

一括吊込式架設術工法による 新幹線こ線橋の架設

松本泰成*
浦田 保**

1. まえがき

新幹線大橋は、兵庫県の中央部を南北に横断し、播磨地方の中心である姫路市と但馬地方とを結ぶ重要路線である播但連絡道路が、山陽新幹線と山陽本線を横断する橋梁である。図-1に一般図を示す。

この橋梁の架設工事に当たっては、山陽新幹線の開通

後、初の活線上の架設工事であること、また道路線形が曲線で工事ヤードに大幅な制約があることなどから、架設工法として、架設術を用いた一括吊込み工法を採用した。

本文は、夜間の短い軌電停止時間内の工程管理と、架設工法の選定、架設段取、および架設作業について報告するものである。

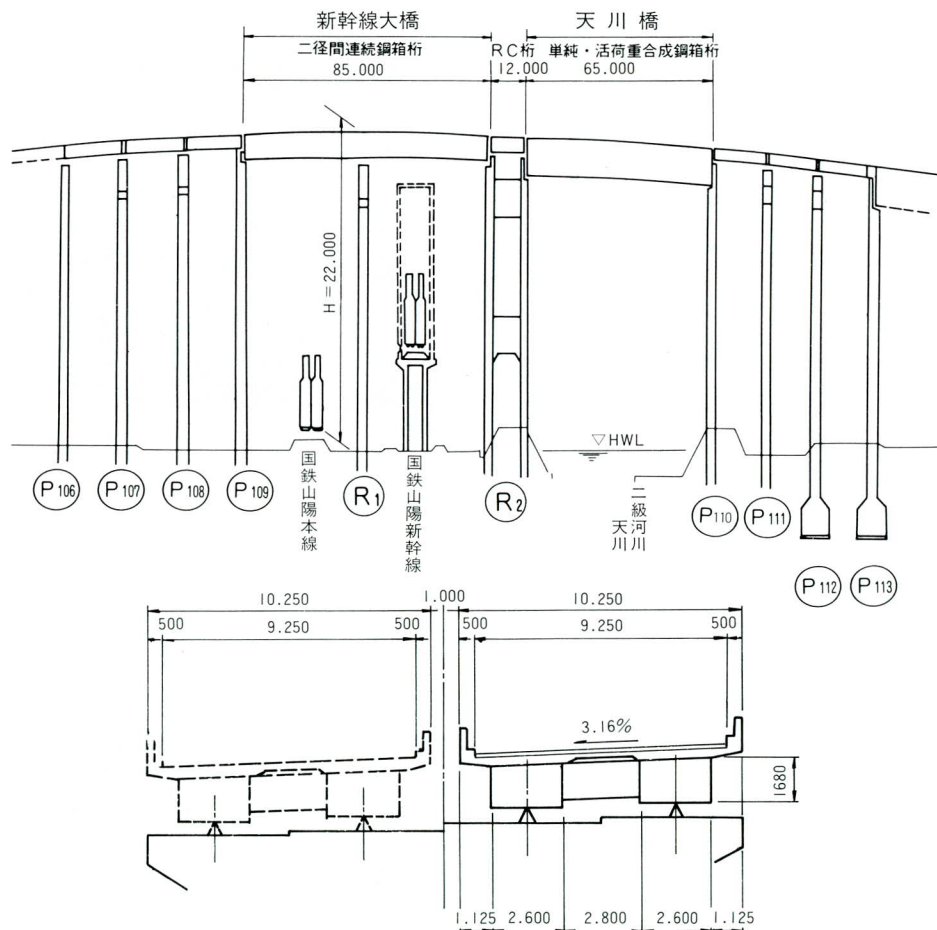


図-1 一般図

* 宮地建設工業(株)大阪支店 技術二課
** 宮地建設工業(株)大阪支店 工事課

2. 工事概要

工事名称：播但道路こ線橋架設工事

発注者：日本国有鉄道大阪工事事務局
兵庫県道路公社

工期：昭和59年3月8日～昭和59年10月3日

型式：2径間連続非合成鋼箱桁

橋格：1等橋（TL-20、TT-43）

橋長：85.00m

支間割：42.00+42.00m

曲線：クロソイド曲線～R=600m

鋼重：307.00 t（支承、床版含む）

床版：I型格子床版

施工範囲：桁架設、I型格子床版据付

3. 架設工法の検討

施工条件は以下の通りである。

- ① 線路を跨ぐため、トラッククレーン及びケーブルエレクション等の架設工法は採用できない。
- ② 橋体を組立てるヤードが必要である。
- ③ 架設工事は山陽新幹線の営業時間の終わった午前0時頃より午前5時前までとする。
- ④ 架設工事中に線路上に一切落下物があってはならない。
- ⑤ 道路曲線がクロソイド曲線からR=600mの単曲線となり主桁も曲線であるためアプローチより桁を出す時に主桁の横取りをできるだけ少なくする。
- ⑥ 線路上の作業回数を極力少なくする。

以上6項目の条件を検討した結果、架設工法として手延機による引出し工法又は、架設桁による一括架設工法に絞り比較検討を行った。

4. 架設工法の選択

架設工法の選定に当たっては、線路上の作業をできるだけ少なくする事が列車事故防止、労働災害防止の上から最も望ましい。そこで橋体組立ヤードにて、鋼桁の地組立てを行い、I型格子床版（以下グレーチング）を取付け、塗装まで完了させ、線路上を引き出す方法を採用した。この方法により線路上での作業は架設及び据付けの2工種だけとなり足場防護工等の組立、解体作業がなくなったことで飛来落下災害に対し、施工の安全性を向

上させることができた。

(1) 桁地組の検討

組立ヤードは天川橋側の半径600mの単曲線上にある。組立桁もクロソイド曲線となっているため2径間全長（85m）を組立ヤードで地組するためには桁の後部が組立てヤードより約30m跳出すので天川の河川内に支保工を設置する必要がある。しかし施工時期が雨期にあたるため、河川内に支保工を設置する事は危険を伴い望ましくない。このため天川橋上で2つの大ブロックに分割（1径間ずつ4ブロックと3ブロック）して組立てる方法とせざるを得なかった。

(2) 架設工法の比較

前記の条件より考えられる工法は、手延機による送り出し工法（以下前者）と架設桁による一括吊り込み方法（以下後者）である。前者の工法の場合、本桁が曲線である事から、ローラーによる送り出しはローラーの修正が多くなり作業性が悪く、また水平ジャッキによる送り出しでは、時間的に条件が合わない。さらに設計的な面でも桁本体を一部補強する必要が生じた。施工面では足場防護工の組立、解体、横桁、IBグレーチングの据付け、塗装作業等、活線上での作業が後者の方法に比べると非常に多く、安全面で劣ると、工程の面から見ても、後者の方が前者に比べると短縮できるので国鉄と道路公社との協議の結果、後者の架設桁による一括吊り込み方法を採用した。

表-1に架設工事のフローチャートを示し、各作業について報告する。

5. 架設準備工

(1) ベント設備

ベントの建方は、図-2に示すように、高さ29m、全巾21m、重量200tという大規模な設備を新幹線および本線に近接して設置するため、基礎コンクリートを打設し、クレーンにより、一節ずつ、列車間合を利用して、慎重に作業を行った。

(2) 桁組立ヤード

施工完了した、天川側の高架上を利用した桁組立ヤードは平面線形R=600m、縦断勾配4%、横断勾配5%

であることから軌条設備敷設にあたっては、モルタルにて横断勾配の修正を行い、軌条はヤード線形に合わせてR=600mで敷設した。この時、桁の横取り量を少なくするために19mの直線軌条をR₂橋脚付近で重複させて敷設した。

(3) 本桁の組立

桁の組立は、高架上に吊上げ設置したトラッククレーン(45t吊機械式)によった。P110付近の高架上に設置したクレーンにより桁材を1ブロックごと吊上げ、台

表-1 フローチャート

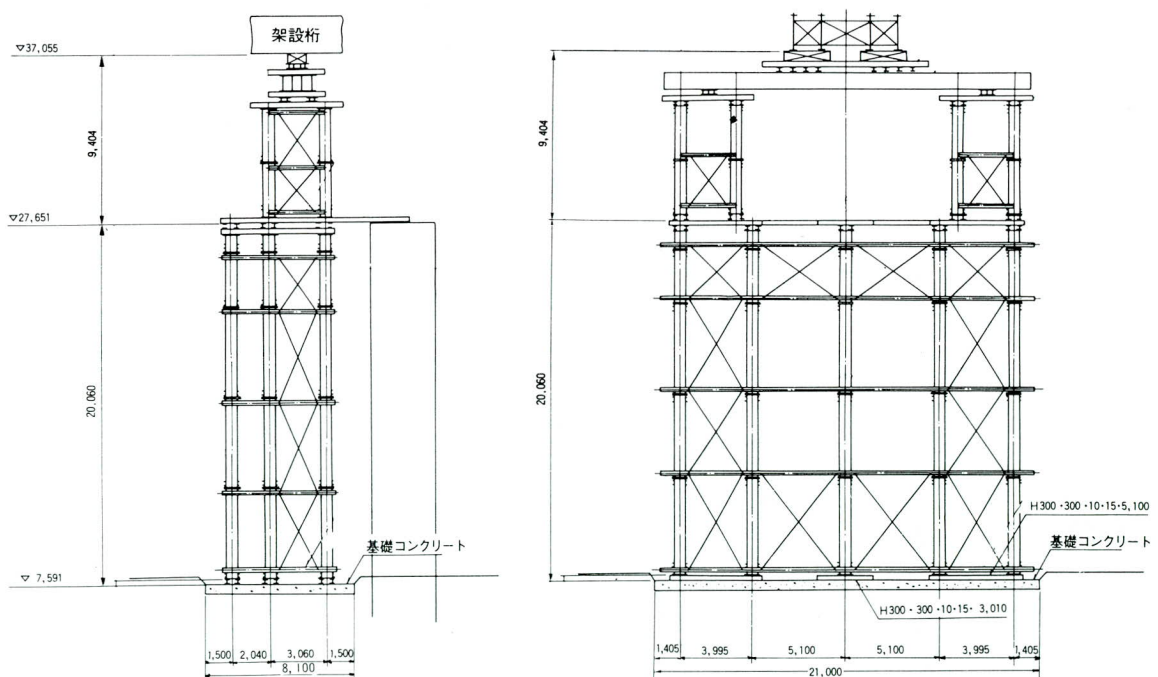
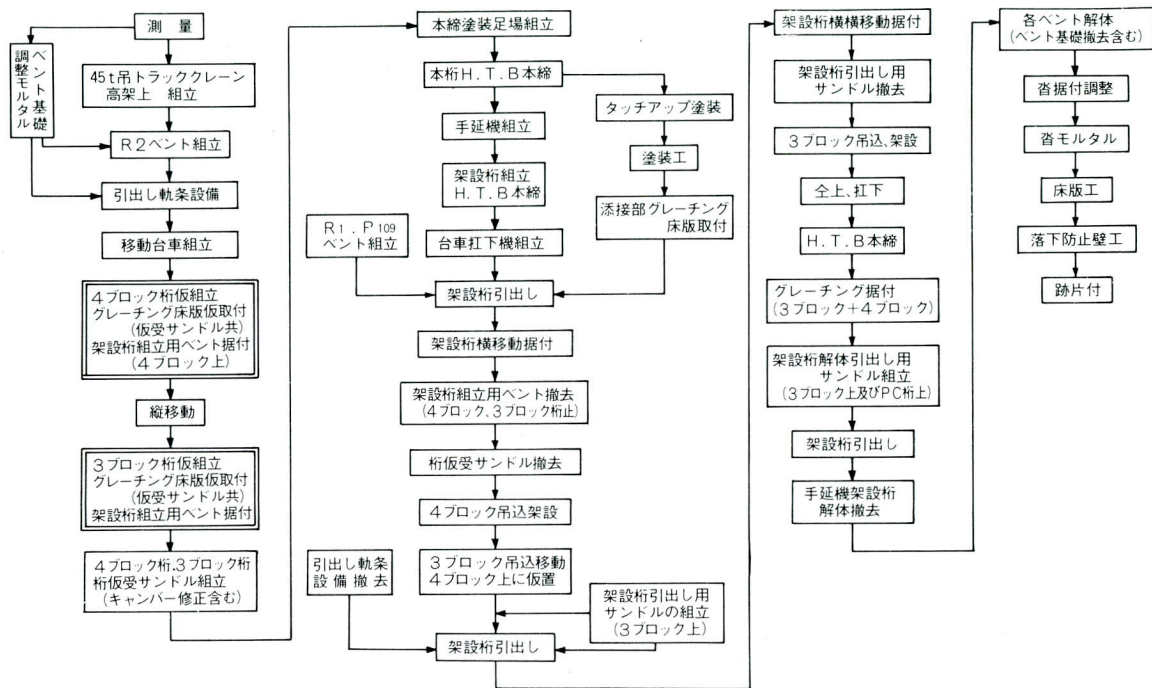


図-2 ベント設備

車に載せウィンチ（30HP）により前方に移動しながら4ブロックと3ブロックに分けて地組し、HTBの本締めを行った。

(4) IBグレーチングの組立

IBグレーチングは本桁を1ブロック組立完了ごとに所定の位置に取付け、本桁と一緒に順次前方に送る方法とした。グレーチング上には架設桁を受ける為のベントを設置する必要がある。ベントを設置するに当り、グレーチングと、桁のウェブ材直上位置との間に鋼製ライナーを取付け局部座屈を防止した。IBグレーチングの上にはただ単に載せているだけである為、鉛直荷重については問題ないが、引出しに伴う横方向荷重や、地震時水平荷重への抵抗力として不安が残るため、木矢板をグレーチング主部材と本桁の上フランジ部との間に打ち込んで対応するものとした。

(5) 手延機、架設桁の組立

手延機は長さ36.8mの2主構のトラス構造とし、架設桁は4主桁のI桁（桁高H=2.0m）からなる。手延機及び架設桁の組立てには、まづ本桁上のグレーチングに荷重を分散できるよう鋼板を敷き並べ、その上にパイプベントを4ブロック本桁上に2基、3ブロック本桁上に5基設置した。又、各ベント上には架設桁引出し用ローラーを据付けた。架設桁は45t吊トラッククレーンを使用し、1ブロック（4主桁）づつを前方へチルホールで縦移動しながら組立を行った。架設桁の組立完了後、ボルトの本締めを行い、架設桁上に桁吊り込み用台車として前部台車と後部台車の2台を組立て、各台車上に降下装置（cap150t）を据付けて架設桁上の設備を完了した。尚、降下装置は200t油圧ジャッキ（ストローク=250mm）にロッド（φ48mm）を仕込み、桁を1ストローク220mmづつ降下する装置である。架設準備が完了し、架設桁引き出し前の全景を写真-1に示す。

6. 架設工事

架設準備工より始まり、本桁や架設桁の組立て、そしてH.T.Bの本締め、仕上げ塗装（3回塗）までの作業は、道路公社の施工範囲であったが、以降跨線部の作業より、国鉄大阪工務局の範囲となるため、橋体並びに架設桁の引渡し手続きを経て、桁の架設となった。全体架設工程を表-2に、作業工程と作業時分を表-3に示す。

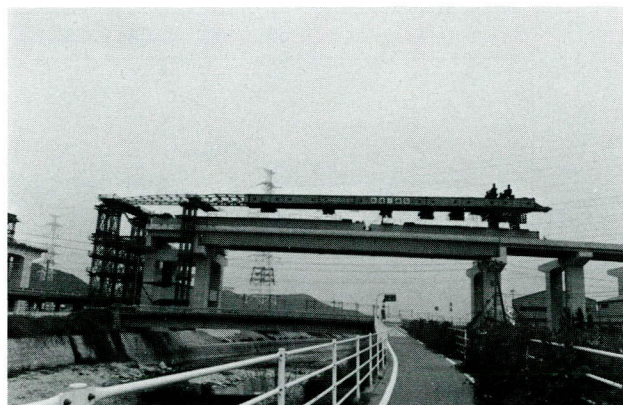


写真-1 架設桁引出し前

橋体が曲線桁となっているために、架設時の段取り替えや、多くの架設機材で複雑さを極めた。その上、夜間作業で施工する事により非常に神経を使わざるを得ず、大型ベント等のボルトの締め忘れがないか、幾度となく入念に点検を行った。架設作業は、架設桁及び本桁を8回の夜間作業（線路閉鎖）に分けて施工を行った。また作業時間は深夜23時50分より翌朝4時50分までの新幹線の軌電停止される約5時間であった。各段階ごとの施工方法は図-3のようになる。以下に各段階の施工内容について述べる。

表-2 全体架設工程

架設工程	6月		7月	
	10	20	10	20
① 第1回エレクションガーダー引出し	5日 (7日)			
② エレクションガーダー横取り	6日			
③ 1径間目桁吊り込、架設		13日 (18日)		
④ 一々桁降下		14日		
⑤ 2径間目、仮置移動		19日 (20)		
⑥ 第2回エレクションガーダー引出し			25日 (26日)	
⑦ 2径間目桁吊り込、架設			25日 (4日)	
⑧ 一々桁降下			3日	
⑨ 第3回エレクションガーダー引出し解体				

跨線部(本線桁)		架設概要
		手延機(連結機含む) 24.60 t 架設桁 121.50 扛下機(100t) 4台 自走台車 140 t 2台 移動台車 60 t 8台 桁組立台車 30 t 20台 引出しローラー 20 t 20台 〃 50 t 12台 ベント(R1, R2, P109, 桁上)540 t
ステップ①		R2-1, R2-2ベント組立 4ブロック桁, 3ブロック桁地組, H, IB本締 (グレーチング床版, 桁上ベント組立含む) 手延機, 架設桁の組立, H, T, 日本締 P109, R1ベント組立
ステップ②		架設桁引出し
ステップ③		架設桁横移動
ステップ④		4ブロック主桁吊込移動 桁扛下
ステップ⑤		4ブロック主桁上仮受サンドル設置 3ブロック主桁吊込移動, 仮受 架設桁横移動
ステップ⑥		架設桁引出し
ステップ⑦		3ブロック主桁吊込移動 桁扛下, 取付 H, T, 日本締, 塗装(添接部) 手延機, 架設桁引出, 解体

図-3 架設工事のステップ

表-3 架設工程と作業時分

	架設工程	月 日	作業間合	作業時分	記 事
①	第1回エレクションガーダー引出し	6月5日(夜)	23°50' ~ 5°00'	5時間10分	線路閉塞工事 電気支所立会 電力区立会
②	エレクションガーダー横取り	6月6日(夜)	23°50' ~ 3°50'	4時間00分	— / — — / — — / —
③	1径間目桁吊り込架設	6月13日(夜)	23°50' ~ 3°50'	4時間00分	線路閉塞工事 電気支所立会
④	— / — 桁 降 下	6月14日(夜)	23°50' ~ 3°50'	4時間00分	— / — — / —
⑤	2径間目仮置移動	6月19日(夜)	23°50' ~ 3°50'	4時間00分	線路閉塞工事
⑥	第2回エレクションガーダー引出し	6月25日(夜)	23°50' ~ 5°00'	5時間10分	線路閉塞工事 電力区立会
⑦	2径間目桁吊り込架設	7月2日(夜)	23°50' ~ 3°50'	4時間00分	— / — — / —
⑧	— / — 桁 降 下	7月3日(夜)	23°50' ~ 3°50'	4時間00分	電力区立会

(1) 第1回架設桁引出し

架設桁の引出しはR₂ベントよりR₁ベントを通過して手延機先端がP109ベントに到達するまでの作業である。架設桁の引出し作業は本桁上に設けられた7基のパイプベント及びR₂、R₁ベントに設けられたローラー上をエンドレスウィンチ(15HP 5車溝)により架設桁最後部よりR₂橋脚を反力として5車×5車でワイヤー(φ18)を繰込み引出しを行った。尚、制動設備としては30φHP複胴ウィンチにより、架設桁後部とP113橋脚より3車×3車でワイヤー(φ18)を繰込み、逸走防止の設備とした。架設桁の引出しは、ローラーの台数が36台と非常に多く、またローラーだけの引出しのため、引出し段階において、ローラーの修正だけで延べ105分の時間がかかり、線路閉鎖時間いっぱいを使って、辛うじて所定の位置まで引出しを完了した。(図-3のStep-②)架設桁引出し完了の状態を写真-2に示す。

(2) 架設桁横取り(方向修正)

前夜に続いて架設桁の横取り作業を行った。この横取

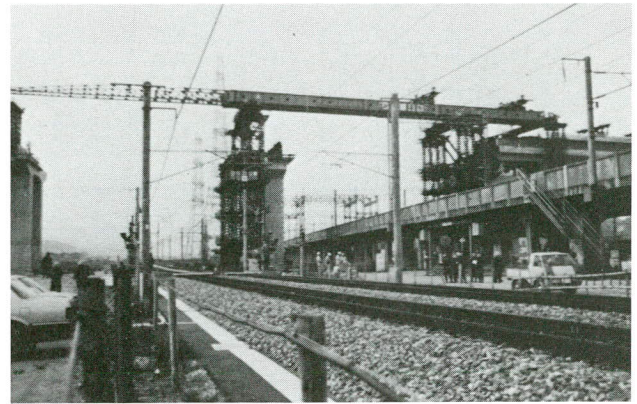


写真-2 第1回架設桁引出し完了

り作業は、本桁(4ブロック)を所定の位置に据付けるため、架設桁をその位置に据付ける方向修正の作業である。横取りは、R₁ベントで神戸方向に2.6m、R₂₋₁ベントで岡山方向に1.2mの量でR₁ベント上には横取り用ローラー(cap 30t×4台)をセットし、R₂₋₁ベント上には架設桁の下にテフロン板(厚さ5mm)を鋼板と鋼板の間に挟み込み、回転出来るような設備を行った。R₁ベント上にワイヤー(φ18)を2車×2車で繰込み、チルホールにより神戸方へ、又、R₂₋₁ベントは架設桁を回転させながら、岡山方向へレバーブロックで引きながら、横取りを行い架設桁を所定の位置に据付けた。この作業時間は約120分で完了した。(Step-③)

(3) 1径間目4ブロック本桁の吊り込み引出し(グラフィア参照)

本桁の架設は架設桁の前部台車にて、本桁の先端を台棒で吊り込み、高架上の桁組立台車との2台で、エンドレスウィンチにて約13m前方に引出を行ったあと、架設桁上の後部台車にて本桁の後部を台棒で吊り込み、架設桁上の2台の台車で本桁の先端がR₁ベント上にかかる迄、チルホールにより引出しを行った。台車設備を図-4に示す。本桁の先端がR₁ベントに到達した時点で、R₁ベントに、いったん仮置きをし、前部台車を5m後方に盛替え、あらかじめセットしている台棒に吊り替えて残り5mの引出しを行った。(Step-④)

(4) 4ブロック本桁の降下

前夜に続き前部、後部台車の降下装置により、1ストローク220mmづつ降下しながら全体の3.5mを降下し、沓に仮据付けを行い約240分で作業を終了した。(Step-④)

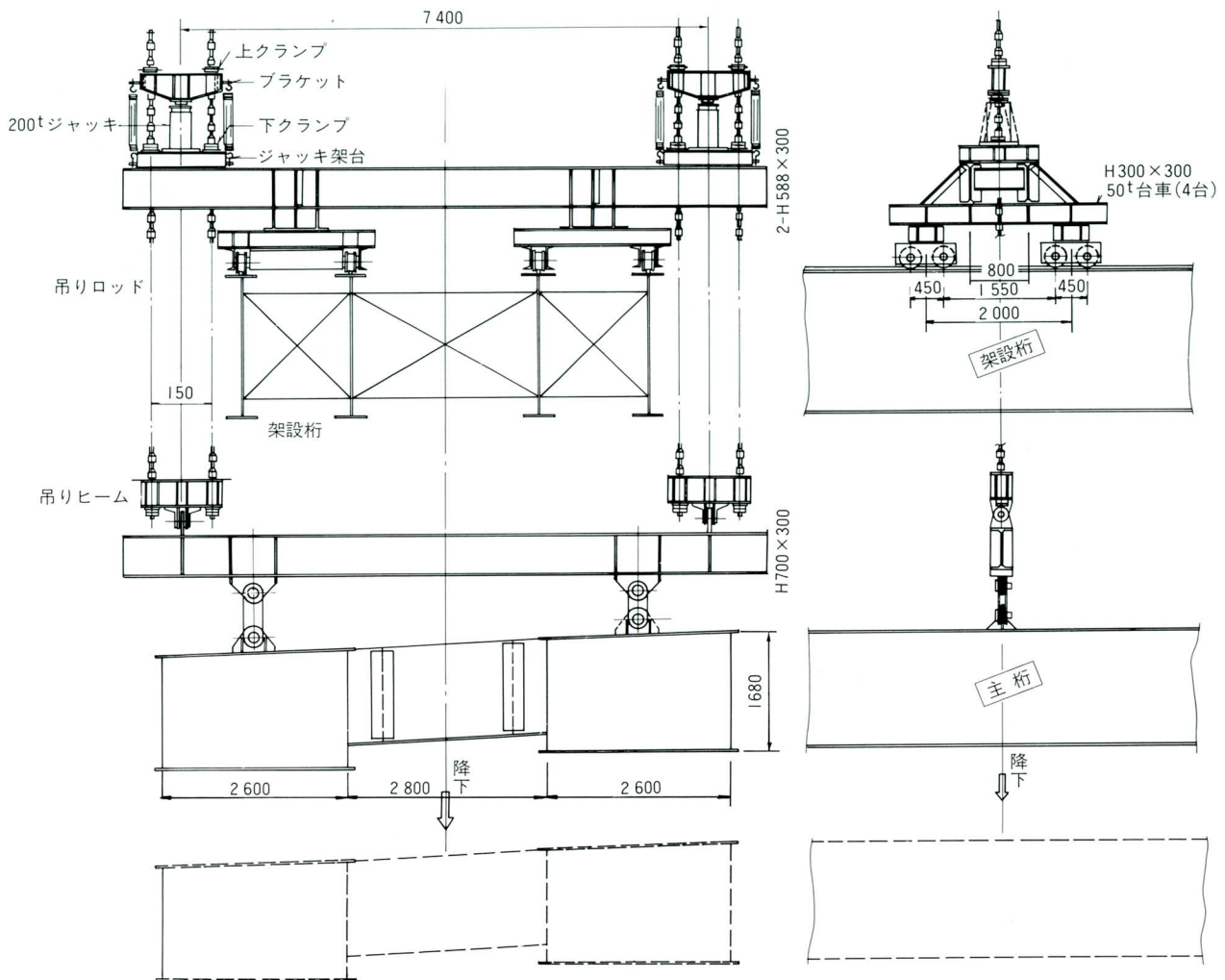


図-4 台車組立要領図

(5) 2径間目3ブロック本桁の移動、仮置き

3ブロック本桁は、既に架設された4ブロック本桁に敷設された軌条の台車によって、架設桁上の前部台車で吊れる位置まで縦移動した。

本桁の先端を前部台車で吊り込み、後部は橋面上の台車に載せ、エンドレスウィンチで約10m前方に引出し、本桁の後部を架設桁上の後部台車で吊り込み、後部台車の盛替え位置の15mまで、チルホールで引出した。

(Step-⑤)

次に本桁後部を橋面上の台車でいったん仮受けして、後部台車をR₂₋₁ベントを通り越した所まで盛替え、再び架設桁上の前部台車と橋面上の台車にて約7.5m引出しを行って、仮受けサンドルに固定して作業を終了した。(写真-3)

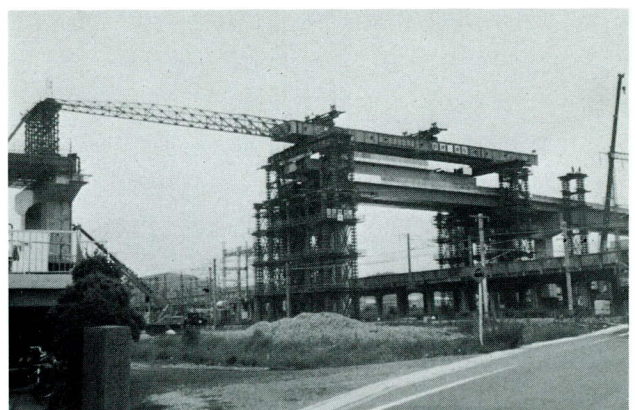


写真-3 3ブロック桁仮置き完了

(6) 第2回架設桁引出し

今回の夜間作業はR₁橋脚より、P₁₀₉橋脚間に架設桁を引出し、固定するまでの作業である。まず架設桁をR₁、R₂ベント上でジャッキアップを行い、仮受けサン

ドルを撤去して、横取り軌条設備を挿入し、横取り台車に載荷して、引出し線の方向修正をレバーブロックで行った。方向修正作業完了後、再度ジャッキアップし、横取り設備を撤去し、引出しローラーを据付け、載荷して、架設桁を所定の位置まで引出した。架設桁の引出し完了後、 P_{109} 、 R_1 ベント上にてジャッキアップを行い、引出し用ローラーを撤去して、鋼製サンドル上に仮受け、ラッシングワイヤーをレバーブロックで張り固定作業を終了した。(Step-⑥)

(7) 2径間目3ブロック本桁の吊込み、引出し

山陽新幹線上に架設した4ブロック桁と同様、本桁前部を前部台車で吊込み、本桁後部は桁上に敷設された軌条上の台車に載せた状態でエンドレスウィンチにて、架設桁上の後部台車で吊込む位置まで26.5mを引出した。次に、後部台車で本桁後部を台棒で吊込み、前部、後部台車2台で残り8mをチルホールで引出して、 P_{109} 橋脚上サンドルと、 R_1 ベント上の仮受けサンドルに固定して作業を終了した。(写真-4)

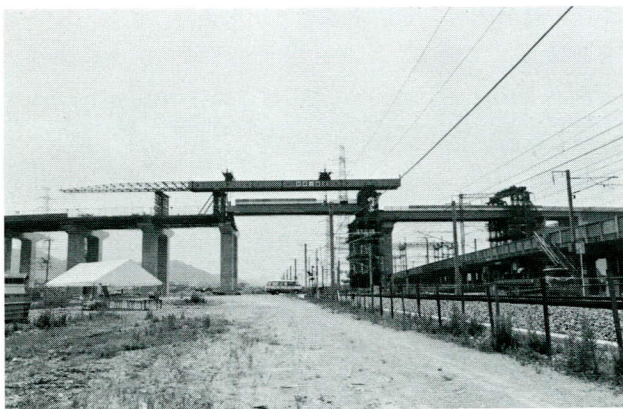


写真-4 3ブロック桁吊込・引出し完了

(8) 2径間目3ブロック桁の降下

前夜に続き、 P_{109} ベント上のサンドル上に仮受けされている本桁を、台車の降下位置で3.5mを降下させた。降下作業完了後、4ブロック本桁との添接をレバーブロック等で調整しながら行い、サービスボルトとドリフトピンで仮締めして、作業を終了した(Step-⑦)。

この様にして8回の夜間作業によって、桁の架設が終わり、4ブロックと3ブロック桁とのH.T.Bの本締、塗装を行い、架設桁を P_{109} 脚の方へ引出しながら手延機、架設桁、ベントの順でトラッククレーンにより解体した。(写真-5)

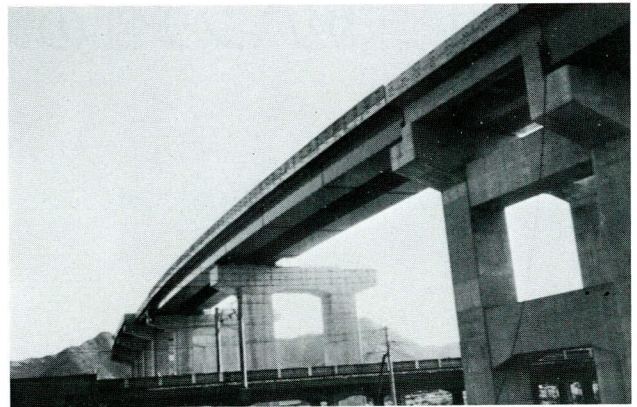


写真-5 架設完了

7. あとがき

以上新幹線大橋の架設工事について報告したが、この架設工事をもっとも複雑、かつ難しくしたのは、道路の線形がクロソイド曲線と、 $R=600m$ の曲線とで構成されていた為、引出し線の決定が非常に難しかったことと、また山陽新幹線、本線の2本の大動脈を跨がなければならなかったことである。また工事中については、夜間作業全般にわたって、線路閉さや、軌電停止作業となり、大阪工務局、新幹線総局の関連機関との綿密な調整を行い、工程を一度決定したならば、余程のことがない限り変更は不可能であるために、連夜の作業となった。又、この難工事を順調に、しかも無事故、無災害で終わられたのは、例年の梅雨時期に比べ雨が少なく、天気にも恵まれたことと、それにもまして国鉄、道路公社の工事関係者と、鉄建建設の工事関係者の尽力と熱意とが、現場担当者と作業員に伝えられたことによる成果だと思われる。誌上を借りて、深謝する次第である。

蛇足ながら、地上より約30m上空に工事桁と手延機を組み終わった引出し当日の点検中に震度4の山崎断層地震(昭和59年5月30日)を受けた。その時は、ベントと工事桁が大きく揺れ、監督員、担当者、作業員ともども命からがらの思いをしたが、幸い何の被害もなかった。この地震の洗礼を受けたことによって、架設設備の点検や、架設計画の見直しを行うなど、全員気持を引き締め施工にあたった。工事が無事完了した事は、今となって地震のお陰であるとも思われ付記する次第である。