

新宝高架橋の製作

竹村 昌徳¹⁾ 弥永 研一²⁾ 望木 英孝³⁾ 岡部 雅彦⁴⁾

新宝高架橋は、名古屋市の外周部をリンク状に結ぶ名古屋環状2号線と、都心へ集中する幹線道路との立体交差事業である東海インターチェンジ（仮称）の1部をなす高架橋である。

本工事の工期は現場状況から、工場で塗り塗装までの工場製作工程を約3ヶ月半で完了する必要が生じたことにより、工期短縮を行うため、新技術工法提案を行い、工場製作期間を従来より約2ヶ月間短縮した工事である。

本報告は、「平成8年度 302号新宝高架橋橋体工工事」の製作における新技術工法提案の内容を中心に、報告を行うものである。

まえがき

新宝高架橋は東海インターチェンジ（仮称）の1部をなし、現在計画中的の新中部国際空港のある知多半島から名古屋都心部に入る国道247号線の高架橋でもある。ほぼ現道に近い縦断線形の高架橋であり、国道302号が直角に交差し、アンダーパスとなっていて、第2東名高速道路も直角に交差し、オーバーブリッジとなっている。

構造形式は、橋長164.0mの3径間連続非合成箱桁の2連(上り線、下り線)である。床版はFS床版を採用しているが、桁本体は従来設計の構造である。

本橋の位置図を図-1に、一般図を図-2に示す。なお隣接する地域には、日本道路公団より当社が受注した第2東名高速道路の1部である東海高架橋、名港東大橋、金城高架橋などがある。



図-1 位置図

1. 工事概要

本工事の概要を下記に示す。

工事名称	平成8年度 302号新宝高架橋橋体工工事
発注者	建設省中部地方建設局
道路規格	第1種第3級
形式	3径間連続非合成箱桁
橋長	164.000m (2連)
支間長	46.450+70.000+46.450m (2連)
有効幅員	9.000m
設計速度	60km/h
設計荷重	B活荷重
総鋼重	約1,100ton
施工範囲	工場製作, 輸送, 架設
工期	平成9年3月13日～ 平成10年3月25日

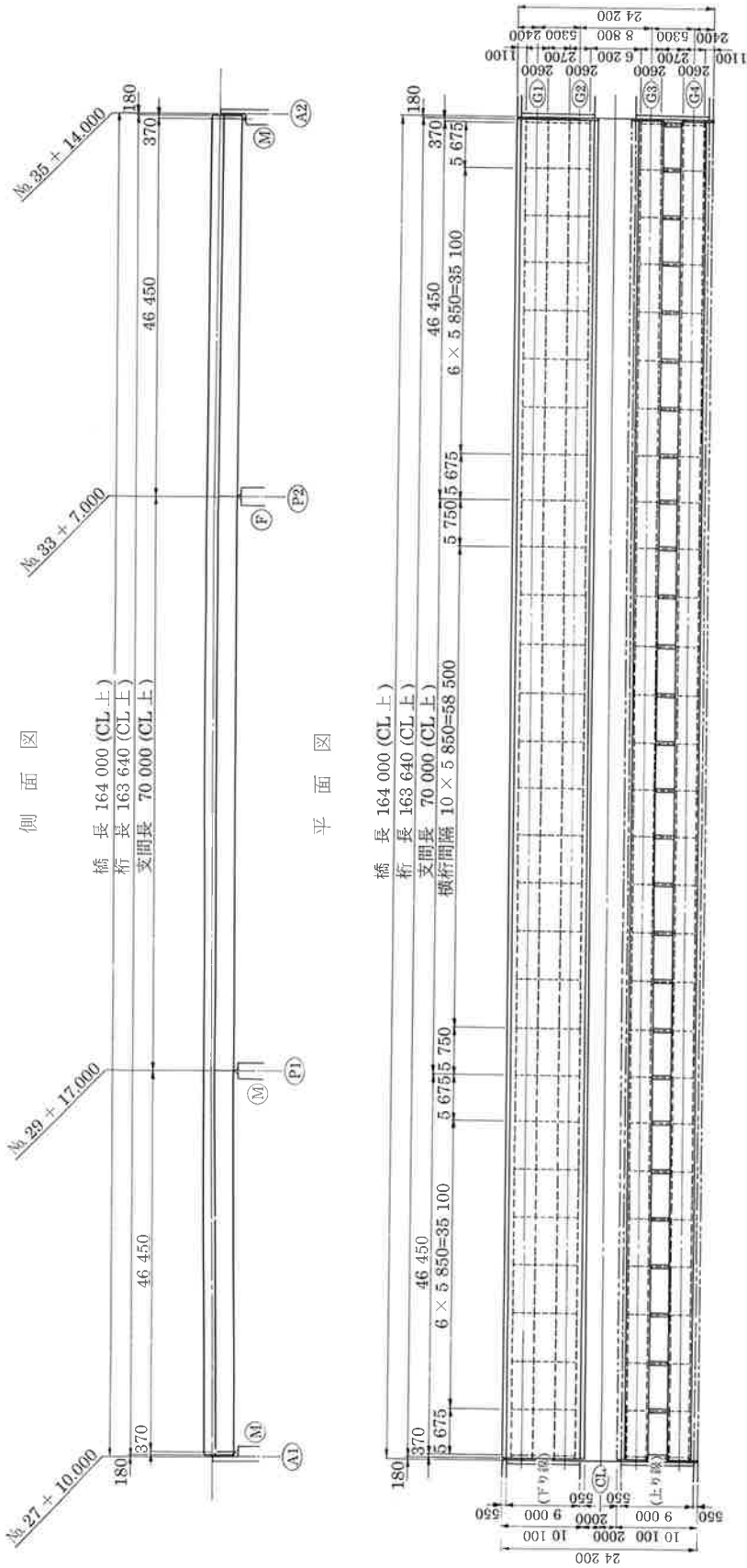
2. 新技術工法提案内容

本橋の工期短縮を行うための、新技術工法提案内容を下記に示す。

(1) 工程短縮塗装系の採用

工場全塗装(工場にて上塗りまで施工)のC-2

1) 富津工場技術部技術課副課長 2) 富津工場技術部検査課 3) 富津工場橋梁部工務課 4) 富津工場橋梁部生産技術課



標準断面図

図-2 一般図

塗装系となっていたが、全工程の1/4を占める塗装について、工程短縮塗装系を提案し採用された。

(2) 代替仮組立工法の採用

工場製作工程のうち、仮組立の工程が約1ヶ月必要となっているため、塗装着手時期を早めるために、部材検査のみとし、シミュレーションによる代替仮組立を提案し採用された。ただし、支点上のブロックは部分実仮組立を実施した。

3. 工程短縮塗装系

工程短縮塗装系の特徴について下記に示す。

- ①塗装仕様の構成は、ジンクリッチペイント～エポキシ樹脂塗料～ポリウレタン樹脂塗料で構成されており、C-2塗装系と同等である。
- ②全塗膜厚はC-2仕様と同厚であり、海浜環境

- での耐久性に優れC-2仕様と同等といえる。
- ③塗装工程は、JH 薄膜重防食仕様と同等で、省工程塗装系である。
- ④上塗りの塗膜厚は50μと厚く、上塗りの耐久性および仕上り外観に優れている。
- ⑤使用実績としては、港湾荷役機械協会のコンテナクレーンの標準仕様であり、阪神高速道路公団神戸3号線復旧工事で採用されている。
- ⑥本工事における工程短縮効果は、約20日程度であった。
- ⑦今後の課題としては、厚塗りによる塗膜圧のバラツキが通常塗装系より大きいので、施工面の改善にある。

塗装仕様の比較を表-1に、特性比較を表-2に示す。

表-1 塗装仕様比較

工 程	C-2 (従来の塗装仕様)			工程短縮塗装系		
	塗 料	塗装間隔	標準膜厚	塗 料	塗装間隔	標準膜厚
前 処 理	無機ジンクリッチプライマー	6ヵ月	15 μ	無機ジンクリッチプライマー	6ヵ月	15 μ
2次素地調整	ブラスト処理 (SIS Sa2.5)	—	—	—	—	—
下塗第1層	無機ジンクリッチペイント	2日～10日	75 μ	有機ジンクリッチペイント	1日～10日	75 μ
ミストコート	ミストコート	1日～10日				
下塗第2層	エポキシ樹脂塗料下塗	1日～10日	60 μ	変性エポキシ樹脂塗料下塗	1日～10日	125 μ
下塗第3層	エポキシ樹脂塗料下塗	1日～10日	60 μ			
中 塗	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	1日～10日	30 μ			
上 塗	ポリウレタン樹脂塗料上塗	—	25 μ	ポリウレタン樹脂塗料上塗	—	50 μ
		合 計	250 μ		合 計	250 μ

合計膜厚はプライマーを除く。

表-2 特性比較

各 特 性 の 比 較		C-2	工程短縮塗装系
前処理 (1次プライマー)	溶接, 溶断性	◎	◎
	防食性	○	○
2次素地調整	処理グレード	ブラスト処理 (SIS Sa2.5)	溶接部製品ブラスト他はスウィープブラストまたは、パワーツール処理
下塗第1層 (防食機能層)	塗料の種類	無機ジンクリッチペイント	有機ジンクリッチペイント
	塗膜厚	75 μ	75 μ
	ミストコートの必要性	有	無
下塗～中塗 (環境遮断機能層)	塗料の種類	エポキシ樹脂系	同 左
	塗膜厚	150 μ	125 μ
	塗装回数	4 回	1 回
上 塗 (耐久性, 仕上り性層)	塗料の種類	ポリウレタン樹脂塗料上塗	同 左
	塗膜厚	25 μ	50 μ
	仕上り外観	◎	◎
	耐久性	◎	◎
塗装系 (総合塗膜)	耐久性 (海浜)	20年以上	20年以上
	塗膜厚	250 μ	250 μ

4. 代替仮組立工法

4.1 代替仮組立要領

(1) 実仮組立と代替仮組立の範囲

構造上、支点部横桁に現場溶接箇所があるため、そのブロックについてのみ部分実仮組立を行い、それ以外のブロックはすべて代替仮組立とした。

実仮組立の範囲は、A1支点部、P1支点部、P2支点部、A2支点部である。実仮組の状況を写真-1に示す。

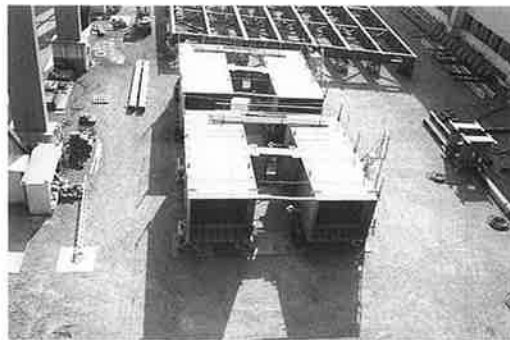


写真-1 部分実仮組

(2) 代替仮組立の方法

代替仮組立の方法は、部材計測による単品部材の精度確認と数値仮組立（シミュレーション）により、精度確認を行った。

(3) 検査

検査時期および内容については、下記要領にて行った。

- ①部材の製作完了時点での部材検査（寸法、外観）。
- ②数値仮組立（シミュレーション）に用いた3次元実測データでの部材成績書の確認。
- ③数値仮組立（シミュレーション）結果の帳票の確認。



写真-2 部材計測

4.2 部材計測

(1) 計測項目と計測方法

部材計測の方法として、鋼製巻尺、ノギス、ストレッチなどの直接寸法を読みとる方法と、3次元座標として計測し、座標計算にて長さを出力する方法を用いた。それぞれの計測方法の区分を表-3に示す。また部材計測、3次元計測の状況を写真-2, 3に示す。



写真-3 3次元計測

(2) 計測機器

計測機器(3次元光波測定器)は、下記を使用した。

- ・メーカー (株)ソキア
- ・3Dステーション NET2A
- ・測定可能範囲 2～100m
- ・精度 測角部 2秒
- 測距部 (0.8mm + 1ppm × D) mm
- ただしppm：気象補正係数
- D：測定距離

表-3 部材計測項目および機器表

部材名	計測項目	計測機器
主 桁	部材長	3次元光波測定器
	部材高さ	
	横桁取付位置	
	縦断勾配	
	平面曲がり	
	キャンバー	
横	各ボルト孔位置	直角定規、 スキマゲージ
	フランジ幅	
	フランジと腹板の直 角度	
	腹板の平面度	
桁	部材長	3次元光波測定器
	部材高さ	
	各ボルト孔位置	
	フランジと腹板 の直角度	
桁	腹板の平面度	直角定規、 スキマゲージ
	腹板の平面度	

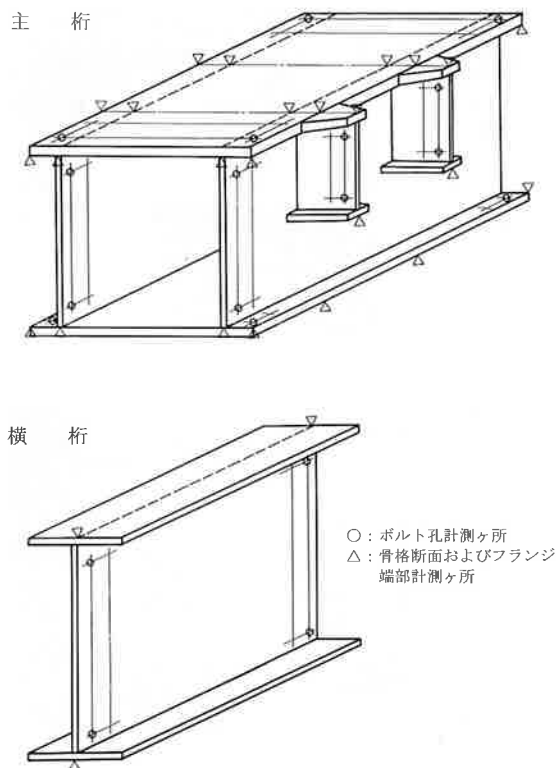


図-3 計測点位置図

(3) 計測点位置

3次元計測を行う計測位置は、図-3に示すように予めシミュレーションシステムから出力された計測点位置図により行った。計測点箇所数は下記のとおりである。

- 主桁 全 68 台で 3504 箇所
(平均 52 箇所/台)
- 横桁 全 58 台で 464 箇所
(8 箇所/台)

(4) 部材精度確認

3次元光波測定器にて計測した項目については、計測データをシミュレーションシステムに取り入れ、座標計算を行い、部材検査成績書として出力させ、合否の判定を行った。

寸法以外の外観および付属物の取り付け位置などは、外観検査を行い図面との照合を行った。

4.3 数値仮組立

(1) 使用したシステム

本工事に使用した数値仮組立（シミュレーション）システムは、下記のとおりである。

- ・メーカー 日本構研情報㈱との共同開発
- ・システム名 マスコット

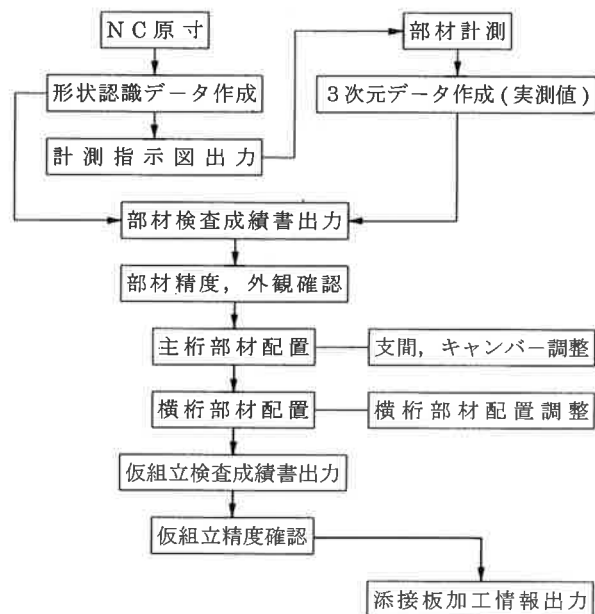


図-4 数値仮組立フローチャート

(2) 数値仮組立作業手順

数値仮組立による部材精度確認は、図-4のフローチャートに基づき行った。

(3) 主桁・横桁部材配置

桁部材配置は、NC原寸データをもとに作成された3次元形状認識データと、3次元光波測定器にて計測したデータをもとにして、各桁を所定の位置に配置した。

配置した結果を出力し、支間長、キャンバーの確認を行い、精度的に問題があれば、CAD画面を用いて会話形式にて、ジョイント部を調整することにより、所定の精度に入るようにした。

ジョイント部の添接板孔明データは上記調整により製作を行った。

(4) シミュレーション結果出力

各部材配置の調整が完了した後、シミュレーション結果を帳票として出力し、精度上問題がないことを再確認した。出力項目を表-4に示す。

(5) ジョイント部調整箇所

ジョイント部調整箇所は、下記のとおりである。なお、1ジョイントには、上下フランジと左右ウェブがあるので、1ジョイントの調整可能箇所は、4箇所としており、桁1本あたり16ジョイントある。

表-4 確認項目と方法

確認項目	確認方法
全長，支間	シミュレーション結果
桁の高	
桁の中心間隔	
桁の通り	
平面对角	
そり	
桁の鉛直	
フランジ幅	
横桁の孔ずれ	
現場継手部のすき間	
現場継手部の相対誤差	現物計測結果
フランジの直角度	
板の平面度	

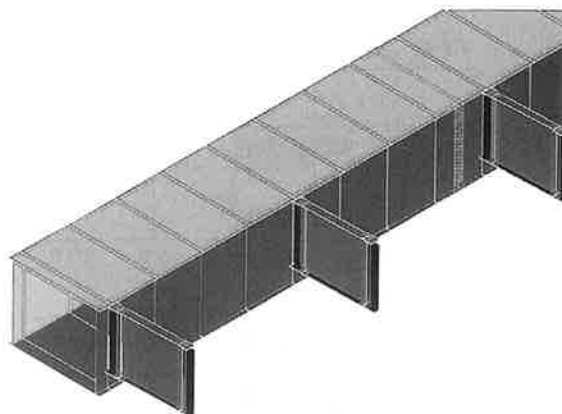


図-6 3次元立体画像(斜上面視点)

上り線 G1桁：全64箇所中25箇所
 G2桁：全64箇所中25箇所
 下り線 G2桁：全64箇所中19箇所
 G2桁：全64箇所中18箇所

よって、全体の約34%の添接板をシミュレーション結果により、加工している。また、調整量としては、+0~4mmとなった。

(6) 合否の判定

シミュレーション結果の合否の判定は、土木工事共通仕様書『建設省中部地方建設局』の部材および仮組立の精度基準により行った。

(7) 立会検査

立会検査では、部分実仮組立検査とシミュレーション結果、および3次元立体画像(CG画像)により、全体完成形状を示した。CG画像を図-5, 6, 7に示す。

社内検査では、シミュレーションを行うため、3次元光波測定器にて計測を行った。しかし、立

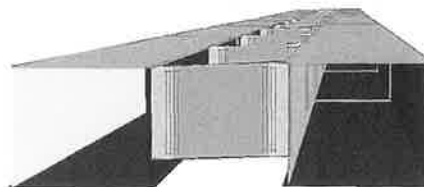
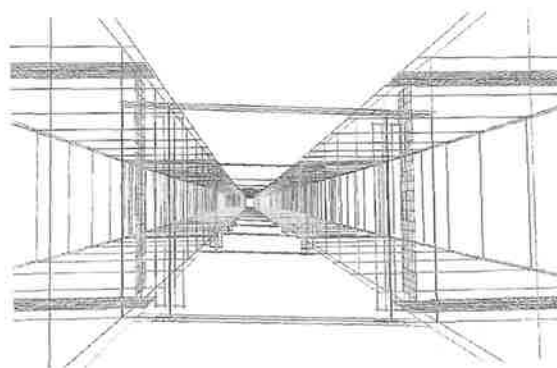


図-7 3次元立体画像(断面図)

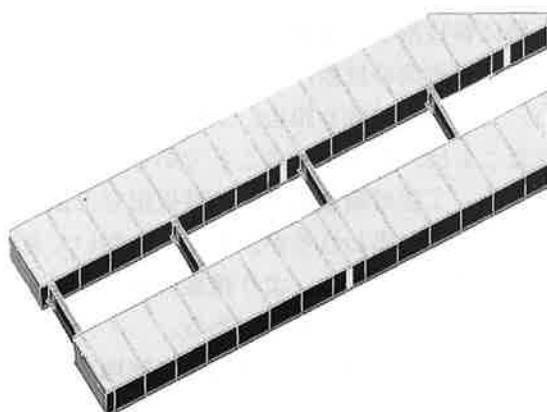


図-5 3次元立体画像(上面視点)

会検査時には、測定結果などの処理に時間を要することから3次元光波測定は行わず、テープ計測などにて部材長、桁高、平面度、直角度などを検査した。また、図面にて、付属物の取付位置などの検査をした。

(8) 設計、数値仮組立、現場施工の結果比較

支間長、カンバー値の比較を図-8, 9に示す。シミュレーション結果では、約3割強のジョイント調整だけで、ほぼ設計値に近い値が出ており製作精度の良さを証明にもなっている。

ただし、現場の状況より、A1側側径間をベント架設し、次いで中央径間の一括架設を行って、HTBの本締めを行った後、A2側側径間の架設を

支間長許容値：S1-P1 および P2-S2 ± 14 mm
 P1-P2 ± 17 mm

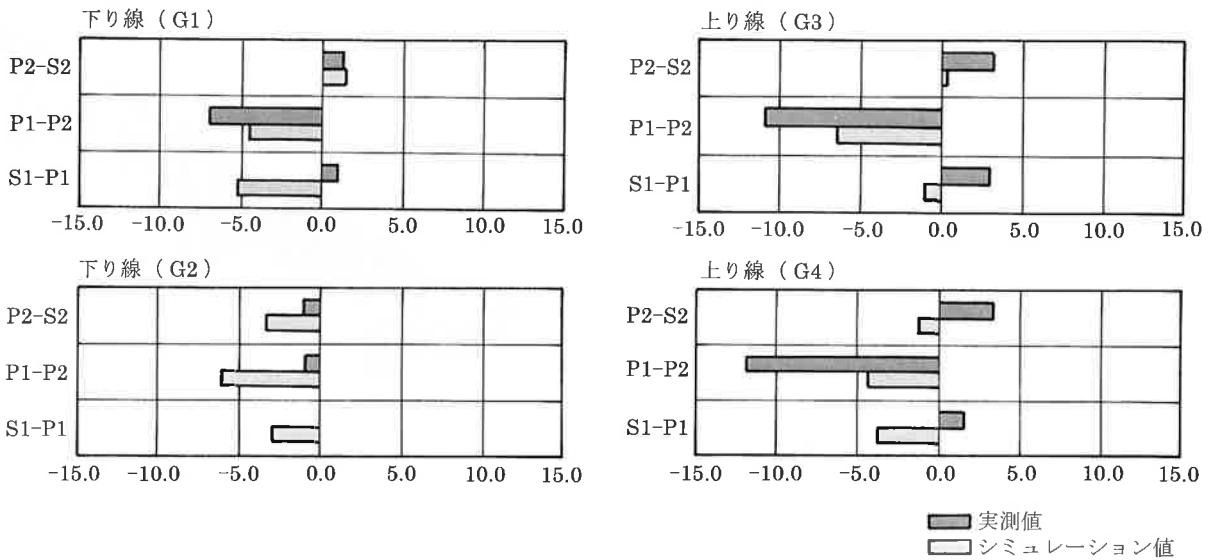


図-8 支間長の比較

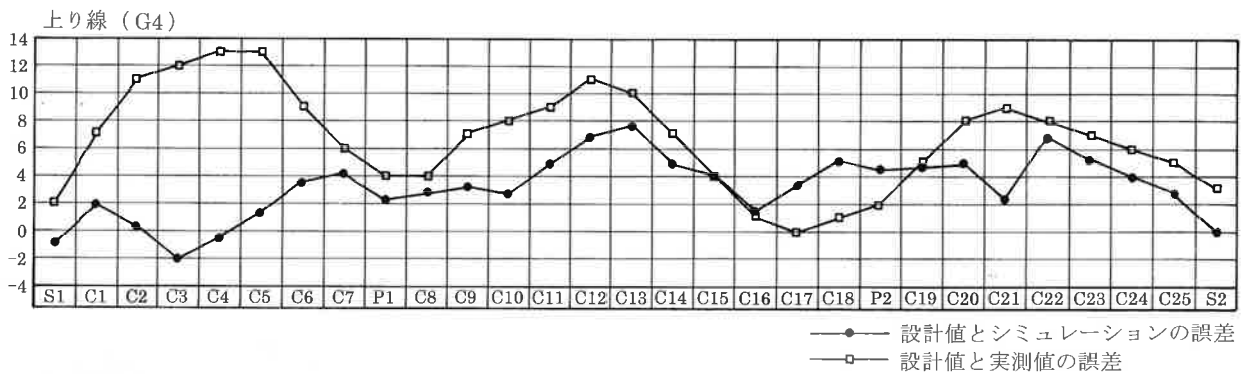


図-9 キャンバーの比較 (G4桁)

行った。その際、中央径間のキャンバーを高めに設定したことから、図-9における現場架設後の実測値が大きめになっている。しかし、許容値内であり、シミュレーションのキャンバー傾向に近いものであるため、納得いく結果が得られた。

4.4 代替仮組立の工程短縮効果

代替仮組立の場合、3次元の座標データを求めると同時に外観および付属物の取付け状態を確認し、その後、すぐに塗装工程に入ることができるので工程短縮効果が大きいことが実証された。

本工事では、約1ヶ月程度の短縮効果がみられた。

今後の課題としては、現場管理ポイントである添接板の肌すき、目違い、すき間などについて、工場での製作精度のさらなる向上や検査方法および品質保証体制の確立にある。

あとがき

今回、製作工期が超短期間であったため、工期短縮に対し、工程短縮塗装系、代替仮組立の2項目について新技術工法を提案し採用された。

特に新技術工法提案の2項目ともが、建設省中部地方建設局の技術パイロット事業として採用され、この事業に取り組み、工期短縮効果を発揮できたことは、特筆すべきことである。

今後、工程短縮塗装系と代替仮組立工法は、広く普及すると思われるが、本工事において見いだされた課題を克服し、より精度の高い結果が出せるよう努力していく所存である。

最後に、ご指導頂いた建設省中部地方建設局名四国道工事事務所の方々およびご協力頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。