

# 18 工程管理

## 既設桁補強工事における工程短縮への取り組みと 3Dプリンターを活用した現地計測

日本橋梁建設土木施工管理技士会

日車・高田特定建設工事共同企業体（日本車輛製造株式会社）

主任技術者

設計担当

監理技術者

金子

功

吉嶺

建史

小出

英司

### 1. はじめに

#### 工事概要

- (1) 工事名：第601工区（香椎浜）高架橋上部工（鋼桁）新設工事（その3）
- (2) 発注者：福岡北九州高速道路公社
- (3) 工事場所：福岡市東区香椎浜
- (4) 工期：平成29年6月17日～令和3年3月25日

本工事は福岡高速1号線から新たに開通する6号線へ分岐する新設橋梁工事と、1号線分合流部の既設PC橋梁の補強工事とがあり、本稿では補強工事について述べる。補強工事は、1号線合流部（Aライン4径間127m）と1号線分流部（Bライン4径間125m）があり、ともに既設－新設間に設置される橋軸方向の伸縮装置の既設側控え材として鋼製縦桁を設置するものである。Aラインは、**図-1**のように縦桁を支えるブラケットの背面に、PCコンクリート製の増設横桁を設置しているが、Bラインは詳細設計前だったため、鋼製横桁を設置することとなった。（**図-2**）なお、補強部材の表面処理については、A、Bラインとも溶融亜鉛メッキ仕様である。

### 2. 現場における問題点

- (1) 設計上の問題として、発注時点でAラインは図面付きであったのに対し、Bラインは詳細設計から行う必要があり、全体工程へ大きく影響を及

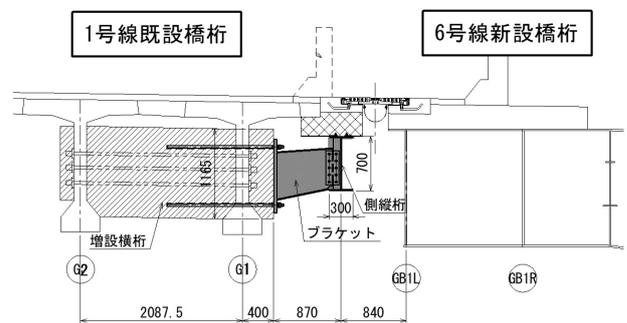


図-1 Aライン補強構造

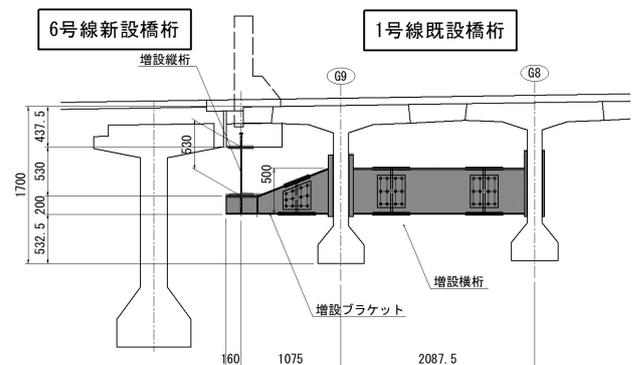


図-2 Bライン補強構造

ぼすことが想定された。また、溶融亜鉛めっき桁を考慮した桁の設計をする必要があった。

- (2) 製作上の問題として、必要となる鋼材について、ブラケットベース等に板厚40mm以上のSM520C材を使用しており、新規ロール材による手配が必要のため、鋼材入手が遅れることが懸念された。

また、このブラケットベースは、現地実測の結果をもってアンカー孔位置を決定、さらに完全溶け込み溶接にてブラケットフランジと溶接するこ

とから、この仕口製作が製作工程上クリティカルとなっていた。

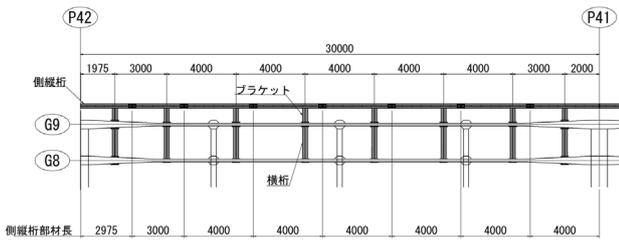


図-3 Bライン補強 (P42 ~ P41) 平面図

(3) 施工上の問題として、既設桁取り合い部の現地計測が挙げられる。A、Bラインとも、増設横断部材が3 ~ 4mピッチで入る(図-3)ため、既設桁に取合う製作部材(実測部材)が多く(Aライン34基、Bライン102基)、上述クリティカル工程であることから、現地計測を短期間かつ正確に行う必要があった。なお、Aラインでは、増設PC横桁およびブラケット取合のアンカーを別工事にて施工中であったため、その設置を待って、アンカー計測を行う必要があった。

(4) 現地施工上の問題として、縦桁の上に伸縮装置を受けるための受台コンクリートがあり(図-1、図-2)、このコンクリートのための配筋のスペースが狭く、施工が困難な状況であった。

### 3. 工夫・改善点と適用結果

#### (1) 設計時の工夫について

Aラインについては、図面の照査をし、材料手配を行った。一方のBラインについては、Aラインの図面をもとに詳細設計を行った。

今回めっき桁ということで、溶接部材を極力減らし、ウェブに対して対称となるような部材構成とすることで、溶接及び溶融亜鉛めっき時の歪を減らす構造とした。また、めっき時に必要な吊り金具や、めっき抜きのためのスカラップ等を設けめっき施工を考慮した構造とした。

縦桁については、各径間の端部のみ実測後製作とし、中間部についてはできる限り同一形状の部材(図-3)として、実測に関係なく先行して製作できる構造とした。

#### (2) 製作時の工夫について

Bラインの材料手配については、詳細設計中の必要鋼材が決まった段階で先行して材料手配を行った。結果、現地計測前に鋼材を入荷することができ、工程逼迫の一因を摘み取ることができた。また、鋼材については、板厚・材質をグルーピングすることで鋼材の種類を極力減らした。それにより同一板(大板)にして手配すること、および、部品に余裕度を設ける事で、実測結果により部品が大きくなった場合の手配時とのズレを柔軟に対応できるようにした。また、大板とすることで、鋼板加工時の段取り替えの時間を減らすことも目的とした。

仕口製作については、1径間分の実測結果が約1週間おきに来ることから、実測不要な縦桁を先行して製作し、実測結果が出た段階で時間のかかる仕口製作を集中して製作することで工程の平準化を行った。

設計及び製作での上記の対応をすることで、当初工程より最大1か月程度早めることができ、現地架設タイミングに合わせ、製品を搬入することができた。

#### (3) 現地計測について

現地計測としては、橋軸方向はテープによる計測とした。計測項目としては各横桁位置と桁長があり、各横桁位置については、横桁位置に付くブラケットが縦桁との取合いだけであることから、ある程度の誤差吸収が可能な構造であること、また桁長については、各桁の遊間もあることから、テープでの計測で充分と考えた。この計測結果については、横桁位置に大きなずれのないことが確認でき、これをもとに縦桁の各径間端部ブロックの長さを決定した。

各横桁位置にある、ブラケットに取合うアンカーボルト位置については、精度確保のためデジタルカメラ計測を用いた。ターゲットをアンカーボルト先端の芯に取り付ける必要があるため、図-4のように台座中心にアンカー径M33のねじ切りを設けたターゲットを作成し、これを各横桁位

置にあるアンカー群に取付け、計測を行うこととした。計測に用いるターゲットは、アンカー測定位置の他、原点・X・Y方向の3個、基準定規設定 $2 \times 2 = 4$ 個、写真つなぎ用のターゲット数枚の構成である。



図-4 デジタルカメラ計測用ターゲット及び計測状況 (Aライン)

Aラインについては、予定通りアンカー計測ができたが、Bラインについては、製作工程も迫っていたことから、アンカー定着前の削孔した孔位置を実測することで、実測時期を早くし、製作待ちを減らすこととした。

削孔孔芯を正確に出すため、図-5のような治具を3DCADにて作画し、3Dプリンターを使用して製作した。軸径は削孔孔径とし、ターゲット側にはM33ボルト頭が入る六角孔を設け、M33ボルトを接着することにより、図-4のターゲットがそのまま使える治具とした。

この3Dプリンターにて作成した治具について、材質はポリカーボネートで、試作品1個を製作すると、4時間以上かかった。治具製作の時間短縮するため、軸部の積層を粗に1個あたりの製作時間を短縮し、1回の出力で4個製作することに加え、夜間に出力することで納期短縮を行った。

上記治具を使用してデジタルカメラ3D計測を行い、その結果をもとにまず薄厚鋼板でゲージプレートを作成した。ゲージプレートにアンカーボルトをセットし、アンカーボルト定着を行った。デジタルカメラでの実測結果をもとにブラケッ

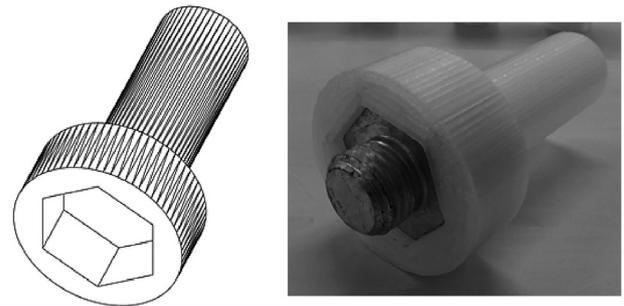


図-5 孔芯計測用治具のCAD (左) と成果品 (右)



図-6 ブラケット架設状況 (Aライン)



図-7 縦桁架設完了 (Bライン)

ト・横桁仕口の製作を行い、A、Bラインともアンカー位置のずれもなく予定通り架設することができた。(図-6、図-7)

#### (4) 現地施工時に対する工夫

縦桁上には、伸縮装置を受けるための受台コンクリートがあり、そのコンクリート定着のために

スタッドジベルが縦桁ウェブ上に設置している。縦桁架設時には既設PC桁の鉄筋等障害物が多く(図-7)、スタッドジベルでは配筋等作業しにくいため、ねじスタッド+高ナット+普通ボルトのジベルとした。

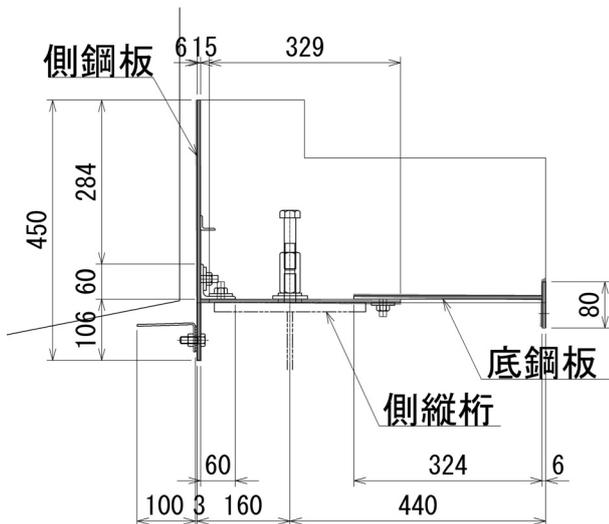


図-8 伸縮受台コンクリート用の鋼製型枠の底鋼板分割例

また、伸縮受台コンクリートについては、作業スペースが狭く作業性を考慮し鋼製型枠構造とした。この型枠底鋼板を固定するために前述のねじスタッドを型枠底鋼板押さえとして兼用することで、スタッドの施工本数を減らすこととした。また、既設桁の床版下にある受台コンクリートについては、底鋼板があると配筋等の作業が困難となることから、図-8のように既設側底鋼板を分割して、配筋後に分割底鋼板をボルトで取付ける構造とした。

#### 4. おわりに

現時点では工事完了に向けて現地作業中であるが、目標工程通りに進捗中である。今回設計時点から種々の問題・課題があり、それに対して1つずつ対策・工夫をすることで、効率的な施工と全体的な工程短縮を実現することができた。

また、現地計測で使用したデジタルカメラ3D計測の有用性と、特殊かつ精度が必要な治具製作

に3Dプリンターが有用であることが確認できた。3Dプリンターの種類・大きさにもよるが、CADにて作画したものが、実物として手軽に手に入ることは、時間・コストともによりかなり効率的・実用的であることが実感できた。

最後に本工事の施工にあたり、発注者である福岡北九州高速道路公社殿をはじめ、ご指導いただきました皆様方に厚く御礼申し上げます。