

中国自動車道を跨ぐ片側剛結細幅箱桁橋の工事概要と安全対策

宇部興産機械(株) 正会員 ○小山 諒子
 宇部興産機械(株) 正会員 後藤 悟史
 宇部興産機械(株) 栗山 雅裕

1. はじめに

湯田 PA スマートインターチェンジ橋(現：湯田温泉ランプ橋)は、中国自動車道の湯田 PA に新設されるスマートインターチェンジのランプ橋である。本橋は、中国・山陽自動車道と湯田 PA に接続するランプを夜間通行止めとし、大型クレーンにて一括架設する工法が採用された。PA 内に確保できるヤードは狭く、時間的・空間的制約がある中での架設工事であり、各ステップにおいて鋼桁の落下やベントの転倒などに対する安全対策が極めて重要であった。そのため、主桁設計時に特に安全性の高い施工順序に配慮し、架設途中に L2 地震が発生した場合でも安全性が確保できるよう対策を実施した。

2. 工事概要

図-1 に構造一般図を示す。

(1) 橋梁概要

- ・ 工事名称：湯田 PA スマートインターチェンジ橋(鋼上部工)工事
- ・ 工事場所：山口県山口市吉田
- ・ 工期：2018年6月16日～2020年3月6日
- ・ 橋梁形式：鋼単純合成細幅箱桁
- ・ 支間長：65.5m 幅員：10.2m 最小曲率半径：80m

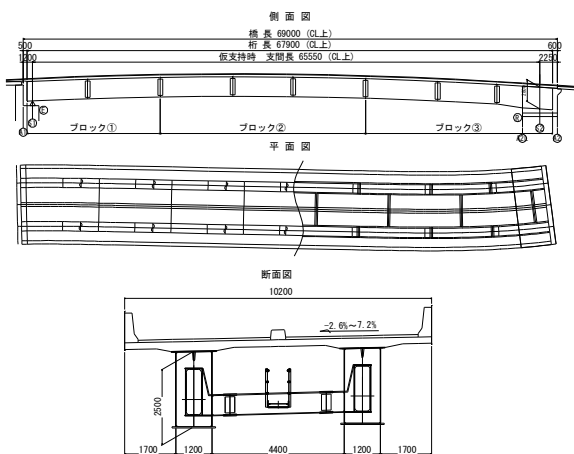


図-1 一般図

本橋は A2 橋台にて鋼桁と橋台コンクリートが剛結されている片側剛結構造である。本線からの凍結防止剤の巻き上げによる塩分付着を考慮し、合成床版を含めた外面全体に亜鉛・アルミニウム合金溶射を採用しており、現場ボルト連結部にも溶射仕様の TCB, HTB を使用し耐久性の高い防錆仕様となっている。

(2) 施工概要

図-2 に、ブロック②の架設計画図を示す。

本工事では、夜間架設の3日間(20時～6時)は本線の通行止め・PAの封鎖が可能であったが、通常は一般利用者の駐車スペースを確保する必要があり、施工ヤードは非常に狭かった。そのヤード内で全ブロックの地組を実施する必要があったが、ブロック②、③は本線上に吊り上げ位置があるため、多軸台車上で地組を行い、規制開始後に移動させることとした。地組は合成床版(パネル)や検査路・排水管等の全ての付属物を設置した。吊り上げには、クローラクレーンに比べ組立時の占有面積が狭いトラッククレーン(550t吊り)を2台採用し、リフターを使用し組立てた。架設はブロック①、③の順で行った後、本線上のブロック②を落とし込むものとし、ブロック②及び③は相吊り架設を実施した(写真-1)。

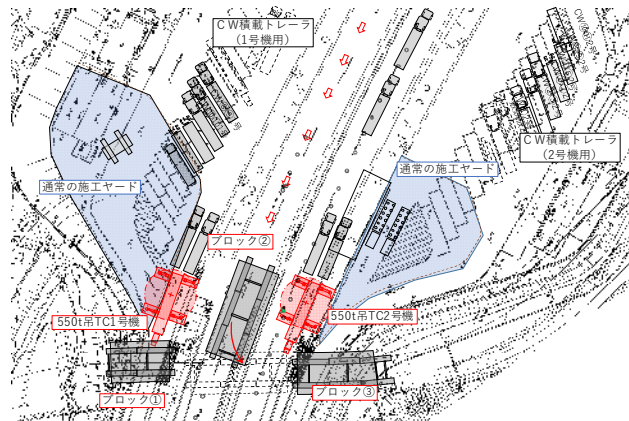


図-2 ブロック②架設計画図(夜間)

キーワード 高速道路上, 細幅箱桁, 安全対策, 夜間通行止め, L2 地震

連絡先 〒755-8633 山口県宇部市大字小串字沖ノ山 1980 宇部興産機械株式会社 TEL 0836-22-6211

3. 安全対策

(1) 剛結部の施工順序の検討

本橋は、剛結部コンクリート施工前は仮支承で支持される橋長 70m 級の単純桁形式となる。曲率半径が小さく、横断勾配も大きいため、仮支持の状態で床版荷重を受け、その状態で一般車両が橋梁下を通行することは、地震時のリスクが大きいと考えた。そのため、剛結部コンクリートの施工後に床版コンクリートを打設することとし、主桁の設計へ反映した。

表-1 に剛結部の施工時期の違いによる経済性・安全性等の比較を示す。剛結部を先行打設した場合、剛結部に発生する曲げモーメントが大きくなり主桁のずれ止め(PBL)の数が多くなる。しかし、床版以降の荷重をラーメンモデルで抵抗できるため、支間中央の断面が小さくなり鋼重を抑えることができ経済性を追求できた。また、上述の通り安定性も確保することができた。

(2) 架設ステップ別の地震対策

図-3 に架設ステップ別の対策を示す。本対策では、下部工の設計で用いられていた設計水平震度(L2 地震時 0.5)および各ステップを想定した格子解析より算出した支点反力を用いて検討を行った。

ステップ1 ベントの転倒対策として、コンクリート基礎を設置し、あと施工アンカーで固定することで橋軸・直角方向へ抵抗するものとした。

ステップ2 ブロック①架設時の A1 側では、橋軸・直角方向とも支承アンカーボルトが橋台の孔に干渉し抵抗するが、追加対策として落橋防止ケーブル孔に PC 鋼棒を設置し、仮の落橋防止構造とした。なお、端横桁は鋼単独で L2 地震に抵抗できるよう補強した



写真-1 ブロック②の相吊り架設

表-1 剛結部打設順序の検討

剛角部剛結時期		床版打設前 (鋼桁架設後)		床版打設後		
		施工ステップ	解析モデル	施工ステップ	解析モデル	
施工ステップ および 解析モデル		STEP-1 桁架設		STEP-1 桁架設		
		STEP-2 隅角部		STEP-2 隅角部		
		STEP-3 床版		STEP-3 床版		
		STEP-4 壁高欄 舗装		STEP-4 壁高欄 舗装		
設計 (品質)	構断面	位置	隅角部	支間中央	隅角部	支間中央
		UFLG	1520 × 28 SM490Y	1520 × 23 SM490Y	1520 × 24 SM490Y	1520 × 26 SM490Y
		WEB	2772 × 22 SM490Y	2477 × 12 SM490Y	2776 × 19 SM490Y	2474 × 12 SM490Y
		LFLG	1440 × 36 SM490Y	1440 × 45 SM520-H	1440 × 30 SM490Y	1440 × 49 SM520-H
設計 (品質)	評価	ずれ止め(PBL)数が多くなる		ずれ止め(PBL)数が少なくなる		
		△		○		
設計 (経済性)	概算 工事費	鋼重	SM490Y	221.078 t	228.728 t (差 7.650 t)	
		材料		35,991 千円	37,237 千円 (差 1,245 千円)	
		輸送		1,769 千円	1,830 千円 (差 61 千円)	
		架設		120,930 千円	125,114 千円 (差 4,185 千円)	
	合計		158,690 千円	164,181 千円 (差 5,491 千円)		
	下部工		6.299 t	6.299 t (差 0.000 t)		
設計 (経済性)	鉄筋	材料		普通鉄筋	普通鉄筋	
		費用		782 千円	782 千円 (差 0 千円)	
設計 (経済性)	合計			159,472 千円	164,963 千円 (差 5,491 千円)	
		評価		◎	△	
設計 (安全)	評価	床版打設時の安定性に勝る		単純支持での床版打設になり安定性に欠ける		
		◎		△		
設計 (総評)		◎		△		

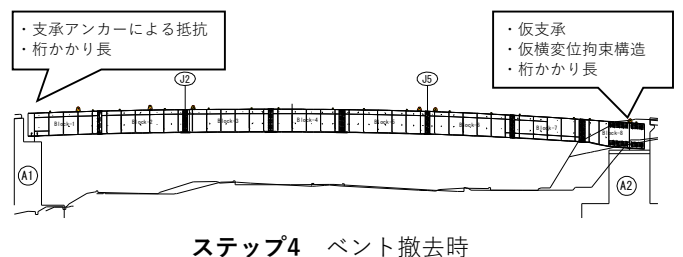
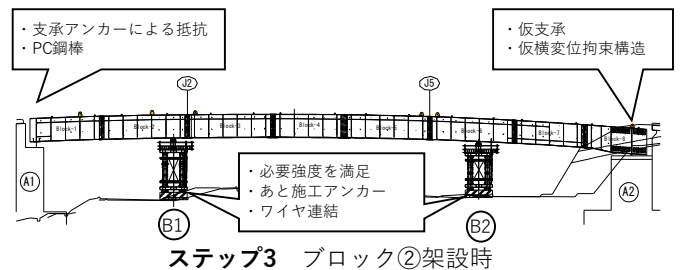
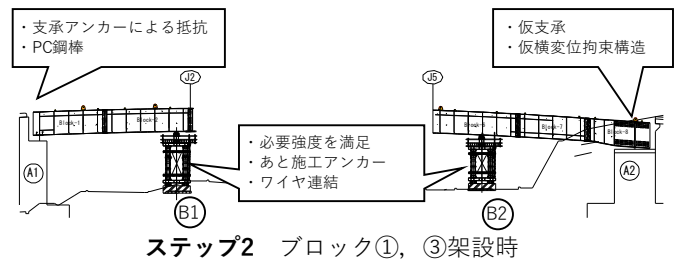
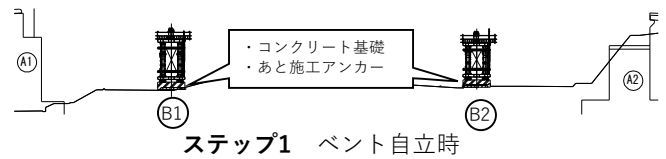


図-3 架設ステップ別安全対策

(写真-2). B1 ベントでは、本体部材は作用荷重に対し必要強度を満たすよう設計を行い、橋軸方向の転倒にはあと施工アンカーで抵抗することとした。また追加対策として主桁とベントをワイヤーによるたすき掛けで連結し固定した(写真-3)。

ブロック③架設時の A2 側では、橋軸・直角方向の L2 地震に抵抗できる仮支承構造を採用し、2 重の安全対策として万が一の桁の落下を防止するため直角方向の L2 地震移動量に対応した仮横変位拘束構造を設置した(写真-4)。B2 ベントは、B1 ベントと同様の対応を実施した。

ステップ3 ブロック②架設時には、ブロック①、③で設置した PC 鋼棒、支承アンカーボルト、仮支承、仮横変位拘束構造が引き続き抵抗できる設計とした。また、ベントのワイヤーによる主桁との固定は、転倒防止のためベントの撤去まで継続した。

ステップ4 ベント撤去後から剛結部打設まで、A1 側では橋軸・直角方向へ支承アンカーボルトが、A2 側では仮支承、仮横変位拘束構造が抵抗できる設計とした。また、桁かかり長も十分に満足することを確認した。

(3) 常時計測

ベントの傾斜角度および鉛直変位を常時計測することで、桁架設による変位を可視化し、データは現場代理人をはじめ複数の工事管理者の携帯電話に送信するシステムを採用した。これにより、不測の事態に早期に対応できる体制とした。

(4) シミュレーション動画による工程共有

通行止め時間の中で安全かつ迅速に施工を行うため、関係者によるタイムスケジュールの共有は非常に重要である。そのため、橋梁本体および下部工や仮設構造物、周辺環境を網羅した 3D モデルで夜間架設時のシミュレーション動画を作成し、作業員全員への教育に利用した。

4. おわりに

本稿では、高速道路上に架設する橋梁の安全対策について報告した。湯田温泉スマートインターチェンジは 2020 年 3 月に開通しており、本工事の円滑かつ安全な遂行にご協力いただきました関係者各位に対し厚く御礼申し上げます。



写真-2 橋台と桁の固定

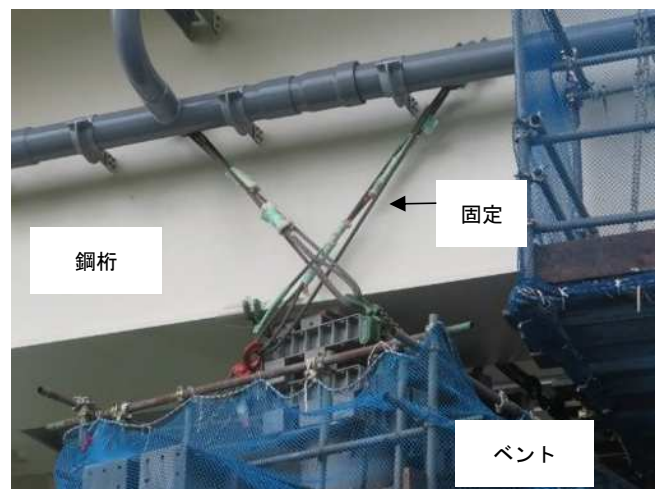


写真-3 ベントと桁の固定



写真-4 仮支承と仮横変位拘束構造