

プレキャスト化を本格的に推進した重信高架橋と 愛媛県美術館

辻 幸和*

本稿では、PC 橋梁と建築物について本格的にプレキャスト化工法を採用して推進した代表例として、愛媛県松山市の重信高架橋と愛媛県美術館を取り上げて報告する。そして、それらの採用の経緯と技術的、景観的な特徴について言及する。

キーワード：重信高架橋，愛媛県美術館，プレキャスト化

1. はじめに

建造物の現場施工の省力化を図る有力な手法の一つにプレキャスト化工法があり、現在各分野において積極的に推進されている。プレキャスト化工法における重要点は、部材を接合して建造物として一体化することである。そのため、プレストレスの導入は有力な方法で、これまでも貴重な技術的な検討と実施例が報告されている。

本稿では、PC 橋梁と建築物について本格的にプレキャスト化工法を採用して推進してきたわが国の代表例として、愛媛県松山市の重信高架橋と愛媛県美術館を取り上げる。そして、それらの採用の経緯ならびに技術的および景観的特徴を報告する。

2. 重信高架橋

重信高架橋は、当時の日本道路公団（以下、JH と称する。）が最初に PC 橋梁に本格的にプレキャストセグメント工法を採用して、松山自動車道の建設において実施したエポックメーカーキングな高速道路高架橋である。プレキャストセグメント工法は、コンクリート桁を輪切り状に分割して、工場または現場近くの製作ヤードで製作し、現場へ運搬して一体化して架設する工法である。支保工で長時間その場所を占有することが困難であり、または現場で製作ヤードを確保することが難しくなるなどの現場の施工条件が厳しくなったことにより、1960年代から採用され始めている。しかしながら、小規模のトライアル的な実施例であった。

1992年には、日本道路協会より「プレキャストブロック工法によるプレレストコンクリートTげた道路橋設計・施工指針」が発刊されている。この発刊は、同時期に松山自動車道の重信高架橋についてプレキャストセグメント工法を採用するための技術開発に取り組んでいたことと、新東名・新名神の高速道路の建設計画を控えて新技術・新工法の試験施工に積極的であったことが主な理由である。

重信高架橋は、箱桁断面のプレキャストセグメントをショートライン・マッチキャスト方式で製作し、それをスパン・バイ・スパン工法により架設している。さらに外ケーブルでプレストレスを導入する構造であり、当時としては



写真 - 1 重信高架橋



写真 - 2 重信高架橋の河川部



写真 - 3 重信高架橋の河川部の橋脚

* Yukikazu TSUJI : NPO 法人 持続可能な社会基盤研究会理事長，群馬大学・前橋工科大学 名誉教授

くなるように、側径間長は中央径間長の80%にしている。

主桁の高さは、プレキャストセグメント工法を採用するため、支間長が多少異なっても全橋一定としている。そして、最大支間部に着目した検討結果から、主桁高は2.6mとしている。

プレキャストセグメント工法を従来の場所打ち工法と比較すると、①セグメントの製作が下部工の施工時に前倒しで行うことができ、現場作業を大幅に削減できること、②型枠設備などの機械化が可能で、品質管理が容易となること、③一定サイクルでの繰返し作業となることから、習熟効果と機械化の導入効果が高くなること、④セグメント製作後、相当期間架設ヤードにストックされるので、クリープと乾燥収縮によるPC鋼材の引張力の減少が少なくなり、構造物の変形量も少なくなることといった特徴がある²⁾。

セグメントの製作には、ヤードのコンパクト化が図れるショートライン・マッチキャスト方式が採用された。製作ヤードはA1橋台背面の本線土工区間の約700mを使用している。ヤード内にセグメント製作設備3基が配置され、床版横締めをプレテンション方式としたため、3基のセグメント製作設備には、反力梁と蒸気養生設備も併設していた。

セグメントの形状と寸法は架設条件から、セグメントの質量を約40tf(400kN)と定め、主桁を橋軸方向に2.6mごとに分割していた。そして、各製作台で1基あたり、標準セグメントは1個/日、異形セグメントは0.5個/日を製作している。

なお、重信高架橋の道路線形は、前述したように、平面線形が $R=1500\sim4000\text{m}$ 、縦断勾配が $i=2.6\sim1.2\%$ と変化している。桁の断面形状は製作の簡略化を図り統一断面としているため、桁間相互の折れ角に対しては各径間ごとに1m程度の場所打ち調整部を設けている。また平面線形の変化には張出し床版長を変化させることで、縦断・構断勾配には舗装厚を変化させることで、それぞれ対処している。

主ケーブルは、内ケーブルと外ケーブルの併用をしている。そして、スパン・バイ・スパン架設工法の特徴を最大限生かすため、ケーブルは極力外ケーブルを用いている。すなわち、標準スパンにおける外ケーブルの全主ケーブルに占める割合は74%となっている。

実際の適用に際しては、縮小率を1/3とした模型実験を実施している³⁾。その結果、全体的には非線形解析と試験結果はほぼ一致しており、設計が十分な曲げ破壊安全率を有していることを確認しての建造である。

架設は1径間ごとに約20個のセグメントを架設桁上に送り出し、一度に緊張するスパン・バイ・スパン工法を採用している。またこの工法は架設を終えた橋面を使用して作業が進められ、地上の障害物に左右されることが少ない。そのため、とくに都市内高架橋等の施工に際しては有効な工法といえる。

重信高架橋では脚頭剛結部の桁形状にも、U形PC鋼材を配置したプレキャストセグメント構造を用いており、その採用比率を高めることで経済性を追求している。1径間



写真 - 6 陸上部のラーメン構造の端部橋脚



写真 - 7 端部の二枚壁式橋脚



写真 - 8 松山城遠景



写真 - 9 松山城

あたりの架設サイクルは10日程度であり、片持ち式張出し架設に比べて約1.5倍の架設速度であった。

松山自動車道の重信高架橋では、前述したように、プレキャストセグメント工法を積極的に採用し、また外ケーブルを併用することで、双方の特性を発揮させた設計を行って、製作・架設することにより、経済性と作業性の向上が図られた。そして、本格的に採用されたプレキャストセグメント工法は、省力化、品質の向上、急速施工、経済性の向上などの観点で、まさに現在推進されている生産性の向上を最大限に図った典型的な例として特筆される。重信高架橋は、1996年11月に竣工し、平成8年度の土木学会田中賞を受賞している。

そしてプレキャストセグメント工法は、その後、改善と改良を加えながら国内でも数多く採用されていることから評価が確認できる。プレキャストセグメント工法の詳細については、それら数多くの工事報告等に委ねることとする。

3. 愛媛県美術館

愛媛県美術館は、自然環境豊かな、松山城を望む公園に建つ美術館である(写真-8, 9)。1953年に竣工した丹下健三の初期の設計になる“愛媛県民館”の跡地の北側に、1998年8月に完成したものである。

この建物では、美術館の展示室空間を構成する壁・屋根・床すべてを、プレキャストコンクリート板(以下、PCa板、それぞれPCa壁、PCa屋根、PCa床と称する。)とし、現場においてPC圧着工法により「箱」を形成している。この「箱」を、3本の彫塑的な形状のSRC造独立柱で支えることにより、「浮いた展示室」を実現させている独自の構造形式を提示している⁴⁻⁷⁾。そして、エントランスホールはピロティーのように開放的な空間になり、北側に位置する松山城側エントランスの外からでも、樹齢150年といわれる楠の大樹のある南側の中庭までを見通すことができる。

このような独自の構造形式は、その設計を通じて、PC圧着工法による「組立箱構造」の構築技術を開発して、はじめて建造されたものである(写真-10, 11, 12)。以下に、その詳細を述べる。

PCa板は、PCa壁、PCa屋根、PCa床ともに、発泡断熱材を内蔵した2重殻構造としている。幅1.8m、高さ7.4m、重量約20tfのPCa壁は、1ピースで2700枚ものタイルを打ち込み、中央部に発泡スチロールを打ち込んだH形状の2重壁である。このように2重壁とすることにより、断熱性能に優れた展示室を構成できる。また、PCa板の外側は、全部で80万枚の細かなタイルを打ち込んだ多種の曲面を連続させている(写真-13)。このことにより、美術館建築にふさわしい、きらびやかな特徴ある柔らかい形状を創り出している。

愛媛県美術館は、前述したように、大断面のPC圧着工法によりそれ自身が構造体である「箱」として組み立てられている。この構造形式は、これまで類をみない、非常にダイナミックな外観と内観を放った建築物である(写真-14)。



写真-10 3本の独立柱で支えられた愛媛県美術館

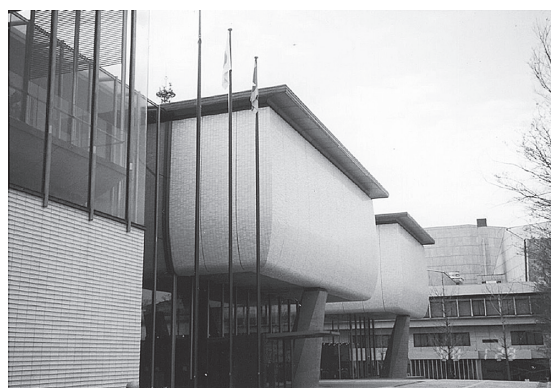


写真-11 愛媛県美術館の全景



写真-12 展示室空間を支える独立柱



写真-13 多種の曲面をブリッジで連結させたジョイント

その技術開発の経過は、以下に示すとおりである。すなわち、①建物自身を「箱」と見立てた建設計画手法の開発、②3本の独立柱で支えられた「箱」をあらゆる荷重に対してフルプレストレス状態に保たせるプレストレス導入手法の開発、③発泡断熱材を打ち込んだ高断熱2重壁構造の開発、およびその施工手法の開発、④PC圧着工法によるプレキャストコンクリート2重殻構造の構築手法の開発、⑤大断面PC圧着工法の開発であった。

上述した独自の技術開発によって、ダイナミックな形態で、意匠的な美しさに優れ、恒温・恒湿を満足する美術館環境を、PCaでなくしては成し遂げられなかったものであり、美術館にふさわしい造形と性能を創り上げることができている。そして、楠の大樹を残した中庭も、コンパクトながら、木漏れ日の美しいロビーとともに、安らぎの空間を創出している（写真-15）。

これらの愛媛県美術館の設計と建造における技術は、独創的な発想、綿密な計画、詳細な解析と実験による検証を経てはじめて実現を見たものである。そしてこのようなプレキャスト化は、プレストレスコンクリート技術の進捗、発展に大きく貢献している。愛媛県美術館は、プレストレスコンクリート技術協会から、平成10年度の技術開発賞を授与されている。

4. おわりに

プレストレスコンクリートのプレキャスト化を本格的に採用して推進した構造物として、重信高架橋と愛媛県美術館を取り上げて、その特徴を解説した。プレキャスト化に伴う設計と施工の課題を、解析と実験により詳細に解決して実施した例として、特筆すべきものと考え、紹介した。

参考文献

- 1) 松田哲夫・湯川保之・木水隆夫：内外ケーブル併用プレキャストセグメント橋の概要と破壊試験 - 松山自動車道 重信川高架橋 -, プレストレスコンクリート, Vol.38, No.2, pp.29-39, Mar.1996
- 2) 佐藤修治・木水隆生・長谷俊彦・平野 厚・井谷計男：重信高架橋の施工, 橋梁と基礎, Vol.31, No.2, pp.21-28, 1997.2
- 3) 松田哲夫・湯川保之・河村直彦・井谷計男：外ケーブル併用プ



写真-14 ダイナミックなタイル貼り



写真-15 楠の大樹を残した中庭

レキャストセグメントラーメン箱げた橋の模型実験, コンクリート工学, Vol.34, No.6, pp.25-33, 1996.6

- 4) 愛媛県美術館：日経アーキテクチュア, 1999年1.25号, pp.82-89
- 5) 愛媛県美術館：新建築, 1999年2月号, pp.142-151
- 6) 愛媛県美術館：近代建築, 1999年2月号, pp.45-50
- 7) 愛媛県美術館：建築技術, 1999年4月号, pp.54-81

【2019年12月5日受付】



図書案内

PC 技術規準シリーズ

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

定 価 4,950 円 (税込) / 送料 300 円

会員特価 4,100 円 (税込) / 送料 300 円

社団法人 プレストレスコンクリート技術協会 編
技報堂出版