

「第12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」について

佐々木 徹*

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12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2003年10月16日から17日までの2日間にわたって、広がるけやき並木、清流広瀬川など豊かな自然に恵まれた東北の政令指定都市「杜の都」仙台で開催された。ここに、本シンポジウムの概要を報告する。

2. 日 程

①期 日：平成15年10月16日(木)9:30～17:05

17日(金)9:00～16:15

②場 所：仙台国際センター

(仙台市青葉区青葉山 Tel：022-265-2211)

③特別講演：I.「21世紀の課題：風力発電について」

京都大学 名誉教授 白石 成人

II.「構造物、構造体の空気力学挙動とそのメカニズム—事故・トラブルに学ぶ」

京都大学大学院 教授 松本 勝

④論文数：セッション1～19 177編

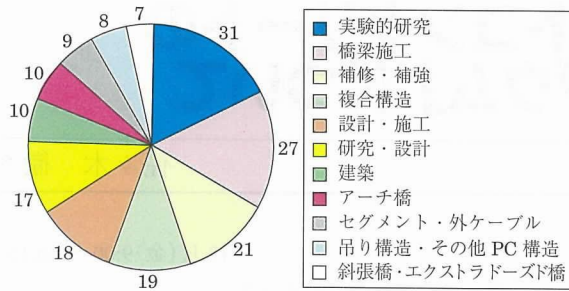
⑤参加者：600名

● 日 程 表 ●

日 時	仙台国際センター大ホール			
9:30～9:40	開会の辞：(社)プレストレストコンクリート技術協会 会長兼実行委員長 渡邊 史夫			
9:40～9:50	挨拶：国土交通省東北地方整備局 道路部長 野中 宏			
9:50～10:50	特別講演 I 京都大学 名誉教授 白石 成人			
10:50～11:50	特別講演 II 京都大学大学院 教授 松本 勝			
11:50～13:00	昼 休 み (70分)			
	第1会場	第2会場	第3会場	第4会場
13:00～15:00	セッション1： アーチ橋 10題 座長 柳沼 義明	セッション2： 実験的研究(1) 10題 座長 小出 英夫	セッション3： セグメント・外ケーブル 9題 座長 二羽 淳一郎	セッション4： 建築 10題 座長 六車 熙
15:00～15:15	休 息 (15分)			
15:15～17:05	セッション5： 研究・設計(1) 9題 座長 原 忠勝	セッション6： 設計・施工(1) 9題 座長 辻 幸和	セッション7： 橋梁施工(1) 8題 座長 新井 英雄	セッション8： 複合構造(1) 9題 座長 三浦 尚
18:00～20:00	懇 親 会			
9:00～11:10	セッション9： 実験的研究(2) 11題 座長 中村 光	セッション10： 補修・補強(1) 11題 座長 庄谷 征美	セッション11： 橋梁施工(2) 10題 座長 理崎 好生	セッション12： 複合構造(2) 10題 座長 出雲 淳一
11:10～12:10	昼 休 み (60分)			
12:10～14:10	セッション13： 設計・施工(2) 9題 座長 上田 多門	セッション14： 橋梁施工(3) 9題 座長 田村 章	セッション15： 実験的研究(3) 10題 座長 鈴木 基行	セッション16： 補修・補強(2) 10題 座長 宮川 豊章
14:10～14:25	休 息 (15分)			
14:25～16:05	セッション17： 吊り構造・その他PC構造 8題 座長 椿 龍哉	セッション18： 斜張橋・エクストラード橋 7題 座長 酒井 秀昭	セッション19： 研究・設計(2) 8題 座長 川上 洵	
16:05～16:15	閉会の辞			

* Toru SASAKI：ドーピー建設工業(株) 東北支店 支店長；(株)プレストレストコンクリート建設業協会

第 12 回シンポジウム・セッション別論文発表数(件数)



第 12 回シンポジウム聴講者の構成

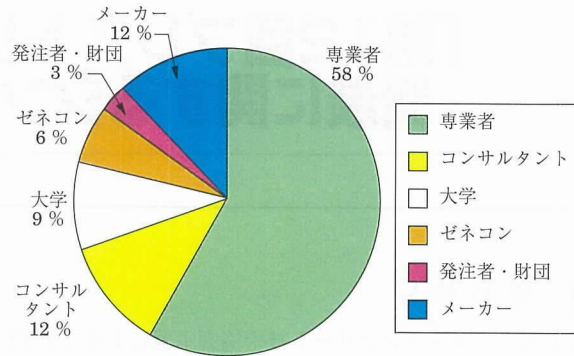


写真 - 1 渡邊会長兼実行委員長挨拶

3. 来賓挨拶および特別講演の概要

(1) 来賓挨拶

国土交通省東北地方整備局の野中 宏道路部長より、東北地区でのプレストレストコンクリートの採用や発展の経緯と、幹線道路の整備状況やその問題点および今後の道路整備のあり方についてお話いただいた。

さらに、プレストレストコンクリートが道路整備の発展に大きな貢献をしてきたことや、今後の整備あるいは維持管理・更新にプレストレストコンクリートの有効的な活用が求められるとの言葉をいただいた。



写真 - 2 野中 宏道路部長挨拶

(2) 特別講演

① 「21 世紀の課題：風力発電について」

京都大学名誉教授 工博 白石 成人

現在人類の主要なエネルギー源である化石エネルギーは、このままの形で消費されれば近い将来枯渇することになり、さらにこのまま進めば深刻な環境悪化をもたらすことになる。したがって、再生可能なエネルギーとして、太陽光発電、洋上風エネルギー、次世代風力発電や燃料電池および水素技術の開発などの研究が推進されているとの説明があった。

2000 年までの日本の累積風力発電量は 140 MW で主要先進国 G 8 の中でもっとも低く、今後 2010 年には 3 000 MW を目標としているが、日本の総発電量は米国に次いで世界第 2 位であることから、わが国のエネルギー政策がいかに地球環境に重大な影響を与えるものか認識する必要があるとの説明があった。

また、エネルギー源を輸入に依存しない風力発電の役割に注目すべきで、燃料電池の活用や風力発電の利用により、エネルギー供給・消費のサイクルは循環型システムになるとの説明があった。

これらに関するわが国の認識はまだ低く、今後は地球環境保全へ向けて先進国として努力すべきであること、20 世紀は石油に依存するグローバル化であったが、これからはローカリゼーション化になるとの示唆があった。



写真 - 3 白石成人名誉教授の講演

②「構造物、構造体の空気力学挙動とそのメカニズム— 事故・トラブルに学ぶ」

京都大学大学院教授 松本 勝

新しい形式の構造物にとって、空気力学に関連した事故やトラブルの発生が十分考えられる。したがって過去の事故事例から得た教訓を、今後の事故防止に役立てていただきたいとの趣旨から、①テイ橋の落橋、②余部橋の事故、③竜巻による列車の浮上、④渦の話、⑤タコマ橋の落橋、これらの事例について説明があった。

事故の教訓から吊橋の動的空気安定性の重要性が強く認識され、桁断面の形状や構造が工夫されるようになり、明石海峡橋の桁では桁中央部と桁端部にグレーチングによる空気抜けが設けられ、また桁幅中央桁グレーチング下に鉛直スタビライザーと呼ばれる鉛直板が設置されていること、またメシナ海峡橋では、三つの分離箱桁と空気抜け、桁端部の形状の工夫がなされているとの紹介があった。



写真-4 松本勝教授の講演

4. セッションの概要

《セッション1：アーチ橋》

座長：柳沼 善明

アーチ橋の計画・設計・施工において、実に多種多様な構造形式と新しい施工方法の試みが行われていると発表より察した。また、長大アーチ橋の研究はスパンライズ比の影響と、耐震、座屈照査に関するものであり、近年の設計施工技術の進歩によるアーチ橋の長大化を踏まえ、将来的な可能性を探る上で興味深い発表であった。また、非常に難易度が高い既設アーチ橋の解体工事に関する発表もあり、質疑応答も活発に行われ盛況であったことから、アーチ橋への関心の高さがうかがわれるとともに今後の発展をも期待できるものであった。

《セッション2 実験的研究(1)》

座長：小出 英夫

このセッションは、グラウト注入に関するもの、グラウト充填の確認に関するものなど、PC技術の根幹をなす課題が取上げられ、会場は冒頭から熱気あふれるものとなった。

シース管内の鋼材がグラウトの充填に及ぼす影響やブリーディング特性についての発表は興味深い内容であり、真空ポンプによるグラウト充填に関しては、活発な議論が行

われた。

PC構造物の品質および耐久性の向上に対する関心の高さを感じるとともに、この分野の取組み状況を知るうえで非常に有用な内容であった。

《セッション3 セグメント・外ケーブル》

座長：二羽淳一郎

セグメント工法の報告では、橋面運搬方式のセグメント工法、ピアセグメントの機械架設、セグメント製作時の養生方法について、施工管理、品質管理面での新しい試みが発表された。外ケーブル工法の報告では、全外ケーブル橋の定着突起の解析、柱頭部の温度解析、耐震設計、鋼材配置、カウンターウエイト構造など設計の報告、竣工後10年経過した外ケーブルの振動法による張力測定を含む調査報告、新しいセンサーによる張力測定方法、終局荷重作用時の張力増分量算出式の提案とその検証、新型偏向管のフレッチング疲労試験などの発表があった。ここでの報告は、立見が出るほど聴講者が多く、熱心な討議がされたセッションであった。この分野での関心の高さが感じられた。

《セッション4 建築》

座長：六車 照

国旗掲揚塔の施工、段差付きスラブの検証、研究委員会報告、免震構造物の地震挙動、地震時応答解析、大変形解析結果、材料非線形解析結果の発表が行われた。

耐震設計に関しては、建築構造物の耐震設計法の新たなアプローチを提示しており、今後の発展・応用に期待のもてる内容であった。また、従来のPC梁の解析方法に、材料や部材に関する新たな要素を取り込んだ発展的な解析方法に関する報告では、部材の複合化が進む中での解析方法に一石を投じる成果を予感させる内容であった。

《セッション5：研究・設計(1)》

座長：原 忠勝

既設PC橋の緊張材の健全度を直接確認することで耐荷力点検を行った報告、塩害対策のため遮塩性に優れた高流動コンクリートを適用した事例、プレテンションPC桁への高炉スラグ微粉末の適用を目的とした実験報告、軽量コンクリートの耐凍結融解性試験の報告があった。また、構造物の耐久性に大きく影響を及ぼす初期ひび割れの解析手法が提案された。

また、橋梁建設におけるPC橋と鋼橋のエネルギー消費



写真-5 セッションの状況(1)

量とCO₂排出量を算定し、支間や構造形式別に比較を行った報告、PCグラウトの充填シュミレーション解析の提案、シールドトンネルの1次覆工に用いる従来セグメントと異なる施工効率を向上させたPCセグメントの発表もあり、研究レベルの高さと今後の更なる研究の進展が予想される内容であった。

《セッション6 設計・施工(1)》 座長：辻 和幸

橋梁の設計・施工に関連するテーマであり、ストラット構造や、鉄道橋として初めて採用された波型鋼板ウェブ橋などの発表が行われた。ストラット構造では鋼管ストラット、コンクリートストラットを用いた事例の発表があった。波型鋼板ウェブ橋では、波型鋼板ウェブ橋と鋼製ラーメン橋脚という新しいタイプの複合構造の採用事例の紹介があった。いずれも、最近注目を集めている内容であり、非常に興味深く、かつ参考となった。

《セッション7 橋梁施工(1)》 座長：新井英雄

張出し施工時のコンクリートの養生方法、および移動式カウンターウエイト工法によるたわみ制御方法、斜角の小さい橋梁のプレストレス導入について、ジャッキングホイストを使用した箱桁のジャッキダウン工法、アーチ橋のメラン一括架設工法、軽量コンクリートの品質向上のために膨張材・ファイバーを添加した施工、高強度鉄筋の重ね継手長を実験によって決定した施工報告、PC橋の発破解体工法の報告、と幅広い分野について報告があった。それぞれの現場における課題、取り組みおよびその結果が報告され、とくにコンクリートの養生、たわみ管理、プレストレスの導入方法など、PC橋の施工に関する基本的な項目の報告があり、今後の橋梁施工における新しい展開を期待させるセッションであった。



写真-6 セッションの状況(2)

《セッション8 複合構造(1)》 座長：三浦 尚

波型鋼板ウェブPC部材のせん断分担率に関する検討結果の発表から始まり、複合トラス構造では、鋼トラス部材をコンクリートに埋設したPC部材の報告、PC下路桁のウェブを鋼管トラスに置き換えた複合トラス橋の報告、複合トラスの格点部の検討報告、国内で初めて完成した複合トラス橋に関する報告、と多種にわたる内容であった。とくに、

複合トラス橋に関しては活発な質疑が交わされ、多くの貴重な知見が披露された。また複合斜張橋の局部検討に関しての報告があった。

セッションの最後に座長の三浦先生より、「鋼とコンクリートはまったく性質が異なるのでそれぞれの特性を十分に理解、吟味し、その上で慎重に採用していただきたい。」との提言をいただいた。

《セッション9：実験的研究(2)》 座長：中村 光

資源の有効利用を目的とした再生粗骨材、ごみ熔融スラグ、加圧流動床石炭灰を使用したコンクリートのPC部材への適用性に関する発表があり、またコンクリートの養生に関する実験・研究として養生方法の違いが各特性に及ぼす影響の発表があった。

さらに、高性能鋼繊維補強材料を用いて連続化したプレキャスト構造に関する研究、PC型枠を用いた伝熱試験、鋼製型枠を用いた複合PC桁の長期性状、PCaPRC橋脚に関する要素実験、チャンネル形状のPC床版の性能評価について発表があった。

また、新しい構造形式であるストラット付き箱桁橋の張出し床版部の疲労耐久性に関する知見や、AEセンサーや加速度計を用いた弾性波モニタリングによるPC鋼材の破断検知方法等、実用化に向けた知見も披露され、PC技術の新しい展開が期待されるものであった。

《セッション10 補修・補強(1)》 座長：庄谷 征美

連続繊維補強や橋脚補強など11編の発表があった。連続繊維補強では、繊維シートをコンクリートに接着し引張耐力の向上を図る従来工法ではなく、繊維シートやプレートを緊張し橋桁に接着、圧縮力を導入するという新しい工法が紹介された。質疑応答では脆性の性質の連続繊維を用いた場合の曲げ破壊耐力の算定方法について討論があり、今後の課題も示された。また床版取替え工事報告では、補修計画時に交通規制による影響もライフサイクルコストに見込むという提案もあり充実した質疑応答がなされた。

既設構造物の維持管理がますます重要視されるなか、参加者の補修・補強分野に対する関心の高さが感じられた。

《セッション11 橋梁施工(2)》 座長：理崎 好生

反力分散方式押し出し工法、全外ケーブル橋の押し出し施工、集中方式の押し出し施工、波型鋼板ウェブPC橋の施工、鋼管ストラット付き箱桁橋の施工、柱頭部のマスコン温度対策、新しいPCストランドの採用、鋼2主版橋の床版コンクリートの施工、グラウトの施工に関する報告があった。最近注目されている立体交差の急速施工に対して有効と考えられる押し出し工法の報告が多かった。また複合構造、耐久性向上に対する施工方法の報告があった。今後の高品質で安全な施工を目標に、現場での課題に取り組んだ報告がされた。

《セッション12 複合構造(2)》 座長：出雲 淳一

波型鋼板ウェブ橋は国内に導入されてから10年余りのうちに大幅に普及し、40橋を越える実績を有するまでになった。ここでは、鋼桁とコンクリート桁の接合部の設計報告、波型鋼板ウェブ橋の設計・施工に関する報告の発表があった。

施工における管理精度および接合部の解析モデルの設定条件について、活発な議論がなされた。また、波形ウェブを架設材として利用する新たな施工法、スタッドジベルやアングルジベルに代わり注目されつつある、孔あき鋼板ジベル（PBL ジベル）の2枚化の取組みやその応用について、多数の聴講者の方より熱心な質疑があり、波形ウェブ橋の隆盛振りを垣間見ることができた。

《セッション13：設計・施工(2)》 座長：上田 多門
PC床版に関しては、高強度軽量プレキャストPC床版による鋼橋RC床版の打換え工事報告と、送出し架設前にPC床版を先行施工した場合の架設時断面力に対する床版部の補強方法の発表があった。

上床版型枠にPC板を用いたPC箱桁橋の設計・施工、ピロンと仮斜材を用いて施工した曲線橋の張出し架設に関する報告、PC箱桁橋柱頭部の温度ひび割れ対策の発表があり、またRC桁とPRC桁の接合部付近の補強に対する検討結果を報告した発表もあった。

さらに、橋梁上部工以外の人孔や橋脚基礎構造に、プレキャスト円形部材を適用する場合の施工方法、PCウェル工法に関する発表、斜面の多段式アンカー工法に用いる受圧板の設計に関する発表があった。

《セッション14 橋梁施工(3)》 座長：田村 章
鋼・PRC複合ラーメン構造の橋梁では断面形状の異なる鋼とコンクリート桁の接合例が発表され、複合構造がはっきりPC橋の一角を占めたことを実感させる内容であった。

それぞれ高品質化、工事の省力化、コスト削減、工期短縮、安全対策などを目的に実施された新しい創意工夫や取り組みに関する報告であり、今後の課題も含め熱心な議論が交された。

また、プレキャストセグメント工法に関しては、工法の更なる発展のため、一層の技術革新が必要であると感じられた。

《セッション15 実験的研究(3)》 座長：鈴木 基行
外ケーブル梁のせん断耐力実験を行い耐力算定式を求めた報告、外ケーブルの定着部の疲労実験、波形鋼板ウェブ橋の破壊実験、プレテンウェブ桁の破壊実験、NAPP工法を用いたプレキャスト目地の実験、PC鋼より線の定着長の実験、PCT桁橋の抜け落ち損傷の検証実験、コンクリートの長期暴露試験、電気防食装置の耐久性実験についての報告があった。とくにPCT桁橋の抜け落ち損傷の検証実験の発表においては貴重なデータが報告され、今後のPC橋の耐久性向上について考えさせられる内容であった。

《セッション16 補修・補強(2)》 座長：宮川 豊章
PCグラウトの再注入に関する共同研究報告、電気化学的脱塩工法に関する報告、電気防食工法に関する報告、火災を受けた橋梁の報告、有ヒンジラーメン橋の連続化に関する報告、炭素繊維プレート緊張工法に関する報告、10年間使用した免震支承の性能変化の評価に関する報告の発表があった。

昨今、関心が非常に高くなってきている既設構造物の補修・補強に関するセッションであり、多岐にわたる内容の報告が寄せられた。

PC構造物の生命線であるPCグラウトの再注入に関する発表に対しては、多くの聴講者より熱心な質疑が飛び交い、PCグラウトに対する関心の高さおよび重要性を再認識させられた。

《セッション17：吊構造・その他PC構造》

座長：椿 龍哉

吊橋の設計・施工・研究、交差点立体化のための急速施工法、プレキャストベル形タンクの開発、橋脚アンダーピーニングの施工、プレキャストPC部材を用いた開削トンネルの計画と施工事例など幅広い内容となった。

再利用を考慮した上路式吊床版仮橋に関する発表は、ダム建設における資材運搬のための仮橋で、供用後の撤去・移設を前提とした橋梁であり、橋体端部を分離した構造が特徴的であった。

交差点立体化のための急速施工法に関する発表は、波形鋼板ウェブ箱桁橋をプレキャストセグメント部材を用いて押出し架設または回転架設することにより、大幅な工期短縮を可能とする工法であり、都市部に限らず鉄道や河川においても有効であると期待できる。

また、開削トンネルは従来よりRC部材の適用が一般的であるが、プレキャストPC部材の使用により工期短縮と高耐久性を可能とした印象的な事例であった。

《セッション18 斜張橋・エクストラード橋》

座長：酒井 秀昭

第二東名・名神高速道路で注目される橋梁等の発表で、今シンポジウム最多の聴講者が集まり関心の高さを物語っていた。

内容は、主桁や斜ケーブル定着部に複合構造を用いたものや側径間を分割施工したもの、新しい吊り形式構造や台湾の地震による斜張橋の被害状況まで、多岐にわたっていた。斜張橋、エクストラード橋も、より技術革新が行われていることが伺えた内容であり、本構造の今後の発展が期待される。

また、若きPC技術者による複合トラス桁模型のFEM解析結果の報告もあった。

《セッション19 研究・設計(2)》 座長：川上 洵

高性能軽量コンクリート連続梁の実験的研究が2編、曲面埋設型枠の実験とそれを使用した施工報告、繊維補強コンクリートのストラット部材への適用に関する研究、箱桁セグメントの分割方法の開発、PCを用いた風力発電タワーの試設計、PC部材の非線形解析技術など多岐にわたる内容の報告があった。とくに、繊維補強コンクリートと新しい非線形解析技術に関しては活発な討議が行われた。解析、実験的研究が主であったが、設計施工に携わる実務者も参加し、高品質、高耐久性、低コストに対する技術的取り組みについて活発な意見交換が行われた。

5. おわりに

今回のシンポジウムにおける特別講演は、風力発電と構造物の耐風安定性についての題材で行われた。この2題とも風に関するもので、専門用語など難しいところもあったが、異なった分野の先生方の研究を聴講して、何か新しい

○ 会議報告 ○

発想を得ることではなかったかと思うほどの大変興味深いものだった。

また、177 編の論文の発表と活発な質疑応答を通じ、今後も継続してコンクリートの分野におけるプレストレストコンクリートの有効性と、技術の優位性を積極的に強調し、新たな市場の開拓を推し進めるべきだと思った。

次回のシンポジウムは、本年 10 月 14 日～15 日、長崎のハウステンボスにて開催される予定であり、プレストレ

ストコンクリート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する。

最後に、本シンポジウムの開催にご協力いただいた関係各位、実行委員会、幹事会の各位および会場の手配や運営などに協力していただいたプレストレストコンクリート建設業協会東北支部、ならびに各部会員に謝意を表し本報告を終えることとしたい。

【2003 年 12 月 10 日受付】



写真 - 7 懇親会における三浦 尚教授の挨拶



写真 - 8 シンポジウムの運営関係者