

V-23

2径間連続エクストラードスドPC橋の押し出し架設

J R北海道 ○ 正会員 吉田 徹
J R北海道 正会員 高木 敏雄

はじめに

J R北海道の札幌線（愛称：学園都市線）は、沿線の大規模な住宅開発に伴う人口の増加により、札幌圏の都市鉄道として重要な役割を担っている。鉄道輸送量も増加の一途をたどり、踏切遮断による道路の交通渋滞を解消すると共に、鉄道で分断された市街地の一体的発展を図るため、現在八軒・太平駅間において鉄道の高架化工事及び複線化事業を同時に進めている。この工事区間には、国道5号線および札幌自動車道が既に道路高架橋として立体交差化されており、鉄道高架橋はこれら道路の更上空を跨ぐ高々架構造となる。本橋梁の構造形式選定にあたり、施工性・経済性及び景観等を比較検討し、エクストラードスドPC橋を選定して施工した。

また、本橋梁の架設にあたっては、道路交通を制限しない工法とするため押し出し工法を採用し、平成11年3月に無事架設を完了している。エクストラードスドPC橋の押し出し架設は我が国初の試みであり、今回その設計・施工概要について報告する。

1. 構造形式の選定

本橋梁は、道路高架橋上空に架設されるため事業区間の中で最も高い位置にあり、鉄道高架橋の施工基面高を極力低く抑えることが、高架橋全体の工事費の低減につながることから、構造形式の選定は下路桁橋を前提とし、鋼構造、PC下路連続桁及びエクストラードスドPC橋について比較検討を行った。

鋼構造はメンテナンスが必要になるとともに、桁下に保守用空間を確保しなければならず、鉄道高架橋全体の工事費の増加につながる。また、PC下路連続桁は、桁高・フランジ幅が広くなり、用地取得や周辺の日照・電波障害の影響が問

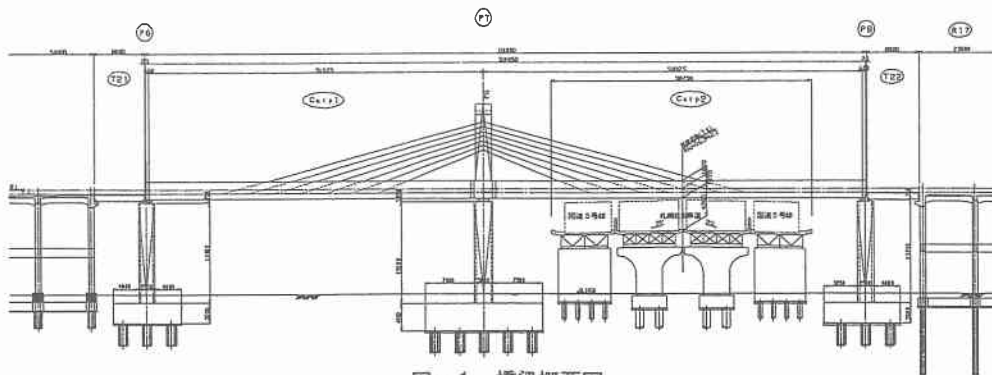
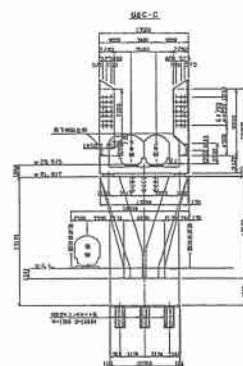


図-1 橋梁概要図

Study on Construction For Incremental Launching Method Of An Extradosed PC Bridge
by Toru Yoshida

題となる。工事費の面でもエクストラードスドPC橋に比べ上部工の重量増加による、下部工を含めた全
体工事費が増加する。

これに対して、エクストラードスドPC
橋は、補剛桁としての桁高の低減が図れる
ために周辺環境への影響が少なく、経済性
にも優れている。また、シンボリックな景
観を持ちランドマークとしての機能も有し
ている。

これらの比較検討の結果より、総合的に
優れたエクストラードスドPC橋を選定し
た。本橋梁の設計諸元を表－1に示す。

構造形式		複線2径間連続エクストラードスドPC下路桁橋		
桁 長		110.950m (51.975m+58.975m)		
列車荷重		EA-17		
軌道種別		PCマクラギ直結軌道		
コンクリート	部材種別	主 桁	橋桁・床版	主 塔
	設計基準強度	500 kgf/cm^2		
	プレストレス導入時の強度	425 kgf/cm^2		
	最大水セメント比	53 %		
	粗骨材の最大寸法	25 mm		
	クリープ係数	2.6		
	乾燥収縮係数	200×10^{-6}		
PC鋼材	種 別	PC鋼より線 (桁内ケーブル)	PC鋼より線 (橋端めケーブル)	PC鋼より線 (斜材ケーブル)
		19T15.2mm	1T28.6mm	31T15.2mm
	材 質	SWPR7B	SWPR19	SWPR7B
	引 張 強 度	190 kgf/mm^2	182 kgf/mm^2	190 kgf/mm^2
	降伏点強度	160 kgf/mm^2	155 kgf/mm^2	160 kgf/mm^2
レラクセーション		5 %		

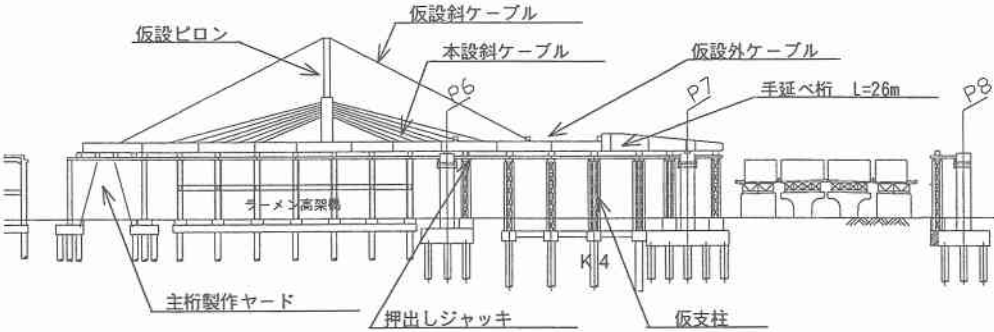
表－1 設計諸元

2. 架設計画

一般的に、エクストラードスドPC橋の架設は、「固定式支保工架設工法」や「張出し架設工法」が多
く採用されているが、当該箇所では都市内幹線道路を跨ぐため、支保工の設置や道路上空での作業が困難
となる。そのために、架設地点後方のRCラーメン高架橋上で橋梁全体を構築した後、主桁先端に手延べ
桁を取り付け、短時間に道路上を横断することができる「押出し工法」を採用することとした。

押出し架設にあたっては、張出した桁の応力が完成時の応力を超えることがあり、有害なひび割れを
発生させず架設を完了するために、桁の応力調整が必要となる。このため、架設時には主桁の上下フランジ
に配置した1次ケーブルにプレストレスを導入するが、架設部の支間長が最大48mと比較的長くなるため
補助工法を併用している。補助工法としては、主桁上縁に仮設外ケーブルを配置して押出し初期のカンチ
レバー状態での支点部に発生する負の曲げモーメントの低減を図るとともに、主塔上に仮設ピロンを設
置して仮設斜ケーブルを主桁に設置し、本設斜ケーブルの張力とともに仮設斜ケーブルの張力で道路横断面
の支間発生する大きな曲げモーメントに抵抗することとした。架設設備を図－2に示す。

また、桁移動時に斜材を逐次緊張していくため、支点条件（外的構造）とともに内的構造も変化する。
構造解析に際しては、これらを考慮し28ステップにわたり斜材の張力を追跡している。



図－2 押出し架設設備

3. 主桁製作

主桁の製作は、施工箇所が狭隘であることとヤード設備の簡素化及び桁下滑り面の施工精度の向上を図
る目的で、比較的スペースの確保できる箇所製作ヤードを設け、10ブロックに分割した押し工法により
製作した。

橋梁全体の構築後、交差道路上空をピロン・仮設斜ケーブル併用の押出し工法により架設するが、架設

時の斜ケーブルの緊張により主塔直下に大きな反力が生じるため、約9mピッチで鋼製の仮支柱を設置した。

主塔は独立2本柱型であり、主塔下部がRC構造、上部の斜材定着部は鋼殻を鉄筋コンクリートで囲う合成構造とした。なお、鋼殻内にはリブやダイヤフラム、ケーシングパイプが複雑に配置されており、内部のコンクリートの締め固めが困難なため、高流動コンクリートを使用し、鋼殻下部にバルブを取付けポンプ車による圧送・充填を行った。

本設斜ケーブルは、ポリマー被覆されたPC鋼より線を1本毎に外径24mmのPE内挿管に配置し、フッ素樹脂塗装を施した外径216mmの白色のPE外套管で覆う三重防錆のノングラウトシステムとした。本橋梁は、道路上空での作業を極力避けるため、斜ケーブルの緊張を全て主塔側で行うこととしている。なお、施工は現場にてPE管の地組を行い、ケーブルクレーンにより定着体に接続した後、主塔側からPC鋼より線を1本ずつ挿入し定着した。

4. 押出し架設

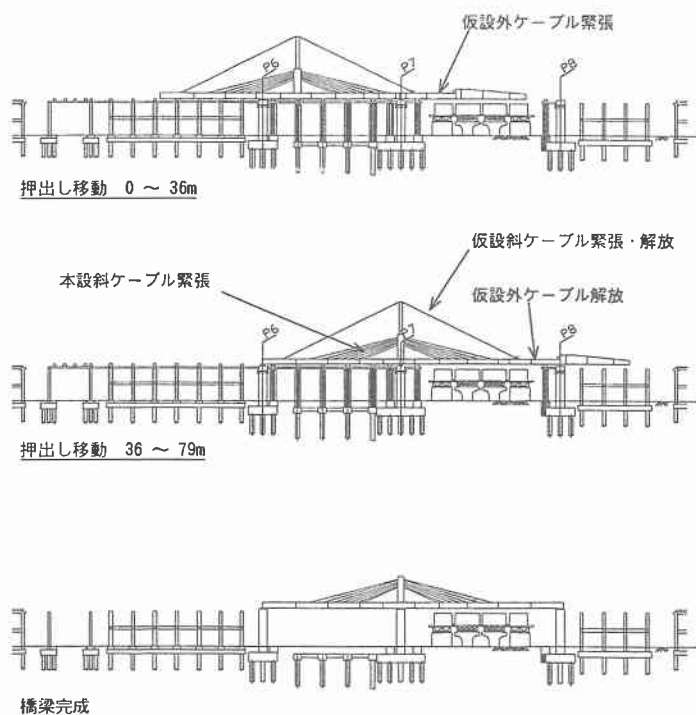
道路上への押出し架設は、平成11年3月11日から15日までの5日間(7時～18時)で、国道5号線及び札幌自動車道の交通規制を行わずに実施した。押出し架設手順を図-3に、架設状況を写真-1に示す。押出し総移動距離は79mであり、まず主桁内1次ケーブル及び仮設外ケーブルの緊張を行い、36m押出した。残りの押出しは、架設ステップに合わせ本設第1～6斜ケーブルの一次緊張(0.3Pu)、仮設外ケーブル・仮設斜ケーブルの緊張・解放を繰り返し、主桁の応力、変形を制御しながら架設を行った。なお、仮設斜ケーブルの張力は、ヒロン最頂部に設置したジャッキでサドルを上下移動させて調整した。

押出し用ジャッキ(400t2

図-3 押出し架設手順

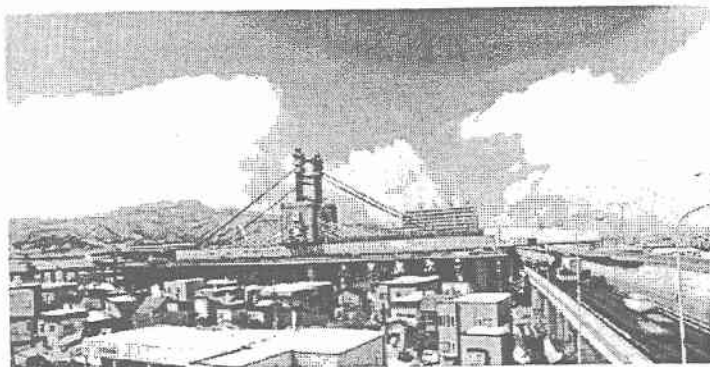
台)をP6橋脚上に、滑り支承を各仮支柱上に設置する集中押出し方式を採用し、押出し時の水平力は主桁重量約4,200tの3.5%程度であった。

押出し完了後、本支承設置、主桁内2次ケーブル・下床版ケーブルの緊張、本設第7斜ケーブルの緊張、第1～6斜ケーブルの張力調整及び仮設設備の撤去を行い架設を完了した。なお、本橋梁の支承は鉛プラグ入り積層ゴム支承を採用し、地震時の水平力を分散させる構造としている。支承の設置は主桁製作時に主桁内に埋設しておいた上沓と、橋脚上に仮置きされた下沓を爪付きジャッキでリフトアップして接合し、下沓と橋脚天端の隙間に無収縮モルタルを打設して据え付けた。



5. 架設時の挙動観測

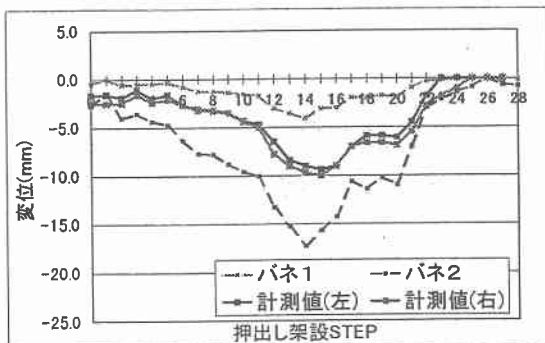
押出し架設時は、斜材を逐次緊張していくために支点条件及び構造系が複雑に変化する。特に、主塔直下では最大で約2,800tの反力が作用し、その反力が仮支柱上を移動するという特徴を有している。このため、設計で仮定した構造物の挙動と実際の挙動を対比し、施工管理に反映させるため、各種計測を実施した。



写真－1 押出し架設状況

計測にあたっては、仮支柱の沈下挙動を最重要管理項目とし、オートレベルを用いて各支点の計測を行った。なお、本橋梁の架設設計では、仮支柱の支点条件を①剛とした場合、②仮支柱のみバネを考慮した場合（バネ1）、③仮支柱及び杭基礎のバネを考慮した場合（バネ2）の3ケースについて検討している。

最大反力を生じるK4仮支柱の沈下量を図－4に示す。仮支柱の沈下量は、主塔が支柱直上に位置するSTEP14時に最大値を示すが、沈下量は設計上のバネ1とバネ2の中間で推移している。最大沈下量の内訳としては、バネ2で支柱4.1mm、杭13.8mmと想定していたが、実際には支柱7mm、杭3mmであった。これは、支柱鋼材接合部のなじみ量と杭沈下対策として施工した地中梁の効果によるものと考えられる。なお、他の仮支柱も同様の傾向を示し、主桁の変形、主桁応力の測定値も問題は認められなかった。



図－4 仮支柱沈下量（K4）

また、仮支柱が沈下すれば主桁そのものもその変形に追従してしまいが、押出し架設時の施工管理として、計測により得られた実際の沈下挙動を各ステップに反映させ、主桁下面と滑り支承間に合板及び薄ベニアを挟むことで主桁下面の沈下量を5mm程度に抑えた。最終的な施工管理を、仮支柱の沈下量ではなく、主桁下面のエレベーションとした結果、架設作業中制限値を超えるデータも無く無事に架設を終了することができた。

おわりに

エクストラードスドPC橋の押出し架設は、世界的にも施工事例が無く、施工性確認のため事前に数種の実験を行うなど技術的課題の解消に努めた。押出し架設は、施工管理を確実にに行い、計画通り架設を完了することができた。桁下の道路交通に支障を与えることなく、短時間で施工できる本工法の利点は十分発揮できたと考える。

なお、本橋梁は本年8月より供用開始となっている。本報告が今後の同種橋梁の架設においての何らかの参考になれば幸いである。

最後に、本工事の設計・施工の諸問題に対して多くの貴重な御助言を頂いた北海道大学の角田教授、上田助教授、（財）鉄道総合技術研究所の佐藤主幹技師他関係各位に対して厚く御礼申し上げます。