

技術会議報告 T5 プレストレストコンクリート構造における プレファブリケーション技術

渡辺 泰充*

1. セッションの全体概要

プレファブリケーションに関するセッションには、全部で28編の発表が予定された。このうち、20編が会議当日発表された。発表された論文のうち、13編が日本から、7編がイギリス、アメリカなど海外からのものであった。その内容を大別すると以下のようである。

- ・ 建築物に関する基礎的研究 7編
- ・ 橋梁の設計施工報告 6編
- ・ 橋梁に関する基礎的研究 3編
- ・ 新技術・新工法 2編
- ・ 建築物の施工報告 1編
- ・ 海洋構造物の施工報告 1編
- ・ 試験方法 1編

プレファブ部材の接合技術は、コンクリート構造のプレファブリケーション技術の一つの大きな柱である。本セッションで発表された建築物に関する基礎研究では、柱～梁、柱～フーチングなどにおける応力伝達に関するものが3編あり、本テーマにおけるこの分野の研究がまだまだ盛んであると感じさせた。このほか、梁、柱、壁のそれぞれについて、新しい構造の開発に関する研究が紹介された。

報告されたプレキャスト工法による橋梁の内訳は、桁

橋と吊床版橋がそれぞれ2橋、アーチ橋および吊橋がそれぞれ1橋であった。特に、バンコクに建設された橋面積99万m²にも及ぶ高架橋建設工事や、インド最大のプレストレストコンクリート鉄道橋である橋長2341mのアーチ橋の報告は、会場の注目を集めた。

橋梁のプレファブ化に関する基礎的研究としては、鋼・コンクリート合成梁、PC定着部、外ケーブルによりプレストレスされた箱桁強度に関するテーマが発表された。また、プレファブリケーションに関する新技術として、中空断面をもつPC鋼棒によるプレストレスシステムとコーベルとプレストレスを利用した柱・梁接合法が紹介された。

コンクリート工事における省力化・急速施工の要請は、今や我が国のみならず世界共通の認識であると言ってよい。コンクリート構造のプレファブ化は、その要請に対する一つの答えであることも共通の認識であろう。その意味において、このセッションはプレストレストコンクリート構造の近未来像を探る非常に重要なものと考えられる。残念ながら、このセッションに発表された論文の限りでは、明確にその姿を探り当てることはできなかったが、プレファブリケーションに対する各国の技術または技術的興味の現状を知り、幾つかの新しい技術情報を収集するという意味において有意義であった。

2. プレファブ技術の現状と今後の動向

(1) 建築物に関する基礎的研究

この分野で発表された論文のうち、部材の接合または応力伝達に関するテーマとしては、プレキャスト(Pca)柱とフーチングの応力伝達に関する実験的研究、扁平な梁と柱の接合に関する実験的研究、および鉄筋・PC鋼棒の圧着継手に関する報告があった。

Pca柱とフーチングの応力伝達に関する研究の目的は、Pca柱をフーチングに埋め込む場合の合理的設計法を、耐震性能を含めて確立することである。報告では、1/2スケールモデルの繰返し載荷試験結果から、柱の埋込み深さに応じた実用的な設計方法が提案された。



* Yasumitsu WATANABE
清水建設(株)
土木本部技術第一部

柱～梁接合部については、パーシャリープレストレスされた、 b/d が4程度の偏平な梁（フラットビーム）と柱をPC鋼棒によって接合する工法の実験的研究が報告された。施工が単純化されるのみならず、実験によれば、地震時の繰返し载荷に対しても十分なじん性を有している。この報告については、Tassios から「ナイスワーク！」とのコメントの後、プレストレス力の大きさ、フラットビームを支えるブラケットの長さについて質問があった。これに対し、プレストレス力は80 t/本としているが、まだチェックはしていないこと、またブラケットの長さは45 cmでは不十分であるが、60 cmあれば十分であるとの回答があった。

また、同様の概念によって、コーベルの付いたPca柱とプレストレストPca梁をケーブルによるプレストレスで結合する方法の基礎的研究が報告された。

スラブに関する研究として、ハーフプレキャストされ、アンボンドケーブルによりプレストレスされたワッフルスラブの施工性および強度に関する報告があった。これは、スパンが10 mを超えるスラブの省力化施工を目的として開発されたもので、図-1に示すようなリフトアップ工法により施工することを特徴としている。実験によれば、曲げびびわれ性状や長期たわみに対する性能が大幅にアップした。これに対し、会場より耐震性能は確保できているかとの質問があったが、現在は部材の実験段階であり構造システム全体はこれからのテーマであると回答があった。

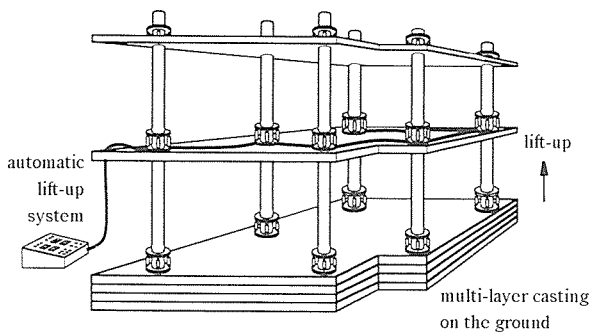


図-1 スラブのリフトアップ工法

プレキャスト化されたせん断壁に関する研究も報告された。これは、柱、梁、せん断壁のすべてをプレキャスト化し、スラブをPC合成床版構造とした3階建の建物をモデルに行われた実験的研究であり、実験の結果、柱間の結合をプレストレスト構造とし、壁の鉛直鉄筋をスプライススリーブ継手とすれば、一体場所打ち構造と同等の優れた耐震性能を示すことが明らかとなった。

また、設計法に関する研究として、プレキャストコンクリートと場所打ちコンクリートの合成部材がPPC構造である場合の応力計算方法が提示され、長方形断面、

T形断面およびスラブ構造について簡略法が提案された。

(2) 建築物の施工報告

建築物の設計施工に関する報告は、サッカー場のスタンドとらせん式駐車場のスラブ構造の2件の予定であったが、前者についてのみ発表があった。このサッカー場は、イギリスの名門クラブチームであるアースナルFCのものであり、シーズンインまで4か月という制約の中で、84 m×12 mの2階建特設スタンドを建設するために、柱、梁、スラブにプレキャスト部材が用いられた。柱～梁の接合は、PC構造が用いられた。

(3) 橋梁に関する基礎的研究

橋梁に関する基礎的研究としては、鋼・コンクリート合成桁のずれ止めにプレストレスを応用した研究、バンコクにおけるプレキャストセグメント工法による大規模高架橋工事に関する実験報告およびPC鋼材定着部の3次元FEM解析について報告があった。

鋼・コンクリート合成桁において、床版をプレキャスト部材にする場合は、施工性を確保するためにはスタッドの数を少なくする必要がある。このため、図-2に示すような方法で、鋼とコンクリートの境界面にあらかじめせん断力を与えておくことが考案され、実験の結果、非常に有効であることが報告された。

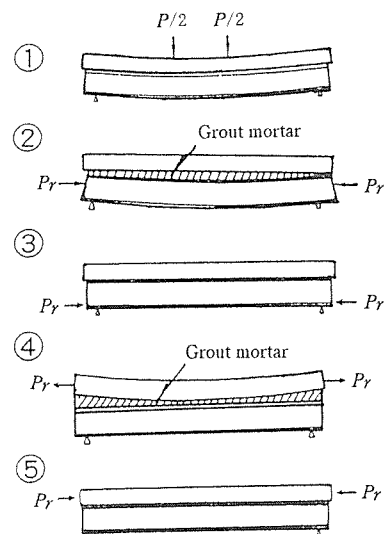


図-2 各種のプレシュアリングストレス導入方法

バンコクの高架橋に使用されたPC箱桁の実物大試験の結果が報告された。この箱桁は、図-3に示すようなドライジョイントと外ケーブルによるPca桁である。試験の目的は、①プレストレスに対する箱桁内の隔壁およびデビエータの安全性の確認、②使用状態における変形および応力状態の確認、③終局荷重状態における安全性の確認、の3点であった。供試体は、スパン45 m、桁高2.4 mの単純桁であり、14個のセグメントにより

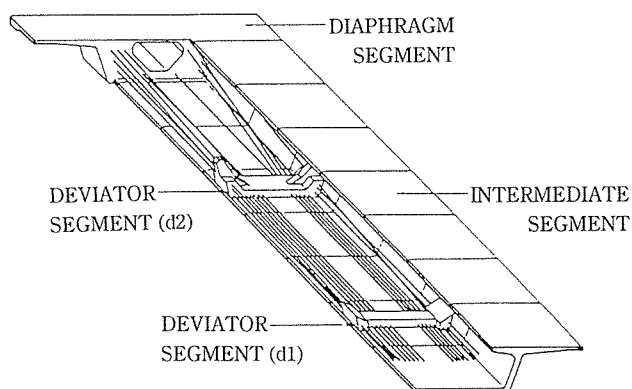


図-3 外ケーブルによるプレキャストブロック桁

構成されている。その結果、①デコンプレッションモーメントまでは、場所打ち桁とまったく同様の变形挙動を示すこと、②外ケーブルの摩擦係数は0.15程度であること、③曲げ上げ角度が大きい(試験では8°)デビエータを用いた場合、載荷による外ケーブルの応力増分が完全に伝わらないこと、④破壊荷重は設計値を7%上回るものであったことなど、有益な情報が報告された。

(4) 橋梁の設計施工報告

プレファブ리케이션技術を用いた橋梁の実施例として、我が国からは東名足柄橋、二色の浜高架橋、ポリマー含浸コンクリート型枠を用いた吊床版橋が、イギリスからバンコク第2次高速道路プロジェクトにおけるプレキャストセグメント工法の概要が報告されたが、これらはすでに国内で発表されているので、ここでは省略する。

インドからは、インド最大のプレストレストコンクリート鉄道橋となる The III Godavari 橋の設計と施工に関する報告がなされた。本橋の構造形式として、鋼桁橋、PC 下路式アーチの2案が提案され、経済性・耐久性・施工性などを検討した結果、後者が採用された。



写真-1 The III Godavari 橋



写真-2 The III Godavari 橋の架設

アーチ橋は、橋長2341m、スパン94mのアーチ28連で構成されている(写真-1)。施工方法は、写真-2に示すように、PC鋼棒を用いた場所打ちカンチレバー工法でアーチリブを施工し、アーチリブ閉合後、アーチリブから吊り下げたハンガーで吊り支保工を懸垂し、主桁を場所打ち施工するというものである。

また、チェコにおける2径間連続PC吊床版橋と橋長312mのPC吊橋の設計と施工に関する報告があっ

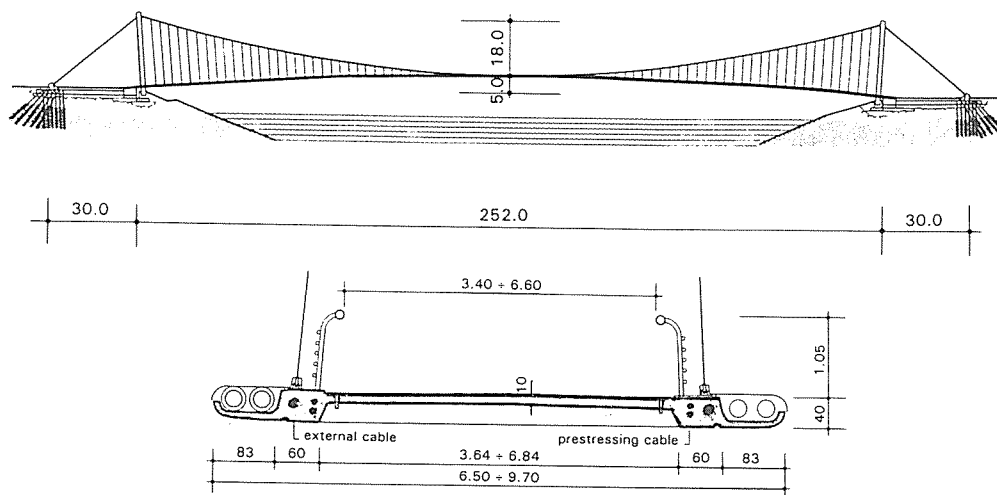


図-4 Vranov 湖橋 (PC 吊橋)

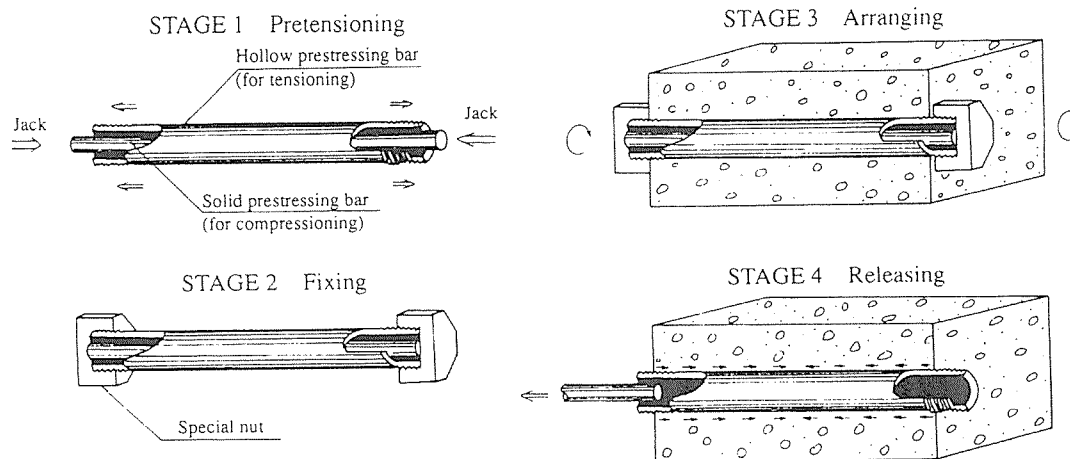


図-5 中空鋼棒を用いたプレストレスシステム

た。この PC 吊橋は、図-4 に示すように、中央支間 252 m、有効幅員 6.5~9.7 m の大規模なものであり、設計はアメリカの T. Y. Lin International である。床版は厚さ 10 cm で両端に 40 cm のリブを有する長さ 3 m のプレキャスト版である。施工方法は、メインケーブルを張り渡した後、床版架設用のテンポラリーケーブルでプレキャスト版を架設し、その後メインケーブルからハンガーで吊り下げるというユニークなものである。我が国では、耐震性、耐風安定性等気になるところであるが、静かな Vranov 湖に映る、スレンダーの極致ともいべき優美な姿が紹介された。

(5) 新技術・新工法

新開発の技術としては、中空鋼棒を用いたプレストレスシステムが発表された。このシステムは、図

-5 に示すように、中空断面の PC 鋼棒とその内側に挿入した中実断面の PC 鋼棒から成っている。内側の中実断面の鋼棒に反力を取り、外側の中空断面の鋼棒を緊張した後、中空鋼棒の端部を特別製のナットで定着する。この状態で内側の PC 鋼棒の圧縮力と外側の中空鋼棒の引張力が釣り合っているが、これを型枠内に配置し、コンクリートが硬化後ナットを外すことで外側の中空鋼棒の引張力が解放されコンクリートにプレストレスが導入される。これによって、プレテンションシステムのように大規模な反力台が不要となり、また現場での緊張管理が不要となる。会場からは、製作または適用可能な鋼棒長さの上限や曲げ半径の限界に関する質問があった。また、上床版にこのシステムを用いた場合、曲げられた内部の鋼棒の座屈が問題になるとの指摘があった。