

数値仮組立の現状の紹介

Present State of Numerical Temporary Assembly Simulation

川 名 英 雄*¹ 小 出 勝 雄*¹
 Hideo KAWANA Katsuo KOIDE

Summary

Important requirements for steel bridge construction are to shorten the construction period and lower the construction cost of a steel bridge. While configuring a cooperative system among steel-bridge fabricators, which introduced the numerical temporary assembly simulation software, each fabricator's endeavor to promote its own efforts. And also, our simulation method for temporary assembly has searched for the best method, although there were many trials and errors. With this introduction of a noncontact, three-dimensional measuring system, the authors have compared the numerical simulation results with the results of temporary assembly and checked the fabrication accuracy after the simulation. Although the current numerical temporary assembly simulation method has some problems, this paper describes the present state of the technology and suggests subjects to be addressed in the future.

キーワード：非接触型3次元計測機、測定精度、添接板製作、Masscotシステム、架設手順

1. まえがき

数値仮組立の代替として、当社では主桁パネル連続組立法²⁾、メトレコム（3次元接触型計測機）とFM（表面研削機）の組合せによる3次元計測システム³⁾を基に主桁仮組立シミュレーション（数値仮組立）を実施してきた。

一昨年2001年6月、千葉工場に新しく非接触型3次元計測機（Super Brahms⁴⁾）を導入したことを契機に数値仮組立ソフトMasscotシステムの運用方法を改善しSuper

BrahmsとMasscotシステムにより仮組立シミュレーションを実施してきた。構造形式としてはI桁現場ボルト継手・I桁全段面溶接継手・箱型現場ボルト継手工事に付いての数値仮組立である。数値仮組立により得られた結果に基づき主桁添接板を製作し実仮組立との整合性検証を行い現場架設を実施し、現場での整合性も検証した。今後も数値仮組立の実施回数を重ね数値仮組立、部材測定省力化及び測定精度向上を図って行きたい。

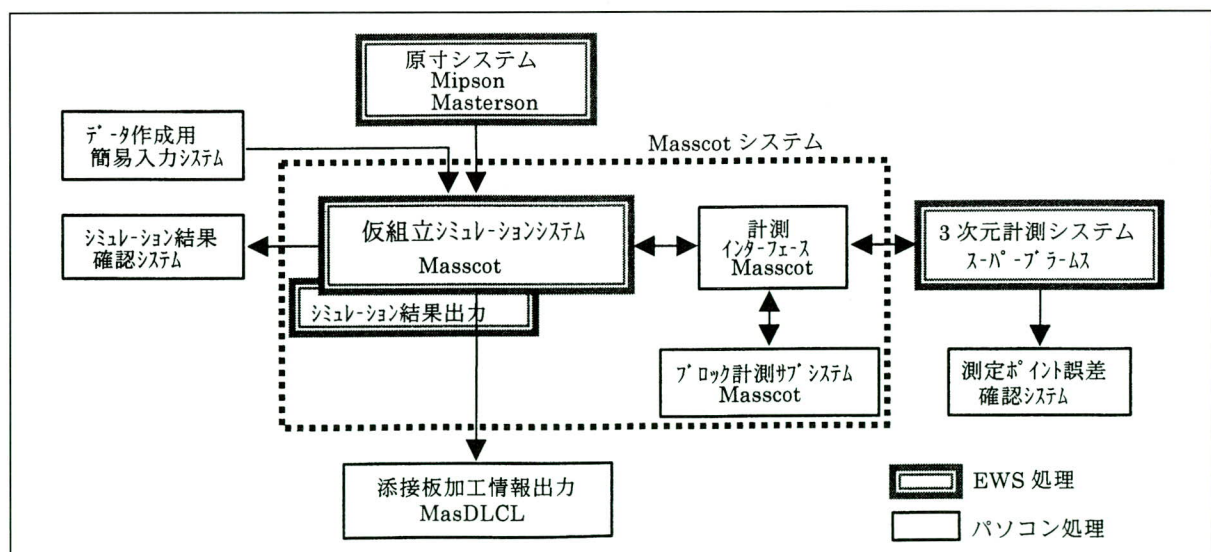


図-1 数値仮組立システム概要

*¹千葉工場品質保証部次長

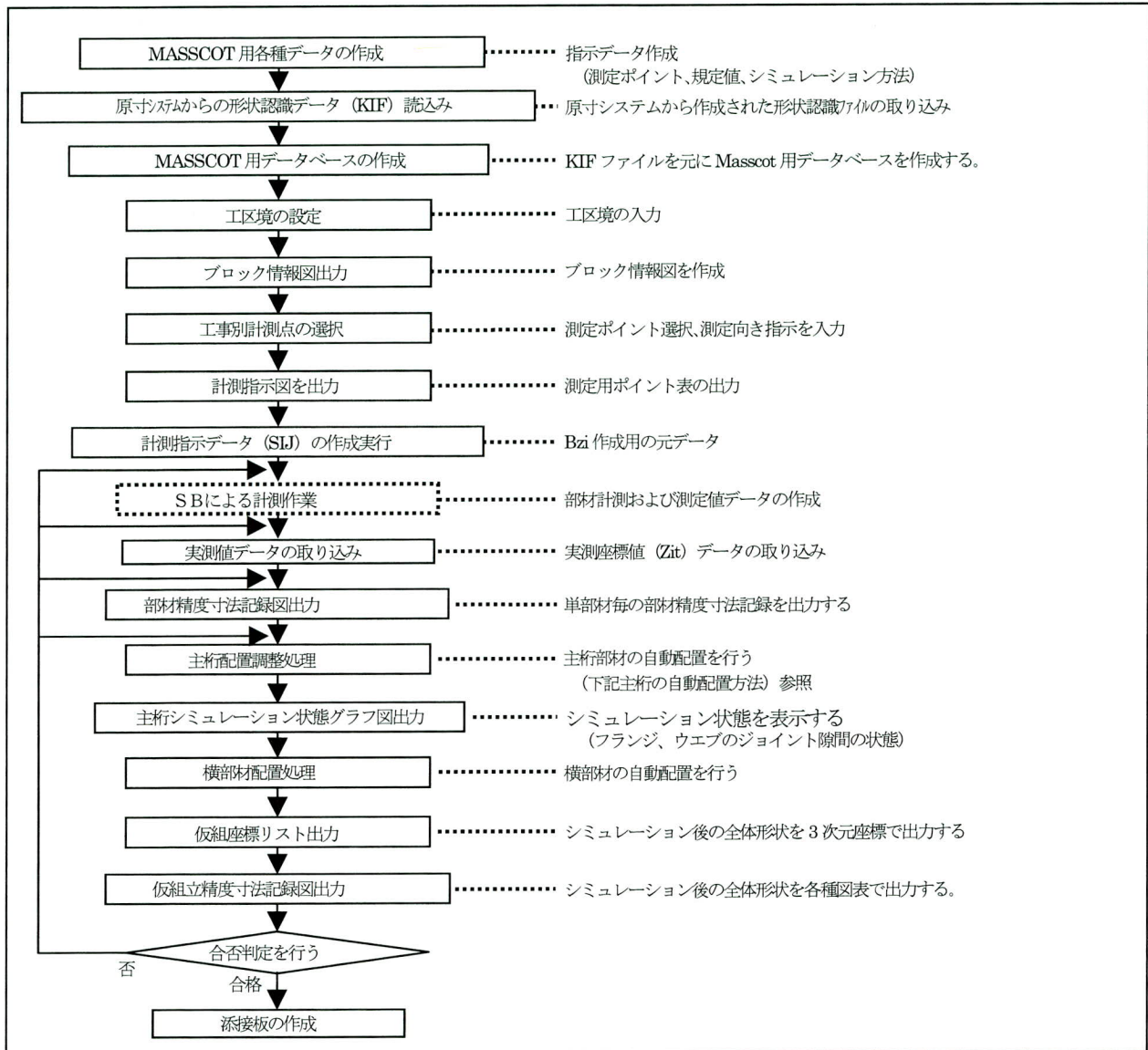


図-2 原寸システムから添接板作成までの処理手順

2. シミュレーションの作業要領

概要については既に宮地技報No.17に報告されているが、その後改善した点を含め具体的な要領について説明する。

(1) 数値仮組立作業とMasscotの概要

数値仮組立システムの全体構成を（図-1）に示す。原寸システムはJIP社のMipson、Masterson、仮組立シミュレーションと添接板作成システムはB&C社のMasscotとMasCLDL、3次元計測は(株)オーガス総研、コマツ、コマツエンジニアリング(株)の共同開発によるスーパープラ

ームスを使用している。情報の流れとして製作情報を上流側の原寸システムから形状認識データ (KIF) としてテキスト形式のファイルで受け取る。部材測定、仮組立シミュレーション、添接板情報作成までが数値仮組立の主な作業となる。仮組立シミュレーション処理を行っているMasscotシステムはシミュレーション処理で確定した形状を添接板に反映させ、架設時にシミュレーション形状が再現される計算方式を採用している。原寸システムから添接板作成までの処理手順を（図-2）に示す。

当社での数値仮組立の目的は、数値仮組立の結果を架設現場で再現出来ることにある。この目的達成のためには高精度の部材実測値を得る条件を整えること、シミュ

レーション条件を変え多くのケースを実践し、検討することが大切である。これに対応する具体化策として測定方法改善、測定値チェック体制整備、およびMasscot周辺の運用環境改善（シミュレーション結果の迅速な確認方法の整備、運用上のトラブル防止機構の整備）を行ってきた。数値仮組立システムの運用はMasscotシステムを中心に周辺の補助機能としてパソコン版の測定値ポイント誤差確認システム、簡易入力システム、シミュレーション結果確認システムを構築し、形状管理に集中出来る体制を整えつつ運用を行ってきた。

(2) シミュレーション作業内容と手順

仮組立シミュレーション作業の内容を（図-3）に示す。

1) 単部材の部材精度確認

単部材測定完了後、部材精度寸法記録で各寸法のチェックを行う。全ての部材測定完了後、隣接部材の主桁フランジ直角度とウェブ高さを中心に部材相互関係をチェックし単部材の合否判定をする。

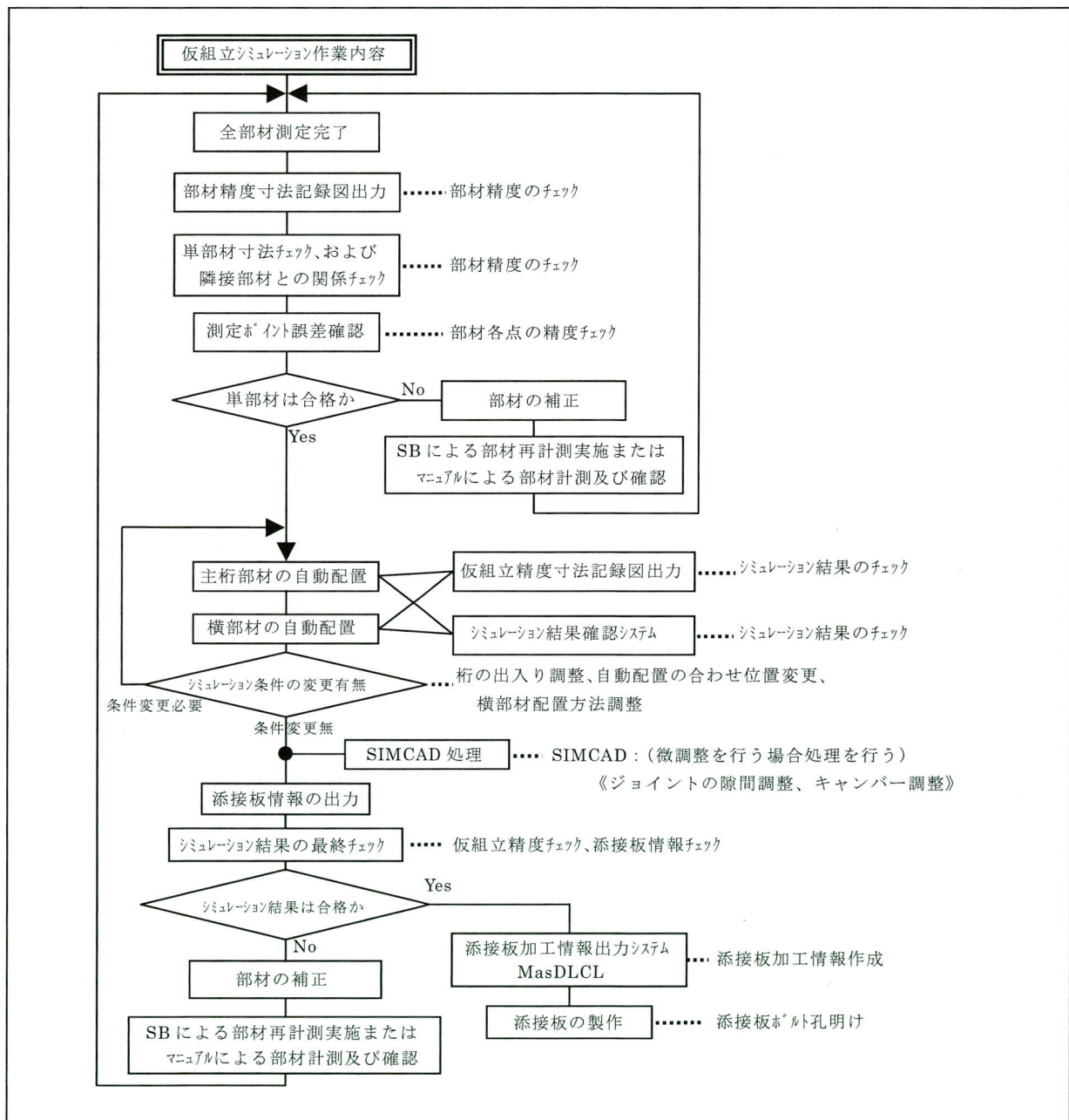


図-3 仮組立シミュレーション作業

2) シミュレーション処理後の仮組立精度確認

部材計測完了後仮組立シミュレーションに入る。これは主桁の管理指標値に沿った自動配置処理と横桁・横構の配置処理を指す。この段階で仮組立精度記録図を出力し全ての結果が許容値内に収まっている事を確認する。社内管理値内に収まらない箇所がある場合はシミュレーション条件設定を変更し再配置を繰り返す。シミュレーション条件とは主桁の出入り差調整、主桁部材の合わせ位置調整および部材の配置位置調整を指す。

条件変更による仮組立形状を簡便にかつ正確に把握するため、パソコンによる図化ソフト（シミュレーション結果確認システム）を併用し確認を行う。この方法は部材配置処理後Masscotシステムから出力される3次元座標値を処理し、パソコン画面で対話形式にシミュレーション結果の確認を行うものである。（図-4）にパソコン画面で処理中の主桁間隔長、平面对角長、部材形状の確認画面表示例を示す。自動配置後キャンバー値またはジョイントの隙間を微調整する場合はMasscotシステムのSIMCADにより調整を行う。

以上の処理調整後、管理指標値を適用し仮組立精度記録図による合否判定を行う。

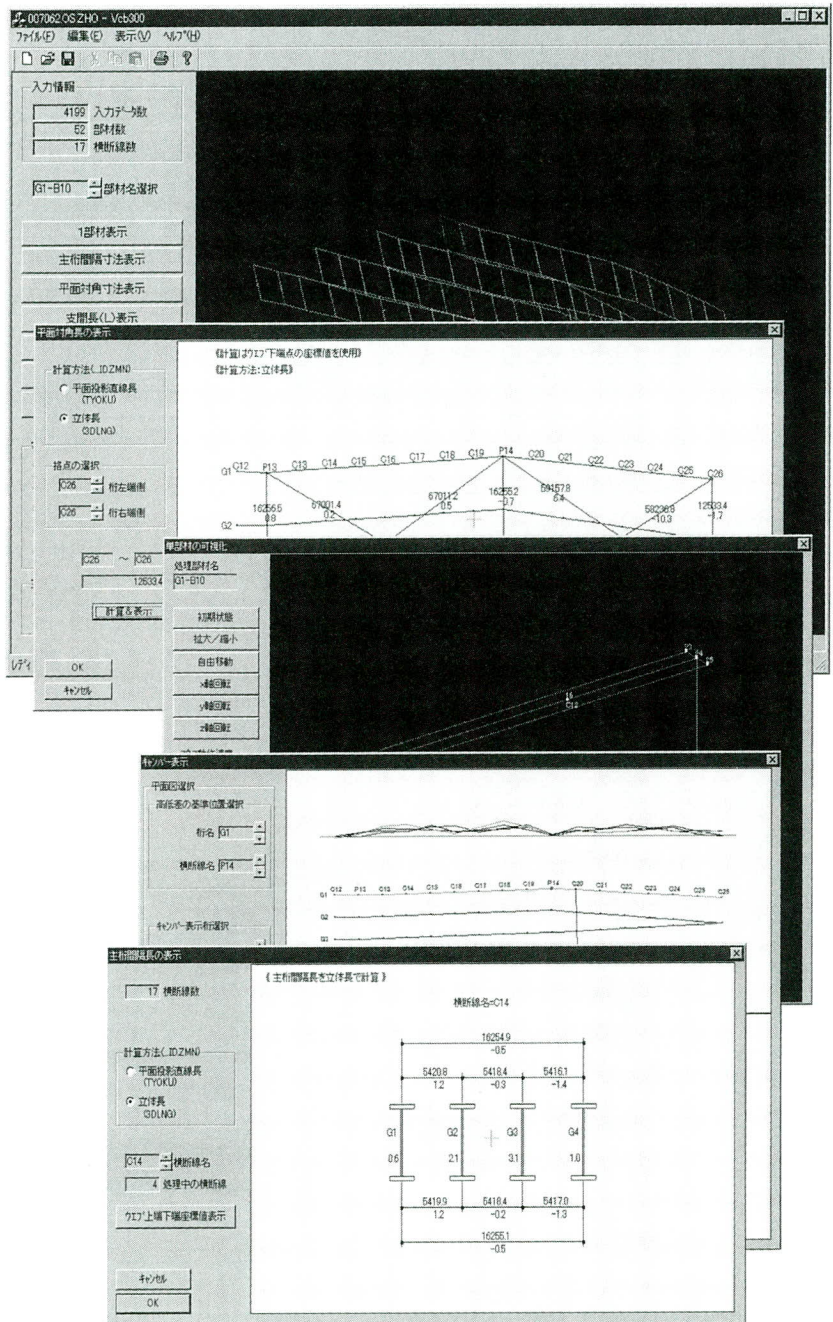


図-4 主桁シミュレーション結果の表示例

3) 添接板情報を含む仮組立精度確認

仮組立シミュレーションによる全体形状と仮組立精度が許容値内であることを再度確認し、添接板製作情報の作成を行う。添接板情報については中央ゲージ、ボルト孔縁端寸法確認を行い添接板ボルト孔明け工程へ進める。

4) シミュレーション実施工事

Super Brahmで計測し、シミュレーションを実施した工事及び架設完了工事例を（表-1）次頁に示す。

表一 Super Brahms計測によりシミュレーションを実施した工事事例

事名	形式	主桁台数	主桁高mm	扱重量 T	現場継手形式	計測日数	備考
1. 共栄高架橋	I桁	16	2950	272	全断面現場溶接	3	竣工
2. 中田高架橋	I桁	229	2900	2706	全断面現場溶接	46	架設中
3. 名古屋南	I桁	30	2500	510	全断面現場溶接	6	架設完了
4. 安里高架橋	箱桁	42	1700	512	HTB継手	8	竣工
5. 小牛田橋	I桁	48	1800	630	HTB継手	8	架設中
6. 檀紙北高架	I桁	88	2400	1104	HTB継手	18	竣工
7. 平子橋	I桁	98	1060	676	HTB継手	17	架設中
8. 板柳大橋	I桁	35	2300	221	HTB継手	6	架設中
9. 花園高架橋	I桁	122	2900	2072	全断面現場溶接	17	架設中
10. 辰口橋	I桁	68	2500	600	HTB継手	16	架設中
11. 180号3号橋	I桁	25	2000	167	HTB継手	5	架設中
小計	I桁	416		3161	HTB継手	81	
	I桁	397		5242	全断面現場溶接	72	
	箱桁	42		512	HTB継手	17	
合計		813		8915		170日	

3. 3次元計測機（Super Brahms）の配置及び部材計測概要図

(1) 主任様

- ・計測精度：
±1.0mm (1σ) 計測精度：上限管理値はXYZ各±0.55mm以下・±0.8mm以下
- ・計測方式：
直交式ロボットと3次元カメラによる非接触3次元計測形状認識、ロボット2台による対向式により表裏同時計測。
- ・計測ロボット本体：
ハンド先端に非接触3次元計測視覚センサーを持つ高精度なロボットで、製作完了データ座標に従い移動し製作完了部材の各計測位置座標を取得する。

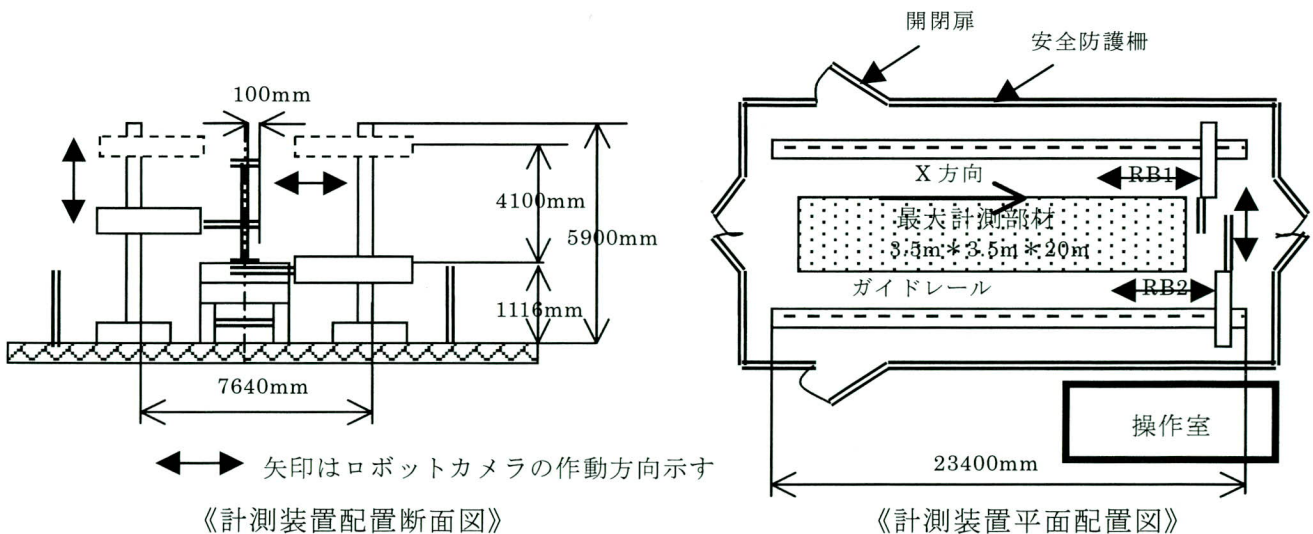
・計測部材最大寸法：

3.5M (高さ) * 3.5M (幅) * 20M (長さ)

(2) 部材計測装置全体概要

計測機装置は直行式ロボットに3次元レーザーカメラを各1台搭載し対面にロボットを設置し表裏を同時に計測する（図一5に計測装置断面図と平面配置図を示す）。

図一5 部材計測装置全体図



4. シミュレーション結果の検証

(1) 実仮組み併用による検証

I桁、箱桁についてシミュレーション結果を検証するため1部分実仮組を実施しシミュレーション結果との比較を行った。I桁添接板継手タイプの実施仮組立全景を(写真-1)に示す。フランジとウェブは所定の位置へピンを打ち込み隙間の確認を行っている(写真-2、写真-3)。対傾構について所定の位置へピンを打ち込める事を確認した後ボルトを締めて全長、キャンバー、主桁の通りの確認を行った(写真-4)。

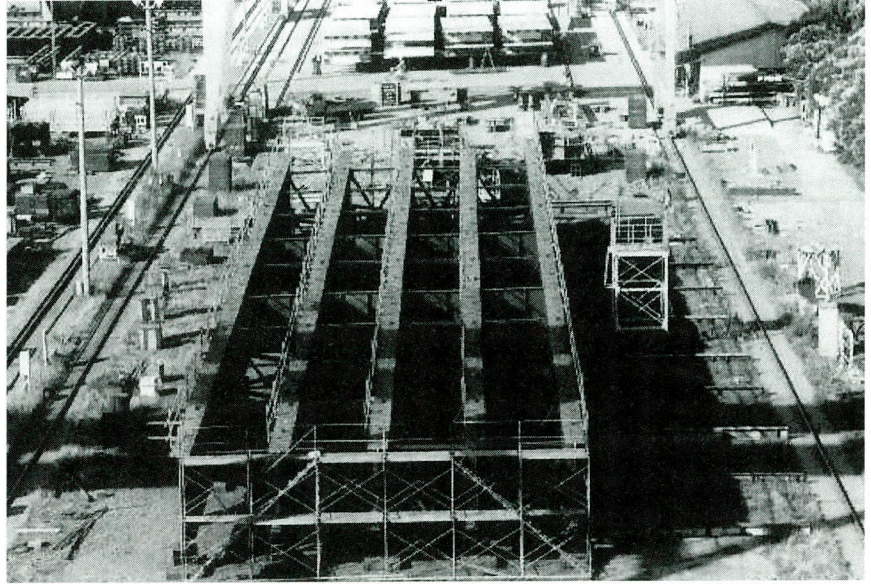


写真-1 仮組立全景

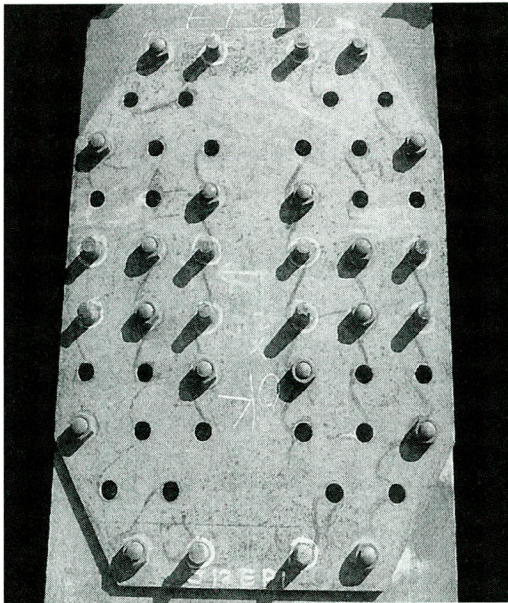


写真-2 上フランジのピン打込み

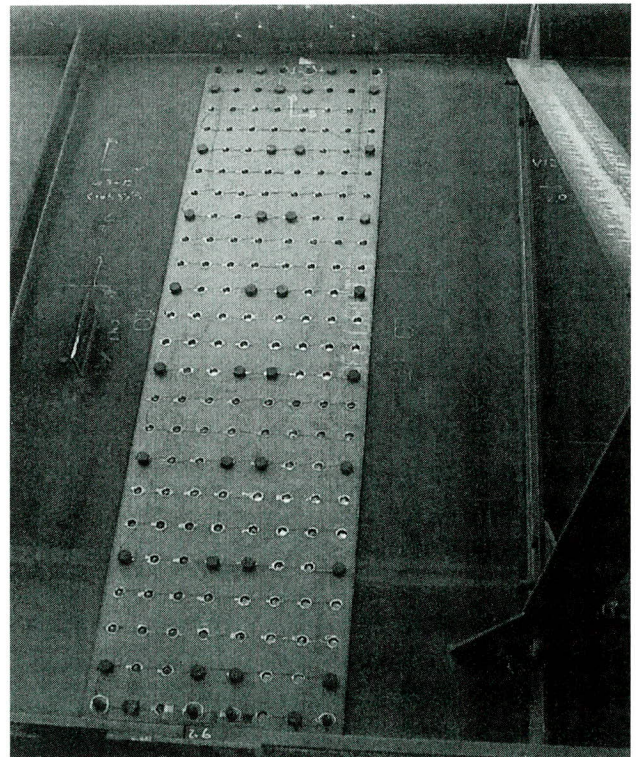


写真-3 腹板のピン打込み

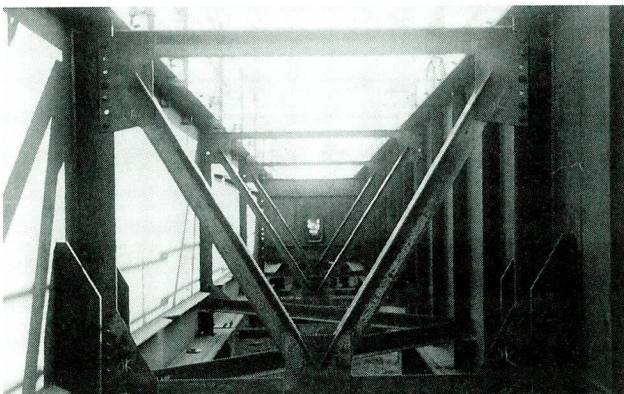


写真-4 対傾構のピン打込み

(2) 高力ボルト継手I桁の数値仮組と実仮組立との比較

I桁の実仮組立結果との比較例-1として5主桁、現場HTB継手の検証を行った。検証は4継手、主桁25台を仮組立し行った。主桁名、格点、ジョイント位置を主桁断面図と部材平面配置図により(図-6)に示す。

①全長・支間長の結果を表-2に示す。実仮組立結果とシミュレーション結果は同様にプラス傾向が見受けられる。

②キャンバー値の既定値との差を表-3、グラフ-1に示す。実仮組立結果とシミュレーション結果の差は2.5mm前後に集中している。

③主桁添接部の隙間を表-4に示す。実仮組立結果とシミュレーション結果のジョイントの隙間は最大差が+1.9mmから-1.5mmである。

④ラテラル孔ズレの差を表-5、グラフ-2に示す。実仮組立結果とシミュレーション結果の差は+2.7mmから-2.7mmの範囲である。

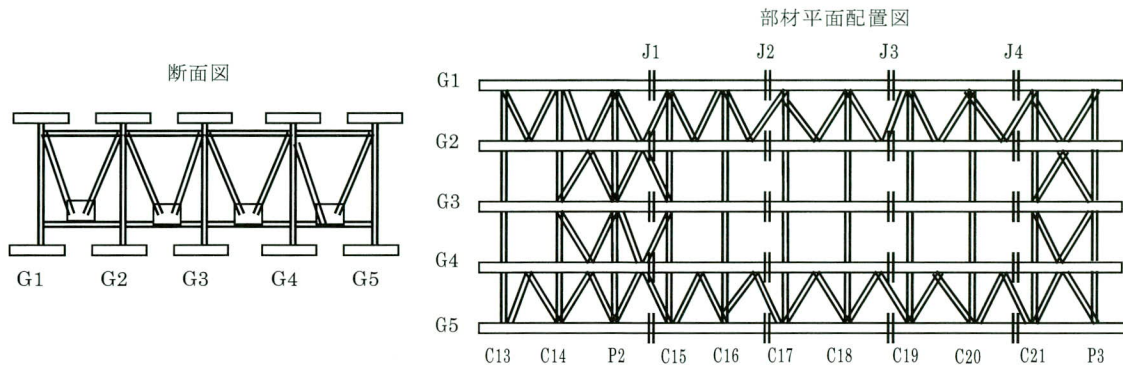


図-6 I桁の実仮組立部分図

表-2 全長 (単位mm)

	規定値	シミュレーション結果：S	検証仮組立結果：A	S-規定値	A-規定値	S-A	管理指標値
G1	60001.5	60013.5	60014.5	+12.0	+13.0	1.0	14.8
G2	60001.5	60011.6	60015.5	+10.1	+14.0	3.9	14.8
G3	60001.5	60013.6	60015.5	+12.1	+14.0	1.9	14.8
G4	60001.5	60007.5	60014.5	+6.0	+13.0	7.0	14.8
G5	60001.5	60009.9	60016.0	+8.4	+14.5	6.1	14.8

表-3 製作キャンバー (単位mm)

シミュレーション結果 (規定値との誤差値)

	C14	P2	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	P3
G1	-1.4	基準	-1.0	-2.5	-1.8	-2.4	-2.3	-2.5	-2.1	-1.1
G2	-0.9	+0.4	-1.4	-3.1	-2.8	-3.2	-3.4	-2.6	-1.8	-0.2
G3	-1.2	±0	-1.7	-4.1	-2.4	-2.8	-2.6	-3.0	-2.1	-1.0
G4	-1.4	-2.2	-1.8	-4.2	-2.7	-3.3	-2.7	-3.5	-2.1	-0.2
G5	-1.4	-0.5	-1.5	-2.0	-2.3	-2.5	-2.6	-3.1	-2.5	-0.3

検証仮組立結果 (規定値との誤差値)

	C14	P2	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	P3
G1	±0	基準	±0	±0	+2	+2	+2	+2	-1	-1
G2	-2	-2	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	+1
G3	-2	-2	-2	-2	±0	±0	-1	-1	+2	+2
G4	-3	-3	±0	±0	±0	±0	±0	±0	+3	+3
G5	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	±0	+2	+2

グラフ-1 シミュレーションと検証仮組立の差 (全50箇所)

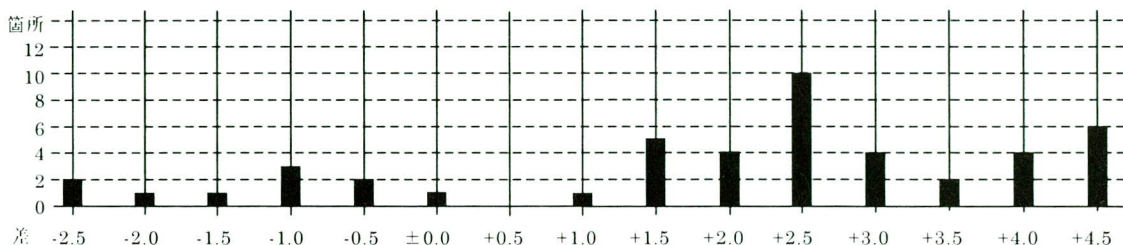


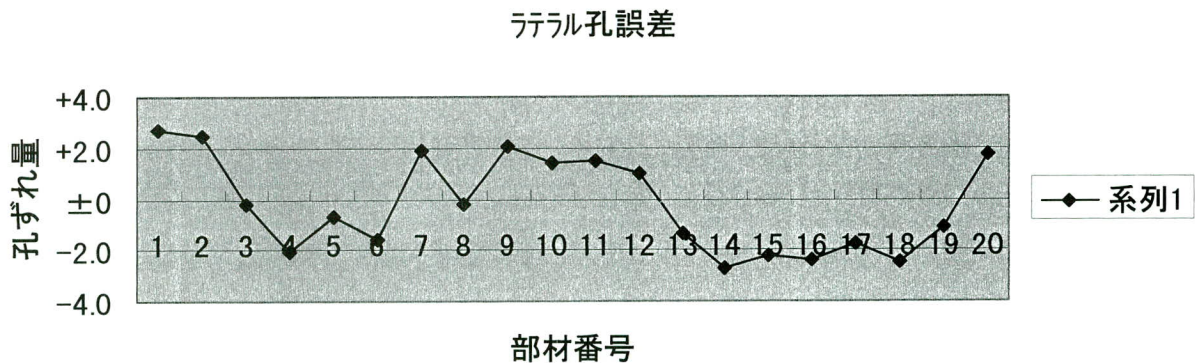
表-4 主桁現場添接部隙間、規格値0~5mm (単位mm)

		J1		J2		J3		J4		最大差	全体平均隙間	
		シミュ	検仮	シミュ	検仮	シミュ	検仮	シミュ	検仮		シミュ	検仮
G1	WU	1.8	0.3	3.4	4.2	2.3	2.9	1.4	2.7	-1.5	2.2	2.5
	WL	4.3	3.0	2.7	3.3	3.8	3.5	4.7	3.0	-1.7	3.9	3.2
G2	WU	1.4	3.3	1.6	1.0	3.3	3.5	3.0	3.6	+1.9	2.3	2.9
	WL	4.6	4.5	4.4	2.8	2.7	3.4	3.0	4.5	-1.6	3.7	3.8
G3	WU	3.8	3.9	3.8	3.7	3.6	4.8	2.9	3.9	+1.2	3.5	4.1
	WL	2.5	3.7	2.5	2.1	2.7	3.2	3.5	4.3	+1.2	2.8	3.3
G4	WU	2.8	3.4	2.1	2.2	3.6	3.9	2.3	2.0	+0.6	2.7	2.9
	WL	2.9	3.6	3.6	3.3	2.1	1.9	3.4	2.5	-0.9	3.0	2.8
G5	WU	0.9	0.0	2.9	3.2	4.5	4.7	2.6	2.9	-0.9	2.7	2.7
	WL	4.8	3.5	2.8	3.7	1.2	2.8	3.2	4.2	-1.3	3.0	3.6
平均	WU	2.1	2.2	2.8	2.9	3.5	4.0	2.4	3.0	+0.6	2.7	3.0
	WL	3.8	3.7	3.2	3.0	2.5	3.0	3.6	3.7	+0.5	3.3	3.3
全体平均		3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	3.4	+0.5	3.1	

表-5 横溝と主桁付ガゼット孔関係 (単位mm)

部材番号	主桁ガゼット孔間隔			横溝孔間隔			孔ずれ検証結果		
	設計値	シミュレーション	誤差	設計値	部材長	誤差	シミュレーション	検仮：注1)	誤差
L1	3571.2	3571.2	±0	3571.2	3571.0	-0.2	-0.2	+2.5	+2.7
L2	3240.5	3240.5	±0	3240.5	3239.0	-1.5	-1.5	+1.0	+2.5
L3	3296.3	3296.3	±0	3296.3	3268.0	+1.7	+1.7	+1.5	-0.2
L4	3505.4	3505.4	±0	3505.4	3505.0	-0.4	-0.4	-2.5	-2.1
L5	3571.3	3571.3	±0	3571.3	3570.0	-1.3	-1.3	-2.0	-0.7
L6	3505.4	3505.4	±0	3505.4	3505.0	-0.4	-0.4	-2.0	-1.6
L7	3571.2	3574.9	+3.7	3571.2	3571.0	-0.2	-3.9	-2.0	+1.9
L8	3450.4	3451.3	+0.9	3450.4	3450.0	-0.4	-1.3	-1.5	-0.2
L9	3546.1	3546.1	+1.8	3546.1	3545.0	-1.1	-1.1	+1.0	+2.1
L10	3555.4	3555.4	-2.8	3555.4	3554.0	-1.4	-1.4	±0	+1.4
L11	3621.0	3621.0	+0.6	3621.0	3621.0	±0	±0	+1.5	+1.5
L12	3500.5	3502.0	+1.5	3500.5	3501.0	+0.5	-1.0	±0	+1.0
L13	3490.8	3490.7	-0.1	3490.8	3490.0	-0.8	-0.7	-2.0	-1.3
L14	3505.5	3505.3	-0.2	3505.5	3505.0	-0.5	-0.3	-3.0	-2.7
L15	3570.8	3570.8	±0	3570.8	3572.0	+1.2	+1.2	-1.0	-2.2
L16	3505.6	3505.6	±0	3505.6	3506.0	+0.4	+0.4	-2.0	-2.4
L17	3570.8	3570.8	±0	3570.8	3570.0	-0.8	-0.8	-2.5	-1.7
L18	3240.5	3240.5	±0	3240.5	3242.0	+1.5	+1.5	-1.0	-2.5
L19	3295.9	3295.9	±0	3295.9	3297.0	+1.1	+1.1	±0	-1.1
L20	3500.7	3500.7	±0	3500.7	3501.0	+0.3	+0.3	+2.0	+1.7

グラフ-2 ラテラルの誤差 (単位mm)



注1)

上図グラフのずれ量値は片側孔群合わせを行い誤差集積群に孔ずれ量が発生させ計測した結果を示す。ラテラル孔群の呼び方を(図-7)に示す。

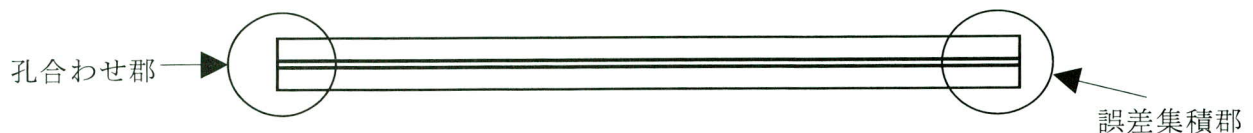


図-7 ラテラル孔群説明図

(3) 現場溶接継手 I 桁の数値仮組立と実仮組立との比較

I 桁の実仮組立結果との比較例-2として2主桁、全断面現場溶接継手の検証を行った。検証は数値仮組立により得られたデータにより、エレクトロシールドの添接板を作成、所定の位置にピンを挿入し、主桁10台、4継手分を仮組立した。格点、ジョイント位置を主桁断面図と側面図で(図-8)に示す。ルートギャップ各部の記号を次頁(図-9)に示す。

- ①全長・支間長の結果を表-6に示す。実仮組立ではプラス値となりシミュレーション結果ではマイナス値となった。
- ②キャンバー値の結果を表-7に示す。実仮組立とシミュレーションの差は+3mmから-2mmである。
- ③主桁通りの結果を表-8に示す。実仮組立とシミュレーションの差は概ね3mm前後である。
- ④溶接部のギャップの結果を表-9に示す。実仮組立と設計値およびシミュレーションと設計値の差の大きい所は最大+3.3mm最小-1.3mmである。

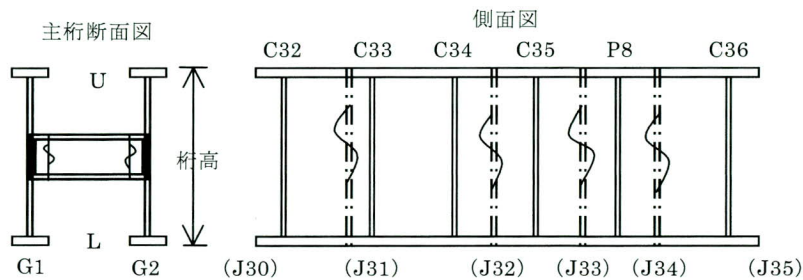


図-8 I 桁の実仮組立部分図

表-6 全長・支間長：単位mm：検証実施仮組立、計測は鋼巻尺（張力補正有）使用

項目	G1U: J30-J35	G2U: J30-J35	規格値	管理目標値	規格値*0.6=管理目標値
A: 設計値	54504.0	54504.0	±15.4	±12.3	
B: シミュレーション	54499.6	54503.9	±15.4	±12.3	
C: 実施仮組立	54503.0	54507.5	±15.4	±12.3	
B-C: 差	+3.4	+3.6			
A-C: 差	-1.0	+3.5	±15.4	±12.3	

表-7 製作キャンバー：主桁上面：単位mm

項 目	項目	J30	C32	C33	C34	C35	P8	C36	J35
		G1	A: 設計値	274	246	202	145	72	0
	B: シミュレーション		247	203	146	72	0	-50	
	C: 実施仮組立	273	245	202	146	71	0	-50	-94
	A-C: 差	-1	-1	±0	+1	-1	±0	±0	-1
	B-C: 差		-2	-1	±0	-1	±0	±0	
G2	A: 設計値	273	244	199	142	70	0	-52	-95
	B: シミュレーション		246	204	143	71	0	-50	
	C: 実施仮組立	277	247	205	145	74	0	-50	-94
	A-C: 差	+4	+3	+6	+3	+4	±0	+2	+1
	B-C: 差		+1	+1	+2	+3	±0	±0	

表-8 主桁の通り：主桁上面：単位mm、基準はC36（規格値：5+L/5）

項 目	項目	C32	C33	C34	C35	P8	C36
		G1 桁 U770J側	A: 設計値	0	0	0	0
	B: シミュレーション	±0	+1	+1	+4	+2	±0
	C: 実施仮組立	-1	+3	+2	+1	+4	±0
	B-C: 差	+1	-2	-1	+3	-2	±0
G1 桁 L770J側	A: 設計値	0	0	0	0	0	0
	B: シミュレーション	±0	+1	+1	+1	+1	±0
	C: 実施仮組立	±0	+2	+2	+2	+3	±0
	B-C: 差	±0	-1	-1	-1	-2	±0
G2 桁 U770J側	A: 設計値	0	0	0	0	0	0
	B: シミュレーション	±0	+1	+1	+1	+1	±0
	C: 実施仮組立	+3	+2	+2	+2	±0	±0
	B-C: 差	-3	-1	-1	-1	+1	±0
G2 桁 L770J側	A: 設計値	0	0	0	0	0	0
	B: シミュレーション	±0	+1	+1	+4	+2	±0
	C: 実施仮組立	±0	+3	+1	+2	-1	±0
	B-C: 差	±0	-2	0	+2	+3	±0

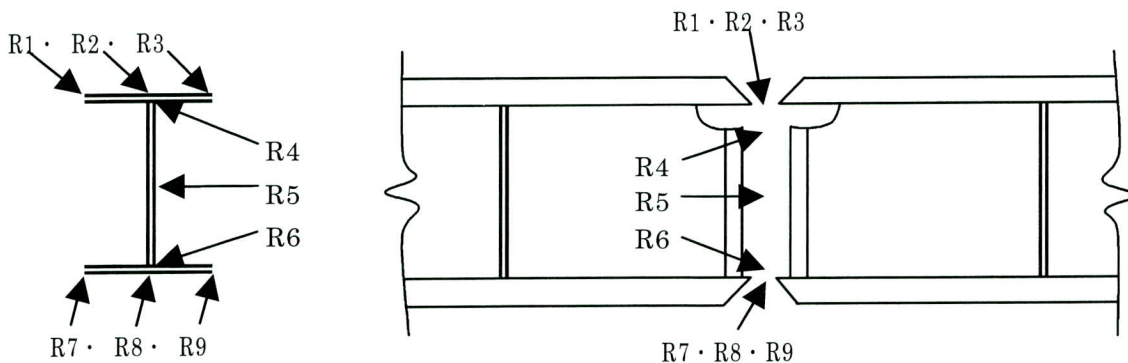


図-9 ルートギャップ（現場溶接部隙間）の計測位置図

表-9 現場溶接部各部隙間の値

ジョイント	項目	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
G1	J31	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	7.1	7.1	7.1	9.1	9	8.9	6.9	6.9	6.9
		C:実施組立	9.7	8.5	10.1	7.9	8.5	9.9	7.4	9.1	8.0
		B-C:差	+2.6	+1.4	+3	-1.1	-0.5	+1.0	+0.5	+2.2	+1.1
	J32	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	6.1	6.1	6.1	8.1	9	9.9	7.9	7.9	7.9
		C:実施組立	9.7	8.5	10.1	7.9	8.5	9.9	7.4	9.1	8.0
		B-C:差	+3.6	+2.4	+4.0	-0.2	-0.5	+0.0	-0.5	+1.2	+0.1
	J33	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	8	8	8	10.0	9	8	6	6	6
		C:実施組立	8.2	8.8	9.3	10.2	10.2	10.5	6.7	7.9	9.0
		B-C:差	+0.2	+0.8	+1.3	+1.2	+1.2	+2.5	+0.7	+1.9	+3.0
	J34	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	7.2	7.2	7.2	9.2	9	9	6.8	6.8	6.8
		C:実施組立	7.1	8.3	8.5	10.4	10.5	9.8	7.8	8.2	8.3
		B-C:差	-0.1	+1.1	+1.3	+1.2	+1.5	+1.0	+1.0	+1.4	+1.5
G2	J31	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	6	6	6	8	9	9.9	7.9	7.9	7.9
		C:実施組立	7.4	7.2	8.0	9.6	9.1	8.6	8.7	10.2	10.3
		B-C:差	+1.4	+1.2	+2.0	+1.6	+0.1	-1.3	+0.8	+2.3	+2.4
	J32	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	5.7	5.7	5.7	7.7	9	10.3	8.3	8.3	8.3
		C:実施組立	7.4	7.2	8.0	9.6	9.1	8.6	8.7	10.2	10.3
		B-C:差	+1.7	+1.5	+1.3	+1.9	+0.1	-1.7	+0.4	+1.9	+2.0
	J33	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	7.8	7.8	7.8	9.8	9	8.2	6.2	6.2	6.2
		C:実施組立	7.1	9.0	9.5	8.5	8.1	7.3	6.8	7.6	7.9
		B-C:差	-0.7	+1.2	+1.7	-1.3	-0.9	-0.9	+0.6	+1.4	+1.7
	J34	A:設計値	7	7	7	9	9	9	7	7	7
		B:シミュレーション	6.4	6.4	6.4	8.4	9	9.6	7.6	7.6	7.6
		C:実施組立	8.3	8.2	7.4	9.8	9.4	9.5	7.9	9.5	9.2
		B-C:差	+1.9	+1.6	+1.0	+1.4	+0.4	-0.1	+0.3	+1.9	+1.6

(Σ) 設計値と検証仮組立結果 SL; シミュレーション結果、AI; 検証仮組立

G1・G2 (J31~J34)		設計値	SL	AI	設-SL	設-AI	MAX	MIN
			MAX・MIN					
U.Flг	G1-J33(Max)	7	8.0	9.3	1.0	2.3	2.3	
	G2-J32(Min)	7	5.7	8.0	1.3	1.0		1.3
Web	G2-J32(Max)	9	10.3	9.6	1.3	0.6	1.3	
	G2-J32(Min)	9	7.7	8.6	1.3	0.4		1.3
L.Flг	G2-J32(Max)	7	8.3	10.3	1.3	3.3	3.3	
	G1-J33(Min)	7	6.0	6.7	1.0	0.3		1.0

(4) 箱桁の数値仮組立との比較

箱桁実仮組立結果との比較例-3として2主桁、現場HTB継手の検証を行っている。検証は4継手、主桁25台

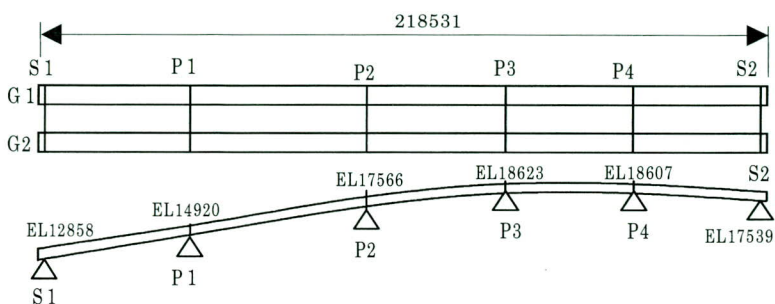
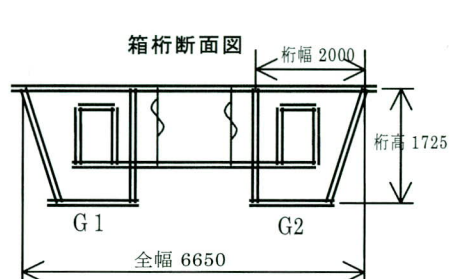


図-10 箱桁架設実施例説明図

を仮組立し行った。箱桁断面と平面図を下記(図-10)に示す。箱桁のデータについては、整理中のため次の機会に報告をする予定である。

5. 考察

高力ボルト継手タイプと現場溶接タイプ2種類の板桁の数値仮組立結果と試行仮組立結果の整合性を検証した。高力ボルト継手タイプでは、対傾構・横構まで踏み込んで検証した。

1) 高力ボルト継手タイプ板桁

①全長・支間長

溶接部隙間の許容値0~5mmの範囲内を使用し全体の調整を行った。

全長・支間長としては、数値仮組立・試行仮組立共プラス傾向となり、両者の比較では試行仮組立のほうがよりプラス傾向が出ているが数値的には満足出来る値となっている。

②キャンバー

支点P2のG1桁を基準として両者を比較した。数値仮組立では、全般に既定値より低めの数値となり試行仮組立では、平均で既定値近傍の数値となっているが有為差はそれほど認められず満足のいく結果となった。

③主桁添接部の隙間

数値仮組立・試行仮組立共隙間平均3mm前後で特に大きな有為差は認められない。両者での最大差は1.9mmで十分満足の出来る結果である。

④横構綾材の孔ズレ

今回は、試行仮組立で対傾構にピンを打ち込み橋軸直角方向の数値も検証しながら、横構綾材の孔ズレについても検証した。

横構綾材は、片側にピンを打ち込み反対側の孔ズ

レ量を計測、数値仮組立との数値比較も行った。結果、両者の計測比較による孔ズレ量は平均で2mm程度で数値仮組立上の数値を使用しても、架設上支障が無いものと思われる。

2) 現場溶接継手タイプ板桁

①全長・支間長

溶接継手部の標準ギャップは、フランジ7mm、ウェブ9mmと設定し、-2~+5.0mmの中で全体調整を行った。全長・支間長としては、数値仮組立ではマイナスぎみとなり試行仮組立では、プラスぎみの傾向となった。結果的に相反する形となっているが数値的には、十分満足の出来る数値である。

②キャンバー

支点P8のG1桁を基準として両者を比較した。両者共プラスぎみで、その最大値は+6.0mmであった。数値仮組立と試行仮組立の有為差は見られず数値的には、問題のないものであった。

③主桁の通り

格点C36を基準として両者を比較した。数値仮組立と試行仮組立の有為差は見られず数値の最大差は、3mmで問題のない数値であった。

④現場溶接部のギャップ

ギャップの最大値は、+3.3mm、最小値は、-1.3mmで試行仮組立の方が数値仮組立より大きくなっている。ギャップ規格値の-2~+5mmの間にて各値は、推移しており、数値仮組立結果の値を使用しても現場で問題となる事はなく、満足の出来る結果となった。

6. 今後の方策

シミュレーションは他社においても幾多の方法があるが、いまだ全てを網羅しているとは言い難い状況にある。当社におけるシミュレーションも、パネル組立方法をスタートとして約20年の歳月を経過している。諸先輩が考案検討し実践してきた経緯を踏まえ、今回数値仮組立標準を確立させた。今後は下記事項まで踏み込んで行きたいと思う。

(1) シミュレーション対応形式の適用範囲を広げる。

- ① 現行では直線・支点折れI桁、箱桁に限定しているが、徐々に曲線桁・トラス等にも適用範囲を広げる。
- ② 添加物等付属物の取付位置、干渉有無確認方法の確立を目指す。

(2) 添接板の製作時期の短縮

- ① 部材計測・シミュレーション時間の短縮を図り添接板製作時期の早期開始を画策する。

本文を発表するにあたり、数値仮組立の運用また情報収集に製造部、工事部並びに工事部架設現場、品質保証部の方々にはご協力していただきありがとうございました。紙上をお借りして厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 成宮、青木;鋼橋製作における自動化システムの実用化例 (パネル自動組立・溶接ライン) 宮地技報No.2、1986
- 2) 成宮、伊東; 橋梁製作におけるパネル組立方法と自動化システム「PASシリーズ」宮地技報No.5、1989
- 3) 小塚、森下、小出、伊東、中塚、茂木; 連続組立工法を用いた箱桁の仮組立省力システム; 宮地技報No.11、1995
- 4) 鬼頭省吾: 部材計測システム (Super Brahms) の概要, 宮地技報No.17, pp.131-134, 2001
- 5) 辻幸佐、小出勝雄、高橋秀幸、岩澤彰洋: FM搭載接触式3次元座標計測器による部材計測 (仮組シミュレーション用計測システムの開発)、宮地技報No.15、pp.4-9、1999

2003. 1. 15 受付

グラビア写真説明

一ツ橋

一ツ橋は、長野県松本市中心部を流れる女鳥羽川に架かっております。この一ツ橋西側の女鳥羽川沿いに並ぶ縄手通りは、千歳橋まで古くからの店が立ち並び、年末年始の買物や四柱神社の参拝など市民の憩いの場であり、また観光客の散策場でもあります。

交通の往来が激しく十分な歩行者スペースが無いため、歩行者が安全に行き来できるよう、一ツ橋の上下流側に歩道橋を設けました。また世界遺産を目指した情緒ある景観に配慮しており、一ツ橋のある町並みは、大正時代を想わせる風情を醸し出しています。

(山田)