

fib シンポジウムと南フランス橋梁調査報告

武知 勉*1・鈴木 宣政*2・辻 幸和*3

1. はじめに

2004年のfibシンポジウムはフランスのアビニョン(Avignon)で開催された。今回のシンポジウムテーマは「コンクリート構造物：創造性への挑戦」(Concrete Structures: the Challenge of Creativity)である。

このたび、このシンポジウムにプレストレストコンクリート技術協会の池田顧問を交えた調査団の一員として参加したので、その概要について報告する。

2. 開催概要

- 開催期間：2004年4月26日～28日
- 開催会場：法王庁宮殿 (Palais des Papes)
- 基調講演：7編
- 特別講演：3編
- 一般講演：9テーマ 93編
- 会議参加国：44カ国 380名
- 運営団体：AFGC (Association Francaise de Genie Civil)

表 - 1 参加者数と講演論文数

国名	参加者数	講演論文数
France	124	27
Japan	40	8
Czech Republic	17	3
USA	16	5
Germany	15	5
Russia	15	-
Switzerland	15	1
Croatia	14	2
The Nethrland	12	5
Italy	10	4
Spain	9	1
Australia	7	4
Slovenia	7	1
Belgium	6	2
Austria	5	3
Poland	5	5
Canada	4	1
Hungary	4	1
Korea	4	1
Portugal	4	-
Slovakia Republic	4	2
United Kingdom	4	1
その他 22カ国	39	11
合計 44カ国	380名	93編

3. シンポジウム会場

南フランスに位置する古都アビニョンは、城壁に囲まれた城郭都市であり、中世にはキリスト教法王庁が置かれた町である。この時代にはローマに代わるカトリックの中心地として繁栄をきわめ、華やかな文化と芸術の町として知られている。今回のシンポジウムは、アビニョンの中心的建造物であり、国際会議場として一部を改装された法王庁宮殿 (Palais des Papes) にて開催された。



写真 - 1 シンポジウム会場

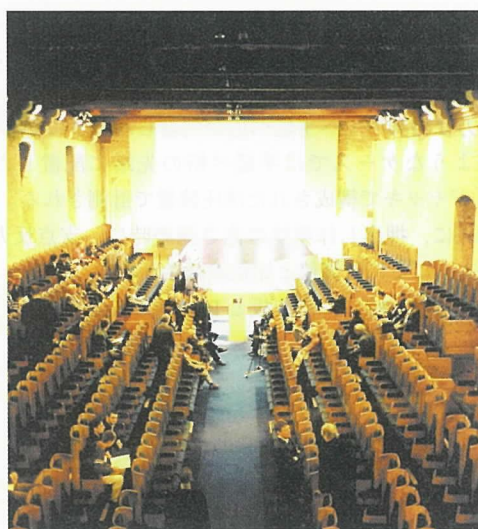


写真 - 2 会場 1 Conclave Hall

*1 Tsutomu TAKECHI : オリエンタル建設 (株) 第二技術部

*2 Nobumasa SUZUKI : (株) ピーエス三菱 東京土木支店

*3 Yukikazu TSUJI : 群馬大学 工学部 建設工学科 教授



写真 - 3 会場 2 Benoit XII Cellar

4. セッション概要

今回のシンポジウムでは9テーマが設定され、基調講演と特別講演を含めた103編の講演論文が13のセッションにより発表された。シンポジウム日程を表-2に、基調講演および特別講演の一覧を表-3に示す。

表-2 シンポジウム日程

4 / 26	
9:30 ~ 10:45	オープニングセッション
11:15 ~ 12:30	セッション2 基調講演
14:30 ~ 16:00	セッション3 新材料 構造物および構造部材のモニタリング
16:30 ~ 18:30	セッション4 新材料 鋼・コンクリート複合構造
19:00 ~ 20:00	ウエルカムレセプション
4 / 27	
9:00 ~ 10:00	セッション5 基調講演
10:30 ~ 12:30	セッション6 新材料, 構造的・特性 構造物
14:30 ~ 16:00	セッション7 新材料を用いた構造物 構造的・特性
16:30 ~ 18:30	セッション8 構造物 構造のモデル化
20:00 ~ 23:00	バンケット
4 / 28	
9:00 ~ 10:30	セッション9 構造物 景観性におけるコンクリート表面の改善
11:00 ~ 12:30	セッション10 構造物 構造安全性
14:30 ~ 16:30	セッション11 基調講演・特別講演
17:00 ~ 18:30	クロージングセッション

5. 橋梁調査

今回はfibシンポジウムの参加に併せて南フランスの橋梁調査を行った。その中でTGV高架橋とMillau高架橋に

表-3 基調講演・特別講演

1	Werner Lorenz (Germany) 創造への挑戦-歴史から学びますか?
2	Jean-Francois Klein (Switzerland) 工学と現代社会-沈思
3	Armando Rito (Portugal) 橋梁設計 美の追求
4	Konrad Bergmeister (Austria) 革新的な建設材料の発展についての再考
5	Giuseppe Mancini (Italy) 設計のモデル化
6	Jiri Strasky (Czech Republic) コンクリート吊構造物
7	Christian Bousquet (France) 高速鉄道地中海線の主要な橋梁
8	Claude Servant (France) Millau 高架橋の設計
9	Frederic Martareche (France) モナコのセミフローティングデッキ 長さ 352 m のコンクリートケーソン
10	Rene Walther (Switzerland) 創造的な設計の励みと障害

ついて報告する。

5.1 TGV 高架橋

フランス高速鉄道であるTGVの鉄道高架橋は、鉄道の高速性に主眼を置き、運行安全性と耐久性を重要視して設計されているが、デザインにも配慮された橋梁である。1つ1つの橋梁は個別の建造物として考えられ、形状的な特徴や構造形式などがそれぞれ異なっている。近年建設された高架橋はPC構造やPC・鋼複合構造であり、張出し工法や押し出し工法などの架設方法に適した構造形式となっている。PC鋼材の配置形式は内外併用とし、内ケーブルは床版内だけに配置されている事例が多い。

コンクリートは高強度コンクリートを使用しており、プレキャストセグメント工法を適用している高架橋もある。複合構造橋梁にはアーチ橋やトラス構造など多様な形式があり、鋼材が使用される部位やアーチ形状などに工夫がなされ、デザインに配慮した設計となっている。

Vernegues 高架橋(写真-4)はVernegues 地方近くのCazan 溪谷上を通過する橋長1210mのPC連続箱桁橋であ

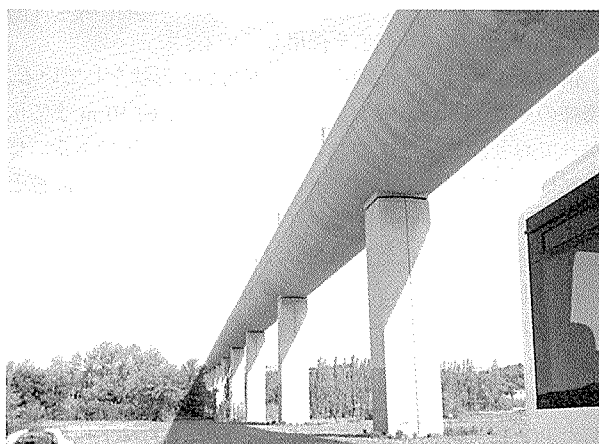


写真 - 4 Vernegues 高架橋

る。本橋は、例外的に建築系の設計チームによって全体構造が検討され、円形の主桁断面が採用されている。

本橋は橋梁端部の盛り土を避けるために、支間および形状を変化させた橋脚により構成されている。つまり、33 m から 5 m まで変化している橋脚高にあわせて、橋脚高さと支間の比率を一定とし、中央径間の 80 m から橋梁端部の 15 m まで変化させた支間構成となっている。また桁の断面形状は特殊な箱断面であり、下側外郭は円筒の形状であるとともに、桁高も支間にあわせて変化させたため、中央径間部では桁高 5.25 m、橋梁端部では桁高 1.5 m となっている。さらに高欄はプレキャスト製であり、床版の形状に合わせた形状となっている。クリアカラーとライトサンドに着色されたコンクリートの設計基準強度は 52 MPa である。

架設方法は橋梁端部では押し出し工法、中央径間部では片持ち張出し工法を用いている。押し出し工法区間の支承はスライディング沓と思われるが、約 4～5 径間ごとに落橋防止壁が支承の両外側に設置されている。

Ventabren 高架橋（写真 - 5）は高速道路上を通過し、Ventabren と Eguilles の間に位置する橋長 1 730 m の PC 連続箱桁橋である。支間は標準部が 45 m で、高速道路を跨ぐ部分が 100 m となっている。

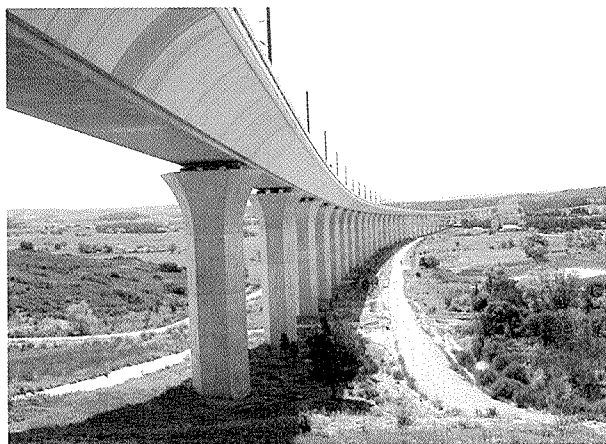


写真 - 5 Ventabren 高架橋

張出し床版は、曲型ストラットのようなコンクリートパネルで支持されている。コンクリートの設計基準強度は 44 MPa で、クリアグレー色を採用している。

橋脚は 14 m ～ 28 m の高さで、六角形の形状をしている。橋脚の周長は 6 m 程度であるが、上部では約 10 m まで広がっており、ワイングラスの脚部と同様の形状である。標準部は押し出し工法で、高速道路上に架かる支間 100 m 部とその両側 3 径間が張出し工法で架設された。100 m の張出し工法区間では高速道路の安全に配慮して、高速道路に平行に張出し施工を行い、橋桁を約 30 度平面回転させて閉合する施工が行われた。また、地震時の影響を低減するため、接合部にはダンパーが取り付けられている。

Arc 高架橋（写真 - 6）はロックファーブル水道橋に隣接した PC・鋼複合構造の橋梁である。計画当初は平凡な形状であったが、建築の影響を受けて発展した景観デザインの

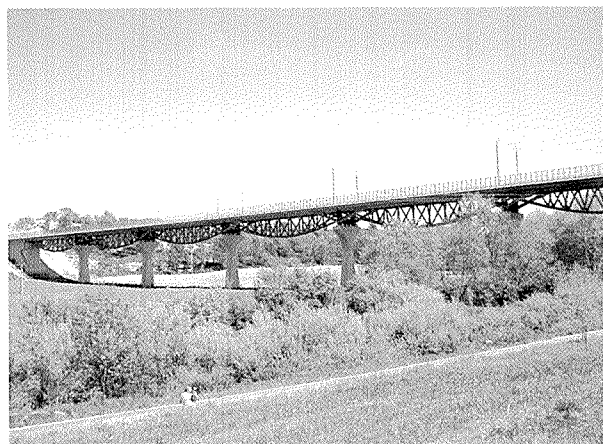


写真 - 6 Arc 高架橋

適用によって、美しい形状に設計された橋である。橋脚は曲線を多用し、景観デザインを強く意識した美しい形状をしている。鋼製アーチ形状の下弦トラス構造をした桁上には移動型枠を用いて施工された鉄筋コンクリート床版が接合されている。

桁高を一定とし、さらに部材数を減らすことで、できる限り形状がすっきり見える構造にしている。必要な骨格の部分だけの形状は自然の平穏な風景に溶け込んでいる。また橋面排水処理は、排水柵から直接雨水を落とす構造になっている。排水管の取付けは景観を悪くするためか、他の橋梁でもほとんど付いていないようである。

5.2 Millau 高架橋

高速道路 A 75 にあるもっとも大規模な土木構造物である Millau 高架橋は、全長 2 460 m に達する一面吊の 8 径間連続鋼斜張橋である。この橋長はパリの凱旋門からコンコルド広場までの距離（約 2 800 m）にほぼ相当する。また 7 基の橋脚のうちもっとも高い P 2 橋脚は主塔も含めた全高で 335 m となり、パリのエッフェル塔の高さ（320.75 m）をも凌ぐ。主桁鋼重量は約 36 000 トンで、これはエッフェル塔の約 5 倍に相当する。

本橋は 204 m の側径間と 6 @ 342 m の中央径間から構成されている。P 2 橋脚（245 m）と P 3 橋脚（223 m）は、これまでに建設された橋脚の中でもっとも高いものであり、また橋脚の先端 90 m は 2 軸に分かれた形状となっている。主桁は 4 つの球面支承を介して 2 軸に分かれた橋脚の上に置かれ、完成時には剛結構造となる。P 2 橋脚と同様に、一面吊の多径間連続斜張橋としても記録保持構造物となっている。

主塔は高さ 87 m の鋼製であり、11 組の斜材がハーフファン形状に配置され、12.51 m 間隔で主桁中央部を吊っている。斜材は引張強度 1 860 MPa の ϕ 15.7 のストランドを主塔付近では 45 本、支間中央部では 91 本を組合せている。また防錆方法は、亜鉛メッキした上に全体をポリエチレン被覆としている。緊張方法は主塔側を固定端とし、主桁側を緊張端としている。

押し出し装置は各橋脚および仮支柱の天端に設置され、中央制御されている。押し出し装置の能力は、主桁昇降用ジャ



写真 - 7 Millau 高架橋

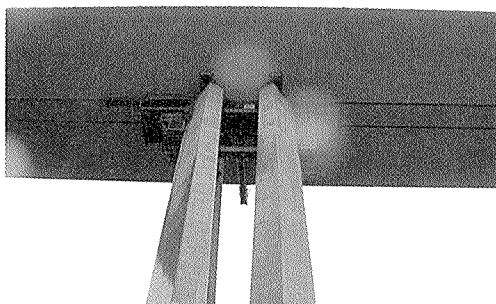


写真 - 8 Millau 高架橋の橋脚上部

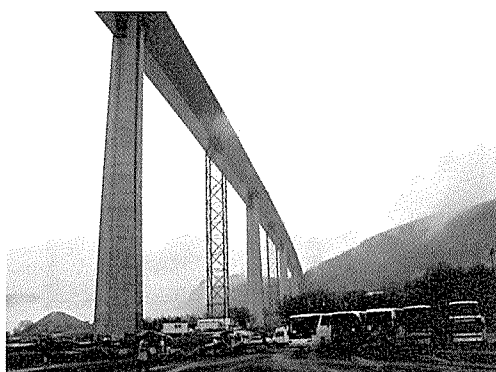


写真 - 9 Millau 高架橋の橋脚と仮支柱

ッキが2 500 kN, 押し出し用水平ジャッキが600kNを2基となっており, 1ストローク600mmを4分で移動させている。

写真 - 7 に調査時の施工状況を示す。本橋は斜張橋の主塔と斜材によって先端を保持した押し出し工法で架設される。上部工の両側からの押し出し架設は2004年2月上旬から始まり, 6月中には橋体を完成させ, 2004年10月には供用を開始する予定である。

6. おわりに

今回の *fib* シンポジウムおよび橋梁調査を通じ, 海外の技術者や調査団の皆様と交流できたことは大変に有意義であった。また TGV 高架橋群および Millau 高架橋の橋梁調査では, 個性的なデザインと大胆な構造に驚かされ, シンポジウムのテーマである “the Challenge of Creativity” について改めて考えさせられた。

今後の *fib* シンポジウムは2004年11月26日から29日にインドのニューデリーにおいて, 2005年5月にはハンガリーのブタペストにおいて開催される予定である。今後も素晴らしいシンポジウムが世界各地で開催され, 参加者の交流と PC 技術の更なる発展がなされることを期待する。

最後に, 池田顧問をはじめ, シンポジウム参加にあたりご尽力いただいた関係者および調査団の方々に心より感謝の意を表する次第である。

表 - 4 調査団名簿

氏名	所属
辻 幸和	群馬大学
池田 尚治	横浜国立大学名誉教授 (株) 複合研究機構
春日 昭夫	三井住友建設 (株)
鈴木 宣政	(株) ビーエス三菱
松原 喜之	住友電工スチールワイヤー (株)
赤松 真一	神鋼鋼線工業 (株)
武知 勉	オリエンタル建設 (株)
辻 健次	(株) 富士ビー・エス
早川 岳	(株) 安部工業所
藤井 洋史	日本鋼弦コンクリート (株)
渡辺 孝司	極東鋼弦コンクリート振興 (株)
赤松 輝雄	ビーシー橋梁 (株)
黒沢亮太郎	黒沢建設 (株)

【2004年7月1日受付】