

「第16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

石川 善信*

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16

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2007年10月18日、19日にわたり茨城県つくば市の筑波研究学園都市にある「つくば国際会議場」において

● 日 程 表 ●

日 時	第1会場			
10月18日(木)	9:40 ~ 11:40	挨拶： ・高強度コンクリート PC 構造物研究委員会報告 ・ PC 道路橋計画マニュアルについて ・ PC 斜張橋・エクストラードズド橋の設計施工規準改訂について		シンポジウム企画運営委員長 石川 善信 高強度コンクリート PC 構造物研究委員会 委員長 陸好 宏史 (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会 PC 道路橋計画マニュアル改訂部会 委員 佐藤 徹 PC 斜張橋・エクストラードズド橋設計施工規準改訂委員会 幹事長 有角 明
	11:40 ~ 12:40	各会場のコンピュータにパワーポイントデータセット (60分)		
		メインホール		
	12:40 ~ 12:50	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シンポジウム実行委員長 魚本 健人		
	12:50 ~ 13:00	来賓挨拶： 国土交通省関東地方整備局企画部 事業調整官 田村 俊彦		
	13:00 ~ 14:00	特別講演Ⅰ 国土交通省国土技術政策総合研究所研究総務官兼総合技術政策研究センター長 西川 和廣		
	14:00 ~ 15:00	特別講演Ⅱ 筑波大学名誉教授 山本 泰彦		
	15:00 ~ 15:30	休憩 (30分)		
		第1会場	第2会場	第3会場
	15:30 ~ 17:20	セッション1： 研究・設計/高強度繊維補強コンクリート 座長：陸好宏史 副座長：遠山祐一	セッション2： 橋梁施工 (1) (2) 座長：下村 匠，座長：芦塚憲一郎 副座長：山中待男	セッション3： ASR・塩害 座長：渡辺博志 副座長：辻 裕治
17:20 ~ 17:40	各会場のコンピュータにパワーポイントデータセット (20分)			
17:40 ~ 19:40	懇親会			
10月19日(金)		第1会場	第2会場	第3会場
	8:40 ~ 9:40	各会場のコンピュータにパワーポイントデータセット (60分)		
	9:40 ~ 11:30	セッション4： 設計・施工 (1) (2) 座長：幸左賢二，座長：横田 弘 副座長：篠崎英二	セッション5： 実験的研究 座長：庄司 学 副座長：上原富士夫	セッション6： 維持管理・耐久性 座長：岡本 大 副座長：星野康弘
	11:30 ~ 12:30	昼休み (各会場のコンピュータにパワーポイントデータセット) (60分)		
	12:30 ~ 14:20	セッション7： 波形ウェブ橋 座長：柳沼善明 副座長：長谷川剛	セッション8： 建築・容器 座長：岸本一蔵 副座長：妹尾正和	セッション9： 補修・補強 座長：高木千太郎 副座長：三宅淳一郎
14:20 ~ 14:30	閉会の辞			

* Yoshinobu ISHIKAWA : オリエンタル白石(株)東京支店施工・技術部技術チーム

開催された。

筑波研究学園都市は、産官学併せて 300 に及ぶ研究機関があり、約 1 万 8 千人の人たちが、科学技術の研究開発に取り組んでいる日本最大級のサイエンスシティである。最近では、つくばエキスポも開業をして、秋葉原から約 1 時間で結ばれ、筑波研究学園都市へのアクセスが格段に向上した。

「つくば国際会議場」は、ノーベル賞受賞の江崎玲於奈氏が館長を勤められており、研究学園都市における交流の場の中核施設として、研究交流に大きく貢献している施設である。その「つくば国際会議場」で開催された本シンポジウムの概要をここに報告する。

2. 日 程

- ① 期 日：平成 19 年 10 月 18 日（木）9:40～17:20
平成 19 年 10 月 19 日（金）9:40～14:30
- ② 場 所：つくば国際会議場（エポカルつくば）
茨城県つくば市竹園 2-20-3 TEL：029-861-0001
- ③ 特別講演：I. 「総合評価方式と PC 技術」
国土交通省国土技術政策総合研究所研究総務官兼総合技術政策研究センター長 西川 和廣
II. 「コンクリート構造物の品質と性能に関するリスクマネジメント」
筑波大学名誉教授 山本 泰彦
- ④ 発表論文数：セッション 1～9 50 編（投稿論文数 89 編）
- ⑤ 参加者：320 名

3. 開会式および特別講演

開会式ではまず本協会の魚本健人会長より開会の辞として、これまでのシンポジウムの経緯や本シンポジウムが PC 技術に関して純粋に取り組んでいること、また、今回のシンポジウムが諸般の事情により参加者が減少したことなどが紹介された。

来賓挨拶として、国土交通省関東地方整備局中島局長からお言葉をいただく予定であったが、10 月 16 日付けで国土交通省を退職された関係で、国土交通省関東地方整備局企画部田村事業調整官に来賓の挨拶をいただいた。

特別講演は、国土交通省国土技術政策総合研究所研究総

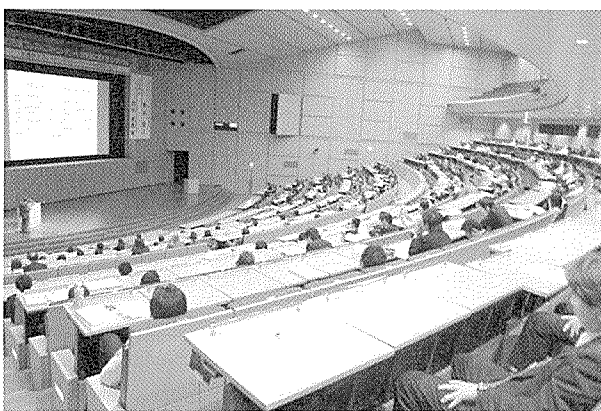


写真 - 1 特別講演会場



写真 - 2 魚本健人会長兼実行委員長 挨拶



写真 - 3 田村俊彦国土交通省関東地方整備局企画部事業調整官 挨拶

務官兼総合技術政策研究センター長の西川和廣氏より「総合評価方式と PC 技術」と題して、また、筑波大学名誉教授の山本泰彦氏より「コンクリート構造物の品質と性能に関するリスクマネジメント」と題して、それぞれ 1 時間の講演をいただいた。以下に、特別講演の概要を記す。

特別講演 I 「総合評価方式と PC 技術」

わが国の公契約制度は、明治 22 年に制定された会計法が基本で、明治 33 年に法律が改定され、指名競争入札方式が導入され現在に至っている。このような価格競争を原則とする会計法に長く慣らされてきたことにより、貨幣換算できない価値を評価する意識と能力が退化し、わが国における橋梁技術の発展を妨げてきた一因と考えている。高度成長時代は設計標準的な道路橋示方書や関連規定が受け入れられ、少ない技術者で大量に建設事業を推進してきたが、時代が変化し、厳しい財政事情、不良・不適格業者の参入、ダンプの増加、発注者の能力差の問題などを背景に、基本理念と発注者の責務の明確化、「価格のみ」から「価格と品質で総合的に調達」、発注者支援の仕組みの明確化などを目的として、「公共工事の品質確保の促進に関する法律（いわゆる、品確法）」が平成 17 年 4 月に施工された。国土交通省は、この品確法の成立を機に総合評価方式の本格運用に移行し、価格、品質、技術力を総合的に評価して落札者を決定する方法に転換してきている。

総合評価方式には大きく分けて、簡易型、標準型、高度技術提案型の 3 つのタイプがあり、対象とする工事の性格により適用を区分している。



写真 - 4 西川和廣国土交通省国土技術政策総合研究所研究
総務官兼総合技術政策研究センター長 特別講演

総合評価方式の導入で、① 契約発注制度の変化、② 官庁を含む業界・業態の再編、③ 品質確保の提案などが今後大きく変わっていくものと思われる。

コンクリート構造物の品質について、簡易型総合評価方式では施工においていかに品質を確保するかを問われ、高度技術提案型では、設計の考え方や構造形式にさかのぼっての耐久性、ライフサイクルコストの低減に対する提案が求められてくる。

最近、日米においてトラス橋の事故が報告されている。6月20日には国道23号木曾川大橋のトラス部材（鋼材）破断事故が発生し、8月2日にはミネアポリス I-35W ミシシッピ川橋落橋事故が発生、8月30日には国道7号線本荘大橋に斜材鋼材の破断事故が発生した。3橋に共通する管理上の問題点は、かなり以前から損傷（腐食、疲労）の存在を認知していたこと、予算、交通規制の重圧により経過観察という先送り処置を行っていたことなどがあげられる。これらの事故から学ぶべき点として、先送りのリスクはとても大きいこと、説得力のある診断が必要となる（マニュアルによる仕分けでは診断できない）、個人に決定を押し付けられない決断を下しやすいシステムを構築することがあげられる。設計ができれば補修・補強設計ができるとはかぎらない。また、そこに結果があるのが維持管理の世界である。これらより、設計はフィクションであり、維持管理はリアリズムといえる。

PC橋は、塩害と床版の疲労の大きな問題を抱えている。塩害は、肝臓病のように症状が出たら手遅れとなっており、その早期発見にはコア抜き調査などの血液検査が必要である。旧来の損傷度分類では手遅れ度であった。早期処置が効果的であり、外観上の損傷が出たら手遅れの場合が多い。ここまで不作為に放置しておくことは橋を失うことにつながる。コンクリート床版の疲労損傷は、要因は移動荷重であり、道路橋示方書の設計方法には誤りがあると思われる。床版の破壊メカニズムを理解したうえで、床版にプレストレスを導入し高耐久性な構造形式を提案することが可能となる。維持管理はリアリズムに徹することが重要であり、口あたりの良い診断は、悪質業者の粉飾決算のようなものである。

総合評価方式には、いくつかの課題（たとえば、誰が評

価するのかなど）を抱えているが、新しいシステムが指向性をもって動き出せば、後は時の流れが解決してくれる。退化した意識と能力を覚醒させるためにも、総合評価方式の普及は効果があると考えられる。

特別講演Ⅱ「コンクリート構造物の品質と性能に関する リスクマネジメント」

近年わが国において、個の責任と義務が明確化された法案が成立してきている。また建設分野の動向として規格、基準類の性能規定化、構造物の性能発注が適用されてきており、いわゆる姉齒問題などで構造物の製造者責任がクローズアップされてきている。これらより近い将来、責任分担範囲の明確化、品質・性能の確保義務と保証責任が発生してくる。今後要求性能と経済性を勘案しながら担当者責任を果たすために、技術者の思考や行動の結末を客観的、かつ、容易に予測または検証できるシステムの構築が必要になると考える。

日本コンクリート工学協会では、コンクリート構造物のリスクに関する研究委員会を設立し、品質性能の保証や担当者責任を果たすためにリスクを合理的（客観的）に評価・対応可能な「リスクマネジメント」を適用して検討してきた。

「リスク」とは、将来における不確かな事象による損害であり、「リスクマネジメント」とは、危機的状況に陥らないこと、損失を最小限に抑えることなどを目的とした、リスクを評価、調整、管理することである。リスクマネジメントを効果的に実施するためには、リスクおよびその効果を数値化（定量化）して示すことが重要となる。すなわち、リスクを定量化して共有できる情報として管理することにより、リスクマネジメントに関する知の循環が形成され、効果的なマネジメントが可能となる。

施工者の基本的姿勢は、周辺環境に有害な影響を及ぼすことなく、所要の性能を有する構造物を、計画した期間内に安全かつ経済的に造ることを目標にしている。たとえば、機能・性能、工期、安全、環境などに関して施工計画を立案し、工程管理を実施する。これは当初の目的を達成するための行為であり、施工者は、これまでの工事においても、施工に大別したリスクが関わっていることを認識しており、なんらかの対応を行ってきた。これまでのようにリスクに関する定量的な情報が乏しい条件下では、工事に関わ

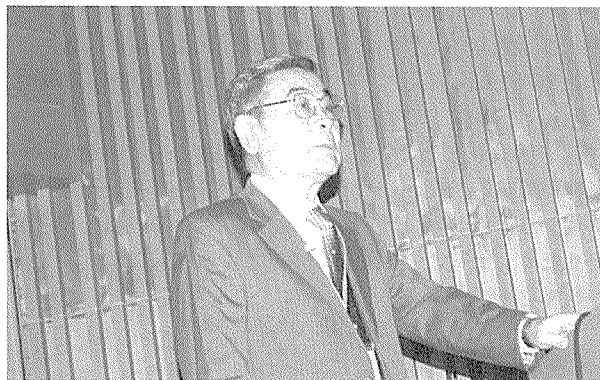


写真 - 5 山本泰彦筑波大学名誉教授 特別講演

るリスク、それらのリスク要因と影響度合い等を現場技術者が自分の経験や実績に応じて判断・推定せざるを得ず、「経験的なリスクマネジメント」を行ってきた。その場合、豊富な経験や実績に基づいて行われた場合には、一般的に良好なリスク低減策あるいはリスク回避策が検討・適用されてきていると思われる。

構造物の機能・性能に関わるリスクは多岐にわたり、それらにさまざまなリスク要因が関わっている。コンクリート施工で考慮すべきリスクとリスク要因を漏れなく特定する方法として、従来の施工計画に記載されている、具体的なチェック項目、管理項目と管理方法を列挙し、目的とする項目に関わる管理項目（リスク要因）、不具合（リスク）を抽出・選定・整理する方法がある。

予期されるリスクに対して合理的かつ客観的に対応するためには、それらを定量的に評価する手法が必要となる。建設分野では、リスク（R）は、リスクを生じさせる事象の発生確率（P）とリスクが顕在化した場合の損失（C）との積で表わす。コンクリートの施工に内在するリスクはさまざまであり、それらに多数の要因が関係しているため、発生するさまざまなリスクの発生確率と損害を直接評価することは非常に困難であるが、このような場合のリスク評価方法として、対象としたすべての要因の総合的なリスク評価方法として、イベントツリーが採用される。

評価システムを完成させるために多くのデータが必要であり、アンケート調査を実施した。回答数は474件で、内有効回答数は448件であった。橋梁上部工に関する116件のアンケート結果をイベントツリーにより分析した結果、イベントツリーによるリスク評価は有効であることが証明された。リスクへの対応は、一般に「保有」、「回避」、「低減」、「移転」の4種類に大別される。

コンクリートの施工リスクは、現時点では小さいが、製造者責任が厳しく問われる状況下では相当大きくなることが予想される。

4. ワークショップおよびセッション概要

開会式に先立ち、18日の午前中にワークショップが開催された。以下の3つの委員会からの報告があった。

- ① 高強度コンクリート PC 構造物研究委員会報告：PC 技協 高強度コンクリート PC 構造物研究委員会委員長 睦好宏史
- ② PC 道路橋計画マニュアルについて：PC 建協 PC 道路橋計画マニュアル改訂部会委員 佐藤 徹
- ③ PC 斜張橋・エクストラードズド橋の設計施工規準改訂について：PC 技協 PC 斜張橋・エクストラードズド橋設計施工規準改訂委員会幹事長 有角 明

特別講演に引き続き、セッションが開催された。今年のシンポジウムにおいては、20編の論文と30編の報告が3会場9セッションに分けて発表された。以下に各セッションの概要を報告する。

《セッション1：研究・設計 / 高強度繊維補強コンクリート》

座長：睦好 宏史
副座長：遠山 祐一

本セッションでは、報告3編、論文3編の合計6編の発表があった。上弦材を合成構造とする複合トラス橋の構造特性に関する報告では、プレキャスト化を可能とした新たな構造形式について実験に基づく発表がなされた。外ケーブル併用吊床版橋の構造特性に関する報告では、バリアフリー法に対応して歩道橋の最急勾配を5%以下に抑えられるように改善した吊床版橋の構造特性に関する発表がなされた。PC斜張橋およびエクストラードズド橋における主桁断面に関する報告では、主桁断面の最適化に関する報告とプレストレス力の伝達区間の検討の必要性について発表がなされた。橋台の変形を考慮した桁衝突解析に関する報告では、橋台の拘束を考慮した地震時の桁衝突解析モデル化手法について報告がなされた。超高強度繊維補強コンクリートを用いたPC下路形式歩道橋に関する報告では、単純PC下路桁では日本最長支間となる歩道橋の製造と施工に関する発表がなされた。

質疑応答では、複合トラス橋における鋼構造溶接部の疲労特性に関することやPC斜張橋やエクストラードズド橋の主桁断面の最適化に関すること、超高強度繊維補強コンクリート構造の目地部の構造に関することについて活発な意見交換がなされた。

《セッション2：橋梁施工(1)(2)》

座長：下村 匠
座長：芦塚憲一郎
副座長：山中 待男

本セッションは5編の橋梁施工に関する報告が行われた。内容は、Uコンボ橋に関する報告が2編、支保工上の分割張出し施工報告が1編、RC逆ランガーアーチ橋の架設時安全管理および出来形管理を目的とした架設時計測報告が1編、緊張力解放装置に関する報告が1編であった。

以上、セッションで報告された内容は、現状のさまざまな入札・契約制度が試行されているなかで、構造物の品質確保のための技術提案に非常に参考になる有意義な報告であると思われた。また、工期短縮、架設時の安全性向上が



写真-6 セッション会場

図れる U コンボ橋の施工実績が次第に増加していると感じた。

質疑応答では、報告に対する今後の発展性等への意見も出され、活発な討議が交わされた。

《セッション 3：ASR・塩害》

座長：渡辺 博志

副座長：辻 裕治

セッション 3 では、塩害に対しては 2 編の論文と 1 編の報告、ASR に対しては 2 編の論文と 1 編の報告があった。塩害については、ニッケル被覆炭素繊維シート陽極の開発およびその実施報告と電気防食が施されて 15 年が経過した橋梁の調査報告があった。また、ASR については、高炉スラグ微粉末の ASR 抑制効果、ASR 劣化した構造物から直接採取したコアによる試験結果、ASR 劣化した PC 部材の長期計測実験が報告された。いずれも最新の研究から経年劣化した構造物の調査結果まで新旧入り交じった興味深い講演内容で、活発な質疑応答により盛況なセッションであった。

《セッション 4：設計・施工 (1) (2)》

座長：幸左 賢二

座長：横田 弘

副座長：篠崎 英二

本セッションでは、新設橋梁の設計・施工報告として計 5 件の発表が行われた。まず「南部高架橋の設計・施工報告」では VE 提案による工期短縮の事例が紹介された。また「分岐構造を有する連続箱桁橋の設計報告」として、第二東名村良高架橋における詳細検討事例が報告された。「プレテンションウェブ PC 箱桁橋の実橋計測」として第二名神ヶヶ瀧橋で実施された計測結果が報告された。「川平橋取合橋の設計・施工報告」では、2 期施工による多径間中空床版橋の施工事例が報告された。最後には「第二東名中ノ合高架橋における分割施工への取組みについて」と題して、床版拡幅工事に関する各種検討が報告された。

これら実務に関する報告は日常の業務に参考となるほか、技術の伝承としても有意義な主題であるためか、多くの聴講者が参加し、各発表に対しても活発な質疑応答が行われたセッションであった。

《セッション 5：実験的研究》

座長：庄司 学

副座長：上原富士夫

本セッションは論文 6 編、報告 1 編の講演が行われた。

PC、PPC 部材の曲げひび割れ幅、残留ひび割れ、曲げ性状に関する報告、超軽量コンクリート梁のせん断、定着具を使用したプレテンション工法、軽量スラブの構造特性に関する報告、また特徴のあったものとしては廃瓦を活用したコンクリートの開発についての報告がなされた。

各発表に対して活発な意見交換が交わされ、最後に座長より各発表に対してコメントいただきセッションを終了した。

《セッション 6：維持管理・耐久性》

座長：岡本 大

副座長：星野 康弘

本セッションでは論文 2 編、報告 4 編の計 6 編の発表が

あった。内容は、昭和 40 年代前半に建設された PRC 橋での実橋試験に関する発表、防食鋼材を用いて耐久性の向上を目指した橋梁施工に関する発表、新規開発された腐食モニタリングセンサに関する発表、普通エコセメントの特性に関する発表、新規開発された RC 接合方法に関する試験についての発表、塩害を受けた PC 桁を断面除去した際の力学挙動に与える影響に関する発表であった。40 年前に架けられた橋梁の調査や、損傷を受けた橋の修復方法の検討、新技術を用いた高機能化、モニタリングによる予防保全といった過去、現在、未来にわたる内容であり、今後期待される新設橋梁の高機能化や、ますます増加する既設橋梁の補修など、社会基盤整備の参考となる内容の濃い発表であり、今後も引続きこの分野での多くの発表が期待される。

《セッション 7：波形鋼板ウェブ橋》

座長：柳沼 善明

副座長：長谷川 剛

本セッションの発表題数は 4 題（論文 1 題、報告 3 題）であり、1 題目は「PC 波形鋼板ウェブ箱桁橋の高強度化に関する研究」と題し、コンクリート強度を向上させた場合のコスト比較および構造物の耐久性向上に関する研究について論文報告された。質疑では「塩害に対して着目されているが、中性化に対して今後研究される予定はあるか？」という質問に対し、「PC 橋での中性化の実例があまり無いため、今回は塩害に着目した」と回答された。他 3 題は、1：「東九州自動車道豊後津久見橋の設計・施工」、2：「波形鋼板ウェブを有する PC ラーメン箱桁橋の上げ越し管理について」、3：「宮ヶ島高架橋の設計施工報告」と題し、設計・施工報告がなされ、1 の報告では「上床版の適用支間が道路橋示方書の規定を超えているがどのような検討を行ったか」という質問に対し、「他工区でも同様の床版支間だが、FEM 解析により決定した」と回答された。他の報告に対しては質問がなかったため、副座長より一般的な質問を行い、セッションを終了した。

《セッション 8：建築・容器》

座長：岸本 一蔵

副座長：妹尾 正和

本セッションは、建築と容器の複合セッションであり、建築は 5 編、容器は 2 編であった。建築の 5 編はすべてが大学関係からの論文であった。その内容は、波形鋼板を用いた PC 架構の制震に関する研究、圧着 PC 梁の荷重-変形関係と損傷に関する研究、高強度コンクリートを用いた PRC 梁のひび割れ性状に関する研究、自己圧着プレースを用いた耐震補強に関する研究、および PC 鋼より線の付着に関する研究であった。

一方、容器の 2 編は報告であり、ドームタイプ・プレキヤストタンクの施工に関する報告と大型 PC タンクにおける側壁-底版一体化モデルの解析に関する報告であった。

いずれの発表も今後の設計・施工に役立つ内容であるとともに、セッションの持ち時間いっぱいまで活発な意見交換が行われた。

《セッション 9：補修・補強》

座長：高木千太郎

副座長：三宅淳一郎

本セッションでは、プレストレス導入補強、床版取替え工事、支承取替え工事、連続化補強設計の合計4編が発表された。プレストレス導入補強では炭素繊維プレートを用いた新しいプレストレス導入工法の報告、床版取替え工事では将来的な取替え可能なプレキャストPC床版を用いた工事報告、支承取替え工事では落橋防止機能を付加したMAC沓による工事報告、連続化補強設計では有ヒンジラーメン箱桁橋において外ケーブルを用いて連続化する設計報告がそれぞれ発表された。

発表数が4編と少なかつたため、発表時間は制限を設けず、質疑応答の時間も十分に取った。そのため発表は、時間にとられないゆとりのあるものが行われた。また、数多くの質問がなされ、それに対する十分な解説があり、活発な意見交換が行われた。

5. 技術展示および写真展示

今回、シンポジウム初めての試みとして、技術展示を行うこととし、後援団体に対して参加を呼びかけたところ、募集期間が短かつたにもかかわらず19団体から申し込みがあり、パネル等の展示を行った。シンポジウム参加者も熱心に見学し、好評であった。

写真展示は、PC技術協会からはPC技術協会賞作品などを中心とした写真を20枚、PC建設業協会からは関東地区のPC構造物の写真を20枚展示した。



写真 - 7 技術展示会場



写真 - 8 シンポジウムの運営関係者

6. おわりに

今回のシンポジウムは、発表論文数50編（投稿論文数89編）、参加者320名とここ数年に比べ論文数、参加者とも大幅に減少した（第15回：122編、560名、第14回：149編、535名、第13回：157編、634名）。これは、諸般の事情によるものも多少は影響しているが、長引く建設不況、落札率低下による各企業の体力低下により各社に余裕やゆとりがなくなってきたこと、また、最近の入札制度の多様化により総合評価方式の技術提案による入札方法が採用されてきており、各社の特化技術をシンポジウムで発表したくないという各社の思惑があつたことだと推察する。また、本シンポジウムの参加者は、施工者のPC専門家、ゼネコンが中心で、計画設計を担当しているコンサルタントの参加者が少ないのが現状である。しかしながら、このPCの発展に関するシンポジウムは、日本のPC技術の発展に大きく関与してきており、技術をないがしろにする業界は衰退の一步をたどる宿命であつて、われわれPCに携わる技術屋が純粋技術論を戦わして切磋琢磨していくことが、PC業界の明日へ繋がる重要な事項だと考えます。

次回のシンポジウムは平成20年11月20日（木）～21日（金）、香川県高松市「サンポート高松」で開催予定である。投稿論文数、参加者が激減するなか、PCシンポジウムも一つの転機を迎えてきているといえる。しかしながら、研究や設計、施工技術の発展に尽力し、魅力あるPC技術とするためにも、本シンポジウムの更なる発展を期待する。

最後に、本シンポジウムの開催にあたり運営に多大なご尽力をいただいた実行委員会、企画運営委員会、プレストレス・コンクリート建設業協会関東支部の関係各位に深く感謝の意を表し、本報告を終える。

【2007年11月8日受付】