

# 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(金沢) 概況報告

——第30回記念研究発表会——

シンポジウム幹事会

## 1. はじめに

プレストレストコンクリート技術協会では、会員の研究や技術の成果を発表する場として毎年研究発表会を実施してきた。昨年は、ちょうどこの会が30回目に当たる年であることから、これを記念して我が国PC技術の発祥の地である石川県において“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”と題する記念シンポジウムを実施した。このシンポジウムの実施に当たっては実行委員会・幹事会が組織され、従来の研究発表会に新機軸を折り込んだものとした。

シンポジウム参加者は、271名にのぼり盛況裡に終了したので、ここにその概況を報告する。

## 2. 開催方法

- 1) 期 日：平成2年10月16, 17日
- 2) 場 所：金沢市文化ホール  
(金沢市高岡町15の1)
- 3) 講 演：論文・報告、発表数87題(表-1参照)
- 4) 講演申込期限：平成2年7月31日
- 5) 原稿提出期限：平成2年9月10日
- 6) 参 加 費：一般12,000円(論文集, 懇親会費)  
学生6,000円(懇親会費含まず)
- 7) プログラム：会誌“プレストレストコンクリート”1990, Vol. 32, No.4に掲載
- 8) 特 別 講 演：〈10月16日 3題〉  
I：コンクリートの細孔溶液の組成と耐久性  
金沢大学工学部教授 川村満紀  
II：PC道路橋への新素材の適用について  
建設省土木研究所橋梁研究室長 藤原稔  
III：石川県の土木整備について  
石川県土木部次長 松田正  
〈10月17日 1題〉



写真-1 会場風景

## IV：PC技術の応用

——建築構造物への利用と問題点——

京都大学工学部教授 六車 熙

- 9) 懇 親 会：平成2年10月16日,  
17:30~20:00  
金沢ニューグランドホテル
- 10) スタディツアー：平成2年10月18日  
(参加費 5,000円)  
〈Aコース〉長生橋, 泰平橋, 能登島大橋  
PC工場見学  
〈Bコース〉関西電力(株)大飯原子力発電所見  
学

## 3. シンポジウムの特徴

(1) 特別講演  
今回のシンポジウムでは、4名の特別講師をお招きし特別講演を行った。

この企画は、その道の指導的な方々を講師に招き、会員に広く興味のある課題について総括的な講演をしていただくとう企画したものである。

### (2) 論文集

従来の“研究発表会講演概要”を“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”に改

表-1 プログラム

日 時	第 1 会 場 (2F大会集室)	第 2 会 場 (2F大会議室)
10月16日(火)	10:30~11:00 特別講演Ⅰ 金沢大学教授 川村 満 紀	セッション3 ①バイプレ工法による川端橋側道橋の振動試験結果とたわみの追跡調査について ②倉谷2号橋(仮称)の施工 ③祖山橋の設計と施工 ④首都高速道路5号線(2期)582工区 IT 11工区高架橋の施工 ⑤新川音川橋(PC7径間連続ラーメン橋)の設計と施工 ⑥広幅員変断面一室箱桁を有する川滝橋の設計と施工 ⑦橋長が異なる橋梁で柱頭部一体構造形の設計と施工 ⑧PC 偏平アーチ橋の設計と施工 ⑨梅の木公園吊橋について
	11:00~11:30 特別講演Ⅱ 建設省土木研究所 藤原 稔	
10月17日(水)	11:30~12:00 特別講演Ⅲ 石川県土木部次長 松田 正	セッション4 ①景観を考慮した橋梁の設計・施工(三左衛門堀橋) ②斜ウェブを有するボックス桁の斜引張応力度について ③松戸市公園橋の設計 ④景観を考慮した「福博であい橋」の設計施工 ⑤張出し架設工法によるPC橋の上げ越し計算の一手法 ⑥押出し工法における新しい反力管理システム ⑦大倉大橋のたわみ管理 ⑧中和田高架橋(PC下路鉄道橋)のプレキャストブロック施工 ⑨パソコンCADによるPC橋の図形処理システムの利用 ⑩パソコンCADを利用した単純桁の自動設計製図
	12:00~13:00 昼休み	
10月16日(火)	13:00~14:50 セッション1 (1)鉄筋のPC緊張材としての利用に関する研究 (2)PRC 鉄道橋のひびわれ幅算定方法について (3)PRC はりの曲げ性状に及ぼすPC 鋼材応力度の増加量の影響 (4)PRC 連続2主版桁橋の設計・施工 (5)せん断補強鉄筋の無いプレストレストコンクリートはりのせん断強度の解析的研究 (6)PC ブロック継目部のねじり強度 (7)アンボンドあるいはアウトケーブル方式によるPC 構造物の解析方法に関する研究 (8)モルタル中におけるPC 鋼より線の応力腐食割れおよび腐食疲労強度 (9)実務者の立場から見た設計と施工上の統一理論への対応と提言	セッション5 ③9アウトケーブルを用いたPC 桁の補強確認実験 ④0アウトケーブルによる横桁の補修方法 ④110年間海岸に暴露したPC 桁の劣化度調査 ④1草創期におけるPC 鉄道橋(光弦橋)の性状調査について ④335年を経た東京駅ホームPC 桁の試験 ④4PC 道路橋撤去に伴う技術検討 ④5後久川橋りょうの施工 ④6PC T 桁橋の損傷と補修の一事例について ④7新青海大橋上部工の設計と施工
	14:50~15:00 休憩	
10月17日(水)	15:00~17:00 セッション2 (10)ボンドコントロールPC げたの曲げ挙動と設計 (11)PC 単純T 桁超斜角橋の載荷試験と解析 (12)鋼・コンクリート合成桁へのせん断プレストレス導入方法 (13)生口橋PC 桁ケーブル定着部の設計について (14)青森ベイブリッジ(PC 斜張橋)における開発事項 (15)塩害を受けたPC 橋梁の長期監視に関する基礎的研究 (16)プレストレストコンクリート構造物への電気防食の適用に関する基礎的研究 (17)場所打ち張出し架設工法における鉛真打ち継目の処理方法 (18)温度差による桁の変形量について (19)破砕帯におけるアンカー定着力確認試験	セッション6 ④9耐塩性PC 鋼棒の諸特性 ④9高品質PC グラウトの配合条件 ⑤0PIC フォーム複合部材の耐久性に関する研究 ⑤1高炉スラグ微粉末のプレストレストコンクリートへの利用に関する研究 ⑤2静的破砕剤を用いたFRP 緊張材の定着方法 ⑤3アラミドFRP 緊張材の基本特性 ⑤4アラミドFRP プレテン橋の設計と施工 ⑤5炭素繊維緊張材のPC 道路橋への適用(探川南橋の建設)
	14:50~15:00 休憩	
10月16日(火)	15:00~17:00 セッション3 (10)ボンドコントロールPC げたの曲げ挙動と設計 (11)PC 単純T 桁超斜角橋の載荷試験と解析 (12)鋼・コンクリート合成桁へのせん断プレストレス導入方法 (13)生口橋PC 桁ケーブル定着部の設計について (14)青森ベイブリッジ(PC 斜張橋)における開発事項 (15)塩害を受けたPC 橋梁の長期監視に関する基礎的研究 (16)プレストレストコンクリート構造物への電気防食の適用に関する基礎的研究 (17)場所打ち張出し架設工法における鉛真打ち継目の処理方法 (18)温度差による桁の変形量について (19)破砕帯におけるアンカー定着力確認試験	セッション7 ⑤6並列配置された斜張ケーブルの風による一振動事例 ⑤7橋軸方向に可動な主桁を有するPC 斜張橋の基本的動的特性に関する考察 ⑤8PC 斜張橋の斜材定着部横げたの有効幅に関する検討(那須グリーンCC PC 斜張橋) ⑤9志摩丸山橋の振動試験に基づく動的解析 ⑥0部定式3径間連続PC 斜張橋の弾塑性地震応答について ⑥1PC 斜張橋の戦略的施工管理システム ⑥2PC 斜張橋のクリープの影響を考慮した斜材導入張力の設定 ⑥3現場のパソコンを用いたPC 斜張橋シミュレーションプログラムの開発
	15:00~17:00 セッション4 (10)ボンドコントロールPC げたの曲げ挙動と設計 (11)PC 単純T 桁超斜角橋の載荷試験と解析 (12)鋼・コンクリート合成桁へのせん断プレストレス導入方法 (13)生口橋PC 桁ケーブル定着部の設計について (14)青森ベイブリッジ(PC 斜張橋)における開発事項 (15)塩害を受けたPC 橋梁の長期監視に関する基礎的研究 (16)プレストレストコンクリート構造物への電気防食の適用に関する基礎的研究 (17)場所打ち張出し架設工法における鉛真打ち継目の処理方法 (18)温度差による桁の変形量について (19)破砕帯におけるアンカー定着力確認試験	
10月17日(水)	9:30~9:40 挨拶	セッション8 ⑥4高強度鉄筋を用いてプレストレスを導入したプレストレスト鉄筋コンクリート合成はりの曲げ性状 ⑥5アンボンドPC 鋼線用定着装置の開発実験について ⑥6アウトケーブル2方向スラブの実験的研究 ⑥7πスラブ合成床を使用した建物の実証実験 ⑥8PC 合成床版の長期載荷実験 ⑥9プレストレスト鉄筋コンクリート梁部材の履歴吸収エネルギーについて ⑦0プレストレスの導入された鉄骨鉄筋コンクリート梁の力学性状に関する基礎的研究 ⑦1パネルゾーンにプレストレスを与えた高層PCa 壁式ラーメン構造の耐震性に関する実験的研究
	9:40~10:10 特別講演Ⅳ 京都大学工学部教授 六車 照	
10月17日(水)	10:10~10:20 休憩	セッション9 ⑦2白屋橋(PC 斜張橋)の施工 ⑦3北山ダム斜張橋(仮称)の施工 ⑦4日根野道橋の設計・施工 ⑦51本柱形式の主塔を有する3径間連続PC 斜張橋の設計と施工 ⑦6ミュンヘン大橋の施工 ⑦7青森ベイブリッジ(PC 斜張橋)の施工 ⑦8キリコ橋(ドレミフェ橋)の施工 ⑦9犀那大橋(PC 斜張橋)の設計・施工報告
	10:20~12:10 セッション5 ③9アウトケーブルを用いたPC 桁の補強確認実験 ④0アウトケーブルによる横桁の補修方法 ④110年間海岸に暴露したPC 桁の劣化度調査 ④1草創期におけるPC 鉄道橋(光弦橋)の性状調査について ④335年を経た東京駅ホームPC 桁の試験 ④4PC 道路橋撤去に伴う技術検討 ④5後久川橋りょうの施工 ④6PC T 桁橋の損傷と補修の一事例について ④7新青海大橋上部工の設計と施工	
10月17日(水)	12:10~13:00 昼休み	セッション10 ⑧0箒橋の設計・施工(プレキャストPC 版を用いた床版打替え工事) ⑧1五行橋床版架替え工事の設計・施工 ⑧2歩道部床版及び地覆のプレキャスト化 ⑧3PC 卵形消化槽の設計・施工(宮崎市大淀処理場) ⑧4無散水PC プレキャスト融雪舗装版の実験について ⑧5羽田エプロンPC 舗装リフトアップ試験工事 ⑧6ポストテンション方式により連結したコンクリート浮橋橋の実大実験 ⑧7松島浮橋の設計と施工
	13:00~14:40 セッション6 ④9耐塩性PC 鋼棒の諸特性 ④9高品質PC グラウトの配合条件 ⑤0PIC フォーム複合部材の耐久性に関する研究 ⑤1高炉スラグ微粉末のプレストレストコンクリートへの利用に関する研究 ⑤2静的破砕剤を用いたFRP 緊張材の定着方法 ⑤3アラミドFRP 緊張材の基本特性 ⑤4アラミドFRP プレテン橋の設計と施工 ⑤5炭素繊維緊張材のPC 道路橋への適用(探川南橋の建設)	
10月17日(水)	14:40~14:50 休憩	セッション7 ⑤6並列配置された斜張ケーブルの風による一振動事例 ⑤7橋軸方向に可動な主桁を有するPC 斜張橋の基本的動的特性に関する考察 ⑤8PC 斜張橋の斜材定着部横げたの有効幅に関する検討(那須グリーンCC PC 斜張橋) ⑤9志摩丸山橋の振動試験に基づく動的解析 ⑥0部定式3径間連続PC 斜張橋の弾塑性地震応答について ⑥1PC 斜張橋の戦略的施工管理システム ⑥2PC 斜張橋のクリープの影響を考慮した斜材導入張力の設定 ⑥3現場のパソコンを用いたPC 斜張橋シミュレーションプログラムの開発
	14:50~16:30 セッション7 ⑤6並列配置された斜張ケーブルの風による一振動事例 ⑤7橋軸方向に可動な主桁を有するPC 斜張橋の基本的動的特性に関する考察 ⑤8PC 斜張橋の斜材定着部横げたの有効幅に関する検討(那須グリーンCC PC 斜張橋) ⑤9志摩丸山橋の振動試験に基づく動的解析 ⑥0部定式3径間連続PC 斜張橋の弾塑性地震応答について ⑥1PC 斜張橋の戦略的施工管理システム ⑥2PC 斜張橋のクリープの影響を考慮した斜材導入張力の設定 ⑥3現場のパソコンを用いたPC 斜張橋シミュレーションプログラムの開発	
10月17日(水)	16:30~16:40 閉会の辞	

め、広く活用していただけるように箱入り装丁 A 4 判とし写植印刷とした。また、原稿の長さは、1 題目につき 4 頁または 6 頁とし読みやすくしてある。なお、発表論文の採否は研究発表会実行委員会が論旨によって審査のうえ決定した。

### (3) 講演発表のセッション分けおよび講演証・記念品の贈呈

講演発表は、研究・設計・施工と内容により 10 のセッションに分類し、参加者が聞きやすいようにした。また、セッション発表終了後発表者の労に謝意を表すべく講演を行ったことを証す証状と記念品の贈呈を行った。

### (4) 懇親会

シンポジウム第 1 日目の夕刻に懇親会を開催した。参加者は、学協会等諸団体、コンサルタント、設計事務所、建設業界と幅広く 250 名にのぼり、和やか、かつにぎやかな会とすることができた。

### (5) スタディツアー

企画したスタディツアーは、PC 技術の歴史を訪ねる能登路の A コース、そして PC 建築構造物を見学する敦賀路の B コースであった。企画が好評であったうえにスタディツアー当日は、秋晴れの快晴に恵まれたこともあって好評裡に終了した。

## 4. 特別講演について

特別講演は、16, 17 日の午前中に行われた。

金沢大学工学部川村満紀教授には、コンクリートを劣化させる原因の一つであるアルカリ骨材反応およびコンクリート中の鉄筋の腐食と細孔溶液の組成との関連性について、そのメカニズム、防止対策などについて講演していただいた。

石川県土木部次長松田正氏には、開催地を代表して石川県長期構想 21 世紀ビジョンのうち道路で結ぶ石川のネットワークについて講演していただいた。

建設省土木研究所橋梁研究室長藤原稔氏には、PC 道路橋への新素材の適用と題して、炭素繊維、アラミド繊維、ガラス繊維等の新素材からなる緊張材の適用について、研究の現状、その材料および耐荷特性そして施工事例として、炭素繊維緊張材を使用して施工された石川県の新宮橋の概要について講演していただいた。

当技術協会副会長でもあられる京都大学工学部六車熙教授には、建築構造物への PC 技術の利用の最近の発達と将来への普及をはかるために解決すべき問題点について講演していただいた。

講演の内容も材料から行政まで多岐にわたるホットなものであり、たいへん好評を博した。ここで、ご講演をいただいた講師の方々には紙面を借りてお礼申し上げます。

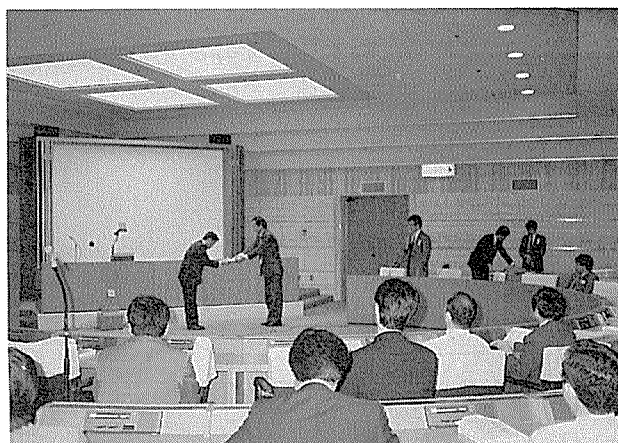


写真-2 記念品の贈呈

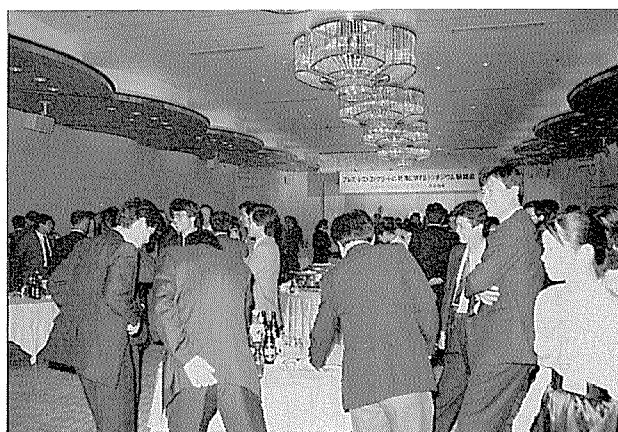


写真-3 懇親会



写真-4 特別講演

ます。

## 5. スタディツアーについて

各コース別の報告を以下に掲げる。

### <Aコース>

Aコースの一行 35 名は、バスで七尾市内にある我が国最初のプレストレストコンクリート橋である長生橋、また、ほぼ同時期に施工された泰平橋、ピー・エス・コンクリート(株)七尾工場、七尾市外の和倉温泉と能登島を結ぶ能登島大橋を見学した。長生橋は、昭和 26 年に施



写真-5 Aコース (長生橋)

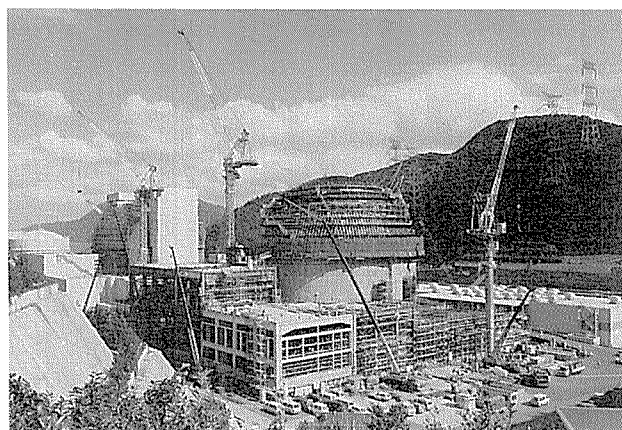


写真-7 Bコース (大飯原子力発電所)



写真-6 Aコース (能登島大橋)

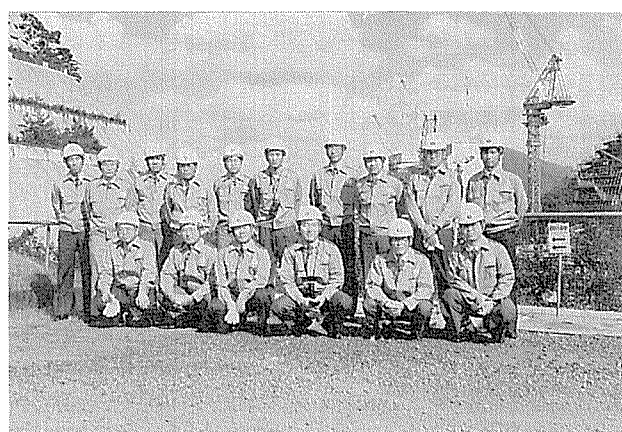


写真-8 Bコース (大飯原子力発電所)

工されたプレテンション方式の3径間の単純桁で橋長は11.6 mであり、当時の人手によって運搬、架設された貴重な写真も紹介された。また、橋のたもとの碑には、「この橋が、今日のプレテンション方式スラブ橋のJIS規格の始祖となったものである」と書かれていた。

泰平橋は、長生橋のすぐ上流にあり、昭和28年に施工されたプレテンション方式1径間の単純桁で橋長11.6 mである。いずれも、我が国のPC技術の創世期に施工されたものであるが、40年近くを経過した今日もその機能を十分に果たしており先人の努力が偲ばれた。

ピー・エス・コンクリート㈱七尾工場では、主にプレテンション部材の製作工程、および、製品についての説明を受け工場内を見学した。この工場もその歴史は古く、昭和27年に三菱(当時東日本)重工業㈱の七尾造船所から、その諸設備、従業員を引き継ぎ開設された、我が国最初のPC工場とのことであった。

見学の最後となった能登島大橋は、橋長1050 m、航路部の最大支間が109.5 mのPC橋であり、離島であった能登島と七尾市内を結んでおり、住民や観光客等へ大きく貢献している。また、国立公園内にあるこの橋は、洋上の優美な曲線で、内海のやさしい風景にマッチしている。

このスタディツアーでは、PC技術の今昔を一度に見て回ったが、その技術や橋梁の規模の進歩は著しく驚かされるものがあり、心を新たにしました。

〈Bコース〉

関西電力㈱大飯原子力発電所3,4号機増設工事の見学が企画され、六車京大教授夫妻をはじめ参加者18名で実施された。

金沢市内をバスで朝出発し、北陸自動車道の金沢西IC、敦賀ICおよび小浜を経由して、正午過ぎに大飯原子力発電所に到着した。山本建設事務所所長代理等から大飯原子力発電所および3,4号機増設工事の概要説明を受けた後、3,4号機増設工事の見学を行った。

3号機ではプレストレストコンクリート製原子炉格納容器(PCCV)のテンドンギャラリーおよび逆Uテンドン(VSL工法φ12.7 mm PC鋼より線×55本:規格引張荷重1028.5 tf)の緊張作業を、4号機では建設中のドーム内、シリンダーフープテンドン(φ12.7 mm PC鋼より線×55本)のPC鋼より線挿入状況等を見学した。

見学後の質疑でも熱心な質問が多数あり、関西電力㈱大飯原子力発電所の御好意により有意義な見学会が実施できた。

なお、各見学コースの企画案内をされた関係者には多大な御尽力をいただき紙面をかりて厚くお礼申し上げます。

## 6. 各セッションの概要

各セッションの座長、副座長にそのセッションで発表された講演の内容と位置づけならびに討議の状況についてまとめていただいたので、座長、副座長名を付して以下に掲げる。

### ■セッション1

座長：末次宏光，副座長：野村貞広

本セッションでは、プレストレストコンクリートに関するいろいろな実験、解析について9件報告された。

No. 1では、鉄筋の緊張材としての利用の可能性とその効果、定着性能、リラクゼーション率などについての報告があった。特に、ひび割れ幅の算定方法については、RCとPCとの対比からの提言があった。No. 2では、実橋測定から、新しいひび割れ幅の算定方法の提案があった。ここでは乾燥収縮についての新しい考え方が示され興味深い内容であった。No. 3では、緊張レベルを変化させてPRC梁の曲げ性状の検討を行っている。No. 4では日本道路公団の観音寺高架橋についてその設計・施工の概要が報告された。No. 5では、せん断補強鉄筋のないPC梁のせん断強度の解析的研究について報告された。No. 6ではPCブロック継目部のねじり強度について実験結果とその検討が報告された。No. 7では、アンボンド、あるいはアウトケーブル方式のPC構造物の鋼材の摩擦を考慮した解析について、その方法と、実験結果との比較検討について報告された。No. 8では、モルタル中のPC鋼より線の応力腐食割れおよび腐食疲労強度について実験を中心に報告された。No. 9では、設計と施工上の統一理論への対応と提言と題して、PC、RCの統一理論や緊張計算などについて提言があった。

本セッションは、実験や理論を中心としての発表であり、ひび割れ、PRC部材、アンボンド鋼材、せん断耐力、ブロック目地、腐食などPC技術の現状での課題や将来の利用についての種々の提言があり、おおいに興味深い内容であった。

### ■セッション2

座長：山崎 淳，副座長：広実正人

本セッションでは、10件の報告があった。内容は非常に多岐にわたるものであり、概ね分類すると基礎研究4件、設計に関する研究2件、施工に関する研究4件である。No. 10のプレテンション桁に効果的にプレストレスを導入するボンドコントロール桁の力学特性に関する報告は、せん断耐荷挙動に着目して実験が行われた点

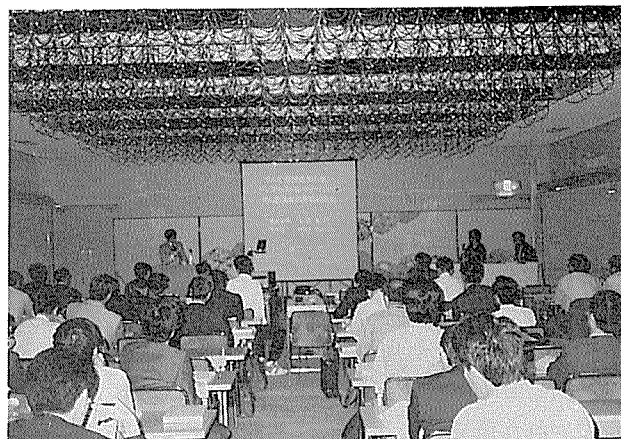


写真-9 講演風景 (第1会場)



写真-10 講演風景 (第2会場)

で注目される。また、No. 12の合成桁における鋼桁とコンクリート床版の接合面にせん断プレストレスを導入することにより桁のせん断耐力を増加させるという内容の報告は、実験によりその有効性が確認された点で興味深い。この2件の報告はプレストレスの新しい使い方として今後実用化に向けての研究が期待される。

一方、維持管理に関しての2件の基礎研究が報告された。No. 15は、鉄筋腐食の進行状況をコンクリート表面のひずみ変化を測定して把握する内容であり、圧縮ひずみを長期監視する方法の可能性を提案している。No. 16は、鋼材の電気防食に関する研究であった。いずれもPC構造物の耐久性に関して時宜を得たものである。

設計に関する研究として、PC斜角桁とPC斜張橋についての報告があった。No. 11は、斜角33度のPC単純T桁橋の載荷試験と解析を行うことにより力学性状を明らかにしたものであり、今後横桁の挙動についてより明確に解明されることが期待される。No. 13は、PC斜張橋のPCケーブル定着部の補強方法に関する報告であり、載荷試験および解析により合理的な補強方法が提案された。定着部の部材寸法が2m以上であり、マスコンクリートとしての対策について質疑がなされた。

施工に関する研究として、No. 14では中央径間240

## ◇報告◇

mの青森ベイブリッジ(PC斜張橋)を対象に主塔に用いる高強度コンクリートのポンプ圧送性や斜材張力調整用ジャッキ台車の開発等の報告がなされた。張出し架設工法に関して、No. 17では、鉛直打継目の処理方法について報告があり、ポリマーセメントモルタルを打継ぎ材料とすることを提案し実験により打継ぎ面の力学性状を明らかにしている。今後、水密性など耐久性の観点からの研究が期待される。また、No. 18では、張出し架設工法の上げ越し管理における桁の温度差の影響について実測結果の報告があり、計算値との時間のズレが明らかにされた点で興味深い内容である。No. 19のグラウンドアンカーに関して破砕帯における定着力確認試験の報告は、定着部の周面摩擦、定着地盤のクリープ特性等についての内容であり、グラウンドアンカーの適用範囲の拡がりを具体例で示したことを評価したい。

### ■セッション3

座長：荒川敏雄，副座長：飯塚明彦

セッション3は、施工技術を中心とした工事報告および設計概要が報告された。個別にみると、No. 20：バイプレ工法による川端橋側道橋とNo. 28：梅の木轟公園吊橋(PC吊床版橋)は通常の橋梁に比べ、主桁の剛性が低くなるため、歩行者に対する不快感、不安感という観点から振動について論じられた。さらに、川端橋側道橋は、振動試験およびたわみの追跡調査が5年間実施され、その貴重な資料が提出された。また、梅の木轟公園吊橋は、設計・施工について詳細に報告され、スパン・ザグ比の設定方法および低風速時のねじれフラッター・渦励振等の耐風設計について討議された。

No. 21：V脚ラーメンの倉谷2号橋、No. 22：方杖ラーメンの祖山橋、No. 23：3径間ラーメンの首都高速5号線、No. 24：7径間連続ラーメンの新川音川橋、No. 26：T形ラーメンの布施畑高架橋、No. 27：偏平アーチの滝里ダム2号橋と構造形式は多様だが、ラーメン構造が非常に多い点が注目され、それぞれの構造上の問題について報告された。共通している点は仮支柱を含め、応力調整や反力調整を行っていることで、いずれも施工段階における過大な応力発生を防ぐ目的で行っている。

No. 25：川滝橋、No. 26：布施畑高架橋ではウェブ間隔の変化に対応するワーゲンの施工が報告された。さらに布施畑高架橋は、上下線分離構造であるが橋脚柱頭部横梁によって一体化構造になっており、その構造解析についても報告された。

### ■セッション4

座長：深山清六，副座長：春日昭男

本セッションのテーマは、「設計・施工管理」で論文数は10件であり、その内訳は次のようであった。

#### ① 景観設計に関する報告(3件)

② 斜めウェブを有する箱桁の斜引張応力度に関する報告(1件)

③ PC橋の施工管理に関する報告(3件)

④ 下路橋のプレキャスト化に関する報告(1件)

⑤ CAD化に関する報告(2件)

(1) 景観設計に関する報告について

最近、橋梁を計画する場合、機能優先から構造物の造形を大事にした設計例が多くなってきている。これらは、まさに橋梁が建築物と同様に生活に密着したことを意味している。

土木学会の「美しい橋のデザインマニュアル」および建設省道路局企画課道路環境対策室監修の「道路景観整備マニュアル」が発刊され、橋梁の景観設計が確立されたことによるものと思われる。

PC橋に限らず橋梁の景観設計を行う場合、橋面の高欄、親柱、照明等を飾る傾向になりがちであるが、本セッションで報告されているNo. 29, 31, 32の3橋は、橋梁そのものが美しい(親しみのある)造形としていることに価値がある。

(2) 斜ウェブを有する箱桁の斜引張応力度について  
長大橋の斜張橋に多く採用されている断面形状で耐風安定性よりウェブを傾斜させているが、No. 30で報告されているような検討はあまりされておらず、今後の設計の資料になることであろう。しかし、局部的なモデルで解析されており、検討課題も残されているとのことであり、次回の報告を待ちたい。

(3) PC橋の施工管理

張出し架設を行う場合のたわみ管理は、施工者にとって神経を使うものである。No. 33で報告された新滝沢川橋は、橋脚断面に配置されている鉄筋をコンクリートに換算した弾性係数を使用して上げ越し計算の一手法を紹介している。

No. 35：大倉大橋は、CCDカメラと画像処理機を連動したたわみ管理システムを紹介している。

(4) CAD化に関する報告について

工事量の増大および技術者不足を補うには設計図のCAD化は不可欠であり、No. 37, 38で報告されたCADはパソコンを使用しているところに意義があると思われる。

### ■セッション5

座長：大神芳馬，副座長：白石俊英

本セッションは9件の発表論文から構成されている。まず経年変化により耐力の低下した橋梁にアウトケーブルを使用した補修・補強例が2件報告された。No. 39は、緊張力が30%減少したPC桁の補修において、アウトケーブルによる補強効果をモデル桁を用いて確認した報告である。一方、No. 40は、主桁と横桁の縁切れ

補修に横締め用アウトケーブルを用いて補強した場合の付着性確認実験等の報告で、今後の補修方法の資料として大いに活用されると考えられる。

No. 41 の暴露試験は、海岸に10年間、30 供試体を暴露したもので、PC ケーブルに沿った縦ひびわれの有無、かぶり、グラウトの品質等の要因を変えて、中性化深さ、塩化物量、PC 鋼線の腐食程度などを調査した息の長い貴重な調査研究報告で、グラウトの大切さを教えている。

撤去桁の経年変化調査報告は、No. 42 の40年間供用された光弦橋、No. 43 の35年経た東京駅ホーム PC 桁、No. 44 の26年間供用された清水橋の3件であり、種々の調査検討を実施した報告であり、適切な材料、設計、施工により建設されたPC 構造物は、相当の耐久性があることを認識させられ、今後のPC 設計施工法を示していると考えられる。

つぎにNo. 45 では、旧橋を再利用するために、「総計768トンの橋梁の一括移設を安全に行った」という報告があり、今後の移設工法に資するものがあつた。

つぎに補修報告が2件あつた。No. 46 のトラック積載のバックホー衝突による補修では、PC ケーブルが露出したPC 桁の下フランジを鋼板接着工法により補修し、効果的な荷重分配が図られた報告がされた。他方No. 47 は、フローティングクレーンの衝突による損傷を補修した3径間ヒンジ付きラーメン橋に、道路拡幅の目的で、隣接した構造型式の異なる3径間連続ラーメン橋を架設し、たわみおよび移動量の異なる2橋を特殊な縦方向エクспанションジョイントを用いて連結した報告例で、非常に興味深く、今後の継続した観察報告を期待する。

以上の報告で感じることは、「コンクリートは生きている」ということで、「きちっ」とした設計・施工をしていれば十分な耐久性があり、その逆の場合、特にグラウトの不十分なものはPC 鋼線の腐食、破断につながるということを強く認識させられた。全体として非常にレベルの高い研究発表であつたと思われ、PC に対する情熱がPC の将来の発展性を約束しているように思われた。

#### ■セッション6

座長：丸山久一、副座長：石橋悦治

本セッションにおける8件の論文は、PC 構造物の耐久性を向上させるための新材料の開発研究に関するものであつた。耐久性向上のためには、いろいろなアプローチが考えられるが、大別するとコンクリート部の改善および緊張材の改善にわけられる。

コンクリート部の改善として、本セッションでは

##### ① コンクリートの表面防護

PIC フォーム複合部材の耐久性に関する研究。

##### ② コンクリートの品質改善

高炉スラグ微粉末のプレストレストコンクリートへの利用に関する研究。

##### ③ グラウトの品質改善

高品質PC グラウトの配合条件。

があつた。

また、緊張材の改善として、本セッションでは

##### ① PC 鋼棒の品質改善

耐塩性PC 鋼棒の諸特性。

##### ② FRP の利用

アラミドFRP 緊張材の基本的特性。

アラミドFRP プレテン橋の設計と施工。

炭素繊維緊張材のPC 道路橋への適用（揆川南橋の建設）。

##### ③ FRP の定着方法

静的破砕剤を用いたFRP 緊張材の定着方法。

があつた。

以上の発表に対し、活発な質疑応答がなされ、構造物の耐久性、ひいてはFRP 緊張材について関心の深さを知ることができた。このFRP 繊維などの新素材を実構造物に適用した例については、その挙動を引き続き観測してゆくとより良い使用方法に関する情報が得られ設計法に反映できるものとする。また、新素材に関する研究は、今回の発表のものに限らず他にもいくつかの大学・企業などで行われており、ヨーロッパなどに比べても日本が一歩リードしているものと考えられる。今後世界に広くその成果を公表し、構造物の耐久性向上に寄与して頂きたい。また、RC も含め構造物の耐久性向上は、現在および将来の課題であり、今後も積極的に取り組む必要がある。しかし、成果が出るまでには時間がかかるものなので、継続的に研究を進めてゆかなければならないと考える。

#### ■セッション7

座長：山崎 淳、副座長：日紫喜剛啓

本セッションは、PC 斜張橋の設計的観点からの研究や報告からなるセッションであり、合計8件の報告があつた。内容的には、非常に多岐にわたるものとなつた。

No. 56, 57, 59, 60 は、PC 斜張橋の耐震設計など動的特性に関する報告であり、これら以外は一般設計や施工管理手法に関する報告であつた。

No. 56 は、最近話題となっている斜材ケーブルの風振動のうちウェイクギャロッピングについて実橋にて実測した結果を解析結果も踏まえて報告された。No. 57 は、複雑な振動特性を持つ斜張橋に震度法を適用する場合の方法について、フローティング形式の斜張橋を例とし

## ◇報告◇

て単純化したモデルで検討を行い、その結果について報告された。No. 58 は、中空床版構造の主桁を有する一面吊斜張橋の斜材定着部横桁の設計法に関する報告であり、立体 FEM 解析を行い、横桁の有効幅について検討が行われた。No. 59 は、振動実験結果より得られる減衰定数は一般の PC 斜張橋の耐震解析に用いる減衰定数より小さいことに着目して、実験結果で得られた数値を用いた場合の動的解析結果について報告された。No. 60 は、部定式斜張橋の耐震性についての報告である。部定式斜張橋の地震時弾塑性挙動を把握するため、3 径間連続 PC 斜張橋を例として、部定式および自定式の弾塑性地震応答解析を行って比較した結果が報告された。

No. 61 は、総合的な施工管理システムのうち、たわみ管理システムに関する報告であり、たわみ誤差の予測、誤差要因分析や新設計値の計算方法などが報告された。No. 62 は、導入張力の設定方法に関する報告であり、施工中のクリープの影響を考慮して斜材の導入張力を決定するフローが提案された。No. 63 は、最終張力調整時のシム調整量決定の場合に、従来大型計算機を用いて行っていたものを現場のパソコンで行えるように、制約条件に工夫を加えて、計算フローを簡素化してシム調整計算を行う方法について報告された。

以上、内容的にはバラエティーに富む報告となったが、いずれも PC 斜張橋の今日的な技術課題に取り組んだ内容となっている。

講演後の討議においては、PC 斜張橋の施工管理手法について活発に討議された。今後、施工管理のデータを蓄積し、この方面の体系化を図る必要が感じられた。

### ■セッション 8

座長：渡辺史夫、副座長：深井 悟

本セッションは建築関係のセッションで、合計 8 件の論文が発表された。以下に発表の概要を示す。

No. 64 は、高強度鉄筋の緊張によりプレストレスを導入したプレキャスト部材と後打ちコンクリートからなる合成梁の曲げ実験より、合成梁の性状は一体打ちした梁と同等であることをしめた。

No. 65 は、今度開発したアンボンド PC 鋼線用定着装置の試験により定着装置の安全性を示した。

No. 66 は、アウトケーブル 2 方向スラブの実験により、通常のスラブ内配線の 1/3 のアウトケーブルの配線量でスラブが十分な耐力と変形性能を示すことを報告した。

No. 67 は、 $\pi$  スラブ合成床を使用した建物の振動実験を行い解析結果と比較検討し、採用した解析の方法が実用上妥当であることを示した。

No. 68 は、PC 合成床版の 767 日間の長期載荷実験により、長期たわみが弾性たわみの 2.31 倍であったこと、

PC 部と RC 部とが一体で挙動していることなどを示した。

No. 69 は、プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート梁部材の履歴吸収エネルギー量は PC 部材および鉄骨部材の履歴吸収エネルギー量の累加としてほぼ推定できることを示した。

No. 70 は、実験と解析を比較し、プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート梁のモーメント-曲率関係は平面保持を仮定した解析により推定でき、ひびわれ幅推定式は精度は劣るが RC の算定式を適用できる可能性が高いことを示した。

No. 71 は、パネルゾーンにプレストレスを与えることにより PCa 板を一体化した壁式ラーメン構造の高層化のための実験および解析結果により、本構法による高層化の可能性を示した。

発表後質疑が行われ、No. 70 に対してひびわれ間隔について、No. 71 に対してパネルゾーンのせん断力の評価について、等の質疑が行われた。

最後に座長より、今回の発表では高強度鉄筋、PC 合成床版、プレストレスト鉄骨鉄筋コンクリート等、材料面での活用および工法面での活用における比較的新しい試みの内容が多く見られた。今後もっと PC を宣伝してほしいとのまとめがされた。

### ■セッション 9

座長：則武邦具、副座長：上平謙二

本セッションは、PC 斜張橋の設計・施工に関する 8 件の報告であり、その内でも大規模橋梁のものが No. 72, 75, 76, 77 の 4 橋、中小規模橋梁のものが No. 73, 74, 78, 79 の 4 橋であった。

大規模橋梁では、その主桁の施工においてはすべて片持ち張出し施工がされている。一方、主塔の施工においてはクライミングフォームが採用されるなど、施工の合理化が図られている。また、斜材については、すべてストランド系の鋼材が採用され現場製作となっており、その被覆材には PE 管あるいは景観を配慮した色彩豊かな FRP 管が採用されている。特に、青森ベイブリッジでは、ゴールド色で着色された FRP 管が採用されている。

中小規模橋梁では、主桁の施工は支保工施工と片持ち張出し施工の併用のもの、あるいは全支保工施工となっており、特に、主桁に埋め込んだ H 鋼を吊るいわゆる先端吊り工法による張出し施工の採用もあった。主塔の施工においては、プレキャスト部材を使用したもの、あるいは鋼管コンクリート合成構造を採用したのものが、それぞれ施工に関する合理化工夫が見られる。また、斜材については、すべてプレハブ斜材が採用されている。

本講演内容がいずれも最近話題になっている PC 斜張



橋の設計・施工とあって、場内満員の盛況ぶりであり、質疑の方も施工品質管理項目として特に重要となる、斜材の定着および緊張管理手法に集中した。

PC斜張橋は、ランドマーク等の景観上の配慮から計画される場合が多く、また、構造上、主桁、主塔および斜材の3要素から成っているため、その組合せの自由度が一般橋梁に比べ高いことから、本セッションで講演された各PC斜張橋も種々の形状を呈している。今後ますますPC斜張橋の長大化が期待されており、施工の合理化を図るとともに景観美に優れた長大橋梁が建設されることを望む次第である。また、外国の実施例を見ても最近プレキャスト化が進んでおり、日本でも現在の建設事情あるいは急速施工を考慮して、プレキャスト部材が採用される可能性が含まれていると考えられる。

最後に、本セッションを盛り上げて頂いた各講演者の皆様に感謝の意を表する次第である。

#### ■セッション 10

座長：中條友義、副座長：佐久間隆夫

本セッションは、「各種構造物」というテーマで8件の発表があり、これを大別するとPCプレキャスト版(板)を用いたものが5件、浮体構造物が2件、卵形消化槽1件である。

PCプレキャスト版(板)5件のうちNo.80,81の2件は、老朽化した鋼桁上のRC床板を片側交通規制しながら床板を打ち換えた工事である。両橋の細部構造には多少の違いはあるものの基本的考え方は同じものである。すなわち橋軸直角方向がプレテンション方式のプレキャスト版を工場で作製後、架設し、橋軸方向をポストテンション方式でプレストレスを導入する方法である。近年RC床板の老朽化はよく見聞きするところであり、耐久性の向上、省力化、工期短縮等利点が多く今後もおおいに期待できるものである。また、次のNo.82は、歩道部をPC板を用いた合成床板とし、あわせて地覆をプレキャスト化している。構造部材の一部または全部をプレキャスト化することは、労働力問題に悩む日本の現状にマッチしたものであり、今後の広がり期待するところである。残りの2件のうちNo.84は、従来よりあるPCプレキャスト舗装版に温水を通し融雪舗装版とした報告である。スパイクタイヤの製造ができなくなることを考えるとまことにタイムリーであり、このように従来製品の付加価値を高め販路を広げていくことも必要であろう。そしてNo.85は空港エプロン部のPC舗装版が不同沈下を起こした場合調整する、リフトアップ試験の報告である。従来舗装が沈下した場合はオーバーレイで対処するのが普通であったものを、リフトアップを行い地盤との隙間にグラウトを注入する方法に実用化の目途がついたことは羽田空港、関西新空港を始めとする

各地の空港計画に向かってはずみとなるものである。

浮体構造物に関するNo.86,87の報告は、海洋性レクリエーションへの関心度が現状にそくしたものであり、別セッションで発表があった新素材と組み合わせることにより各種海洋構造物への応用も広くなり、大きく夢のある分野であろう。

No.83の卵形消化槽は、その消化効率のよさとあわせ景観性のすばらしさをもった構造物として、昭和58年より着実に増えてきているものである。本構造物もクライミング型枠によりサイクル施工を行っており、前述した部材のプレキャスト化との2本立てで、労働力不足に対応する必要性を強く感じるものである。

#### 7. 参加者側から見たシンポジウムの印象

参加者側から見たシンポジウムの印象を、名城大学理工学部土木工学科 泉満明教授にお願いし報告を得たので以下に掲げる。

“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出席して”

名城大学理工学部土木工学科教授 泉 満 明

プレストレストコンクリート技術協会は、会員の研究や技術開発等の成果を発表する場として研究発表会を毎年東京で開催してきた。今年は30回目を迎えることからエポックメークなことが企画され、我が国PC技術の発祥地といえる石川県において「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」と題するシンポジウムが実施された。周知のように我が国最初のPC道路橋は、石川県七尾市に昭和26年に竣工した長生橋であり、約40年を経過した現在でも供用されている。その後、我が国におけるPC技術の発展は経済の拡大とともに目を見張るものがあり、多少誇張するならばプレストレスの技術は建設技術の中核を占めるものとなってきている。コンクリート材料関連の進歩、緊張材の進歩、設計計算法の進歩、大規模構造物への適用、さらに関連設計基準類の整備等から、プレストレストコンクリートの発展の可能性はますます大きくなってきている。さらに、430兆の公共投資が今後10年間にわたって行われることが計画されている。このような状況から研究発表会が、その規模、内容をさらに充実して実施されたことの意義は誠に大きいものと考えられる。

シンポジウムは会期が2日間となり、特別講演4編、一般発表論文は従来の約2倍の87編、その内容も豊富で多岐にわたっており、参加者数も約300名となり、2会場に分かれて発表も討議も活発に行われ、会場全体が従来にない盛り上がりを見せていた。研究発表は、大

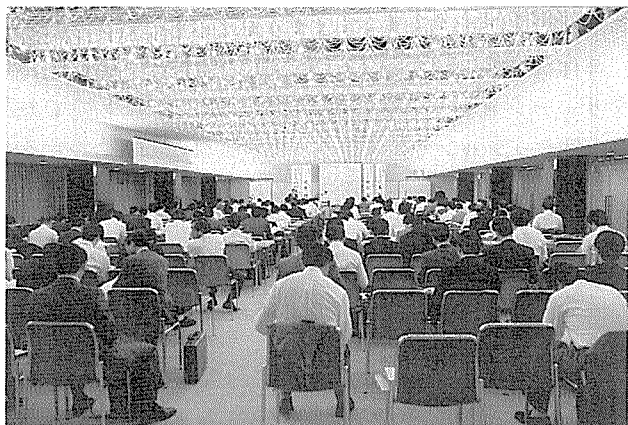


写真-11 シンポジウム会場

学、公共企業、大企業の関係者によるものが大部分であったが、今回は、コンサルタント、各種業種の会社関係者による発表も目立ち、PC技術の研究、開発の裾野が大きく広がってきており、日本のPC技術の基盤の広さを感じた。発表者にとって嬉しい驚きは証状と記念品を頂けたことで、シンポジウム企画関係者の細かい心使いに感激した次第である。

シンポジウムに引き続いてスタディツアーが行われた。ツアーは2種類が計画され、前述の長生橋の見学が中心のものと、原子力発電所の工事現場の見学とになっていた。前者は、PC道路橋の原点ともいえる長生橋、これはJIS規格スラブ橋タイプの原形、さらに近くに昭和27年に架設された泰平橋、これはJIS規格の桁橋タイプの原形となった2橋と、比較的最近(57年)に施工された能登島大橋の見学を含むものであった。途中でピー・エス・コンクリート(株)の七尾工場を訪問し、長生橋、泰平橋の施工当時のこともお聞きすることができ、当時から約40年間のPC技術の飛躍的な進歩に参加者一同感銘を受けたツアーとなった。

今回のように、比較的小規模な会議でも地方都市で開催されると新聞の紙面に上げられることが多く、一般の人々に対して格好のPRとなるメリットもあり、さらに地方都市にとっては多少のイメージアップに貢献

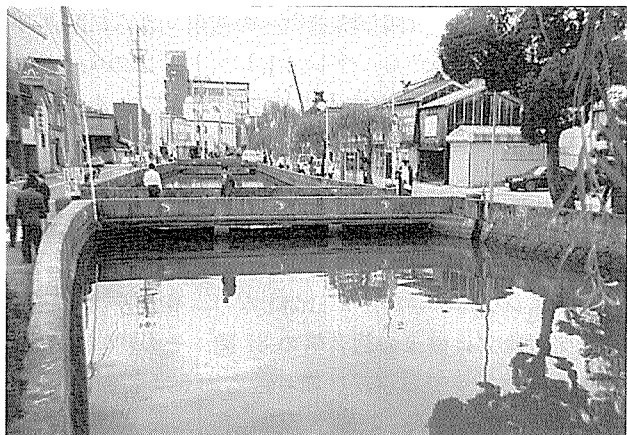


写真-12 長生橋現場見学

があらうと思われる。以上のように今回のシンポジウムは、企画の当初から池田委員長をはじめとして関係者の非常な努力、尽力の賜物として大きな成果を残し、大成功裡に終了した。この成功を、1993年に京都で開催予定のFIPによる国際シンポジウムにも引き継ぎ、90年代のさらなる発展の足掛りとしたいものである。

今回のシンポジウムは、技術協会の委員会で十分に検討し尽されたものと思われ、シンポジウムの規模として、構成、内容共にこれ以上のものは考えられない。しかし、あえてつけ加えることがあるとすれば、シンポジウム開催時点でのトピックスをパネルディスカッションで取り上げ、会議の方向付けと参加者の意識を高めるのに活用すること、さらにPRの面からこの機会を利用してポスター(写真類)を用い、一般の人々、学生にPC技術の紹介を行うこと、このためには、地元のマスコミの協力が必要となろう。海外に対するPRとしては、シンポジウムの論文中から選択して英文の論文集を作成し、海外の各機関、学者、技術者等に送付することを考えてもよいのではなかろうか。

ここ数年来、建設業界にはやや過熱ぎみとも思われるフォローの風が吹いているし、当分の間吹き続けるであろう。このような環境の中で、最近の我が国のPC工事は、その量、質共に世界最高の水準にあると推定できる。一方、技術は、在来のものを日本人独特の手法で高度にリファインしてきており、その水準は高いが、新しい技術面では欧米に先手、先手と打たれてきているように思われる。しかし、日本の工業水準からすれば、独自の技術開発はそんなに困難とは考えられない。例えば、設計・施工にファジー理論の応用、施工の高度なロボット化、ウォーターフロント、海上施設、地球外の構造物へのPCの適用、など開発を待っている分野は広いものと思われる。

技術関係から離れて、PC業界を見ると、年間3000億円の売上はかなり少ないように思われ、気になる点はいくつかある。一つは、PC構造物は良いものであるが、設計・施工が高度で難しいといった考え方が一般の技術者に認識され過ぎていること、次に、工事の積算方法が複雑で細か過ぎること、さらに施工管理に手間がかかること、最後に、大学等における専門教育においてコンクリート構造物、ましてPC構造物についての講義が十分に行われていないこと等があげられる。以上の問題点の解決は技術面以外の対応と時間が必要であり、PC構造に対するシンパを増やし、売上をのばすためにも避けて通ることができないように思われる。

国内のinfrastructureの整備が進み、社会が成熟し、やがてフォローの風が弱まってくることが考えられる。その時のために、技術力、マンパワーの強化、経営

戦略等を今から準備しておく必要がある。

## 8. 運営組織

実行委員会の下に幹事会を組織して運営にあたった。運営組織は、次に示すとおりである。

### ●実行委員会

委員長	池田 尚治	横浜国立大学
委員	荒川 敏雄	ピー・エス・コンクリート(株)
"	市川 和夫	黒沢建設(株)
"	大神 芳馬	富士ピー・エス・コンクリート(株)
"	河野 勝	ドーピー建設工業(株)
"	鈴木 素彦	オリエンタル建設(株)
"	内藤 隆史	大成建設(株)
"	中條 友義	日本鋼弦コンクリート(株)
"	野尻 陽一	鹿島建設(株)
"	則武 邦具	住友建設(株)
"	深山 清六	ピーシー橋梁(株)
"	三浦 良秋	ピー・エス・コンクリート(株)
"	山崎 淳	東京都立大学
"	渡辺 史夫	京都大学

### ●同上 幹事会

幹事長	阿部 宗人	ピー・エス・コンクリート(株)
副幹事長	近藤 真一	住友建設(株)
"	林下 敦	オリエンタル建設(株)
幹事	飯泉 章	日本鋼弦コンクリート(株)
"	飯塚 明彦	ピーシー橋梁(株)
"	石橋 悦治	住友電気工業(株)
"	上平 謙二	ドーピー建設工業(株)
"	春日 昭男	(株)日本構造橋梁研究所
"	木内 武夫	ピー・エス・コンクリート(株)
"	佐久間隆夫	富士ピー・エス・コンクリート(株)
"	白石 俊英	大成建設(株)
"	野村 貞広	ピー・エス・コンクリート(株)
"	広実 正人	パシフィックコンサルタンツ(株)
"	日紫喜剛啓	鹿島建設(株)
"	深井 悟	(株)日建設計
"	福永 英治	(株)銭高組



写真-13 受付風景

"	森本 洋三	川田建設(株)
"	渡辺 邦夫	(株)構造設計集団 (SDG)

## 9. おわりに

コンクリート材料の進歩、緊張材の進歩、設計計算方法の進歩、大規模構造物への需要等、プレストレストコンクリートの発展の可能性がますます大きくなっている。この時期に我が国 PC 技術発祥の地のもとで実施できたことは極めて大きな意義があった。開催期間中地元新聞紙上にはシンポジウムの開催記事、スタディツアーの記事が掲載され関心の深さをうかがい知ることができた。

また、当協会が所属している FIP (国際プレストレストコンクリート連合) では、1993 年 10 月に京都で国際シンポジウムを行うことが決定されており、今回開催されたシンポジウムは 3 年後の京都での国際シンポジウムの足掛りにもなったと考える。第 2 回の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は、奈良での開催を予定しており、今回のシンポジウムにも増しての会員各位の御参加をお願いする。

なお、今回のシンポジウム開催実施にあたり御協力、御援助して下さった方々に心より御礼の意を表する次第である。

[文責：実行委員会幹事 飯泉 章]