、着工前測量に3次元レーザースキャニングシステムを使用した事例などが報告された。

張出し施工に関する発表では、コンクリートの物性値に試験値を使用した上げ越し管理の事例やカウンターウェイトを有する橋梁の事例が報告された。

いずれの報告も特徴的な検討内容や施工事例が分かりやすく紹介され、有意義なセッションであった。

《セッション10：実験的研究(3)》

座長：皆川 浩 / 副座長：妹尾正和

セッション10では、実験的研究ということもあり、論文8編、報告2編、合計10編が発表された。

発表内容は、鋼管ジベルのせん断耐力に関するもの、新旧コンクリート界面のせん断伝達機構に関するもの、硬化過程のコンクリートと鉄筋間の付着に関するもの、若材齢

鉄筋コンクリートはり部材の曲げ特性に関するもの、PC床版の鉄筋継手に関するもの、PC鋼材の破断を推定する非破壊検査に関するもの、プレストレス量の推定に関するものが2編、画像によるPC梁の耐荷機構の評価に関するもの、および長期間暴露された遠心力締固めコンクリート中の塩化物イオン濃度に関するものであった。いずれの発表も活発な質疑応答が行われ、非常に有意義なセッションであった。

《セッション 11：維持管理 (1)》

座 長：岡本 大 / 副座長：長谷川剛

セッション 11 では、グラウト再注入による鋼材腐食の影響に関する報告が1編、衝撃弾性波法、弾性波トモグラフィ法、漏洩磁束法、点検ロボットカメラを利用した橋梁点検などの非破壊検査や点検技術に関する報告が4編、構造物表面の塩分移動メカニズムの解析に関する報告が1編、桁端狭隘部の調査および補修事例に関する報告が1編、カメラ装置とコア応力解放法による現有作用応力測定に関する報告が1編の合計8編が発表された。

維持管理技術は、日々研究が進んでおり新しい知見を求めて多くの聴講者が講演に耳を傾け、活発な質疑が行われた。とくに非破壊検査技術に関する発表では、現段階での程度の精度で計測が可能であるか、具体的にこのような場合には計測ができるか、といった活発な議論がなされ、会場は、ほぼ満席となる大盛況なセッションであった。



写真 - 9 セッション会場風景 2

《セッション 12：計画・設計 (1)》

座 長：石川靖晃 / 副座長：伊藤朋紀

セッション 12 では、計画・施工のテーマに沿った10編の発表が行われた。

このうち7編が高速道路橋の計画・設計で、断層をまたぐエクストラードード橋の設計、Y字型橋脚の検討、バタフライウェブを用いたリブ付きU形コアセグメントによるスパンバイスパン架設工法の計画、拡幅部のセグメント工法の設計、特殊形状の橋脚の解析、詳細設計付方式試行工事の特徴、高架橋の高耐久化への取組みに関する報告であった。また、鉄道の設計手法に関する最新の動向と今後の展望に関する報告、北陸新幹線のスノーシェルダー桁の

設計に関する報告、新材料を使用した道路橋の設計に関する報告であった。

発表当初は会場から質疑が出ない場面もあったが、徐々に活発な質疑・討議がなされ、途中、時間の都合上、残念ながら質問を切り上げて次の講演に移らなければならない場面もあった。また、立見の聴講者も発生するなど、盛況で大変有意義なセッションであった。これらの報告はいずれも、今後、同種の計画・設計を行う際には大いに参考となるものと思われる。

《セッション 13：施工・工事 (4)》

座 長：阿波 稔 / 副座長：早川智浩

セッション 13 では、さまざまな構造形式の橋梁の施工方法、品質向上、工程短縮などを紹介した9編の発表が行われた。

施工方法としては、ワイヤーブリッジを省略して施工したPC吊床版橋の事例、限られた作業範囲の中で架設機材を工夫してダム为天端橋梁を架替えた事例、橋梁施工時に交差する国道への影響を最小化した事例、あとラーメン化工法を適用した施工事例の報告であった。品質向上としては、中空床版橋に使用するコンクリートの充填性および耐凍害性を向上させるために、実験を通して配合を決定した事例、方杖ラーメン橋の橋脚部を対象としてさまざまなひび割れ抑制対策を実施した事例、3室桁箱橋の横桁部に配温式パイプクーリングを適用することで温度ひび割れ対策を実施した事例、積雪寒冷地における張出し施工で寒中コンクリート対策を実施した事例の報告であった。工程短縮としては、側径間施工部の波形鋼板を先行架設することで固定支保工部と吊支保工部の割合を見直した事例の報告であった。

どの講演も特徴的な検討内容をわかりやすく紹介され、聴講者にとって非常に有意義なセッションであった。

《セッション 14：実験的研究 (4)》

座 長：内藤英樹 / 副座長：高津比呂人

セッション 14 では、実験的研究に関する論文9編と報告1編の合計10編が発表された。

発表の内容は、ビニロン繊維ロープや炭素繊維シートを用いて損傷を受けた部材の構造性能を回復させる研究、バサルト（玄武岩）繊維ロッドやアラミド繊維といった比較的新しい素材をPCに用いるための基礎研究、超高強度繊維補強コンクリート（UFC）や防食PC鋼材を用いたプレテンション部材の構造性能に関する研究、収縮低減剤を用いたUFCのひび割れ特性に関する研究、被膜剤によりかぶりコンクリートを緻密化させる技術に関する基礎研究、流電陽極方式による電気防食工法に関する実験研究であった。

非常に多岐にわたる内容であったが、いずれもPC構造物の長寿命化や高性能化に寄与する技術であり、多くの聴講者が興味をもって参加された。活発な質疑応答や意見交換が時間一杯までなされる大変有意義なセッションとなった。

《セッション 15：維持管理 (2)》

座 長：小山田哲也 / 副座長：白浜 寛

セッション 15 では、論文 1 編、研究紹介 3 編および報告 6 編の合計 10 編が発表された。

論文の 1 編は、プレキャスト PC 桁を対象とした空気量と耐凍害性に関する調査結果の報告であった。研究紹介の 3 編は、主に既設 PC 桁の継続的な点検・診断の取組み、桁端部の腐食環境改善への取組みおよび炭素繊維緊張材を用いた PC 床版の健全性調査結果の報告であった。報告の 7 編については、損傷を受けた既設橋のひび割れ調査や耐荷力調査、ウェブ増厚・外ケーブルによる補強工事、ゲルバー部の連続化工事、高耐久化を目指した床版取替え、吊床版橋の健全性試験についての報告であった。

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。本シンポジウムでは維持管理に関するセッションを 2 つ設けており、昨今の社会インフラ状況を鑑みて参加者の関心の高さが改めて感じられた。劣化要因の特定や対策方法など未解明な部分も多いことから、官・学・民が協力してさらなる情報交換や研究が活発に行われることを期待したい。

《セッション 16：計画・設計 (2)》

座 長：三木朋広／副座長：鈴木宣政

セッション 16 では、計画および設計に関する 10 編の発表が行われた。

大津波襲来時に機能する自己浮上 PC シェルターと自己起立 PC 防波堤の提案、世界最大の支間および桁高を有する波形鋼板ウェブ橋のせん断座屈耐力に関する解析的・実験的検証、梁構造の軽量化を目指したクロスウェブ構造に関する報告、世界遺産白糸の滝に架橋されたバランスド偏平アーチ橋の構造発想から施工までの一連の報告、ダム湖に架橋されたラーメン箱桁橋の景観デザイン、制約条件の多い都心部の運河上に架橋される歩行者専用橋の計画と設計、サロマ湖湖口に架橋される PC フィンバック橋の計画と設計、昭和 49 年および 60 年に建設された T 桁橋の PC グラウトの充填調査と再注入に関する報告、プレグラウト高強度 PC 鋼より線の開発に関する報告と、内容は多岐にわたる。

多くの報告で維持管理というキーワードが登場し、計画・設計の段階から将来の維持管理への配慮や技術的工夫が実施されており、今後の PC 構造物の計画に大変参考となるものであった。

6. 津波被災地域の関連工事現場の視察

本シンポジウムの開催の前日（平成 26 年 10 月 22 日）に東日本大震災からの復旧・復興の最前線である三陸方面にて関連工事現場の視察が開催された。33 名の方に参加を頂き、およそ半日の工程で、水門の建設現場や PC 橋の上部工および下部工の現場の見学会を行った。

7. 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 16 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 鉄建建設 (株) 高須賀伸生

セッション 2 オリエンタル白石 (株) 中村尚史

セッション 3 プレストレスト・コンクリート建設業協会 小林 崇

セッション 4 (株) ピーエス三菱 福井 剛

セッション 5 極東鋼弦コンクリート振興 (株) 板谷英克

セッション 6 三井住友建設 (株) 佐々木亘

セッション 7 (株) 千代田コンサルタント 大淵将宏

セッション 8 (株) 日本ピーエス 岩垣宏明

セッション 9 (株) 大林組 坪倉辰雄

セッション 10 (株) 高速道路総合技術研究所 横山貴士

セッション 11 飛鳥建設 (株) 桃木昌平

セッション 12 昭和コンクリート工業 (株) 越野英樹

セッション 13 ドーピー建設工業 (株) 村井弘恭

セッション 14 名城大学 岩下健太郎

セッション 15 (株) ピーエス三菱 藤田知高

セッション 16 三井住友建設 (株) 内堀裕之

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。

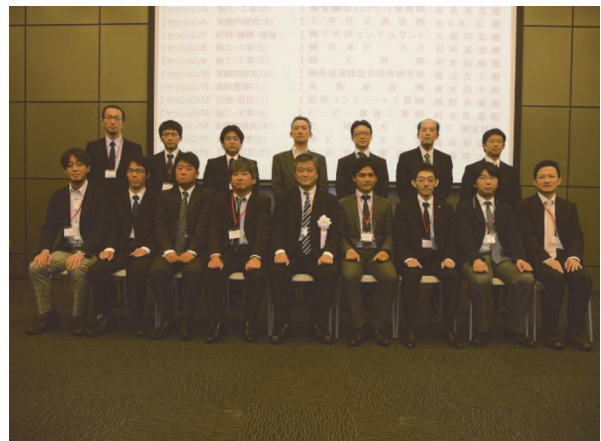


写真 - 10 優秀講演賞受賞者

本年のシンポジウムは、東日本大震災以降、初めて被災地である東北の地で開催されるということもあり、復旧・復興への期待を背負ったなかでの開催で、自ずと注目が集まったが、一般講演者 155 名、一般参加者 329 名、技術展示参加者 34 名（34 団体）、後援参加者 52 名、その他参加者を合せ総勢 615 名に及ぶ多数のご参加をいただいた。一般講演者数は昨年度（114 名）と比べて大幅に増加している。全体の参加者数は昨年度（513 名）より 2 割程度増加しており、学校関係者による意欲的な参加の賜物であると感謝したい。

今回のシンポジウムは、平成 27 年 10 月 22 日（木）・23 日（金）に富山県富山市の「富山県民会館」において開催予定である。およそ 500 名が参加し大盛況であった懇親会の席上、宇治公隆実行副委員長から今回のポスター入選作・グランプリ作品の発表があり、次に宮里心一金沢工業大学教授より富山の PR がなされ、次なる開催への一歩を踏み

出した。富山は、平成 27 年 3 月 14 日に開業する北陸新幹線の整備事業においても多くの PC 橋が建設されており、興味の尽きないところである。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 - 11 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岩手県、盛岡市の皆様方に深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東北支部の関係各位に謝意を表し、本報告を終える。



写真 - 12 シンポジウム運営関係者

【2014 年 12 月 1 日受付】



刊行物案内

第 42 回 PC 技術講習会テキスト

インフラのマネジメント、将来像と今やるべきこと

平成 26 年 6 月

定 価 6,000 円／送料 300 円

会員特価 5,000 円／送料 300 円

公益社団法人 プレストレストコンクリート工学会