

手延べ式縦移動によるローゼ桁の架設 ～大宮市連絡通路橋（大宮ほこすぎ橋）

Erection of a Lohse Bridge by Launching with Longitudinal Transfer Method ～ The Connecting Bridge in the City of Omiya (Omiya Hokosugi Bridge)

菅井 衛*¹ 中野 一夫*² 佐直 信次*³
Mamoru SUGAI Kazuo NAKANO Nobutsugu SAJIKI

Summary

The Connecting Bridge in the City of Omiya (Omiya Hokosugi Bridge) was constructed over a JR line as a part of a "New City Center of Saitama" development project of Saitama Prefecture, and leads to the Saitama Super-Arena. To meet its role as a symbol of the city center and landscape requirements, the bridge has new features everywhere. In addition, it was constructed by launching with longitudinal transfer, an erection method that had never been applied to arch Lohse bridge before. This paper outlines the construction of the bridge with emphasis on the longitudinal transfer of the girder.

キーワード：アーチリブパイプの溶接ロボットによる全自動溶接、
亜鉛-アルミアーク溶射、ローゼ桁の手延べ式縦移動架設

1. まえがき

ここに報告する大宮市連絡通路橋ローゼ桁架設工事は、東日本旅客鉄道株式会社 東京工事事務所の設計・施工管理の元に施工され、桁架設は無事完了し、平成12年11月に竣工をむかえ、平成13年3月31日に開通記念式典が執り行われた。本工事は「さいたま新都心」を形成するプロジェクトの一環である「さいたまスーパーアリーナ」へ、JR線を跨ぎ、東西を結ぶ人道橋を架設する工事である。本橋梁はバスケットハンドル型鋼管アーチローゼ桁であり、工事の特徴として以下の点があげられる。

- ・アーチリブ（パイプ）の全周自動溶接に自走型全姿勢アーク溶接ロボットを採用した。
- ・塗装は新設橋梁として初めて、亜鉛-アルミニウム常温アーク溶射を採用した。
- ・アーチローゼ桁架設に手延べ式縦移動工法を採用した。
- ・桁縦移動架設時に支点反力の集中管理システムを導入した。

本文は、過去に施工例のないアーチローゼ桁の手延べ式縦移動架設を中心に、工事の概要を報告するものである。



写真-1 大宮ほこすぎ橋全景

*¹宮地建設工業(株) 東京本店計画部長

*²宮地建設工業(株) 東京本店工事部現場代理人

*³宮地建設工業(株) 東京本店計画部橋梁・土木グループサブマネージャー

2. 計画及び設計概要

大宮市連絡通路橋（大宮ほこすぎ橋）は、さいたま新都心地区の北側に位置し、新都心のシンボルであるさいたまスーパーアリーナと、JR線で分断される新都心の北側の地区を結ぶ歩行者と自転車専用の橋梁であり、氷川参道のけやき並木と新都心のけやきひろばまでを結ぶ「緑の回廊」をキーコンセプトに計画された。

本橋は、下部構造を含めて「さいたま新都心中核・中核施設建設調整委員会」より「ボリューム感を抑え視覚的にシャープな景観を創り出すアーチライズとし、またアーチ裏面とのコントラストを明確にし、歩行者への威圧感を和らげる効果を出すため、アーチリブの形状を鋼管とする」というデザインモチーフが示され、構造形式は景観デザインを考慮したバスケットハンドル型鋼管アーチローゼ桁に決定した。

3. 工法選定

架設地点周辺の状況は下記に示す通りである。

① 架設地点西側

- ・アリーナとP1橋脚間はペデストリアンデッキが架設済みであり、その支間は約17mと狭い。
- ・デッキ下には一般道路があり、工事期間中に供用開始となる。

② 架設地点下（JR用地内）

- ・橋梁とほぼ直角に東北線、京浜東北線等13線のJR線が通っている。
- ・支間中央部の上り機走線の両側は線間が比較的広く、架設地点南側の京浜東北線さいたま新都心駅用の工事用道路が通っている。

③ 架設地点東側

表-1 橋梁概要

形式	バスケットハンドル型 鋼管アーチローゼ桁
橋長	98.126m (CL上)
支間長	95.000m (CL上)
幅員	11.0m～15.0m (全幅員)
アーチ形状	円曲線 R≒88m
アーチライズ	13.000m
支間ライズ比	7:3
活荷重	群集荷重 (主桁:335kgf/m ² 床組:500kgf/m ²)
斜角	P1側:77°56'49" A1側:90°00'00"
横断勾配	1.031% 1.031% ← →
縦断勾配	(西側) 1.6% (東側) ←
鋼重	584.442 t

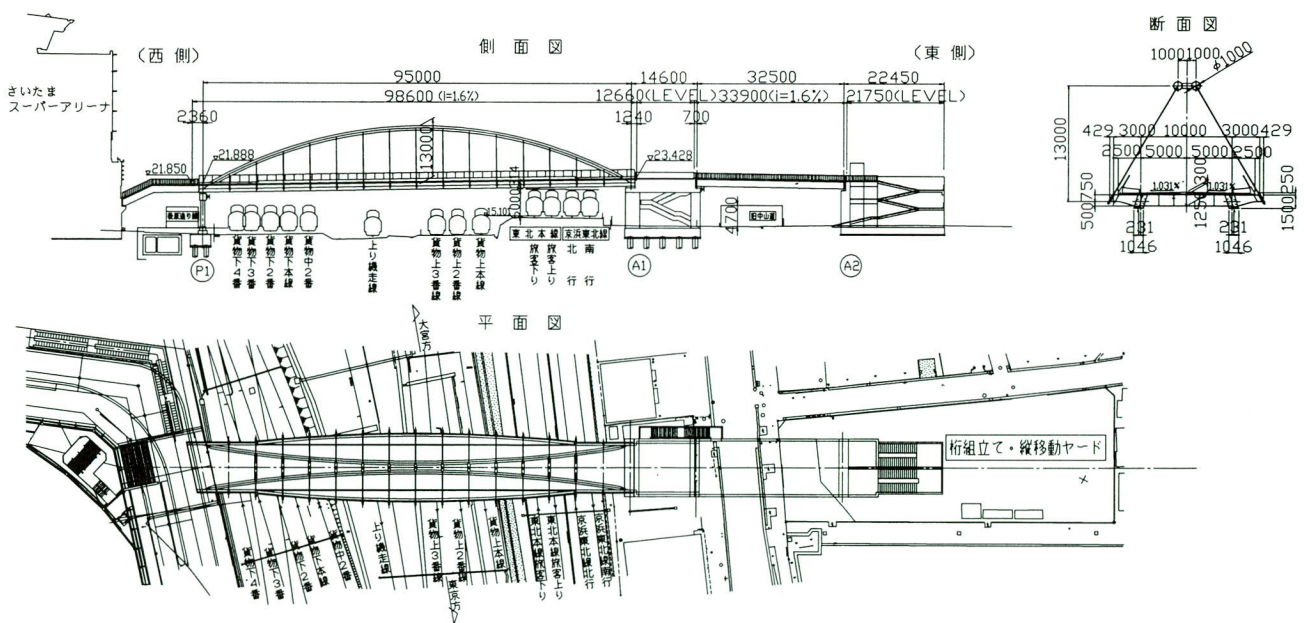


図-1 全体一般図

表-2 全体工程表

工 事 種 類	平成11年		平成12年										
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
桁組立・縦移動ヤード設備工		組立										解体	
線間内ベント設備工				組立(枕基礎打設含む)					解体	枕基礎引続き			
手延機組立・解体工			組立					解体					
桁組立工				桁組立									
桁縦移動工				第1回縦移動(3/6)			第2~7回縦移動(6/16~22)						
桁降下工										桁降下			
床版工							床版パネル組立		床版パネル組立・調整		コンクリート打設(9/15・15)		

- ・ A1橋台とA2橋台間は旧中山道が通っており、その間の単純箱桁は、本桁の架設を考慮して後施工とした。
- ・ A2橋台は本連絡路への登り口として、階段及びエレベータが併設されるが本桁の架設を考慮して、これらを後施工とし、フーチング及びパラペットまでが施工済みとした。

以上の様な現地の状況下で架設方法は、架設地点東側のA1橋台後方に旧中山道をまたいで桁組立て・縦移動のためのヤードを構築して、その上で桁及び手延べ機を全て組み立てる。

また、並行してJR線間中央部のヤード内にベント及び軌条設備を設け、この2箇所をヤードを桁縦移動の軌条として、JR線夜間き電停止間合い作業で自走台車による手延べ式縦移動工法にて架設し、その後、ジャッキダウンにより桁を据え付ける工法を採用した。

4. 施工要領

(1) 桁組立て・縦移動ヤード工

架設地点東側に設けた桁組立て・縦移動ヤードの諸元を以下に示す。

全 幅：20.000m

全 長：105.000m

工事桁：桁高2.0m～2.6m×4主桁（角レール付）

ベント：5基（コンクリート基礎）

このうちの旧中山道上空の24.0m分はあらかじめ工事桁を地組しておき、500t吊油圧クレーンを使用して、3時間半夜間道路の全面通行止めを行い架設した。

工事桁上面には直下を通る歩行者や車両の防護及び作

業床を確保するため、全面デッキプレート張りを採用した。（写真-2,3）



写真-2 桁組立て・縦移動ヤード



写真-3 工事桁架設

(2) 第1回桁組立て・手延べ機組立て

橋桁の組立ては手延べ機と桁の全長が116.8mと組立てヤードより長いため、2段階に分けて行った。

まず始めに手延べ機と橋桁の約3分の1を組み立てて、前方に縦移動し、手延べ機がJR京浜東北線の上に張り出

した状態で残りの3分の2の桁を組み立てた。

補剛桁断面 ウェブ高 : 1.500m
ウェブ間隔 : 1.000m
ウェブ傾斜角 : 72.9° (内側)

手延べ機は本桁の補剛桁と同一形状のものを延長して先端に22.0m取り付けた。(写真-4, 5)

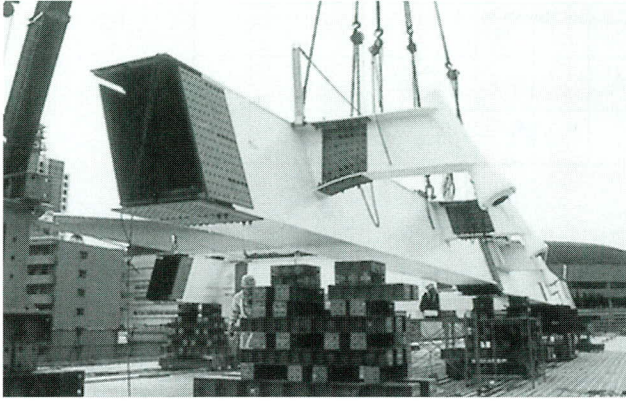


写真-4 補剛桁組立て状況

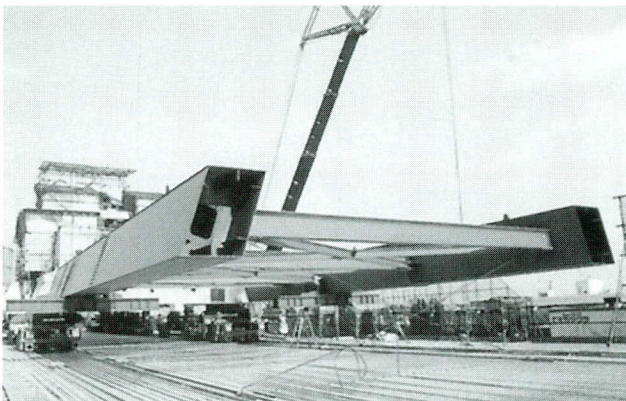


写真-5 手延べ機

(3) 第1回桁縦移動

第1回桁縦移動は手延べ機及び桁全長分の組立ヤードスペースを確保するために行うもので、手延べ機先端が張り出す直下のJR京浜東北線のき電停止間合い時間内(53分)で45.0mの縦移動を行った。

縦移動の駆動力は自走台車を2台使用した。

自走台車諸元

- ・耐力 : 320t × 2台
- ・走行速度 : 1.6m/分

また、桁組立てが途中段階であるため、2台の200t耐力従走台車と6台の60t耐力従走台車で各格点を支持した。

(4) 第2回桁組立て

第1回桁縦移動終了後、橋桁の残りの3分の2の組立てを行った。

この橋のイメージは古き良き時代と未来への架け橋として、さいたまスーパーアリーナとの調和を図るため、シンプルで軽快なイメージとし、歩行者への威圧感を和らげる効果のためアーチリブには直径1.0mの円形鋼管を採用している。

また、これらの部材の現場接合箇所は歩行者に見えない床版下面はボルト接合、床版上面のアーチリブは現場溶接接合が採用されている。

アーチリブの組立ては、1ブロック毎にベントと、桁縦移動時の受け点となる箇所には仮設支材を設けて行った。

また、アーチリブ現場溶接箇所には風防設備を18箇所設置した。(写真-6, 7)

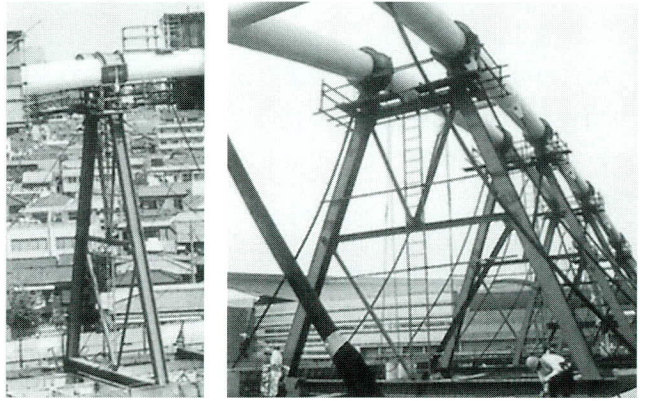


写真-6 アーチリブ仮設支材

(5) アーチリブ現場溶接

アーチリブ鋼管の現場溶接は各箇所でも三次元的に角度が変わり、またその1箇所でも溶接姿勢が漸次的に変化する非常に難易度の高いものであった。

そこで溶接方法の確認、データ収集のため、製作工場で大物大のモデルを使用して現場溶接施工試験を実施した。詳細については「宮地技報 No.16 2000鋼管の現場全周片面溶接(大宮市連絡通路)」に記載されており、参照されたい。

溶接機械 : 可搬走行型全姿勢溶接ロボット

溶接方法 : 外面からの片面裏波全周自動溶接

半周ずつ振り分けの上進溶接

アーチリブ現場溶接は全36箇所の接合部に風防設備を

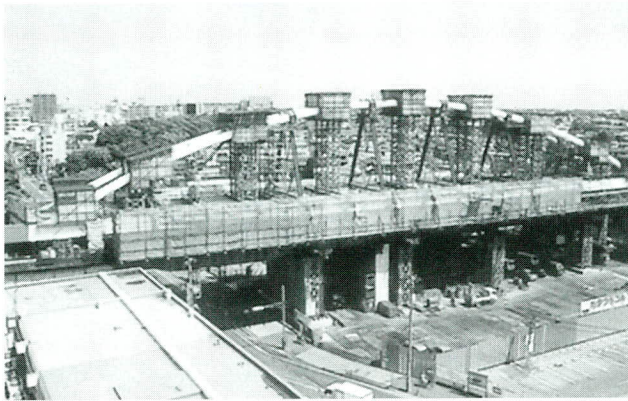


写真-7 アーチリブ溶接用風防設備

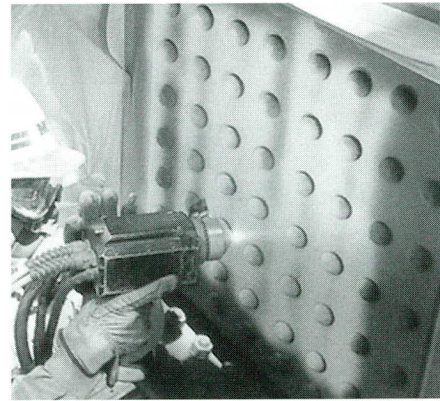


写真-8 亜鉛・アルミ擬合金溶射

設け、両端部からアーチ上部に向かって左右対称に、施工試験と同じ溶接ロボットを使用して行った。

(6) 現場塗装

本橋梁の特徴の1つである塗装は、JR線上空をまたぐためメンテナンスフリーと、美観的な色彩の自由度から亜鉛—アルミニウム常温アーク溶射工法が採用されている。(現場継ぎ手部以外は同仕様で工場仕上げ済みである。)

これは専用の装置で亜鉛とアルミニウムとを同時に溶かし、圧縮空気で吹き付けるもので、その耐久性は50年以上といわれている。

現場継ぎ手部塗装の施工は

1. 素地調整
 2. 粗面形成材塗装
(2液エポキシ樹脂系吹付常温硬化型)
 3. 亜鉛—アルミニウム常温アーク溶射
 4. 上塗り塗装 (厚膜型ポリウレタン樹脂上塗塗料)
- の順に行った。(写真-8)

(7) ハンガーケーブル・仮設支材

ハンガーケーブル仕様を以下に示す。

- ・形式：鉛直吊りハンガー
- ・ケーブル：被覆平行線ストランド
 ϕ 70mm (SPWC55) - 26本
 ϕ 60mm (SPWC37) - 4本

また、桁の縦移動架設時には完成形と異なる支点で桁を受けるため、全体形状を保持する仮設支材を6箇所の中点格点に設けた。この仮設支材は架設時に作用する引張り、圧縮の両方向の力に対して抵抗する構造とした。図-2にその構造と作用力を示す。

(8) 線間ベント架設

桁縦移動の際の中間支点として重要な役割を持つ線間ベントは、橋桁組立てと並行して設置作業を行った。線間ベント諸元を以下に示す。

- ・ベント支柱： \square 800-16本
- ・基礎型式：H鋼杭 (H400×10.0m) -64本
- ・上載工事桁：桁高2.0m×全長24.0m-4主桁
- ・上載設備：320t耐力自走台車-2台 (桁受用)
300t油圧ジャッキ-4台 (盛替用)

この線間ベントは施工前にJRの「線路上空構造物架設計画の手引き (案)」が新たに適用され、大規模地震の1/2程度の地震力に対して倒壊しない構造が要求され、

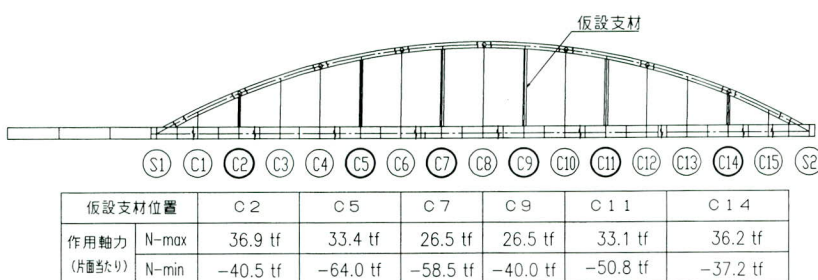
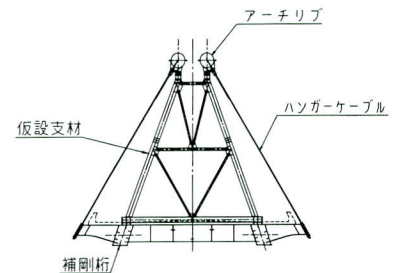


図-2 仮設支材作用力及び構造図



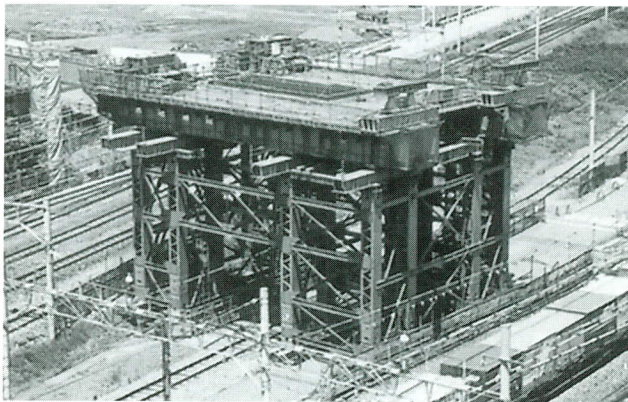


写真-9 線間ベント架設完了

全体剛性を高めるため、各構成材の補強を行った。(写真-9)

(9) 床版パネル架設

床版型式は、架設後の線路上空作業を極力少なくするため、型枠と鉄筋が一体となったプレキャストGRC埋設型枠を採用している。これを桁縦移動前に全て取付けを行い、床版コンクリート打設は桁据えけ後に行った。

(10) 桁縦移動時安全対策

桁縦移動作業時の安全確保に、地震時や異常時の緊急停止装置として、角レールクランプ装置を開発、装備した。

この装置は1台当たりの水平耐力30tで、各台車に合計8台をセットした。緊急停止は圧縮ガスを組み込み、瞬間的に油を送ることで、緊急時には瞬時に台車を停止、固定することが可能となった。この系統図を図-3に示す。(写真-10)

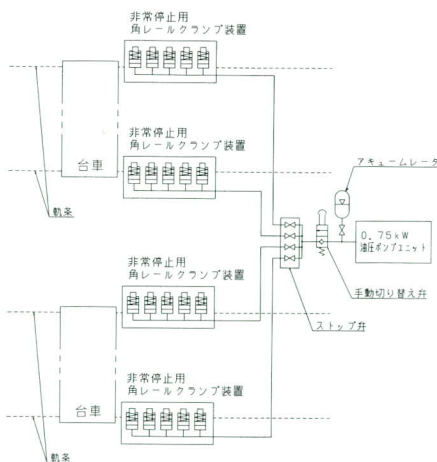


図-3 角レールクランプ装置系統図

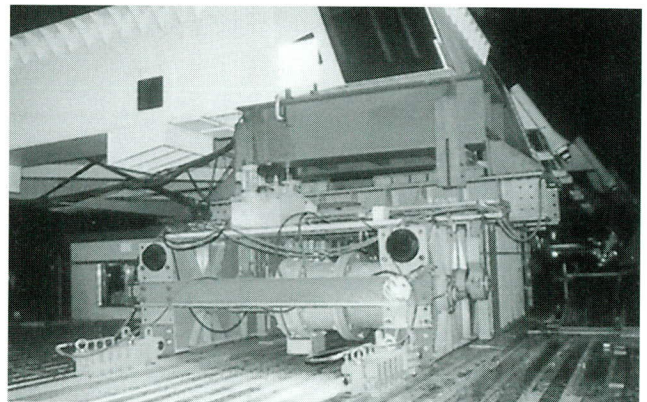


写真-10 自走台車と角レールクランプ装置

また、桁縦移動時の安全対策の一つとして、パソコンによる集中反力管理システムを導入した。

これは各段階での台車と仮受けジャッキの支持点反力を設計値と実測値を並べて画面表示させ、リアルタイムに比較しながら管理・調整を行うものである。

また、桁縦移動距離はレーザー式距離計により計測し、これも画面表示させ、この距離に応じて設計反力、桁縦移動状況図が変化するものである。(図-4)

各ステップでの設計反力及び計測結果を表-3に示す。計測の結果は、ほぼ設計値通りであった。

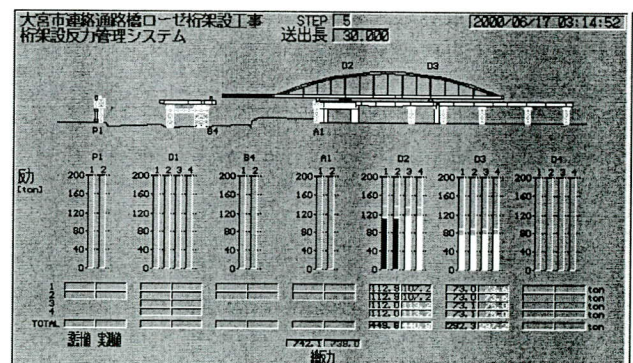


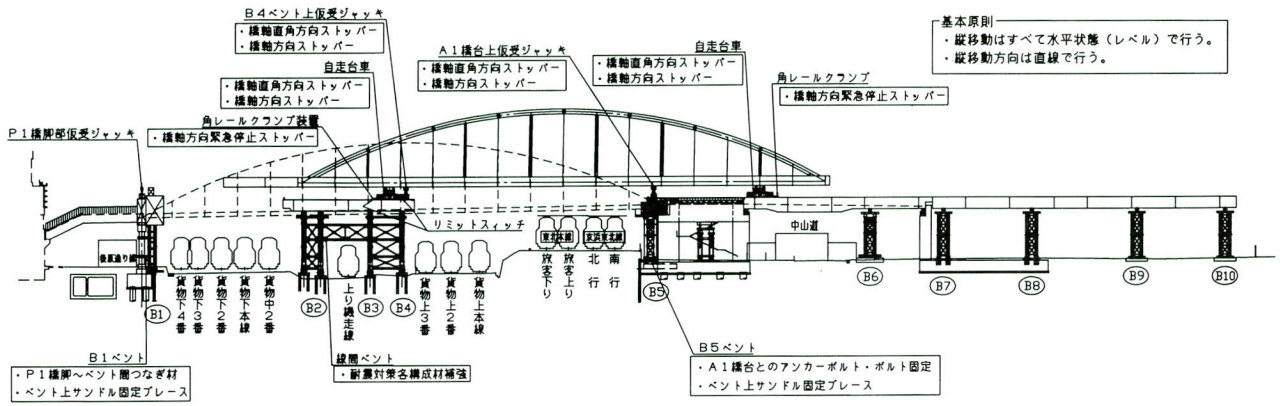
図-4 桁架設反力管理システム

桁縦移動時の地震等に対する安全設備の一覧を図-5に示す。

(11) 第2～7回桁縦移動

桁組立て完了後、桁縦移動を行った。延べ縦移動距離は103.0mで、全てき電停止間合いで6回に分けて行った。桁縦移動ステップを図-7に示す。

(320t自走台車-4台使用)



P1橋脚部B1ベント	線間ベント	A1橋台部B5ベント	台車設備
1. P1橋脚支柱へベント支柱間のつなぎ材取付 2. ベント上サンドル設備の固定ブレース材取付	1. 線間ベント各構成材の補強 B4ベント上仮受ジャッキ	1. フーチング埋め込み受梁とベント支柱基部のボルト固定 2. ベント上サンドルと橋台とのアンカーボルト固定 3. ベント上サンドル設備の固定ブレース材取付 B5ベント上仮受ジャッキ	1. 横軸及び橋軸直角方向ストッパーの取付 2. 緊急停止用角レールクランプ装置の取付 3. 橋体と台車との固縛 (ワイヤーロープ、レバーブロック等使用)

図-5 桁縦移動時安全対策一覧図

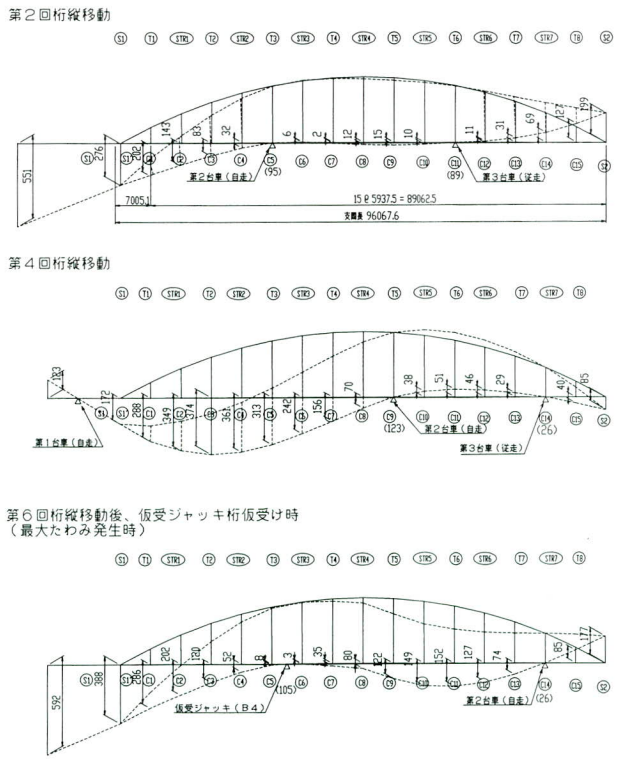


図-6 桁縦移動時たわみ図

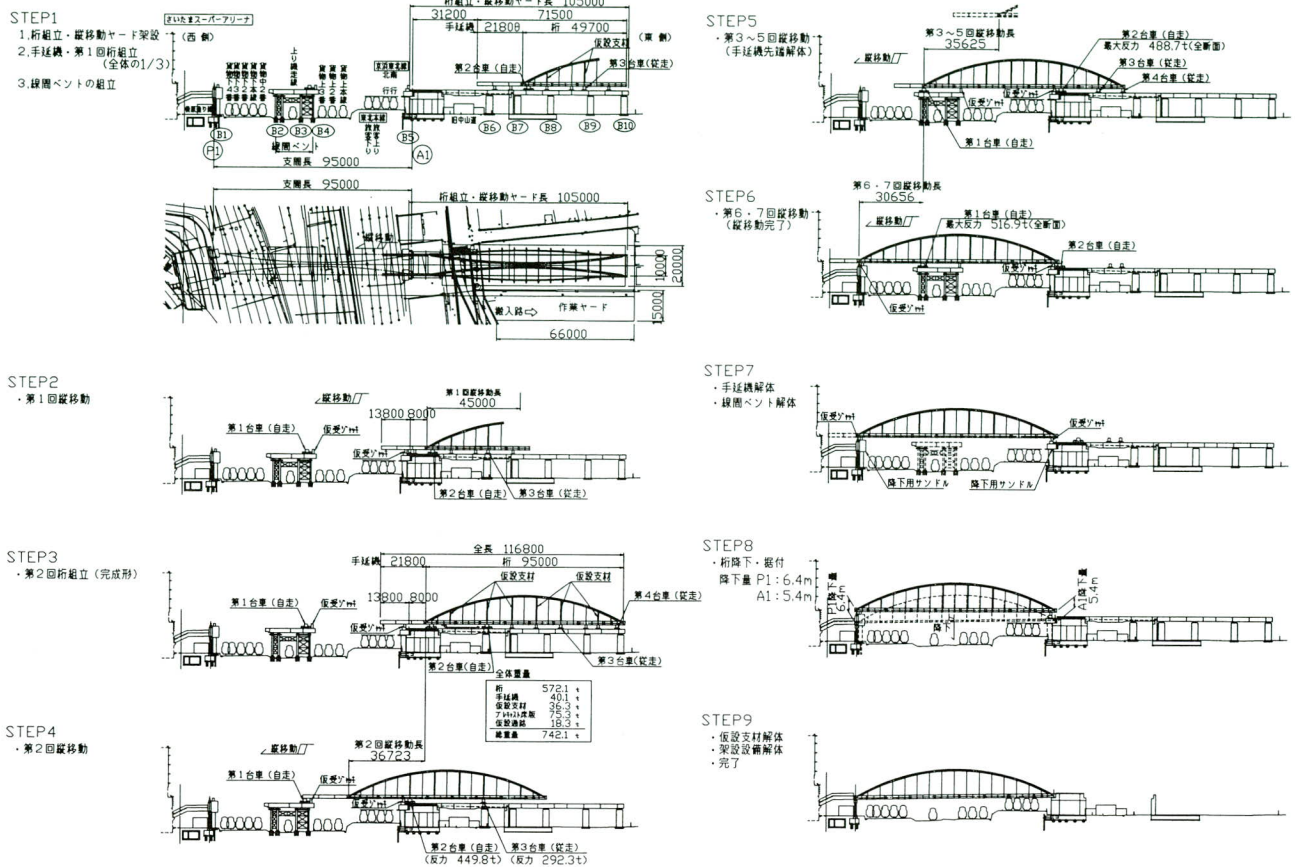


図-7 桁縦移動ステップ図

表-3 桁縦移動時支点反力計測結果

縦移動ステップ	日付	時刻	STEP	送出長 (m)	第1台車			第2台車			第3台車			第4台車			総反力		
					実測値 R (tf)	設計値 R _s (tf)	比率 R/R _s	実測値 R (tf)	設計値 R _s (tf)	比率 R/R _s	実測値 R (tf)	設計値 R _s (tf)	比率 R/R _s	実測値 R (tf)	設計値 R _s (tf)	比率 R/R _s	実測値 R (tf)	設計値 R _s (tf)	比率 R/R _s
第2回桁縦移動	2000/6/17	3:26:16	5	36.67	-	-	-	456.6	449.8	1.02	283.9	292.3	0.97	-	-	-	740.5	742.1	1.00
第3回桁縦移動	2000/6/18	1:52:25	10	36.66	50.4	51.4	0.98	494.8	488.6	1.01	195.7	202.1	0.97	-	-	-	740.9	742.1	1.00
第4回桁縦移動	2000/6/20	2:31:59	21	60.65	145.0	164.4	0.88	453.3	421.0	1.08	125.7	140.7	0.89	-	-	-	724.0	726.1	1.00
第5回桁縦移動	2000/6/21	2:14:35	28	72.46	345.1	347.5	0.99	152.2	143.5	1.06	-	-	-	226.8	235.1	0.96	724.1	726.1	1.00
第6回桁縦移動	2000/6/22	2:16:28	35	87.27	398.1	404.5	0.98	325.9	321.6	1.01	-	-	-	-	-	-	724.0	726.1	1.00
第7回桁縦移動	2000/6/23	3:15:48	41	103.13	550.8	554.9	0.99	173.2	171.2	1.01	-	-	-	-	-	-	724.0	726.1	1.00

(12) 桁降下工

橋桁の縦移動完了後、線間ベントを解体し、橋桁を所定の高さに据え付けるためのジャッキダウンを行った。

桁の縦移動時は据付高さよりP1橋脚で6.4m、A1橋台で5.4m高い位置で行っており、この分を1回の降下量を150mmずつ、200t耐力の油圧ジャッキ8台を使用して行

った。

5. あとがき

本工事はJR線上の厳しい環境下で、アーチローゼ桁形式では過去に例のない手延べ式縦移動工法による施工であり、かつその構造は景観、利便性、維持管理、施工性、



写真-11 第2回桁縦移動完了

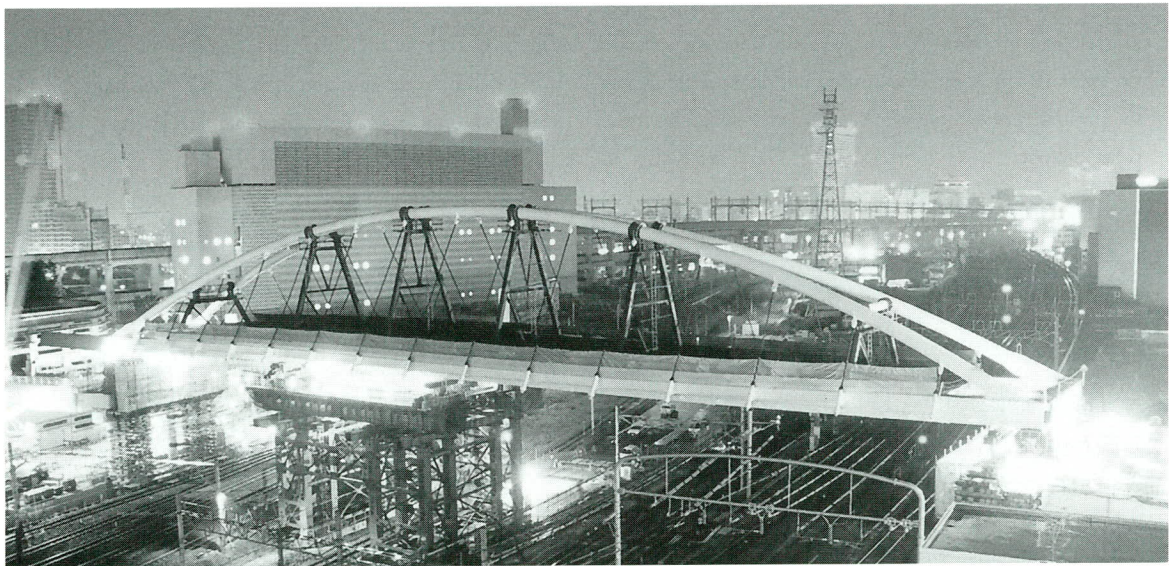


写真-12 第7回桁縦移動完了

経済性等を考慮した設計がなされ、多方面から非常に注目された工事でありました。

そのため、橋体設計と並行して、架設設計を反映するなど、万全の事前計画で対応を図り、その結果現地施工に大変役立ち、改めて事前計画の重要性を再認識した次第であります。

また、施工の途中段階でJRの「線路上空構造物架設計画の手引き（案）」が新たに適用され、架設時の地震荷重に対する安全性が求められ、非常に難易度の高い工事でした。今後、同橋梁型式の架設工法の選択肢のひとつとして参考になれば幸いです。

最後に本工事の計画、施工に当たり監督御指導頂いた、JR東日本東京工事事務所工事管理室、同東北担当課、同大宮工事区、並びにジェイアール東日本コンサルタンツ(株)、(株)日建設計の関係各皆様方に深く感謝し、紙上を借りて御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 村上貴紀, 瀬木純一, 鶴岡毅: 鋼管の現場全周片面溶接(大宮市連絡通路) 宮地技報 No.16, pp.4~10, 2000
2001. 12. 28 受付