

斜角60°の鋼桁曲線橋の現場施工管理について

日本橋梁建設土木施工管理技士会
株式会社駒井ハルテック

監理技術者

武島厚志

Atsushi Takeshima

1. はじめに

県道鳥取鹿野倉吉線は、鳥取県東部地区と中部地区を結ぶ一般国道9号線の代替道路に位置付けられ、第2次緊急輸送道路に指定された主要幹線道路である(図-1)。

架設地点から約5kmと程近くに位置する^{みとく}三徳山投入堂は、山の断崖の窪みに建造された木製堂で、平安密教建築の数少ない遺構であるため、国宝に指定されている。

本橋を含む片柴バイパスの整備事業は、片柴集落内を縦貫する交通量の多い幅員狭小な区間を整備し、安全な通行を確保するものであり、三徳山投入堂へのアクセス道としても、重要な役割を担っている。



図-1 位置図

本稿では、本橋の特徴である道路線形に起因する変形挙動に対する実橋計測と、現場施工時に取り組んだ工夫について報告する。

工事概要

- (1) 工事名：県道鳥取鹿野倉吉線(片柴工区)橋梁上部工事
- (2) 工事箇所：鳥取県東伯郡三朝町片柴～余戸
- (3) 形式：2径間連続非合成細幅箱桁橋
- (4) 工期：平成25年7月12日～平成26年9月30日
- (5) 橋長：78.5m
- (6) 支間長：28.7m+48.2m
- (7) 総重量：240t
- (8) 施工主：鳥取県中部総合事務所

2. 現場における問題点

本橋の平面図を図-2に示す。このように本橋は、端支点部に斜角60°、及び最小曲率半径R=100mを有する曲線橋のため、出来形精度への影響を踏まえて、以下の変形挙動に配慮する必要があると考えた。

①平面曲線に起因する変形挙動

【主構】支間中央における主桁のねじれ変形

②斜角に起因する変形挙動

【主構】主桁端支点部の回転方向

【床版】床版支間方向と内部鋼材配置に起因する

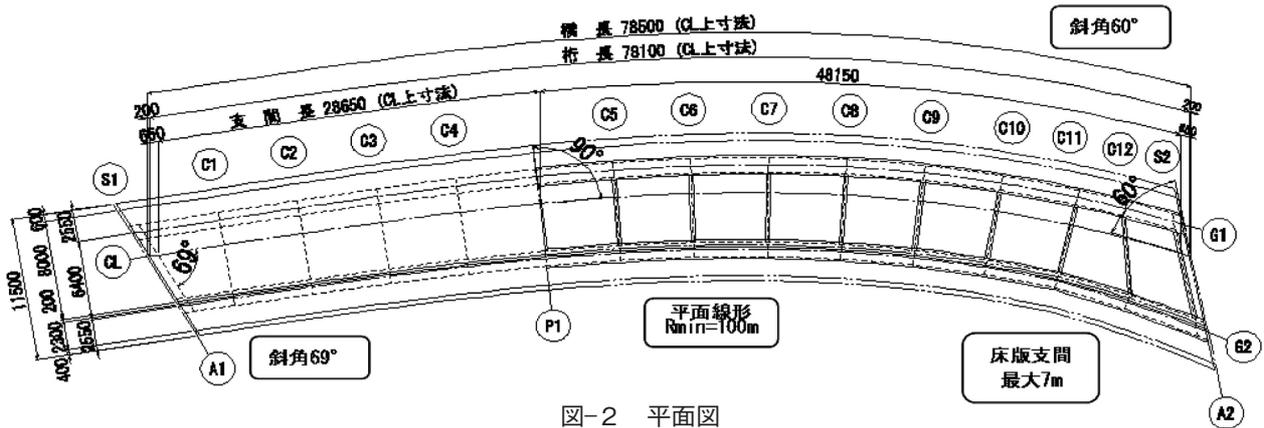


図-2 平面図

る床版のたわみ

これらの変形挙動について、過去の施工実績から机上での把握を試みたが、本橋のような平面形状と合成床版を組み合わせた採用実績は少なく、定量的判断を行うまでのデータが蓄積できていなかった。

そこで、本工事において実橋による計測を実施し、今後に向けたデータ整理と対策検討を行ったので、以下に詳述する。

2.1 実橋計測要領

(1) 計測時荷重状態

計測は死荷重が最も大きい床版コンクリートによる変形に対して行い、同様の条件による解析値と比較して、相互に妥当性の確認を行うこととした。

(2) 計測箇所及び計測内容

計測は、曲率・斜角とも大きいP1-A2支間を対象とした。計測箇所を図-3に示す。

1) 平面曲線に起因する変形挙動

主桁のねじれ変形を確認するため、C8位置の主桁腹板に着目し、各主桁の傾きを計測した。

2) 斜角に起因する変形挙動

①主桁端支点部の回転方向を確認するため、S2位置の腹板に着目し、主桁の傾きを計測した。

②斜角により、床版支間、及び内部鋼材（リブ）の配置方向が一般部に対し変化することから、これによる床版たわみへの影響を確認するため、C8、C12位置の床版の鉛直変位を計測した。

2.2 平面曲線に起因する変形挙動の確認

主桁のねじれに関する解析値・計測値を表-1、

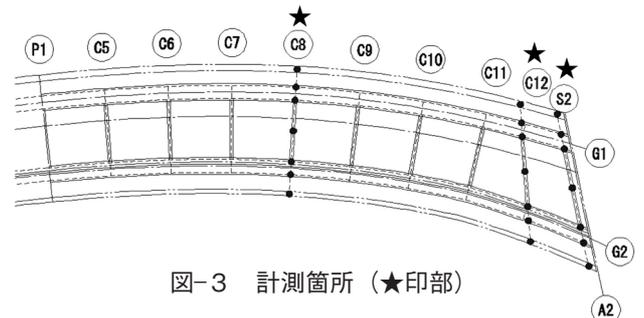


図-3 計測箇所（★印部）

表-1 解析値と計測値の比較 $\delta=1\sim 3.5$ (mm) $\delta=1.5\sim 3.8$

		解析値	計測値
C8	G1	-1.8	-2.5
	G2	-1.6	-1.0
S2	G1	2.9*	3.8
	G2	2.5*	1.5

※支承線軸まわりの値

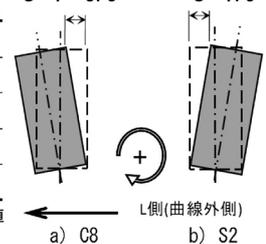


図-4 主桁のねじれ方向

図-4に示す。ここで、C8位置の値がおおむね一致していることから、解析値、実測値とも妥当であると考えられる。

2.3 斜角に起因する変形挙動の確認

(1) 主桁端支点部の回転方向

主桁端支点部は荷重载荷により回転変位が生じるが、斜角を有する場合、この回転方向については、以下の2通りが想定される（図-5）。

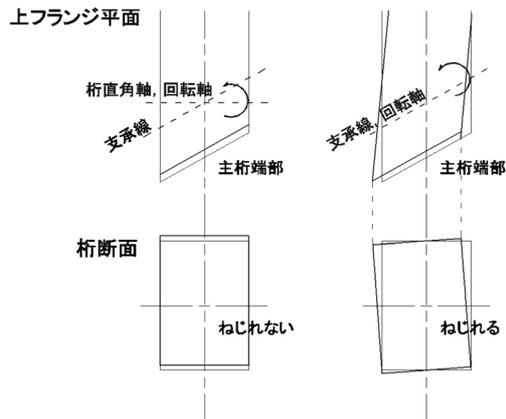
①主桁直角軸回りの回転

②支承線（斜角）軸回りの回転

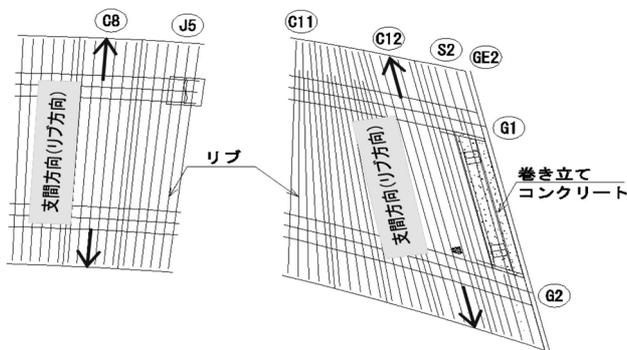
表-1より、S2位置の計測値は解析値とおおむね一致しているため、端支点部の回転方向は支承線（斜角）方向であると考えられる。

(2) 合成床版のたわみ

本橋における合成床版（パイプスラブ）の床版支間方向、及びリブ配置を図-6に示す。



a) 主桁直角軸回り b) 支承線(斜角)軸回り
図-5 斜角による主桁端部の挙動イメージ



a) 一般部 b) 斜角部
図-6 床版の支間方向及びリブ配置

一般部では、床版支間方向が主桁直角方向であるため、リブ配置もこれに合わせている。これに対し、桁端部では床版支間を斜角方向とする必要があるため、リブ配置方向をC11付近から順次変化させ、斜角方向に対応している。

床版の出来形に影響を及ぼす合成床版パネルのたわみ量は、床版支間の影響を大きく受けるため、解析値の妥当性を計測結果より確認することとした。

主桁上での合成床版パネルの支持状況、及び解析モデルを図-7、図-8に、解析値、及び計測値を表-2に示す。

1) 一般部のたわみ

斜角部との比較用データとして、一般部(C8)にて解析・計測を行った。整合性については、 $\delta 1$ 、 $\delta 2$ はおおむね一致したが、 $\delta 3$ は計測値が解析値に対し、5割程度の値となった。

2) 斜角部のたわみ

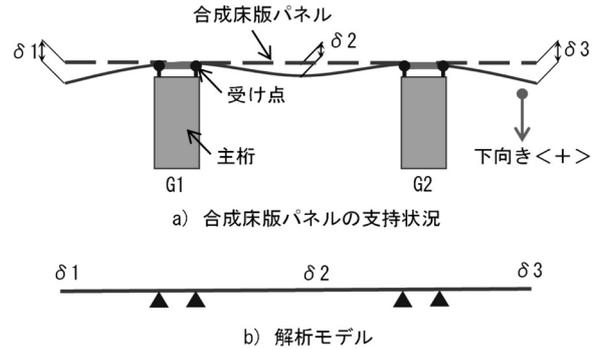


図-7 合成床版パネルの支持状況と解析モデル

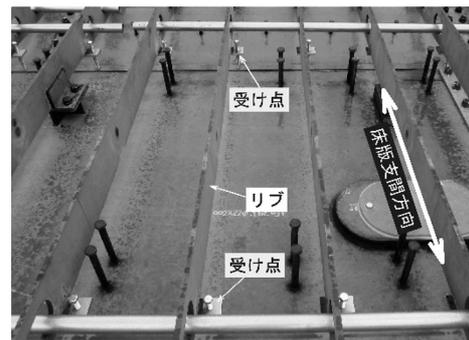


図-8 合成床版の内部鋼材

表-2 合成床版パネルのたわみ (mm)

		解析値	計測値
C1-C11 (C8上)	$\delta 1$	8.4	8.0
	$\delta 2$	5.2	6.0
	$\delta 3$	8.4	4.0
C11-S2 (C12上)	$\delta 1$	9.8	6.0
	$\delta 2$	10.1	4.5
	$\delta 3$	12.4	7.0

桁端部の床版は、巻き立てコンクリートで支持されることにより変形挙動が異なるため、C12位置にて解析・計測を行った。整合性については、 $\delta 1 \sim \delta 3$ とも、計測値が解析値に対し4~6割程度の値となった。

斜角部の支間長は一般部の約1.3倍であるが、たわみ計測値は一般部の解析値に対し、8割程度の値となった。

3) 考察

以上の結果に対する考察を以下に示す。

- ①一般部における床版たわみは、解析値と計測値でおおむね一致したことから、解析モデルの床版支間、及び支点位置は妥当である。
- ②一般部において $\delta 3$ のみ傾向が異なる点については、今後、計測データを蓄積して判断する必

要がある。

- ③斜が想定と逆の傾向となった要因としては、巻き立てコンクリート、パネル形状、リブの配置密度等の影響が考えられ、今後の検証課題である。以上より、一般部の挙動は、おおむね把握できたが、斜角部では、不明点が残ったため、引き続き検証を行う予定である。

3. 工夫・改善点と適用結果

3.1 支承固定装置の設置

本橋には、機能分離型支承が採用されている。桁架設時には曲線桁特有の温度変化による水平移動が橋軸・橋軸直角方向共に生じるため、図-9、10に示す支承の水平移動を制限する固定装置を仮設備として設置し、桁架設完了後に支承固定（グラウト打設）を行い、本装置を撤去した。

固定装置の設置要領は、完成時の固定条件に合わせることで、固定支点となるP1橋脚鉛直支承では橋軸・橋軸直角方向の水平移動を制限し、橋軸方向のみ可動支点となるA1、A2橋台鉛直支承に対しては、橋軸直角方向の水平移動を制限することとした。

3.2 バランシング工法による桁架設

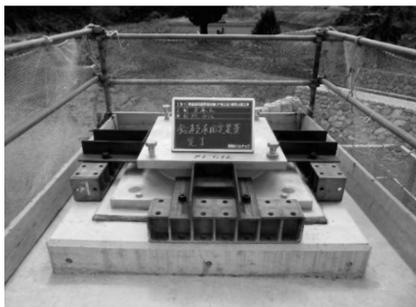


図-9 P1橋脚固定装置



図-10 A1橋台固定装置

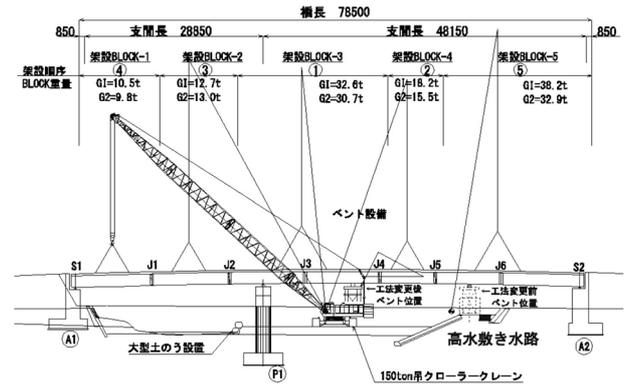


図-11 変更架設計画

当初の計画では、A2橋台からA1橋台に向かって桁架設を行う手順となっていたが、この手順では新設改良の高水敷き水路にベント設備を設置することになるため、水路の損傷等、構造物への影響が懸念された。

そこで、架設順序を再検討し、中間支点であるP1橋脚から両橋台に向かって桁架設を行うバランシング架設を採用した（図-11）。

変更後の架設計画では、高水敷き水路上のベント設備を省略可能とした一方で、桁本体のたわみや河床内のベント設備に作用する反力が大きくなる問題があった。そのため、安全に架設が行えるよう各ステップに対する構造解析を行い、たわみ量や反力バランスを確認し、架設順序を決定した。

本工法変更により、新設構造物へのベント設置を回避し、問題なく架設を完了することができた。

4. おわりに

本橋は2径間の橋梁ではあるが、本稿のとおり、特別なエッセンスが詰まった橋梁であった。このような橋梁を題材に、実測による挙動確認ができたことは、今後の類似橋梁に対して有益であったと考えられる。現場施工においては、支承固定装置の設置や架設順序の変更をはじめ、多くの工夫により、品質確保の上、無事故にて完成させることができた。

最後に、本橋の施工にあたり御指導を賜りました鳥取県中部総合事務所殿、及び御協力いただいた関係各位に深く感謝の意を表します。