

3 径間連続 P R C 斜版橋 第二吾妻川橋梁の施工

J R 第二吾妻川橋梁 鹿島・銭高共同企業体 正会員 ○宇津木一弘
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 長野原工事区 大郷 貴之
 東日本旅客鉄道株式会社 上信越工事事務所 長野原工事区 東 隆介

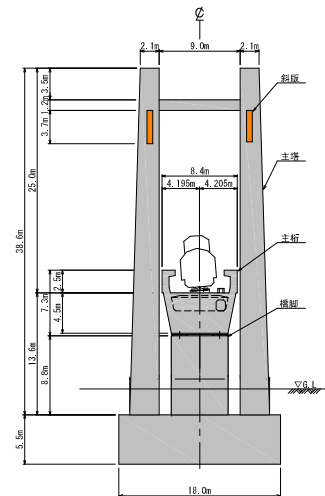
1. はじめに

国土交通省が建設を進めている八ッ場ダム建設に伴い、J R 吾妻線岩島駅～長野原草津口駅間の約6kmが水没するため、J R 吾妻線の付替え工事を行っている。第二吾妻川橋梁は、岩島駅より上流側約1.0kmの地点から、半径R=600mの左曲線により一級河川吾妻川を渡河する橋梁である。本橋は、橋長41.0mの単純P R C 中路箱桁橋および橋長390.0mの3径間連続P R C 斜版中路箱桁橋で構成されている。図-1に側面図とP2主塔断面図を示す。P R C 斜版中路箱桁橋の中央支間長167.0mは国内最長となる。本文は、上部工の施工を中心に報告するものである。

2. 橋梁概要

2. 1 橋梁諸元

工 事 名：吾妻線岩島・長野原間付替第二吾妻川B新設
 橋梁形式：単純P R C 中路箱桁橋+ 3径間連続P R C 斜版中路箱桁橋
 橋 長：41.0 m (単純桁) , 390.0m (斜版橋)
 支 間 長：39.6 m (単純桁) , 110.4m+167.0m+110.4m (斜版橋)
 軌道線形：平面線形 左円曲線(R=600m), 縦断線形 上り24%
 軌道構造：50N レール弾性バラスト軌道
 列車荷重：E A-17 (単線)
 設計速度：V =100km/h



P 2 主塔断面図

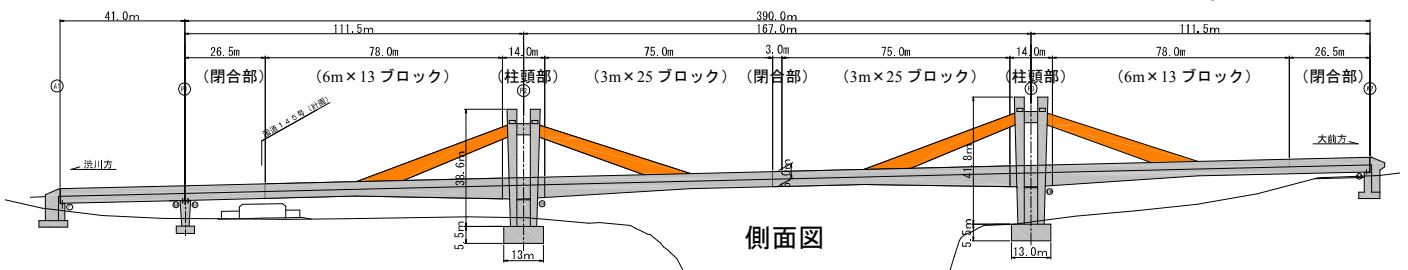


図-1 橋梁一般図

2. 2 主要使用材料

主要使用材料 (P R C 斜版橋部) を表-1に示す。

表-1 主要使用材料

部位	種別	仕様	数量	単位	摘要
主桁	コンクリート	$\sigma_{ck}=50N/mm^2$	747	m ³	柱頭部
		$\sigma_{ck}=40N/mm^2$	5,539	m ³	主桁部
	鉄筋	SD345	1,007	t	
		SD390	84	t	
PC鋼材	12S15.2	218	t		主方向
	1S28.6	31	t		横方向
斜版	コンクリート	$\sigma_{ck}=40N/mm^2$	1,102	m ³	
		SD345	138	t	
	鉄筋	SD390	10	t	
		12S15.2EP	66	t	
PC鋼材	12S15.2	110	t		2次斜材
	SD345	181	m ³		横梁
主塔	コンクリート	$\sigma_{ck}=60N/mm^2$	2,236	m ³	主塔・縦梁
		$\sigma_{ck}=40N/mm^2$	298	t	
	鉄筋	SD345	298	t	
		SD390	312	t	
PC鋼材	SEEE F-200	3	t		主塔
	12S15.2	7	t		横梁
	1S28.6	1	t		縦梁
付属物	ストッパー	P2	45	t	
		P3	14	t	

3. 全体施工概要

本橋の施工順序を図-2に示す。まず、基礎掘削をした後、フーチング、橋脚、主塔基部を構築する。柱頭部を設置式支保工で構築し、中央径間側は移動式作業車、側径間側は設置式支保工上で場所打ちにて張出し施工を行う。側径間1ブロック6mに対して中央径間側1ブロック3mを2ブロック施工する。中央径間12ブロック施工後に中央径間側に仮支柱を設置する。主塔の施工を主桁の施工と並行して行い、

1次斜材で主桁を吊りながら張出し架設を行う。張出し施工完了後、側径間を設置式支保工、中央径間を吊支保工にて順次閉合する。2次斜材を配置して斜版コンクリートを巻き立て、プレストレスを導入し、最後に仮固定の解放を行う。

4. 上部工の施工

4. 1 柱頭部の施工

本橋の構造は、主桁・主塔・斜版が剛結された構造で、主桁がゴム支承にて橋脚に支持された連続桁形式となっている。柱頭部には巨大なダンパーストッパーが地震時の水平力に抵抗するため配置されている。また、柱頭部は張出し施工中、仮固定構造となっており、主桁の移動及びアンバランスモーメントに抵抗する。したがって、ダンパーストッパー、H鋼及び仮締め鋼棒が配置され高密度配筋となる。このため、スランプを18cmとしてコンクリートの充填性を確保するとともに、横桁厚4.0mのマスキングコンクリートであり、縦壁や隔壁等の拘束体も多いことから、内部拘束によるひび割れ防止を目的に温度応力解析を実施した。その結果、膨張材を添加した普通セメントの配合として3リフト分割打設とすることにより、横桁中心部の最小ひび割れ指数が大幅 (0.79→1.65) に改善された。コンクリートの配合を表-2に、温度応力解析の結果を図-4に示す。

4. 2 張出し架設部の施工

中央径間側の主桁の施工は、3mブロックを25ブロック移動作業車を用いて施工する。一般的な箱桁構造であれば、ウェブの直上にメイントラスを配置できるが、本橋の場合はウェブ上に縦壁があり、その縦壁に斜版が接続することからメイントラスを縦壁上に配置することが出来なかった。このため、メインジャッキの反力を箱桁内に設けたコンクリート製のリブで受け持つ構造とした。この補強リブは、曲線橋特有のプレストレスによる腹圧力に対する抵抗部材にもなっている。さらに、1次斜材を張出し施工中に架設・緊張するため、張出し施工が完了して移動作業車を後退する際に1次

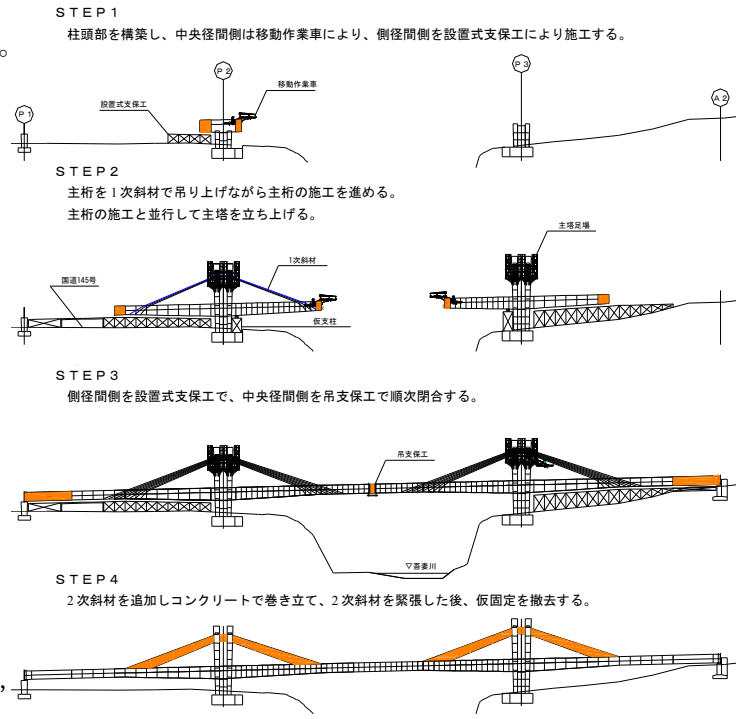


図-2 施工順序図

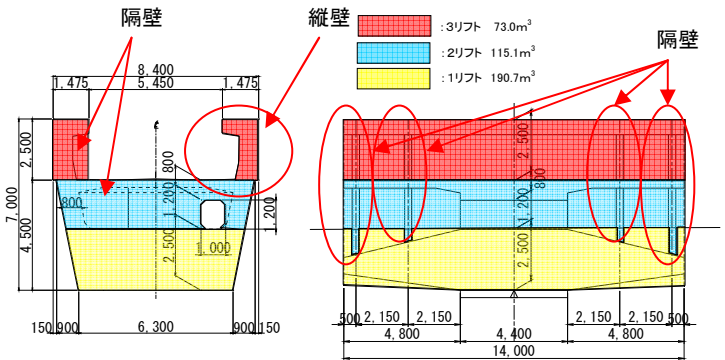


図-3 柱頭部リフト割り

表-2 柱頭部コンクリート配合(50-18-25N)

水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			W	C	S	G	SP
39.0	4.5	48.2	170	416	814	884	4.36

※膨張材を外割で 20kg/m³ 添加

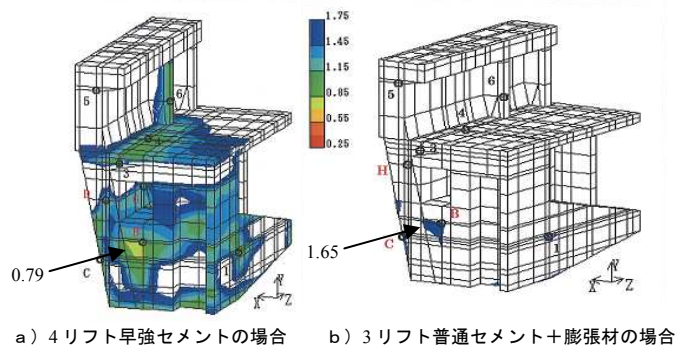


図-4 柱頭部最小ひび割れ指数分布

斜材が干渉してしまうことから、図-5に示す上下分割可能な移動作業車を開発した。

主桁のコンクリートの配合を表-3に示す。スランブを18cmとして、複雑な断面形状でかつ高密度な配筋に対し、充填性を確保した。また、剥落防止用短繊維を混入することからコンクリートのポンプ圧送による性状を確認するため試験打設を行い、ポンプ筒先でのスランブ試験を行った。スランブ試験結果を図-6に示す。スランブ値が繊維混入前の時点で18cm程度であっても、示方配合より単位水量試験の値が10kg程度不足した場合には(図-6中、単位水量改善前)、ポンプ圧送後の加圧脱水が確認された。そのため、打設時は単位水量が165kg/m³以上となるように管理した。

表-3 主桁コンクリート配合 (40-18-25H)

水セメント比 W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
			W	C	S	G	SP
39.2	4.5	48.0	170	434	808	887	3.91

4.3 支保工架設部の施工

側径間側は、基本的に地盤上から支柱式支保工を組み、6mブロックを13ブロック施工する。側径間側の6mブロックを打設後、中央径間側の3mブロックを打設・緊張して移動作業車を移動した後、支保工側のジャッキベースをダウンするが、側径間の支保工側は3mブロック分の重量が残っているためジャッキベースのダウンが出来ない。そこで、油圧式のジャッキアップ装置を使用して反力を受けかえて解体を行った(図-7)。

4.4 主塔の施工

主塔は、フーチング上に独立した4本の柱を同時に構築していく。リフト割りは施工性を考慮して4.0~5.0mとした。P2主塔の7リフトとP3主塔の8リフトは斜材を貫通固定させるサドル部となっている。サドル部は、斜材がアンバランス張力により滑らないことが前提となる。本橋はサドル部にて2本の主塔を縦梁で橋軸方向に結ぶ構造のためサドル長が長く、ガス鋼管の曲げ配置だけで摩擦による抵抗を得ることができた(図-8)。

主塔コンクリートの使用区分を図-9に示す。軌道面より上の部分は主桁と同様に短繊維が混入される。繊維混入部分は単位水量を170kg/m³、スランブを15cm以上確保することとし、サドル部は高密度配筋となるためスランブ18cm

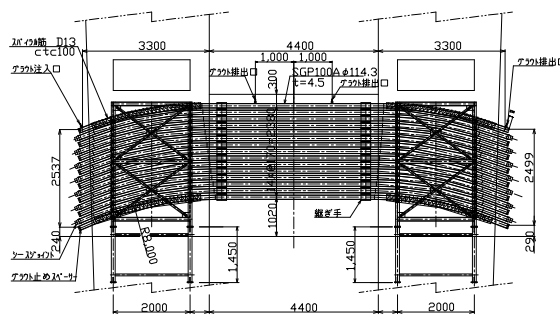


図-8 サドル構造

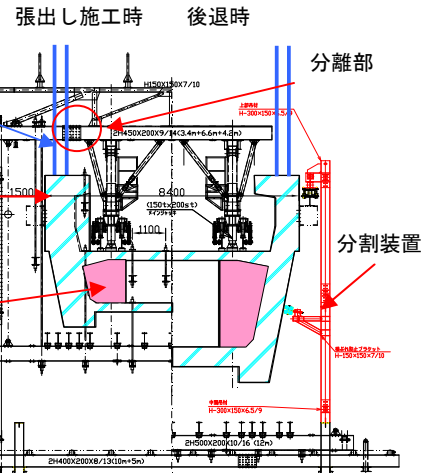


図-5 移動作業車概要図

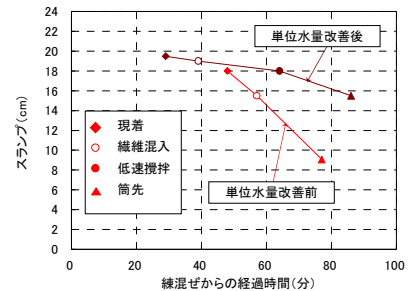


図-6 スランブの経時変化

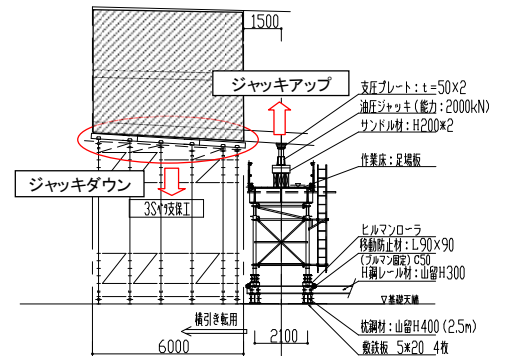


図-7 ジャッキアップ装置

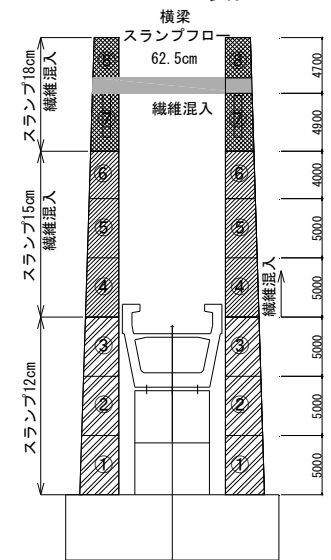


図-9 主塔コンクリート区分 (P2主塔)

とした。横梁部は、設計強度が 60N/mm^2 であり、スランプフロー管理 ($625\pm 75\text{mm}$) とし、更に温度応力解析の結果から、膨張材を添加した。配合を表-4に示す。横梁部のコンクリートは、セメント量が多く、短繊維を混入したフロー管理のコンクリートであることからポンプ圧送によるスランプロス及び閉塞のリスクを考慮して、 1m^3 のコンクリートバケット打設とした。

表-4 横梁コンクリート配合 (60-62.5-25N)

水結合材比 W/B (%)	空気量 Air (%)	細骨材率 s/a (%)	単位粗骨材 絶対容積 Gvol (L/m ³)	単位量(上段:kg/m ³ , 下段:L/m ³)					高性能 AE減水剤 (P×%)
				水 W	結合材B		細骨材 S	粗骨材 G	
					セメント C	膨張材 EX			
35.1	4.5	48.5	330	165	450	20	811	871	6.82
				165	142.9	6.4	310.7	330	1.45%

4.5 1次斜材ケーブルの施工

斜版コンクリート打設までの1年以上、1次斜材は剥き出しの状態となることから、防錆のためエポキシ被覆ストランドを使用した。サドル管の前後には、1次斜材のグラウト止めとして分割スペーサを2つ配置し、隙間にエポキシ樹脂を充填した (図-10)。

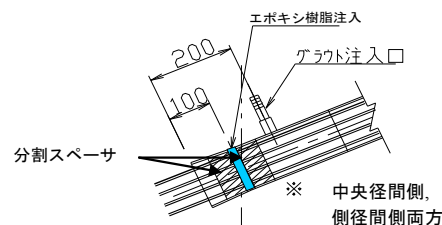


図-10 グラウト漏れ止め

1次斜材の緊張は、側径間側2台、中央径間側2台の合計4台の緊張ジャッキと2台のポンプを使用して曲線の内側外側の斜材を同時に行った。1次斜材は摩擦の影響が少ないことから、外ケーブル方式と同様の伸び圧管理とした。また、斜材の張力確認のため、加速度計を使用して振動数から導入張力を測る振動法による計測を実施した。

4.6 斜版の施工

斜版のリフト割りは、主塔のリフト高さに合わせて4リフトとした。打設順序は、1リフト毎に側径間側→中央径間側の順でP2とP3を交互に打設する計画とした。各リフト打設においては、曲線の内側外側を同日に打設した。

斜版の形状は、平面線形R=600mの主桁上につながるため、3次元の曲面形状となっており、1次斜材から一定の距離が外面になる。この型枠の管理として、3次元CADで斜版水平断面の形状図を各リフト天端および型枠高さ2段ごとに作成し、外型枠の位置を位置決め金具にて調整した (図-11, 写真-1)。



図-11 斜版型枠曲線形状管理方法

斜版コンクリートにも短繊維が混入されており、温度応力解析を実施して、普通セメントを使用するとともに拘束ひび割れ対策として1リフトと4リフトには膨張材を添加した。さらに、ひび割れ対策として補強筋を配置した。

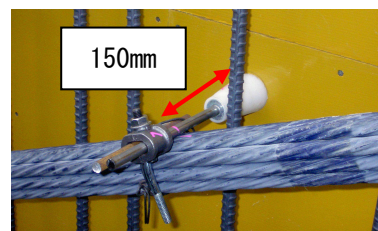


写真-1 位置決め金具設置状況

2次斜材の挿入は、上り勾配が約30%であり最大斜材長が約140mと長いことから、2台連動するプッシングマシンを使用して側径間側から行った。緊張は、4台の緊張ジャッキを使用してP2斜版→P3斜版の順で行った。緊張管理は、内ケーブル方式と同様の摩擦管理により行った。2次斜材の挿入及び緊張は、側径間側は桁下に足場を、中央径間側はラック式の移動式吊足場を設置して行った。

5. おわりに

本報告が、今後の同種工事の参考になれば幸いである。最後に、本橋の施工にあたり、ご指導・ご助言いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。