

新幹線盛土区間における架道橋の急速施工

Rapid Construction of Overbridge on the Banking Area of Tokaido Shinkansen Railroad Line

菅井 衛* 藤居 正裕** 桑原 浩樹***
 Mamoru SUGAI Masahiro FUJII Hiroki KUWABARA

Summary

An overbridge using a new engineering method was constructed on a filled embankment area of the Tokaido Shinkansen railroad line. With this method, the soil originally laid on the ground immediately beneath the bridge is removed after installing girders with a grid structure, and a concrete culvert is constructed.

The key point of this construction was that the tracks had to be switched onto the steel girders, which were fabricated and prepared beside the embankment and moved into place, during the short interval in the railway service at night (six and a half hours).

This paper reports mainly on the steel girder work which was undertaken by the authors.

1. まえがき

ここに報告する東海道新幹線箕輪架道橋工事は、東海旅客鉄道株式会社（旧国鉄岐阜工事事務所）の設計・施工監理の元に施工され、昭和63年3月に無事開通し、今日に至っている。

この工事は、安全高速走行を使命とする新幹線の列車運行を妨げる事なく、盛土区間に架道橋を新設するという、我が国最初の試みであった。

工法としては格子桁形式の工事桁（重量850t）を、1夜の列車間合の間に盛土部分を取り除き、工事桁を横取り架設し、そっくり軌道部を入れかえるという新しい工法が採用された。その後新幹線の運転に支障をあたえる事なく、工事桁の下での作業により架道橋を新設した工事である。

本文はその活線横取り工法を中心に工事の概要を報告するものである。

2. 架道橋計画の概要

東海道新幹線豊橋一名古屋間に新駅（三河安城駅）の工事が進められると同時に、駅周辺整備の一環として、都市計画道路、安城～箕輪線と、東海道新幹線との交差点部に箕輪架道橋が計画された。図-1に三河安城駅周辺の略図を示す。

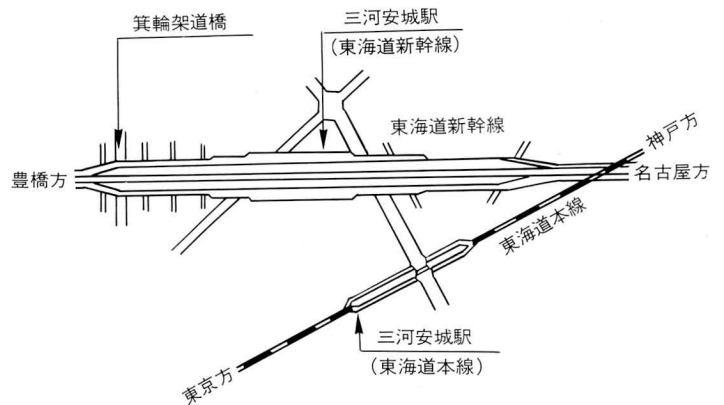


図-1 三河安城駅平面図

箕輪架道橋の施工箇所は、三河安城駅の使用開始前は、上下線2線であるが、使用開始後は、4線となるため、交差工事は、新駅の使用開始前に完成させることが必要であった。高速安全走行を確保する必要がある新幹線では、活線下でのこのような工事は過去に実績がなくはじめての試みであった。盛土区間である事から軌道に悪影響を及ぼす要因を取り除き、諸々の問題点を解消すべく架道橋の工法が検討された。

工法については、仮線方式による死線施工、フロンテジャッキング工法、NNCB工法、URT工法、工事桁架設工法等について、施工性、徐行回数、軌道変状、経済性、工期、将来の保守管理上の問題点等について検討した結果、格子桁を工事桁として架設した後、格子桁直

* 宮地建設工業(株)東京支店工事部計画第一課長 *** 宮地建設工業(株)東京支店工事部工事課主任
 ** 宮地建設工業(株)大阪支店工事部工事課係長

下の盛土を取り除き、コンクリート函体を施工する新しい方式（格子桁架設方式）によることになった。施工段階図を図-2に示す。

(1) 道路及び架道橋の諸元

① 道路

路線名 都市計画道路新城箕輪線
 構造基準 4種1級、設計速度60km/h 最急勾配5%

② 架道橋

構造 RC造ラーメンボックス
 道路幅員 25.0m 車道6.5m×2、歩道3.75m×2

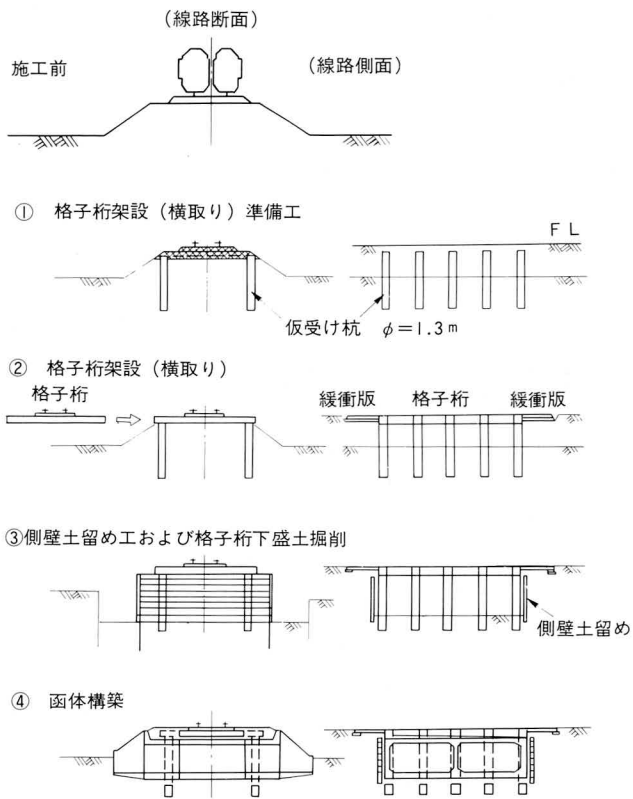


図-2 施工段階図

(2) 構造の概要

(a) 格子桁

工事桁を架設するには工事桁を支える受台が必要であるが、新幹線軌道への影響を極力おさえる為、軌道から可能な限り離すことが望まれる。

このようなことから図-3のように工事桁として、5本の箱桁断面を有する横主桁（線路直角方向）と4本の縦桁（線路方向）とからなる格子桁型式とし、各横主桁

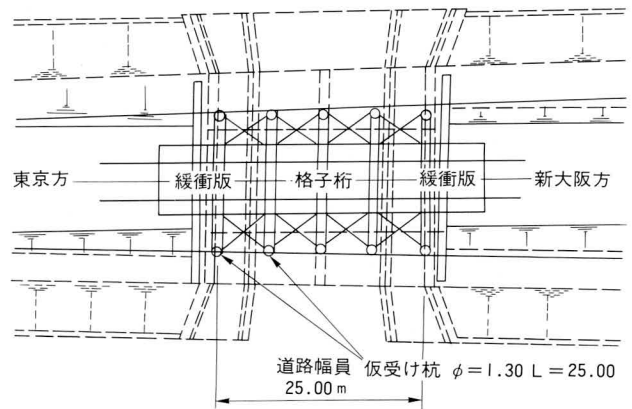


図-3(a) 箕輪架道橋の平面図

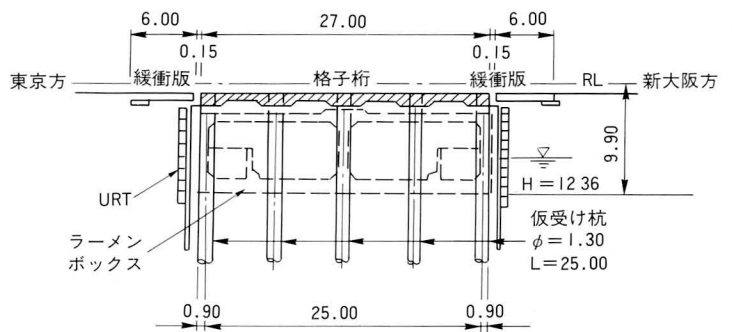


図-3(b) 側断面

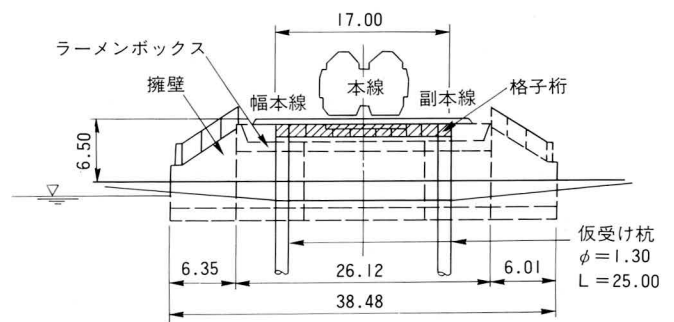


図-3(c) 断面図

の端部、計10点を場所打ちぐいによる受台（仮受杭）で支える方式とした。

なお、仮受杭は、施工基面外に打設する。

(b) 緩衝版

格子桁の架設に伴い、盛土部の“柔”に対して格子桁部が“剛”の構造となり、両部分の柔剛の差が大となる。この差を和らげるため、緩衝区間として格子桁両端部に、上下線別に緩衝版を設置した。緩衝版の格子桁側は、格子桁とヒンジ構造で連結し、他端は、盛土部に着地させた。

このように、緩衝版は、格子桁直下の盛土堀さく時における周辺盛土のゆるみを吸収するためにも重要な機能を果たすこととなる。

3. 全体工程と架設諸元

列車の徐行を最短期間に抑える様計画され、仮受杭、格子桁架設直後、URTエレメント圧入、および格子桁下堀削時に、列車の安全走行を確保するため70~120km/hの徐行期間が設定されている(表-1)。

表-1 全体工程

工事種別	昭和61年度												昭和62年度											
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
準備工	—																							
工事桁橋脚 (仮受け杭)	—																							
格子桁製作架設	製作												組立て 架設(横取り)											
側壁土留め工													—											
格子桁下盛土掘削													—											
函体構築													本線部 横桁撤去 副本線部											
跡片付け													—											

格子桁横取り架設諸元は以下のようになる。

作業間合 6時間30分

横取り距離 32m

横取り重量 約850t (格子桁210t、緩衝版130t、軌道390t、吊り桁90t、横取り設備30t)

すき取り量(道床、盛土) 約890m³

線路方向延長 約40m

4. 架設前の確認試験

格子桁架設は、極めて限られた時間間合いですべての作業を完了する必要がある。架設時に発生する異常事態による新幹線列車の運休あるいは遅延による影響は、社会的にも営業上も甚大であるため、格子桁架設に先立ち、他所において現地と同様の状態を現出して確認試験を実施した。試験は、現地の施工条件等から、すき取り試験と横取り試験とに分けて実施し、これにより問題点は、本架設日までに検討し、解消することができた。なお、横取り試験については、千葉工場仮組立ヤードにて格子桁の仮組立を兼ねて実施した。実施した試験について概要をのべる。

(1) すき取り試験

下記の項目を確認するため本架設時と同時間帯の深夜に支障物(電柱、電車線等)も再現して実施した。

当社としては、160t吊及び80t吊油圧式トラッククレーンを使用しての軌条桁の据え付け、緩衝版受台の据え付けの2点を重点的に確認した。

- ① 時間測定 各作業の所要時分
- ② その他 重機作業の指示命令系統及び合図支障物の影響(電車線、電柱、キ電線、仮ケーブルトラス橋等) 夜間照明の適否 測量作業の状況(堀さく面高の確認、緩衝版受台設置状況の確認) 競合作業の状況 深夜作業帯の作業能率

すき取り試験による検討事項は、下記のとおりであった。

- ① 時間短縮(軌条桁G₁根堀部の事前施工)
- ② 枕頭防護方法の見直し(撤去方法の簡略化)
- ③ 支障物の事前処理(水抜きパイプ、バラストマット、埋設ケーブル)
- ④ 緩衝版背面部の埋め戻し(砂利止メの設置)
- ⑤ 騒音下での合図の徹底

(2) 横取り試験

格子桁の仮組立を兼ねて、時間工程、作業上の問題点と構造上の問題点等を確認するため、格子桁架設時と同様に32mの横取りを行い、時間測定、反力測定、変位測定等を行った図-4に桁横取り段取りの図を示す。試験の結果と、考察について下記にする。

(a) 時間工程(横取り1サイクルのタイム)の確認

横取りには、押し側、引き側にそれぞれ水平ジャッキを配置し、一方が作動している時、他方は、盛替を行い、時間のロスを少なくするダブルジャッキ方式を採用した。

水平ジャッキの作動時間は、所定のストロークを伸縮させるのに必要な油量とポンプの吐出能力から概算できる。本工事の場合、ストロークの長いジャッキと吐出能力の高いポンプを使用して、ジャッキの盛替と作動時間を短縮している。

(b) 横取り時の水平力

滑り沓と滑り架台(テフロン板~テフロン加工面)を使用した横取り時の摩擦係数は、過去の実績では、初動時で0.055、移動時で0.045程度の値を持っており、今回

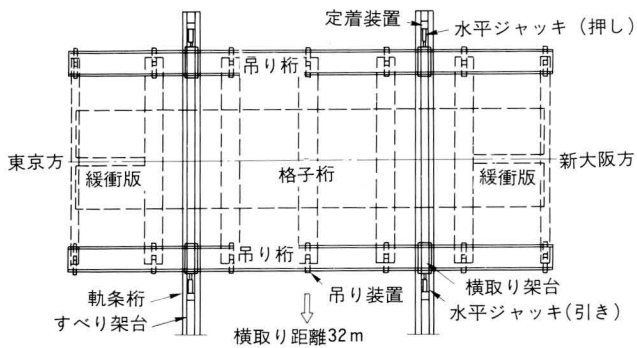


図-4(a) 桁横取り段取りの平面図

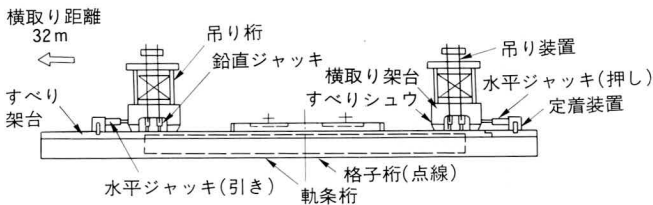


図-4(b) 桁横取り段取りの断面図

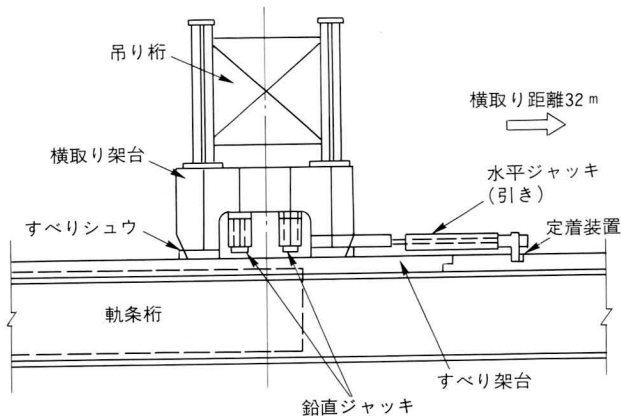


図-4(c) 桁横取り架台の詳細

においても大きな差異はみられなかった。

(c) 横取り装置類の作動状態

滑り沓の本体内に球座を使用しているため、偏心荷重による滑り沓のずれ、ねじれ等は、全く見られなかった。また滑り沓の爪と滑り架台の遊間が両側にそれぞれ10mmづつ有るため、桁全体のずれ等による影響はなく、格子桁の走行性は、極めて良好であった。

走行は常にスムーズで、滑り架台の継ぎ目の抵抗は見られなかった。

ジャッキの反力受け及び桁の逸走防止として、碇着装置を使用した。格子桁の移動時、停止時において、常に格子桁が滑り架台に碇着されており碇着装置の解放、固

定の状態が一目で確認できる点からも安全であるといえる。反面、碇着装置の解放、固定の作業が、作業員の慣れに影響され、横取りサイクル時間に影響を及ぼす事が懸念された。

本工事に使用した滑り沓は、その構造上高さが低く ($h = 130\text{mm}$)、走行時の安定性及び降下量の減少等短時間での作業を要求される本工事において最大の利点となっている。

(d) 降下据付作業

桁の降下は、各受台の鉛直ジャッキを同時に作動させ、1回の作動量は30mmづつとした。格子桁の変形による過大な応力の発生と、吊桁の変形によるジャッキ反力の不均等を防ぎながら行うものとした。

(e) 反力測定

格子桁を吊り下げた時の吊装置の反力及び格子桁据え付け時の受台に取付けた鉛直ジャッキの反力測定を行った。反力のばらつきはあまり見られず、設計値に近い値を得た。

(f) 変位測定

格子桁、吊桁、軌条桁について変位測定を行った。設計段階で20%の不均等を見込んでいるため、実測値では設計値より若干小さい値となった。

(g) 作業時の指揮命令系統及び合図の方法

各受台の水平ジャッキは、それぞれ電氣的な連動はせず単独操作とした。各受台に責任者をつけ、インターホンにより本部の総合指揮者と係をとりながら横取りを行った。各受台には、ポンプ操作員、水平ジャッキ監視員、碇着装置操作員、滑り沓監視員、滑り架台監視員をそれぞれ1名づつ配置し、異常があれば、ただちに本部へ連絡をとり、横取りを停止できる体制とした。横取りスタートの合図は、本部がスタートする側に、反対側の碇着装置が開放され準備ができた事を伝え、スタートする側の責任者が合図を行う方法とした。合図の方法及び人員配置に問題はなく、スムーズに横取りを行えた。

(3) 吊桁の構造

格子桁は、縦桁（線路方向）の剛性が小さいため、格子桁本体を横取りするには、各横桁で反力を受けて横取りしなければならず、そうした場合、軌条の数が7条（格子桁横桁5本、緩衝版横桁2本）にもなってしまう、限られた作業間合での軌条桁の設置が困難となり、不都合が生じる。このため、線路方向横桁の支点上に2本の吊り桁を配置し、格子桁をロッド（総ネジPC鋼棒φ36）で

吊り下げ、線路直角方向に並べた2本の軌条桁で横取りを可能とした。

吊り桁は、古デッキガーダー（支間19.15m）の4連を上下反転し、補強を加えたものを使用した。

(4) 軌条桁

格子桁組立ヤード部は、格子桁組立前に杭基礎上にH900を配置した。線路直下及び盛土部は、格子桁の受台となる場所打杭間に、受梁を設け、支間16m（重量22.0t）と12m（重量14.0t）の箱型断面の単純桁を、格子桁架設当夜の盛土すき取り完了後に配置した。

(5) 吊桁受台

吊桁受台は、格子桁を吊り下げた吊り桁の支点部に配置し、凹型の構造をしている。脚部に滑り沓を配置し、凹部に降下用の鉛直ジャッキを配置する。格子桁は据え付け高さより80mm上げ越して横取りされるが、横取り完了後、受台凹部に取付けた鉛直ジャッキのストロークを押し、滑り架台上で反力を受け、滑り沓を取り外す。その後、所定の高さまで降下する事により、格子桁の据え付けが完了する。（ジャッキの作動は、1ストローク（200mm）以内におさえる事ができ、降下作業のわずらわしさを解消している。）

(6) 横取り装置

横取り方式は、種々検討した結果、当社開発のすべり沓方式とした。本方式の特徴は、降下量を少なくおさえ

る事ができるため安定した状態で横取りが行なえる。ジャッキの作動と盛替のくり返し作業を連続して行う事により、複雑な作業をさけ、万一の場合でも対処出来る。又、今回は、押し引き両側に水平ジャッキを配置し、ジャッキの盛替による時間のロスを少なくした。工場での試験状況は写真-1のようである。



写真-1 工場での格子桁の横取り試験

5. 格子桁横取り架設

レール切断→軌きょう撤去→道床、盛土すき取り→緩衝版受台設置→軌条桁架設→格子桁横取り→レール締結の順序で作業を行う。架設工程表を表-2に格子桁架設の概要図を図-5に示す。

(1) レール切断、軌きょう撤去

作業時間短縮のため、レール切断ののち、軌きょう（レー

表-2 格子桁の架設工程

作業内容	単位	数量	昭62年2月3日(火)		昭62年2月4日(水)							
			23時	24時	1時	2時	3時	4時	5時	6時		
				25' 準備-5'								
1. レール切断・ 扛上	口	7.5 5.6mピッチ 32		10'								
2. 軌きょう撤去	m	45m×2=90		20'								
3. バラスト・路 盤すき取り	m ²	890			120'					15' 埋戻し		
4. 軌条桁取付け	個所	4					60'					
5. 桁横取り	m	32						35'				
6. 据付け・調整	式	1							55'			
7. レールあて切 り	口	8								10'		
8. 継目板取付け・ 軌道整備	式	1									60'	
9. ジャンパー線 取付け	個所	8									20'	
10. 検測、跡片付 け	式	1										15'

— 実績 計画

ルと枕木が一体の状態)のまま撤去した。電車線下での作業となるため、水平吊りが可能なラフタークレーン(25t吊)を使用した。下り線側から撤去するため、作業半径の関係上、上り線側は6ピース(長さ7.5m)、下り線側は8ピース(長さ5.6m)の軌きょうに分割した。

クレーンによる吊り上げを容易にするため、あらかじめ、ジャッキで軌きょうを扛上し、道床と枕木との摩擦を解放した。作業ヤードが限定されるので、軌きょうは撤去した後、ただちにトラックで搬出した。

(2) 道床、盛土すき取り

限定された狭い作業ヤードにおいて、約890m²の土工をいかに短時間に効率的に行うか、格子桁横取りと共に本工事の山場である。ブルドーザー8台とバックホー2台で予定どおり完了した。

(3) 緩衝版受台設置

緩衝版の片端はヒンジで格子桁端に連結され、もう一

方の片端は緩衝版受台を介して盛土上に置かれる。従って、緩衝版受台はすき取られた盛土天端に密着する必要があるが、また、設置後の沈下は許されない。

このようなことから、すき取り完了後、盛り土上にステコンとしてジェットコンクリート(ファイルコンモルタル)を打設し地盤をならし、その上に、高さ調整をし仮受状態で緩衝版受台を設置し、その後、緩衝版受台とならしコンクリートとの間のすき間を超早強モルタル(ハイプレタスコン)で充填した。

(4) 軌条桁設置

運搬、吊り込み上の制約から、2本の軌条桁はそれぞれ2ピース(G₁桁、12.0m+G₂桁、20.0m)に分割されている。

軌条桁は、あらかじめ滑り架台を設置し、吊桁横に仮置されており、軌条桁の設置箇所は、バックホーで堀削しておく。

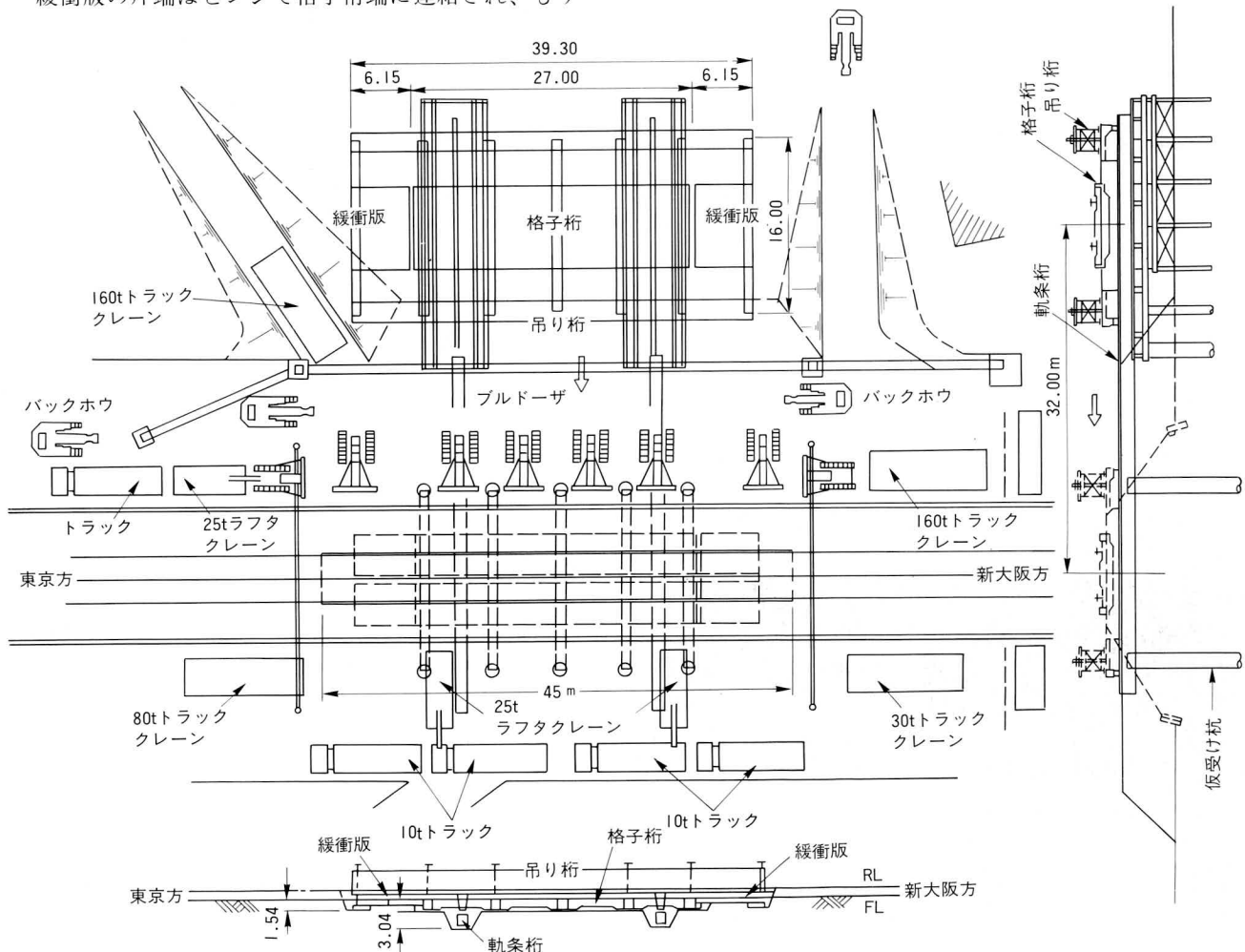


図-5 格子桁架設の概要

軌条桁の設置は、起終点方同時併行作業で行い、まず初めに、G₁桁を160 t吊クレーンにて設置し、次にG₂桁を160 tクレーンにて作業半径内まで振り、玉掛ワイヤーを盛り替え80 tクレーンとの合吊りで設置した。G₁桁とG₂桁間の滑り架台は、45 t吊クレーンにて、格子桁を山越しして取付けた（写真-2）。



写真-2 軌条桁の設置

(5) 格子桁横取り

格子桁架設当夜の数日前に試験引きを行い、各機材の作動状況の確認を入念に行ない、万全の体制で臨んだ。

横取り距離32mに対し、水平ジャッキ押し引きの1サイクルの移動量が約1.8mとなるので、18回のサイクルで横取りが完了となる。

横取りの途中、軌道の測量で1回停止したが、予定時間の30分以内で完了出来た。水平ジャッキによる横取り状況を写真-3に示す。

(6) 指示、命令方式

格子桁架設に当たっては、約300名の作業員（軌道工約

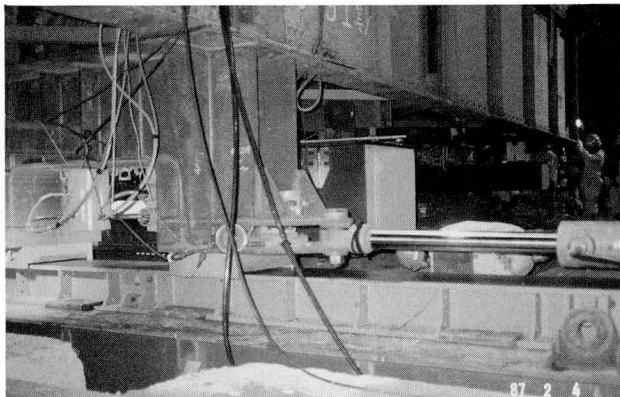


写真-3 水平ジャッキによる横取り作業

100名、土工約70名、橋梁工約70名、その他約60名）が携わった。

効率的に施工を遂行するためには、的確な指示、命令が必要である。ひとたび、レールを切断し作業が始まれば、時間との戦いである。指示、命令経路を総指揮者→副指揮者→作業員とした。

総指揮所は、作業ヤード全体が見わたせる格子桁上に設置し、副指揮者には、スピーカーを設置して指示、命令を行う事とし、さらに、トランシーバーで補完した。

6. 考察

本工事のメインテーマであった、活線横取り工法が、決められた短時間内に消化できた事は、実験工事を取り入れた事である。すなわち、計画された幅輻した数々の工種の組合せの整合性を事前に確認できた事が、実施工に於ける、安全で正確な作業へと結びついたものである。又、本工事施工実績より今後、この種の工事施工に対する自信を深める事ができた。

7. あとがき

この工事の成功は、従来の鉄道交差部における道路計画の、幅を広げる事になり、架道橋建設の新らたなスタートの役割を果たしたものと信じる。

本工事の計画、設計、施工の多方面にわたり、新幹線箕輪架道橋技術委員会（委員長：池田俊雄長岡技術科学大学工学部教授）の各委員、東海旅客鉄道株式会社、さらに奥村組（下部工函体工施工）、パシフィックコンサルタツの皆様方に、ご指導いただきました。誌面を借りて深く感謝致します。

<参考文献>

- 1) 梅本 薫：新幹線盛土区間に架道橋新設、日本鉄道施設協会誌、昭和62. 5
- 2) 大井 勉：新幹線盛土区間における架道橋新設について、日本鉄道施設協会、昭和62年度総合技術講演会、昭和62. 11
- 3) 日本鉄道施設協会：新幹線箕輪架道橋技術委員会報告書、昭和63. 3
- 4) 柳瀬恭夫：新幹線盛土区間における架道橋の新設、橋梁と基礎、昭和63. 12