

ピロン、仮斜材を用いた急曲線橋の張出し架設

三井住友建設㈱ PC設計部 正会員 ○齋藤 謙一
 静岡県土木部 島田土木事務所 浦山 直己
 日本技術開発㈱ 名古屋支社 寺本 義彦
 三井住友建設㈱ 静岡支店 正会員 池ヶ谷 洋二郎

1. はじめに

日向大橋は南アルプスふもとの急峻な山腹斜面を R=90m の急曲線で抜ける道路橋であり、一般国道 362 号富士城バイパスの一部として、このたび静岡県が本川根町富士城に新設した PC 橋である。

急峻な斜面で二つの沢を跨ぎ、かつ地すべり発生区域に隣接していたため、桁下条件が制限されない張出し架設による T ラーメン橋が選定された。

本橋は平面線形が R=90m と急曲線¹⁾である上に片側張出し長が 66m と長いため、張出しの交角が $\theta=42^\circ$ と非常に大きい。そのため張出し架設時の柱頭部付近には通常の断面力に加えて、大きなねじりモーメントが作用する。

このねじりの対策として今回、図-1 のように中間橋脚上にピロンを設け、仮斜材で桁を吊り上げる補助工法を採用した。

本文はこの補助工法の選定経緯と、急曲線張出し施工の概要を報告するものである。

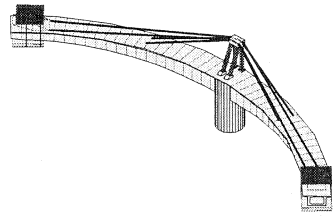


図-1 仮斜材による張出し施工の補助

表-1 橋梁諸元

工 事 名：	(国)362 号橋梁整備(1次)工事
発 注 者：	静岡県
位 置：	榛原郡本川根町富士城地内
道 路 規 格：	第 3 種 第 3 級
形 式：	2 径間連続ラーメン箱桁橋
荷 重：	B 活荷重
橋 長：	149.0m (2@73.8m)
平 面 線 形：	最小曲率 R=90m
縦 断 勾 配：	8.979%
全 幅：	9.42~9.7m (有効 8.22~8.5m)

2. 橋梁概要

橋梁諸元を表-1に、橋梁一般図を図-2に示す。本橋は平面曲線に加えて、下部構造にも特殊性を有している。すなわち、中間橋脚が尾根に位置して標高が高いために橋脚躯体が存在せず、深礎天端に主桁が埋め込まれた形となる。深礎の天端高は材料ミナムなら柱頭部半ばまでで済むが、桁と深礎の接合箇所隅角部に、ねじりに起因する過大な応力集中が生じることが事前の立体 FEM で確認されたため、深礎の天端を上スラブ下縁まで延長して、断面急変のないシンプルな形状とした。

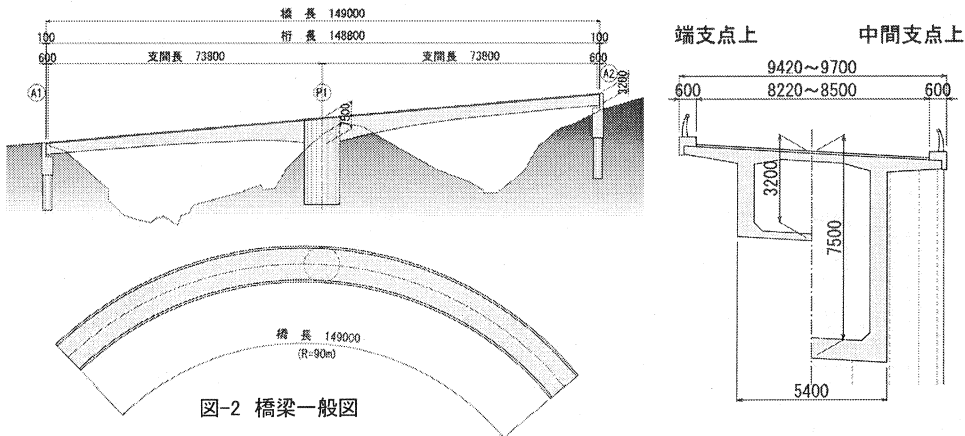


図-2 橋梁一般図

3. 補助工法の選定

図-3 に示すように本橋では片持ち張出し長 66m, 交角 42° といった平面曲線の影響により, 柱頭部における架設時のねじりモーメントが完成時のほぼ 2 倍となる。この対策としては, 断面力をそのままにして柱頭部の主桁断面性能を高める断面変更と, 柱頭部の断面力を軽減する補助工法追加の, 二通りの大きな方針が考えられる。

前者の断面変更を試算したところ, 主桁断面性能の必要増加量が大きく, 経済的でないことが明らかとなった。そこで断面力自体を軽減する補助工法を追加する方針とした。

表-2 は補助工法として検討した 2 つの案の特徴を比較したものである。

「第 1 案 ベントによる中間支持」は架設時にのみ中間支点を追加した工法である。曲げ, せん断, ねじりとも半減して有効であるが, ベントと仮設構台の費用が高額となる。

一方, 「第 2 案 仮斜材による斜吊り」は, 架設時断面力が設計荷重時と同程度となるように斜吊りを行う工法である。仮設材として仮斜材とピロンが必要となる。本案は施工ステップが増えるものの経済性に優れ, また橋面上で全作業を行えるため周辺急斜地の影響を受けない。

以上より本橋では「第 2 案 仮斜材による斜吊り」を断面力軽減のための補助工法として採用した。

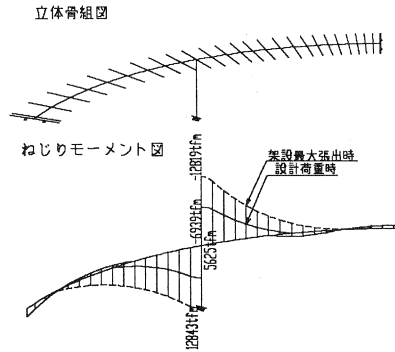


図-3 ねじりモーメント絶対値の比較

表-2 補助工法の比較

「第 1 案 ベントによる中間支持」		断面力比較	
架設図		<p>曲げモーメント図 (ベント施工最大時)</p> <p>ねじりモーメント図 (ベント施工最大時)</p>	
特長	<ul style="list-style-type: none"> ・支間中央付近にベントを設置し, 架設時の柱頭部断面力を低減させる方法。 ・断面力の軽減効果が最も高く, 上部工断面は設計荷重時で決定する。 		
経済性	[$\alpha=1.93$]		
総合評価	断面力を低減するにはもっとも有効な方法であるが, ベントに作用する反力が大きく設備費が増大する。また, 仮設構台の設置にかかる費用が大きくなり, 経済性に劣る。		△
「第 2 案 仮斜材による斜吊り」		断面力比較	
架設図		<p>曲げモーメント図 (斜吊り架設最大時)</p> <p>ねじりモーメント図 (斜吊り架設最大時)</p>	
特長	<ul style="list-style-type: none"> ・柱頭に設置したピロン柱と斜吊りケーブルにより, 架設時断面力を低減させる方法。 ・最大張出し時断面力が設計荷重時と同等になるように斜材張力を設定できる。 		
経済性	[$\alpha=1.00$]		
総合評価	施工ステップ数が増えるものの, 経済性に優れる。また, 橋面上で全ての作業を行うことが可能であることから, 周辺急斜地の影響を受けない。		○

4. 施工要領

上部工架設に着目した施工要領を図-4 に示す。

STEP-1：尾根上にある中間橋脚の真横に仮栈橋を設置して、大口径深礎、柱頭部を施工する。柱頭部で移動作業車を組立てた後、片持ち張出し長 55m まで内ケーブルで張り出す。

STEP-2：柱頭部の深礎橋脚橋面上に鋼製ピロンを組立て、塔頂にコンクリート製のサドルを施工する。サドルが完成すると、12S15.2 の仮斜材 2 段×2 面を架設、緊張する。

STEP-3：最終ブロック、66m まで再び張り出す。

STEP-4：橋台端部を支柱式固定支保工で連結打設した後、完成ケーブルを緊張して、主桁の構造を完成させる。

STEP-5：仮斜材の解放撤去、サドルの破碎撤去、ピロンの解体撤去を行い、最後に付属物、橋面を施工して完成する。

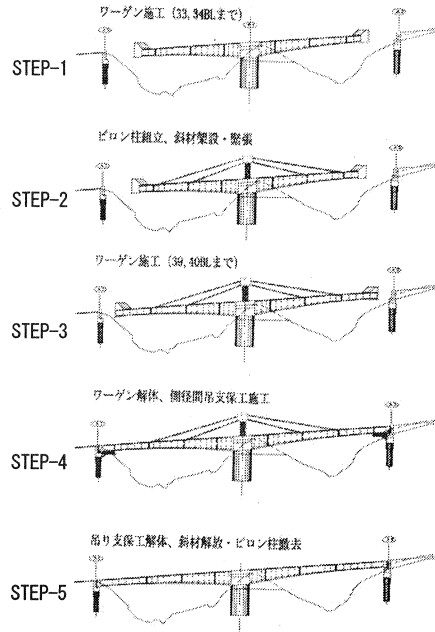


図-4 施工要領図

5. 施工

5-1 張出し架設

曲線半径 90m と横断勾配 6% についてはその値が一定であったことから、曲線レールの採用と、横断急勾配対応のための移動作業車の改造により、作業の支障とはならなかった。ただし縦断は 9% と急勾配であったため、移動作業車の登坂能力の確保と逸走防止に十分配慮した。

5-2 ピロンの架設

ピロンは $\Phi 1\text{m}$ 、長さ 5m、重さ 2 トンの鋼管ピース 8 本で構成される。組立ては橋脚横からクレーン車で行った。

曲線の影響でピロン頂部にかかる仮斜材張力の分力は、鉛直下向きの圧縮力 10,000kN と、カーブ内側への水平力 4,000kN となる。水平成分に対してピロン本体が合理的に抵抗できるよう、カーブ内側の支柱を外に傾けて圧縮斜材とする三角形トラスを構築した。トラスであれば主構高、つまり水平荷重に対する支柱足元の間隔は大きい方が有利である。大きなトラス軸力は張出し床版では支えきれないため、支柱足元の間隔は柱頭部のボックス幅に限定されてしまうと考えられるが、本橋は深礎が橋面まで延長されているために、その直径を有効に使う大きく設定できた (図-5)。

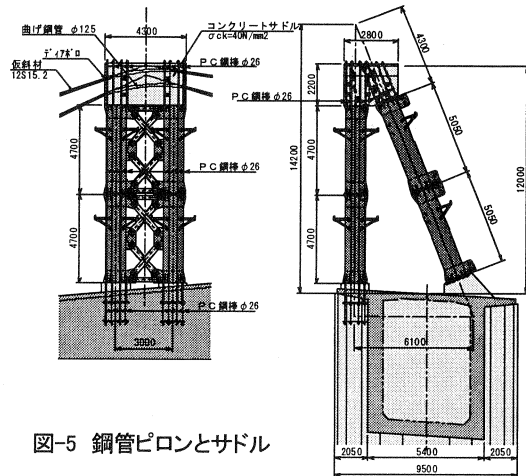


図-5 鋼管ピロンとサドル

引張材となる鉛直柱には、発生する張力以上の圧縮力をプレストレスとして与えた。方法は深礎内部に定着した PC 鋼棒 $\Phi 26$ をコンクリートサドル天端で緊張するポストテンション方式とした。

5-3 コンクリートサドルの製作

ピロン柱の天端接合の役割を兼ねたコンクリートサドルの寸法は横幅 2.8m、橋軸方向 4.3m、高さ

2.2mの直方体であり、橋軸方向長さとは高さは仮斜材の偏向角 50° と最小曲げ半径2.5mから決定した。サドル構造本体は、ポンプ打設するコンクリートを、曲げ加工した鋼管で抜いた簡素なものである。破碎撤去時の作業性にも配慮して配筋を必要最小限に抑え、ポストテンションのPC鋼棒で補強した。

5-4 仮斜材の架設と緊張

仮斜材の材料・仕様は容易な取り扱いと数ヶ月間の防錆を考慮して亜鉛メッキストランドとし、1本ずつ先行ウインチで架設し、シングルジャッキで緊張するというサイクルを繰り返した。サドル内に生じる下向き腹圧力により、緊張するストランドが先行したものの間に食い込まないように、ディスク内で下側に位置するストランド孔から順に架設緊張した。

さらに12S15.2のテンドン構成に対して19S用のアンカーディスクを採用し、19孔のうち最外周の12孔のみを用いるという特別な配慮をした。外周12本のストランドを内トランペットでシース径まで絞り込むことで、斜材を構成する全ストランドは両隣と隙間無く接し合い、緊張後の断面を数珠つなぎの環状とすることができる。

架橋地点は元来強風地域ではないが、この配慮に加えて、完成した仮斜材にクレモナロープを巻き付けて養生したことで、ウエイクギャロッピング等の有害な振動は観測されなかった。

作業性向上のため、①ストランド切断箇所の工場マーキング、②アンカーディスクへのスムーズな挿入のための長尺迎え棒の製作、③アンカーディスク上での既設ストランドとの干渉を避けるためのジャッキ先端ノーズの製作、なども準備した。これらの結果、2段2面の仮斜材を4日間で架設・緊張できた(写真-1)。

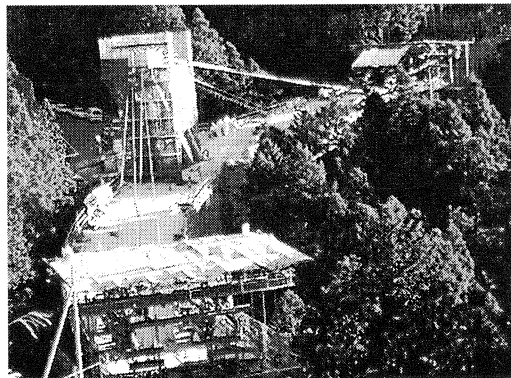


写真-1 架設・緊張後の仮斜材

5-5 仮斜材の解放、サドルとピロンの解体

橋体完成後、仮斜材は緊張と逆の順序で解放した。サドルはブレーカで解体、ワイヤーモッコに集積、ダンプカーに積み込みリサイクル処分した。破碎は手作業ながらも鉄筋量が少なく、かつ多くのPC鋼棒用シース孔が配置されていたため、一週間程度で解体できた。

5-6 上げ越し管理

交角が大きい張出し施工では鉛直方向の上げ越しに加え、桁の“ねじり越し”への配慮が必要となる。本橋の場合その最大値は幅員両端で $\pm 9\text{mm}$ であったのでこれを考慮して形状管理し、高さの管理限界 $\pm 25\text{mm}$ に対して最大誤差 $\pm 20\text{mm}$ の精度で施工を完了した。

6. あとがき

本工事は平成12年着手以来順調に進捗し、14年5月竣工、7月に無事開通(写真-2)した。

最後に本工事の計画・検討に当たり、多大なるご指導、ご協力を頂いた関係各位に対し、深く感謝の意を表します。



写真-2 完成写真

参考文献

- 1) カンチレバー技術研究会, カンチレバー工法 Q&A, pp.5, 2002.10