

プレキャスト技術を用いた大型橋梁構造計画の一考察

(株)大林組 正会員 大場 誠道

1. はじめに

省力化・省人化, 生産性向上, 急速施工, 耐久性確保など, プレキャスト(PCa)技術を採用する際には様々な利点が強調されているが, コストという面では必ずしも満足されていない。本稿では, 筆者が携わった海外の大型プロジェクト事例から, コスト低減も図りつつ, 上記利点も損なわない橋梁構造計画の視点について考察する。

2. 海外大型プロジェクトでの構造計画

(1) PSM 工法による建設プロジェクト

19kmにわたる高速鉄道の区間を18か月間で架設するデザインビルド工事で採用した工法は, 30m スパンの1室箱桁を一括で架設する PSM (Precast Span Method) であった。PSM の施工計画では, 定常的に3日で箱桁1スパンを製作するというスピードを達成できるかが成功の鍵となるが, これが難題であった。このスピードを達成するためには, スパン毎に桁形状や配筋の微調整を強いると製作スピードに影響することが明らかのため, 設計において19km区間の全てのスパンで同じ形状とした。すなわち, 平面曲線上も直線桁とすることで, 全スパンに対して同一の直線桁とした。直線部では建築限界に対して余裕(無駄)が出るが, 製作スピードを確保するためには許容できる余裕であった。また, 当プロジェクトでは設計水平震度0.5~0.8Gを考慮するため, マッシブな端横桁が必要であったが, 人孔程度の開口では, 内型枠を一括で抜くことができない。そこで型枠メーカーと協議を繰り返すことで, 構造上必要な断面を確保しながら, 鋼製の内型枠を端部開口から一括で引抜くことができる形状を探し出した。

(2) 超大型プロジェクトでのセグメントの共通化

都市型鉄道(MRT) 50km区間をデザインビルド契約により4年で開通させるという短期間で大

規模な数量を施工する工事であった。都市の中心部から郊外におよぶ50kmという長い距離を対象とするために, 様々なスパンの橋梁が必要であった。短工期で多くのスパンを架設するためには, 単純桁が有利である。単純桁のスパンは, 標準セグメント長4mとした28, 32, 36mの3種類に限定した。また, 架設地点の条件により長スパンが必要な箇所や, 軌道設計の理由で伸縮装置間隔を離す必要がある箇所では連続桁を採用し, いずれもスパンバイスパン施工とした。これに対して本プロジェクトでは, 単純桁, 連続桁の区別なく桁高を統一し, 下路桁の外側形状を一定とした。また, PC鋼材配置についても各種の桁で共通化することで, 妻枠の種類を最小限に抑えるよう本体の設計を数回にわたって見直した。短期間で16千個弱のセグメントを製作するために, 桁形状, セン断キーの配置, PC鋼材の配置を共通化することで, スパン長や構造が異なる橋梁が混在しても, 設備の増加を抑えた。

また, 計画された路線上には運河や高速道路を跨ぐ地点も多く, スパンバイスパンで可能とした最大スパンの44mでもスパン長が不足する箇所が16箇所あった。それらの地点では, 桁下空間を施工に利用することができないことから, 構造を3径間連続橋とし, PCaセグメントによるカンチレバー架設を採用した。当初の計画は, 各地点に合わせたスパン割であり, それぞれ異なる単品生産となることから, 非効率であった。そこで, 中央スパンが最も長いタイプの1種類を全地点に当てはめることへ計画を変更した。この変更により, セグメントの製作, 架設ともに設備の種類を抑え, 安定した作業効率を実現した。

(3) 橋梁形式を減らしてPCaに集約

約4kmの都市型鉄道(MRT)の高架橋が, 片側2車線ある既設道路の中央分離帯に計画された。

キーワード: 橋梁計画, プレキャスト技術

連絡先: 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 Tel. 03-5769-1306 Fax.03-5769-1976

施工ヤードは十分にとれない条件であったため、高架橋としては PCa セグメントによる箱桁が定められていた。高架橋の途中の約 1 km ごとには高架駅があり、駅内部の橋梁は中空床版になっていた。そのため、高架橋のスパンバイスパンに用いる架設桁は、駅の手前で解体し、駅を超えた地点で再び組立てることになり、その分だけ工程が遅れることになる。あるいは、この遅れをカバーするため架設桁の追加を考えなければならない。また、高架橋と高架駅の軌道は複線であったが、複線から三線に拡幅する駅もあった。その駅部と前後の高架は PCI 桁を採用し、床版拡幅は場所打ち床版で対応する計画であった。さらに、交通量の多い市街地の交差点を跨ぐ箇所が数スパンあり、そこでのスパン長は標準スパンよりも長く、かつ、交差点内の規制期間を抑えるため、こういった地点でもスパンバイスパン架設が予定されていた。これら少数の長スパン用の専用型枠設備と、長スパンに合わせた架設能力を有する架設桁が必要になるという状況であった。

当初計画の橋梁タイプをまとめると表 1 のとおりとなる。PCa が主ではあるが、その割合は全体の 56%にとどまり、その他は場所打ちの中空床版、PCI 桁と多岐にわたった。

この状況に対し、次のように対応した。①高架駅部の橋梁を PCa セグメントによる箱桁に変更、②3 線の駅部に単線用の箱桁を導入し、拡幅部では、複線用の箱桁と単線用の箱桁を組合せ、張出し床版を調整することで、軌道分岐の線形に対応、③長スパン部については、交差点手前の中央分離帯の形状を調整することで、標準スパンに変更。これにより全スパンを標準スパンの設備でスパンバイスパンによる PCa セグメント橋の施工が可能となった（表 1）。

表 1 見直し前後の橋梁形式

変更前		変更後	
橋梁形式	桁数	橋梁形式	桁数
複線用 PCa 箱桁	83	複線用 PCa 箱桁	105
中空床版	21		
PCI 桁	23	単線用 PCa 箱桁	39
RC 床版	21		
合 計	148	合 計	144

3. PCa 技術の更なる適用拡大に向けて

人手不足解消、急速施工、高耐久化など、コンクリート橋やコンクリート床版工事へ課せられるハードルは上がっている。こうした課題に対して、PCa 技術は有力な解決策であるが、コスト高という問題が残っていた。上記の 3 つの例は、構造計画の工夫によってコストを抑えながら厳しい施工条件をクリアできることを示している。これらに共通しているキーワードは、製造の標準化と設備ミニマムという視点である。

PSM の例では直線桁と曲線桁を同じ橋桁形状とし、また、端横桁の形状を繰返し見直すことで、30m 分の内型枠を一度に引き抜ける形状として、設計と製作の両立を図った。50km の高架橋の例では、スパンや構造形式の違いに関わらず桁断面形状や PC 鋼材の配置の共通化を図り、鋼製型枠の種類を抑えた。さらに 16 か所の 3 径間連続橋のスパンを統一し、設備を最小限に抑えた。最後の 4km の高架橋の例では、全長にわたって 4 種類の橋梁形式が計画され、PCa セグメント橋が点在していたが、全てのスパンを PCa セグメントに変更し、限定した設備で全長を建設することを可能にした。

自動車産業ではプラットフォームという考えを導入し、自動車の基本構造部を複数車種やメーカーを超えて共通化することで、生産性向上やコストダウンを図っている。同じようなことが PCa 技術にも当てはまるのではないだろうか。複数の橋梁を俯瞰することで、PCa 部材の適用箇所を増やし、全体としてコストを低減できる可能性があると考ええる。

これまで PCa を用いたプロジェクトでも、標準化は意識されてはいたと思うが、十分であったかどうかの検証は今後必要だろう。標準化よりも、材料ミニマムであることを目的とした事例や、標準化に向けたあと少しの努力、工夫、調整が欠けていたように思われる事例も散見される。プロジェクトごとの条件に応じて部材の標準化や設備の最小化を優先する視点を加え、そこを迫及することで、コストを抑えた PCa 橋梁計画が増えれば、PCa 技術の利点に加わり、社会への貢献も高まると期待できる。