

PCに関する新たな展望

辻 幸和*

1. ま え が き

プレストレストコンクリート (PC) の構造形式は、今後とも多様化・高品質化するとともに、鋼構造との複合化が一層推進されて新たな展開が図られようとしている。その背景としては、土木・建築の構造物や施設に要求される性能が多様化しているとともに高度化・高品質化し、加えてコスト削減の要請が高まっており、これらの要請に対して基礎的研究、実験的検討、そして実証的適用等の各段階を踏まえた新しい構造形式が模索され、また開発されてきたことが挙げられる。

本文では、これらの代表例を取り上げながらPCの新たな展望を橋梁を中心に、浅学を顧みず述べてみたい。

2. 斜 張 橋

PC斜張橋の実施例が増加している。道路橋、鉄道橋、歩道橋へと多分野における適用例が多く報告されている。そして、主塔、斜材、主桁の種類や形状寸法等についての多様な斜張橋が建設され、地域のランドマークとなり、また市民生活の中で重要な地位を占めている。今後とも、景観設計に工夫がなされ、個性化と長大化が図られることだろう。また長大化に伴う耐風設計手法、斜材の緊張力の管理などの施工方法などについても、洗練されていくことであろう。

斜張橋主桁における鋼とPCの複合化手法は、本州四国連絡橋の生口橋や多々羅大橋、フランスにおけるノルマンディー橋の実績とともに、今後とも長大化の視点から有望と考えられる。接合部についての設計や施工方法の確立とともに、鋼とPCとの最適配置方法、PC部分のプレキャスト化を図っての急速施工化などが、今後の課題として残されている。

3. 外ケーブル構造、大偏心外ケーブルPC橋

外ケーブル構造は、PC鋼材の防錆技術の向上に伴い使用例が増加している。部材断面内に配置される内ケーブルとの併用が一般的であるが、外ケーブルのみについても採用されはじめられている。部材断面を薄くすることができて自重を軽減できること、大容量のPC鋼材を使用できること、およびPC鋼材を直接目視できることによって管理が容易であることなどの利点により、場所打ち施工による箱桁橋やプレキャストセグメント橋への利用が増加している。また最近では、張出し施工によるPC連続ラーメン橋への適用例も増加している¹⁾。

大容量のPC鋼材の配置が可能だけに、PC鋼材の配置本

数やデビエーターの配置方法と構造詳細などについての規定化が急がれている。日本道路公団の設計要領には、詳しい記述がなされた¹⁾。

外ケーブル構造は、大偏心外ケーブルPC橋へも拡張され、PCの適用分野を拡大させている。大偏心外ケーブルPC橋は、その偏心量の大きさをどの程度まで採るべきか、PCケーブルをコンクリート版で被覆するか否かをどのように評価するべきかなどについては、今後とも検討がなされていくことであろう。

4. プレキャストセグメント工法

プレキャストセグメント工法は、1966年頃わが国においても実用化され、多くの長大橋がこの工法で架設されたが、その後適用例が少なくなっていた。しかし1997年に完成した松山自動車道の重信高架橋で高速道路に本格的に採用されて以来、高速道路への大規模な適用例が注目されている¹⁾。この工法は、桁の製作やストックするヤードの確保とともに、運搬可能なセグメントの質量が、経済性や施工性を大きく左右させる。とくにセグメント1個の最大質量は、第二名神高速道路の弥富高架橋で80tであるが、木曾・揖斐川橋では500tと巨大化している¹⁾。

セグメントの軽量化を図ることが、今後の課題と考えられる。第二名神高速道路の近鉄跨線橋・古川高架橋・朝明高架橋で検討されているリップ付き床版の採用とともに、コンクリートの高強度化、および側壁に代えてプレキャストのストラットを採用することなどにより、軽量化が図られていくことと考えられる。

5. 複 合 構 造

斜張橋の主桁をPC桁と鋼桁で橋軸方向に接合して複合化する試みは、2章においてすでに述べた。

PC箱桁のウェブを鋼材に置き換えた「波形鋼板ウェブPC箱桁橋」が、銀山御幸橋(秋田県)や東海北陸自動車道の本谷橋などに採用された。ウェブをコンクリートから波形鋼板に置き換えることにより、桁自重の軽減や施工の省力化を図ったものである。フランジコンクリートとウェブの波形鋼板との埋込み接合部における疲労の問題については解決されたが¹⁾、この部分の長期耐久性の評価には今後のデータの収集が待たれる。

弦材(上下床版)をコンクリートに、腹部を鋼トラスで構成する複合トラスの「鋼トラスウェブPC橋」の適用も計画されている。自重の軽減やスパンの長大化および施工の合理化が可能な構造形式として期待されているものである。格点部の構造詳細を、その耐疲労性、施工性および経済性が

* Yukikazu TSUJI: 本協会理事, 群馬大学 工学部 建設工学科 教授

ら定める検討もなされている。

橋脚の中に鋼管を組み込んで、せん断補強鋼材としてはPC鋼より線を配置する「鋼管複合橋脚」が実用されている。鋼管は内型枠や支保工として、また引張鋼材として用いられ、高橋脚の急速施工に有望視されている。

6. PC 橋脚

通常のRC橋脚にプレストレスを導入して、PCの高い耐荷性能や変形性能を利用する試みがなされている。地震後の残留変位が小さいことや十分な帯鉄筋を用いることによるじん性の高い粘りのある力学的性状については、実験的に確認されている。

プレストレスの導入力が大きいほど、残留変位は小さくなるがエネルギー吸収能は小さくなる。最適なプレストレス力やPC鋼材と鉄筋の耐力分担率の選定、中空断面橋脚におけるせん断補強鋼材の配置方法およびじん性の評価方法について今後とも検討を重ねることにより、PC橋脚が数多く実用されることを期待する。

7. PRC (PPC) 構造

PRC構造は、PCとRCの利点を併せもつ構造形式として近年とくに注目されている。高速道路橋や鉄道橋においても、PRC構造が数多く適用されてきている。現在のところ、原則として内ケーブル構造の場合に限定されている。

PRC構造の曲げひび割れ幅は、コンクリート強度が増加すると大きくなること、PRC構造を張出し施工のように打継目を有する構造物に適用する場合には打継目に曲げひび割れが集中するとともに、せん断耐力が低下する場合もある。フルプレストレスの導入においては考慮することがなかったこれらの力学的性状の低下なども考慮して、また内ケーブルだけでなく外ケーブルを配置する場合にも適用することを検討することにより、PRC構造の更なる適用範囲の拡大が可能となる。

8. 耐久設計

構造物の維持・管理に要する費用が急増している。補修・補強などの保全技術の開発を進めるとともに、耐久性の向上を図り、将来の維持管理に負担が少なくなる耐久設計の手法を確立することが、PC構造物についても急がれる。PC構造物の耐久設計における特徴としては、PCがRCに比べ高い設計基準強度を採用していること、および応力腐食が生じやすいPC鋼材の発錆を防止することの2つの視点が重要である。

RC構造物においては、強度からの要請よりも耐久性の向上を図るために、コンクリートの水セメント比を減少するあるいは単位セメント量を増加することがなされている。PC構造物では、水セメント比の小さい設計基準強度の高いコンクリートを従来より用いており、さらに高強度化が図られていることにより、耐久性の向上の観点からRC構造物のようなコンクリートの配合上の配慮を行うことはほとんどないのである。むしろ、低水セメント比で高単位セメント量のコンクリートが保有する塩化物イオンや炭酸ガス等

の優れた遮蔽性を最大限に利用して、いわゆるかぶりコンクリートの性能を正當に評価する研究が重要となる。その際、RC構造物に比べて圧縮応力を受ける場合が多い部位における有害成分の遮蔽性についても、適切な評価がなされるべきである。

2点目のPC鋼材の発錆防止については、ノンブリーディングタイプの高品質PCグラウトの確実な施工、およびPC鋼材の防食処理に関する研究開発がこれまで活発になされ、PC構造物の耐久性向上に大きく寄与している。なお、ノンブリーディングタイプのPCグラウトの品質管理において、現在流動性の試験にはJ₁₄漏斗が一般に用いられているが、流出口をJ₁₄漏斗に追加するなど、試験結果の安定性を一層図ることが望まれる。

また、鋼製に代えてプラスチック製のシースを用いることも研究開発されている。シースの発錆を防ぎ塩化物イオンの侵入を防止するうえで有効な方法である。プラスチック製のシースは鋼製のものに比べてヤング係数が小さいため、薄い層ではあるが、シース部分の相対変形が周囲のコンクリートに比べて大きくなる。このことが、部材の力学的性状に及ぼす影響について、および100年を超える長期供用時におけるプラスチック製シースの耐久性の保証について、それぞれ十分に検討する必要があると思われる。

9. プレキャスト化

急速施工と品質の均一性を図るため、プレキャスト化は、4章でも述べたように、今後ますます推進されることになる。橋脚にプレストレスを導入する工法が採用されてくると、橋脚そのものだけでなく、上部工もプレキャスト部材を用いても、両者を接合することが容易となる。

プレキャスト化を推進するためには、プレキャスト部材の接合方法において、プレストレス力に依存するだけでなく鉄筋あるいは部材も接合して、PRC構造として建造するために必要な研究開発を行わなければならない。軸方向鉄筋が接合面において連続していないことにより、曲げひび割れ性状や斜めひび割れ性状などが低下することを解消させて、経済性を高めることである。その場合には、接合部のせん断キーの形状寸法とその構造詳細、接着剤の種類や品質と施工方法、ならびに鉄筋どうしあるいは部材としての接合方法等について、接合面に導入するプレストレス量等とともに解明していかなければならない。

ハーフプレキャストPC部材を用いた、合成梁、合成床版、合成柱も注目される。「PC合成床版の設計施工指針」は、すでに土木学会において制定されている²⁾。支保工や型枠を兼用させ、構造部材の一部として機能させるものである。これらハーフプレキャストPC部材は、施工の合理化、耐久性の向上および景観に優れた構造物を目指して、今後多くの分野へ実用されることが望まれる。

10. あとがき

PCの新たな展望について、斜張橋、外ケーブル構造と大偏心外ケーブルPC橋、プレキャストセグメント工法、複合構造、PC橋脚、PRC (PPC) 構造、耐久設計、およびプレ

キャスト化を項目に取り上げ、それらの現状と今後の動向について著者の考えていることを述べた。取り上げるべき項目がまだ残されているとともに、今後の動向には、課題を列挙しすぎたが、更なる発展のために必要なことと考えあえて強調した。それぞれご容赦願いたい。

本稿を作成するにあたり、本協会機関誌の編集委員会における活発な審議内容をたいへん参考にさせていただ

た。委員各位に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 小川篤生：高速道路橋におけるPC橋の技術開発状況と今後の展開，特別講演Ⅱ，第8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論文集，pp.15～22，1998.10
- 2) 土木学会：PC合成床版工法設計施工指針(案)，コンクリート・ライブラリー第62号，1987.3

【1998年11月4日受付】

◀ 刊行物案内 ▶

PC橋の耐久性向上のための 設計・施工マニュアル

(平成9年3月)

頒布価格：3 000円 (送料500円)

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会
PC技術規準研究委員会
耐久性向上分科会

◀ 刊行物案内 ▶

PPC構造設計規準(案)

外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法 設計施工規準(案)

プレストレストコンクリート橋の耐久性向上 のための設計・施工マニュアル(案)－抜粋－

(平成8年3月)

頒布価格：3点セット 5 000円 (送料500円)

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会