

# 縦横断勾配を持った桁の架設方法について ～小田原橋の事例～

経種 健司

大津土木事務所 道路計画課

小田原橋（おだはらはし）は、一般県道宇治田原大石東線の道路改良工事の一環として、一級河川大石川上流部にある八王子池に架けた、1径間PCプレテンション方式単純中空床版橋である。宇治田原大石東線は滋賀県南部地域と京都府南部地域を結ぶ一般県道として、大型車両を主として大小様々な車両が往来しているが、旧道が曲折した狭隘かつ縦断勾配の変化の大きい道路であったため、道路の早期拡幅・線形改良が求められていた。

本稿では、この改良事業の一環として実施した小田原橋を事例とし、縦横断勾配を有する橋桁の架設工法について考察する。

キーワード：合成勾配，技術提案，斜め架設，フェイルセーフ

## 1. 宇治田原大石東線道路整備事業の概要

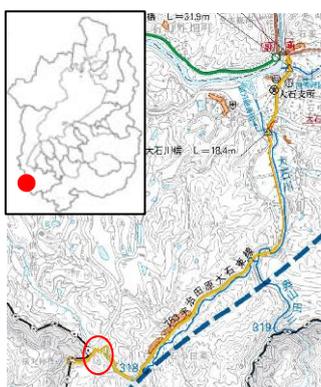


図 1-1 小田原橋 位置

宇治田原大石東線は、京都府綴喜郡宇治田原町岩山付近を起点に、滋賀県大津市鹿跳橋までの間を結ぶ、一般県道である。都市部を避け、滋賀県南部地域と京都府南部地域を短絡することのできる道路として利用されており、当路線の大型車混入率が14%を越えていることから、本路線が重要な陸上輸送路としての一面を持っていることが分かる。

特に、本工事区間は、八王子池を迂回するために、狭隘（W=4.0m）かつアップダウンの激しい曲折した道路となっており、交通の難所であったため、当該区間を橋梁によりバイパスし、道路拡幅・線形改良を実現することを目的に、小田原橋の架設が計画された。計画立案に当たっては、公安委員会、周辺自治会の他、勢田川漁業組合との綿密な協議が必要であった。



図 1-2 改良前(大津→京都)

## 2. 上部工設計概要

小田原橋上部工は、道路規格第3種3級，設計速度40km/hの設計条件に対応した、1径間PCプレテンション方式単純中空床版橋で、有効幅員10.702m～11.500m，支間長23.2m，主桁数15本であり，全桁の架設後に横組みを行い一体化した。本橋梁はR=80mの曲線部に位置しており，横組み後，両端桁の外側に張出床版を打設することで，曲線橋としての形状を持たせている。架設年度は平成24年度であり，平成14年3月に刊行された道路橋示方書に準拠した設計となっている。

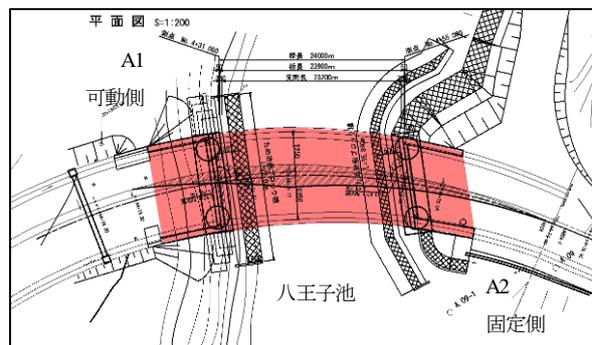


図 2-1 小田原橋 橋梁一般図 (平面図)

本橋梁の特徴として、横断方向に5.0%の片勾配，縦断方向に約6.9%の勾配を有していることが挙げられる。縦断勾配は主桁両端下面のレアーで確保し，横断勾配は支承を傾けることで確保しており，施工時には品質・精度・安全等の面で問題が発生することが想定された。

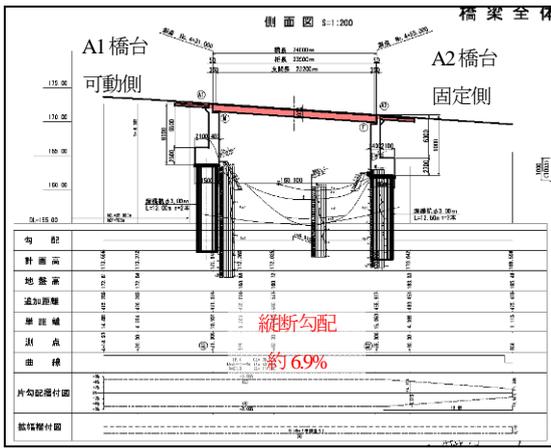


図2-2 小田原橋 橋梁一般図 (側面図)

そこで、合成勾配を有する橋梁における、横断勾配を有する橋座への主桁架設について、施工上の問題点と対処方法を検討するため、発注時に総合評価方式の簡易型B（技術提案型）を採用し、想定される問題点に対しての技術提案を求めた。

### 3. 技術提案による安全かつ高品質な桁架設方法の検討

本橋上部工を施工するにあたり表3-1のような問題点を設定し、これに対して、下記のような対策が提案された。

表3-1 施工時に想定される問題点

| 番号 | 問題の種類  | 具体的内容                                |
|----|--------|--------------------------------------|
| 1  | 品質上の問題 | 水平・垂直に架設する場合、桁・支承に偏荷重が生じる            |
|    |        | 水平架設の場合、固定側より可動側が先に設置されるため桁位置の微調整が困難 |
| 2  | 安全上の問題 | 架設後、横組みまでの桁が転倒・滑動する危険がある             |

#### (1) 水平・垂直に架設した場合に桁および支承に偏荷重が生じることへの対策

当初想定していた架設工法は、桁の両端2点を水平・垂直に吊り上げるものであったが、当該課題への対策として4点吊りを基本とし、橋桁を吊り上げた時点で、あらかじめ桁に所定の合成勾配を持たせておき、A1・A2橋台にほぼ同時に設置することで、桁・支承双方に生じる偏荷重を低減するとともに、桁位置を微調整することも可能な工法が提案された。各工法はいずれも類似していたが、吊り具の延長をあらかじめ計算で定めておき、吊り上げさえすれば所定の勾配が得られる方法と、吊り具の延長を調整するための機構を備え付けておき、吊り上げてから所定の勾配に合わせる方法との2つに分けることができた。

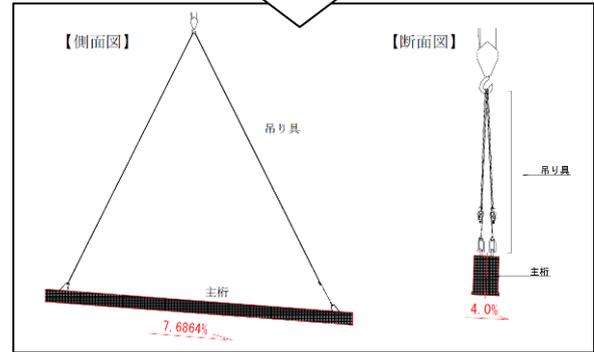
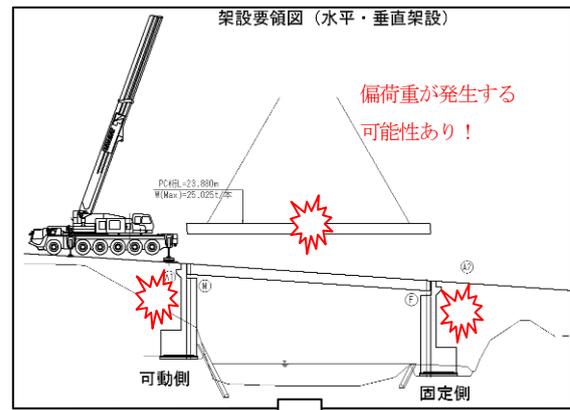


図3-1 斜め架設のイメージ

#### (2) 架設後に桁が転倒・滑動する危険があることへの対策

まず、本橋の横断勾配は5.0%であるが、PC中空床版橋桁の据付において許容される橋軸直角方向の勾配は4.0%であることから、残り1.0%の勾配は橋面工にて確保していることを注記する。

当該課題への対策としては、曲線部内側の最も低い桁から架設し、当該桁と橋台との間に支保を設けることで転倒防止とする方法が多く提案された。2本目以降は桁同士を連結することで安定を図っている。

また、その他の滑動防止措置として、遊間に発泡型枠を設置し、遊間を確保することも提案された。

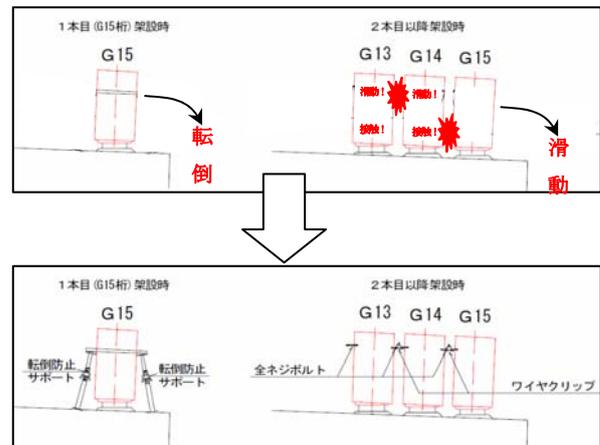


図3-2 転倒・滑動防止措置のイメージ

## 4. 実施工

以上の技術提案内容を踏まえて総合評価を行い、落札業者を決定した。当該業者の技術提案事項は表4-1のとおりである。

表4-1 落札業者の技術提案事項

| 課題番号 | 技術提案事項  |
|------|---|
| 1    | 4点吊で桁吊ワイヤーに2台のチェーンブロックを取付け、長さを調整し縦断勾配をつけて吊り上げる。                                     |
| 2    | G15 桁から据付し、G15 桁にミドルサポートで転倒防止措置を講じる。2 番目以降はインサートアンカーに全ネジボルトを差込み、ワイヤクリップで主桁同士を連結させる。 |
|      | A2 パラペットと桁の間に発泡型枠を設置し遊間を確保。伸縮装置用の鉄筋を単管及びクランプで連結させ主桁の滑動防止とする。                        |

上記方法で施工した様子を以下に示す。

### (1) 斜め架設

長さ調整が可能な機構（図4-1 チェーンブロック）を備え付けた吊り具で水平・垂直に吊り上げた後、合成勾配を確認しながら所定の勾配に合わせ、架設した。しかしながら、1本目の桁の勾配が橋台の勾配と整合せず、何度も吊り具の長さを微調整しながらの架設となった。この原因として、桁の合成勾配の測定方法が勾配定規を用いた簡易的なものであり、桁にはプレテンションの影響でキャンバーが付いていたこともあり、必ずしも桁が所定の勾配を有していなかった可能性が考えられる。2本目以降は1本目の結果を反映し、順調に取り付けることができた。

また、あらかじめ桁に合成勾配を持たせていたことで、先に固定側で桁位置を確定した後に、可動側を設置するという手順を踏むことができ、精度良く桁を架設することができた。



図4-1 チェーンブロック



図4-2 合成勾配の調整状況（赤枠：チェーンブロック）



図4-3 縦断勾配の確認状況（電子水平器[左上]を使用）

### (2) 1) 転倒・滑動防止

1本目の桁を架設した後、図4-4のような支保を用いて桁の転倒防止を図った。2本目以降は全ネジボルトを使用し、つかえ棒の要領で転倒防止を図っている。この際、桁相互の微細な傾きや設置位置のずれにより、支保がうまく取り付けられない場合があり、無理に取り付けようとしてボルトを破損したり、荷重方向に対して斜めに傾けて取り付けたりしている場面が見られた。このような場合、支保が役目を果たさず、安全が確保されない可能性があるため、現場にて十分に監督する必要があると言える。



図4-4 転倒防止サポートのG15桁への設置状況

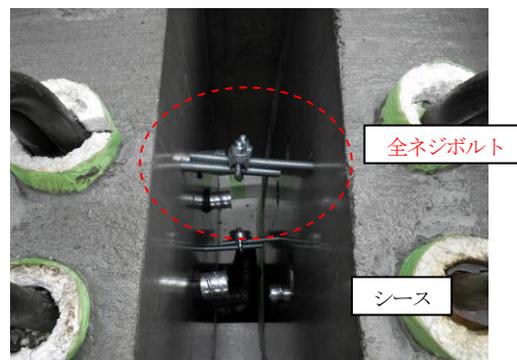


図4-5 全ネジボルトでの連結状況

### 2) 遊間確保

縦断勾配が大きいため、主桁が架設後に縦断方向に滑動し、所定の遊間(W=50)を確保できない可能性が考えられた。そこで、桁架設前に標高の低い側となるA2橋台

側の橋壁前面に50mmの発砲型枠を設置し、遊間確保を図った。遊間確保の方法については設計の中で検討されることが少ないため、今後留意すべき課題と言える。本工で採用した発砲型枠は、極めて軽量かつ加工が容易なため、遊間確保時に有用な材料であると言える。ただし、切断等の加工時に発生する細かな発泡くずが飛散しやすいため、周辺環境に配慮して施工する必要があると言える。



図4-6 発砲型枠を用いた遊間確保状況

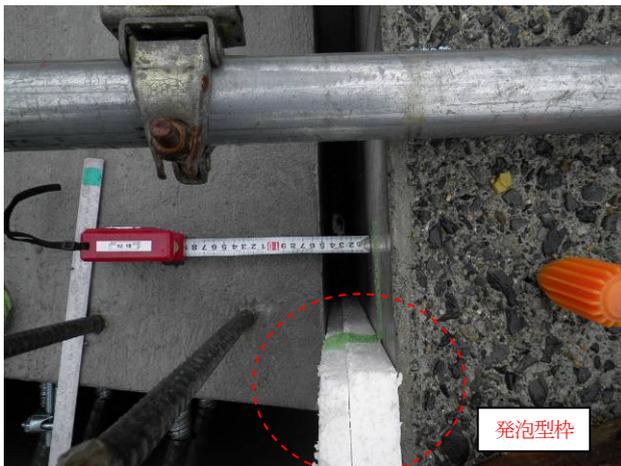


図4-7 発砲型枠を用いた遊間確保状況2

## 5. 課題と考察

本工を通して改めて感じたことは、工事を計画通りに進めることの難しさである。特に、桁の斜め架設においては、風等の影響で桁が常に動いている状態で所定の合成勾配に調整することが極めて難しく、繰り返し吊り具の長さを微調整しなければならなかった。本工においてはチェーンブロックを備え付けていたため、柔軟に対応することができたが、あらかじめ吊り具の延長を所定の長さに固定しておく工法を選定していた場合、このような事態に対して想定外の時間と労力を要していたと考えられる。その意味で、技術提案を評価する時点から、常

にその工法が不測の事態に対応可能かを考慮しておくことが大切であると言える。

また、本工における転倒防止措置等の安全対策については、現場において完全には遂行できない場合があることを念頭に置き、講じていた安全対策が機能しなかった場合でも、安全側に自然に制御できるよう、フェイルセーフ（fail safe）の視点で対策を練っておくべきだと考えられる。本工においては、桁間に設置した全ネジボルトが支保としての役割を果たさない可能性を考慮し、ボルトの設置が万全でない箇所については代替措置を講じておくこと等が重要であったと言える。

## 6. まとめ

### (1) 合成勾配を有する橋梁を架設する際の留意点

- ・ 主桁両端が橋台に同時に設置しないことに伴い、部材に加わる偏荷重の影響（ひび割れリスクの増大）
- ・ 主桁架設後に転倒・滑動する危険がある

### (2) 対策工法

- ・ 斜め架設を行い、主桁両端を可能な限り同時に橋台・橋脚に設置する。
- ・ 転倒・滑動防止措置として、支保等を設ける。

### (3) 対策工法の留意点・課題

- ・ 実施工の中で、主桁に所定の合成勾配を持たせる際には繰り返しの微調整が必要となるため、臨機応変に対応可能な手法を選択する。
- ・ 特に、合成勾配を持った主桁においては、転倒・滑動防止のための資材がうまく取り付けられない場合があることを留意して監督する。



図6-1 完成した小田原橋

## 参考文献

- 1) 道路橋示方書・同解説 I 共通編 III コンクリート橋編 (社) 日本道路協会 H143
- 2) 道路橋支承便覧 (社) 日本道路協会 H164
- 3) コンクリート道路橋施工便覧 (社) 日本道路協会 H101
- 4) 道路構造令の解説と運用 (社) 日本道路協会 H162