

(5) キウス第一橋 P R C 床版の設計・施工

日本道路公団北海道支社 正会員 高橋昭一
日本道路公団北海道支社 川尻克利
(株)ピー・エス札幌支店 正会員○高木隆一
(株)檜崎製作所 林 芳文

1. はじめに

北海道横断自動車道キウス第一橋は、移動型枠装置により分割施工される場所打ち床版を有する、鋼2径間連続P C床版2主桁橋である。本橋は、第5回シンポジウムで報告されたホロナイ川橋に継ぐ2橋目のP C床版2主桁橋であるが、サポートタイプの移動型枠装置により場所打ち床版を施工したホロナイ川橋に対し、ハンガータイプの移動型枠装置による施工を採用した。これは、本橋が縄文時代後期の「周堤墓」および「盛土遺跡」が発掘されているキウス4遺跡の中に建設されること、また、将来的に河川上に建設される場合に移動型枠装置の場内小運搬を必要とせず、中間橋脚部を通過できる構造を検討するためである。

本橋における床版の構造的な特色としては、

- ①アフターボンドシングルスランドを用いたP R C床版とした。
- ②中間支点上にひびわれを発生させないように、支間中央部を先行打設する分割施工とした。
- ③中間支点部の補強対策として、連続合成桁としての計算による補強鉄筋の算出、収縮補償程度を期待する膨張コンクリートの採用、ジャッキアップによる橋軸方向プレストレスの導入を行った。
- ④鉄筋は、打設ブロック毎のプレファブ鉄筋とし、地組した後吊り上げ、先置きとした。
- ⑤鉄筋の継ぎ手には、ループ継ぎ手を用いた。

などが上げられる。

本稿は、場所打ちP R C床版に対する設計の概要、およびハンガータイプの移動型枠装置による施工の概要について報告するものである。

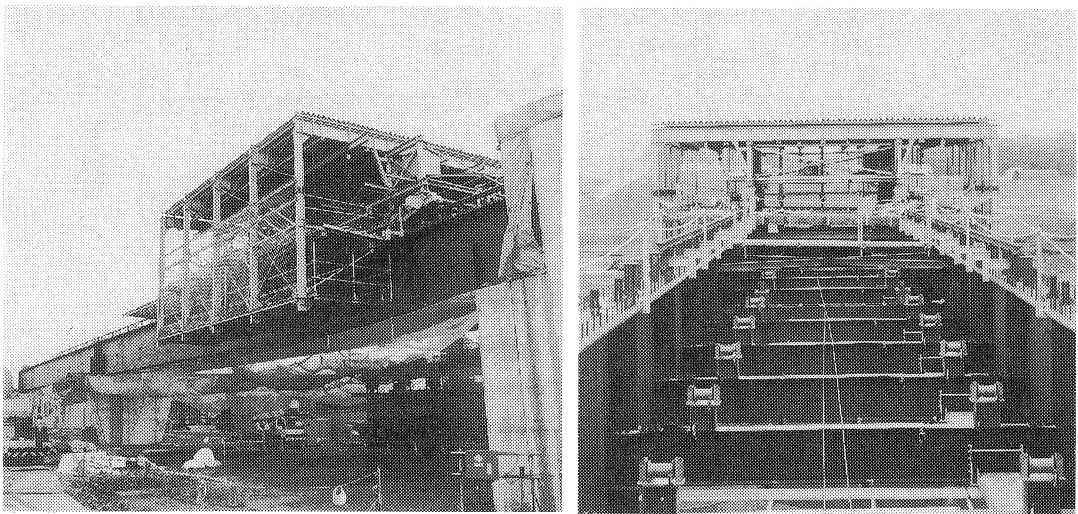


写真-1 施工状況

2. 橋梁概要

本橋の工事概要および橋梁諸元は以下の通りである。

工 事 名：北海道横断自動車道キウス第一橋（鋼上部工）工事

路 線 名：北海道横断自動車道倶知安釧路線

施工箇所：北海道千歳市中央

道路規格：第1種2級B規格

構造形式：鋼2径間連続PC床版2主桁橋

橋 長：86.000m（道路中心線）

支 間：42.500m+42.500m（道路中心線）

有効幅員：9.250m

工 期：平成8年5月～平成9年11月

構造一般図を、図-1に示す。

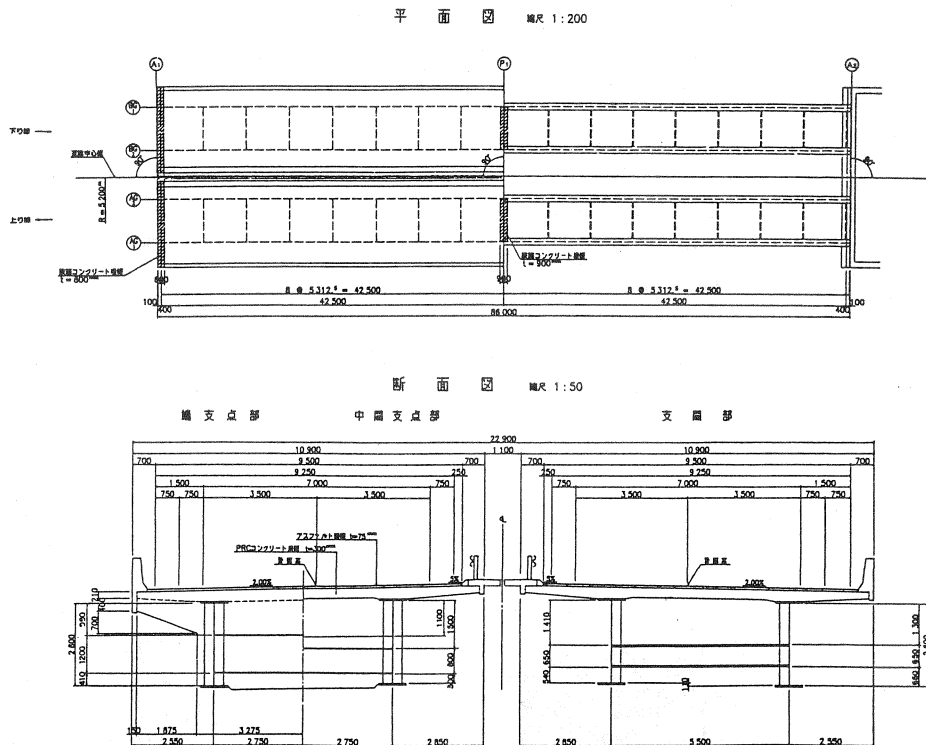


図-1 構造一般図

3. 設計概要

3.1 PRC床版

鋼少数主桁橋の場合は、床版支間が大きくなるためRC床版では床版が厚くなり、また、鋼桁を利用した型枠支保工のピッチが小さくなるなど、その施工性、経済性を損なうこととなる。したがって、本橋においても、日本道路公団北海道支社においては一般的に採用されるようになった、アフターボンドシングルストランドを使用したPRC床版とした。

PRC床版を採用することで、

- ①PC鋼材がPC床版の約3/4程度に減少するので経済的となり、また、アフターボンドシングルストランドを使用することで、グラウト作業が不要になるなど施工性および工程管理上も有利となる。

②細径鉄筋を密に配置することにより、靱性が向上し粘り強い構造とすることができ、また、ひびわれ幅制御も容易となる。

表-1 ひびわれ制御

などの利点が得られる。

ただし、床版は設計荷重が繰り返し載荷される部材であり、このような部材にひびわれを生じさせると疲労の問題が生じるため、本橋におけるひびわれ制御は右表の通りとし、結果として、P C鋼材はSWPR19 T21.8をc. t. c 500mm、床版支間方向鉄筋はD10(SD345)をc. t. c 100 mmで上下に配置した。

また、鉄筋拘束(P C鋼材のクリープ・乾燥収縮による弾性変形を鉄筋が拘束する)の影響、および、その拘束力がコンクリートには引張力として作用するものとして計算を行った。

3. 2 中間支点上の補強

3. 2. 1 連続合成桁としての応力計算

本橋は連続非合成桁として設計されているが、実際にはスタッドジベルおよび後述するレール受け金具によりかなりの合成効果がある。したがって、設計要領第2集における補強方法とせず、連続合成桁としての応力計算を行い、算出された引張応力に対して必要な引張鉄筋量を計算し、結果として中間支点ブロックの橋軸方向鉄筋はD22をctc125mmで配置した。

3. 2. 2 ジャッキアップおよび膨張コンクリート

連続合成桁として計算を行うことにより、床版にはクリープ・乾燥収縮による引張応力が発生するため、それをキャンセルさせる目的で、プレストレスを導入することとした。

プレストレスの導入は、主桁の両端を下げた状態で床版を打設し、その後両桁端をジャッキアップすることにより行うものとした。なお、ジャッキアップ量は床版上縁の合成応力度が死荷重時に引張にならない程度とし10cmとした。これにより、床版上縁には約36kgf/cm²の圧縮応力(最終的には、クリープにより減少し、約18kgf/cm²)を与えることができる。また、乾燥収縮による初期のひびわれを防止するために、収縮補償程度の膨張剤を添加(30kg/m³)した膨張コンクリートをあわせて採用した。

3. 3 床版ブロック打設順序

移動型枠装置による床版ブロックの施工順序としては、図-2に示すb)およびc)が考えられる。

サポートタイプの移動型枠装置では中間橋脚部を通過することができないため施工性を考慮すると、c)の順序とせざるを得ない。

しかし、中間支点付近の床版に引張応力を残さないためには、a)に示す支保工施工による順序で施工するのが望ましく、また、本橋はハンガータイプの移動型枠装置としたため容易に中間橋脚部を通過することができる。したがって、d)に示す打設順序とした。これは、桁端部の床版は打ち下げがあるため型枠の入れ替えがあり、また、ハンガータイプの場合は床版上に敷設されたレールの上を走行する

キウス第一橋におけるP R C床版のひびわれ制御	
死 荷 重 時	引張応力度を生じさせない。
設計荷重時	ひびわれ発生限界まで引張応力を許容する。 (引張応力度の基本値 $\sigma_{ck}=27 \text{ kgf/cm}^2$)
衝突荷重時	ひび割れ幅の制御。 (許容ひびわれ幅=0.0035 c)

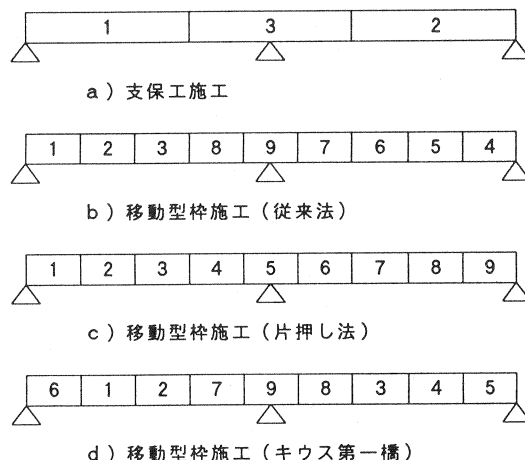


図-2 床版打設順序

のと、2ブロック分程度鉄筋を先置きしているため床版未打設部のレールは受け金具により、主桁上フランジより40cm程度浮いた状態で敷設されているためである。(先置き鉄筋のない部分はレール受け金具を治具により強固に固定できるため、走行時および打設時の安定性を高めることができる。)

4. 施工概要

4. 1 移動型枠装置

移動型枠装置のタイプとしては、打設コンクリート重量を下から支えるサポートタイプと、上から吊るハンガータイプが考えられる。図-3に概念図を示す。

サポートタイプの場合は、張り出し部支保工受け梁が主桁下フランジより懸垂支持されるため、中間橋脚を通過することができず支保工の場合内小運搬が必要となり、施工性を考慮すると前述したようにブロック打設順序を片押し施工とせざるを得ず、中間支点付近の床版に残留応力を生じさせることとなる。また、河川上などに建設される場合は採用が困難である。

一方、本橋で採用したハンガータイプの場合は、床版あるいは主桁上フランジ上に敷設されたレール上を走行する台車上に支持脚がありその上にある支保工受け梁から型枠を吊り下げる方法である。この形式の場合は中間橋脚部を容易に通過でき、また、床版ブロックの打設順序に自由度を有する利点がある。短所としては、一般的にサポートタイプに比べ、①機械重量が大きくなる。②吊り材があるため、橋面上の施工性が劣る。③床版を貫通する吊り材の孔の後処理が必要。④吊り材があるため、後述するプレファブ鉄筋の採用が困難。などの欠点があるとされるが、本橋では①に対して、可能な限りの軽量化を図り約50tとサポートタイプの移動型枠装置重量に対し、同等以下の重量とした。③に対して、床版部にφ26mmの太径セパを用いることにより、後処理は橋面上の防錆処理のみとした。また、床版下面については将来的に点検・補修が必要になったときに、足場取り付け用インサートの代用とすることができる。④については、図-4に示すレール受け金具を使用することでプレファブ鉄筋の採用、および先置き方式を可能とした。

図-5に移動型枠装置による床版施工ステップ、図-6に移動型枠装置断面図、写真-2に移動型枠装置全景を示す。

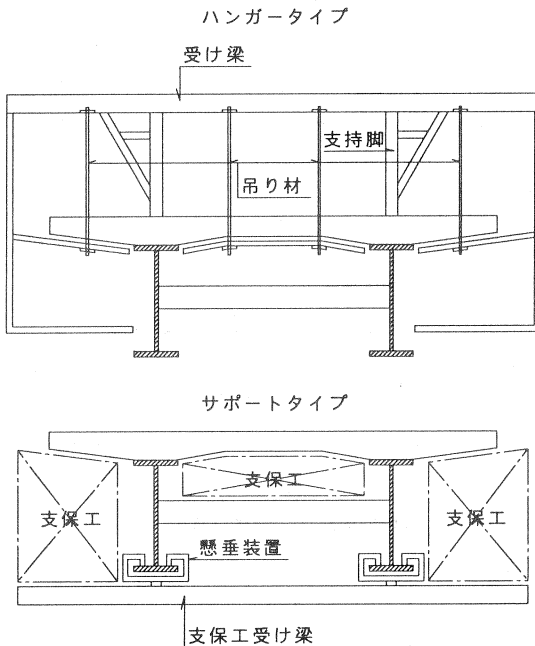


図-3 移動型枠装置概念図

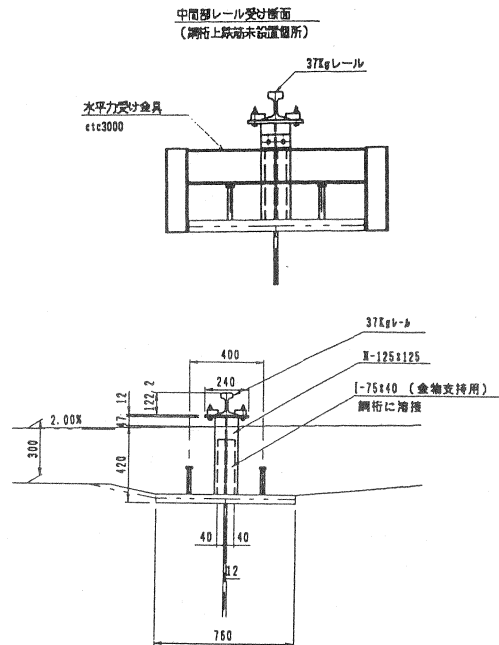
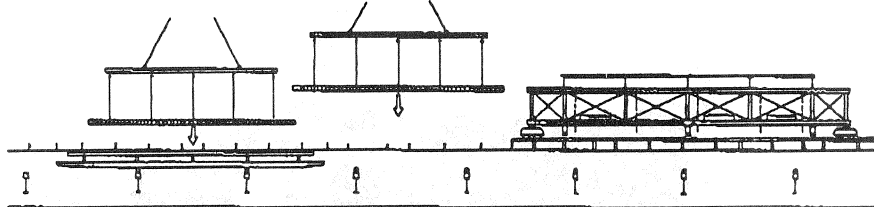
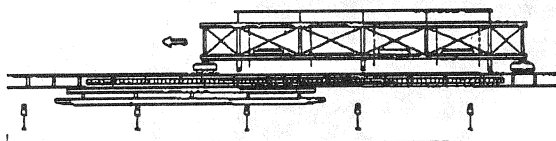


図-4 レール受け金具

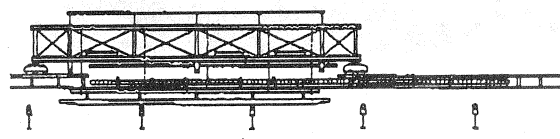
STEP. 1 移動型枠組立、プレファブ鉄筋設置



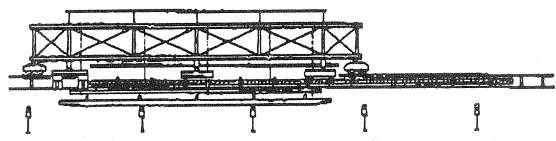
STEP. 2 軌条レール取付、移動型枠打設ブロックへ移動



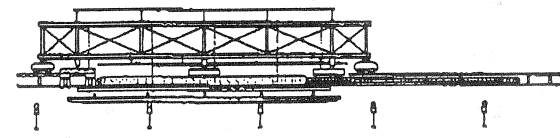
STEP. 3 軌条レール一時撤去、中間床版型枠吊上げ



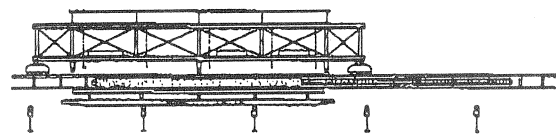
STEP. 4 支持架台設置、ジャッキアップ



STEP. 5 コンクリート打設、養生、プレストレス導入



STEP. 6 ジャッキダウン、支持架台撤去、軌条レール取付



STEP. 7 移動型枠打設ブロックへ移動

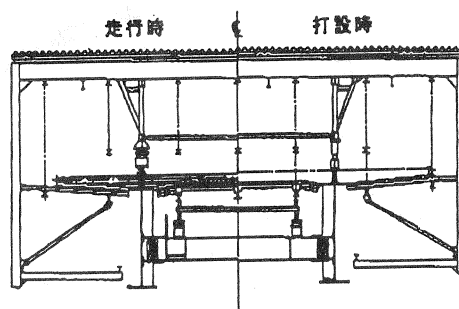
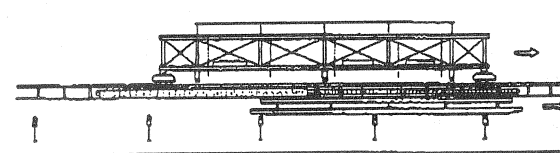


図-6 移動型枠装置断面図

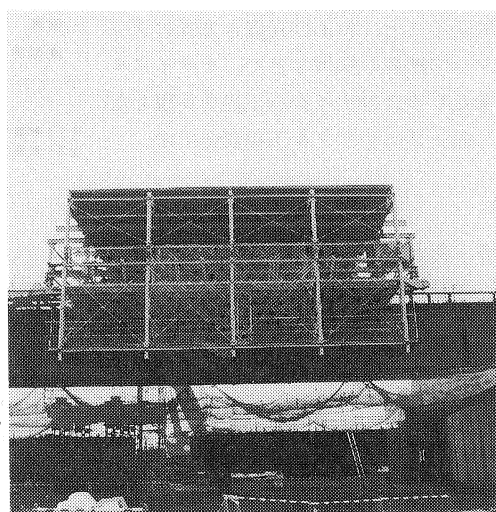


写真-2 移動型枠装置全景

図-5 移動型枠工による床版施工ステップ

4. 2 プレファブ鉄筋

移動型枠装置による床版施工では、鉄筋組立作業が工程を左右する。

そこで、本橋においてもプレファブ鉄筋を採用した。

プレファブ鉄筋は、1ブロック分、約11m×10mを地上の鉄筋組立台であらかじめ組み立てた後、クレーンにて吊り上げ鋼桁上に設置した。また、2ブロック分ほど先行してプレファブ鉄筋を設置する先置き方式としたため、橋面上での鉄筋組立作業としては、かぶり調整、および、ループ継ぎ手のループ内に鉄筋を挿入する作業のみと

なり工期短縮につながっている。なお、鉄筋吊り上げ時にプレファブ鉄筋がたわみ、結束がはずれたり、また、鋼桁上にセットした後鉄筋が垂れ下がり、移動型枠装置が移動できなくなるのを防止するため、上下鉄筋の間にトラス状に組んだ鉄筋を入れプレファブ鉄筋全体の剛性アップを図っている。

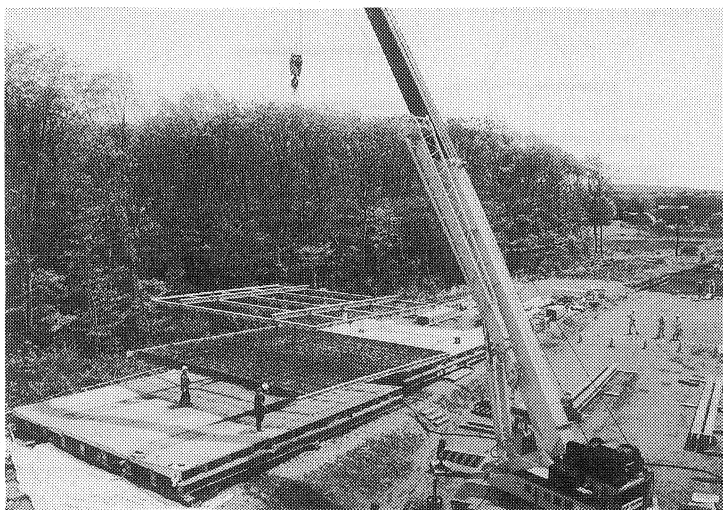


写真-3 プレファブ鉄筋吊り上げ状況

4. 3 サイクル工程

本橋は、ハンガータイプの移動型枠装置によるブロック施工により、支保工の組立解体を不要としたこと、全天候上屋により天候に左右されずに施工できること、および先置き方式のプレファブ鉄筋の採用などで、1サイクルあたり4日のサイクル工程を実現した。

表-2 にサイクル工程表を示す。

▼工 種	1	2	3	4	日
型枠移動・セット	●			●	
鉄筋・PC鋼材・型枠調整	●	●			
コンクリート打設		●			
養生		●	●	●	
妻型枠脱枠・打ち継目処理			●	●	
緊張			●	●	
底型枠脱枠・移動準備				●	

注1) 稼働率含まず

注2) 鉄筋は先置きとした

表-2 サイクル工程

5. あとがき

キウス第一橋の床版施工は、現在、下り線の施工を終え上り線側に移動型枠装置を移動しているところである。本橋は、サポートタイプの移動型枠装置により施工されたホロナイ川橋に次ぐ2橋目のPC床版2主桁橋であるが、ハンガータイプの移動型枠装置、鉄筋先置き方式によるプレファブ鉄筋など、省力化・合理化に取り組み、休日を含んだ1サイクルの工程5日を実現することが出来た。

本報告が、今後のPC床版2主桁橋の設計・施工にあたり参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 「ホロナイ川橋（鋼2径間連続2主桁橋）PRC床版の設計・計画その1」PC技術協会第5回シンポジウム論文集