

ビーム架設工法

本山 彰彦*

1. 概要

鉄道構造物を建設するにあたって、経済性や安全性などの観点から、設計や施工法が決定されるが、最近では騒音や振動の少ない低公害に重点をおいた設計や施工法が重要視されるようになった。

橋梁（高架橋を含む）においては、東海道新幹線での特徴を十分に発揮することができた鋼橋も、新幹線の騒音が社会問題になると、悪者扱いされるようになり、橋梁はコンクリートで作るということが原則みたいになってしまった。

昭和 48 年時点で、東北新幹線建設工事における PC 桁の計画本数を調査したのが、図-1 である。従来、R

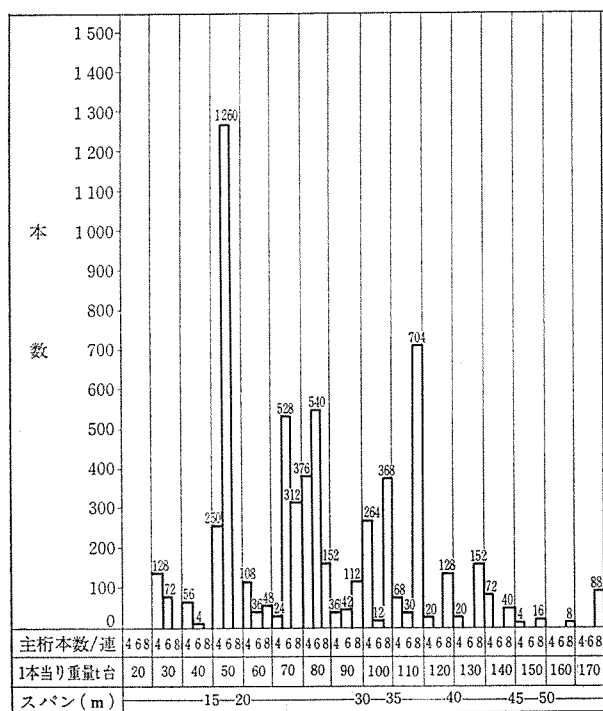


図-1 PC 桁スパン別計画本数（東北新幹線）

C ラーメン高架橋が使用されている部分を、工期短縮、省力化の観点より、プレキャスト桁を使用する方法に変換させていくには、PC 桁の重量で、50 t/1 本程度以下、スパンで 20 m 以下の桁が対象となる。

この対象となる桁を、安全にかつ急速に架設できる工

法を研究開発するために、国鉄は PC 建設業協会に委託して、委員会を設けて調査研究を行った。この委員会において標準径間長が約 10 m で、途中に最大径間 20 m の架道橋、小河川などがあっても、連続して PC（あるいは RC）桁を架設できる「桁架設機」が開発された。

一方、昭和 49 年より、省力化を目標にし、かつ騒音、振動に有利なタイプとして、「プレキャスト RC ホロスラブ桁」について、その設計方法を、模型実験などにより調査、検討を行ってきた。

この成果をとり入れたのが、以下の実施例に述べる本所高架橋であり、予定どおりに昭和 52 年 12 月に施工完了することができた。以下、桁架設機の構造および本所高架橋における実施例について述べる。

2. 桁架設機の構造

桁架設機は、図-2 に示すように天井クレーン装置、ガイドガーダー、桁運搬用台車、材料運搬用台車、ローラーベント、などから成っている。各々の装置の構造詳細は、次のとおりである。

(1) 天井クレーン装置

この装置は、桁を架設するための天井クレーン本体と、これを走行させる前方脚および後方脚より成る。前方脚、後方脚には、それぞれ天井クレーンの横行ばりがあり、その上に天井クレーン主桁が 2 本あり、その主桁に巻上げ用の 2 台のクラブトロリーを備えている。前方脚には、前方クラブトロリーおよびガーダー送り出し操作の副運転室がある。また、左右の脚には、前方脚浮上用のサポートジャッキと、ローラーベント吊上げ用のトロリー付チェーンブロックを取付けている。後方脚には、天井クレーン装置全体の操作およびガーダー送り出し操作の主運転室を備えている。天井クレーン装置の走行は、前方脚、後方脚にそれぞれ駆動装置があって、脚の下部に取付けた 4 台の電動機により減速装置を経て動力が伝達される。前方脚、後方脚のブレーキは電磁式で、後方脚にはクレーンいっ走防止用の手動式レールクランプを備えている。

天井クレーンの横行装置は、主桁の前後に駆動装置があり、主桁中央部の電動機により減速装置を経て、動力が伝達される。

クラブトロリーは巻上げ装置および走行装置を有し、

* 国鉄構造物設計事務所

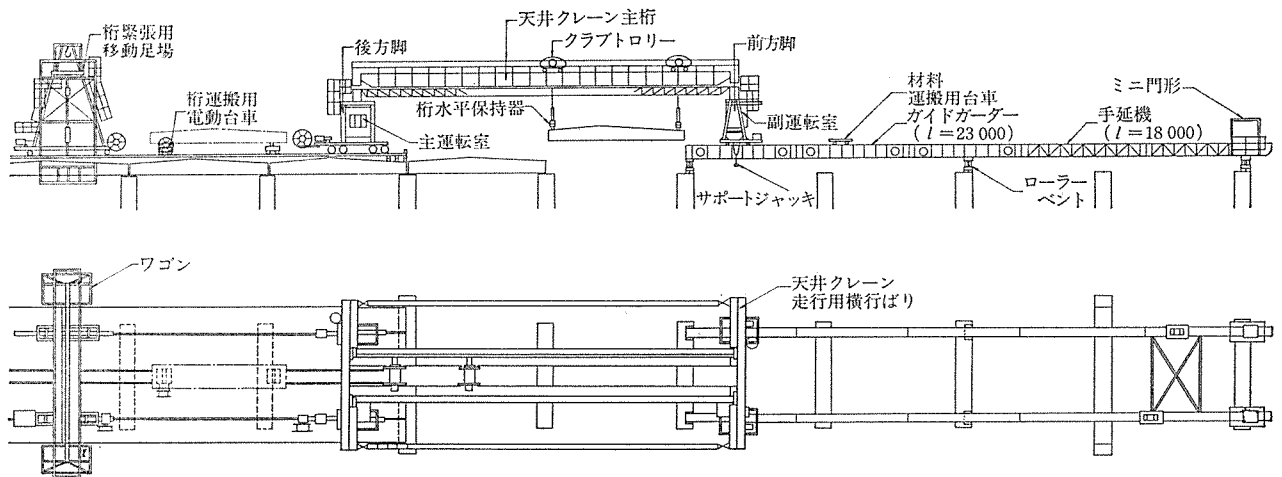


図-2 架設機全体図

巻上げ用過巻防止装置並びに走行用電磁ブレーキを備えている。

(2) ガイドガーダー

これは、箱形断面の溶接構造であるガーダーと、トラス構造である手延機より成り、左右で2組ある。ガーダーには、小型ウインチが内蔵され、ガーダーを送り出す場合には、クラブトrolleyと同じ速度で作動する。また、ガーダー後端部には、格納できるサブガーダーがある。

(3) 桁運搬用台車

これは、2台1組の自走式である。走行用電動機は、フレームに取付けられ、減速機を経て駆動させる構造である。電磁ブレーキを備えている。

(4) ローラーベント

これは、橋脚上に設置し、左右のガーダーの支承としての機能と、送り出しに使用するものである。内部に油圧シリンダーにより上下するローラーが内蔵されており、ガーダーを送り出す際に、これを手で操作し、両フランジ式のローラーを出す。油圧を解放してベントにも使用する。

(5) 材料運搬用台車

これは、ガイドガーダー上を走行するもので、主にローラーベントを運搬する。走行は、手押し式で、足踏みブレーキ、レールクランプを備えている。

各装置の性能は、表-1 に示す。

3. 施工順序および工程

標準的な桁架設作業手順を図-3 に示す。

この工法は、架設作業に先立ち架設機の発進基地を設けることが必要であり、発進基地は、桁架設機の組立作業や架設桁の供給場所となる。架設桁は、工場製作さ

れ、トレーラーで発進基地まで運搬され、ここで、クレーンなどで、高架の発進基地に上げる(架設桁を現場ヤードで製作する場合もある)。

トレーラーなどにより運搬された組立前の桁架設機は、発進基地で部材の仕訳を行い、クレーンなどで、高架上に上げ、組立てが行われる。

以降の標準的な施工順序を示すと

(1) 機械据付段取り

発進基地上に前方脚および後方脚走行用のレールを敷設し、天井クレーン装置が発進基地上を走行できるようにしておく。この場合前方脚の走行レールを、左右にそれぞれ2本ずつ、その間隔はガイドガーダーのレールの間隔に合わせておく。また、後方脚の走行レールは、左右にそれぞれ1本ずつ、前方脚走行用の2本のレールの間に敷設する。ただし、発進基地上のみでよい。

前方脚走行用レールの上にガイドガーダー送り出し用台車を2台置き、その上にガーダー、手延機、ミニ門形の順に左右2組のガイドガーダーを組立てる。ガーダー内の小型ウインチを操作してガーダーを送り出す。一方、ローラーベントは、材料運搬台車で移動し橋脚上に据付ける。この状態で、ガイドガーダーの後方に前方脚、後方脚、天井クレーンの順に組立て、天井クレーン装置にし、敷設したレール上を走行させ、ガイドガーダーのレール上に前方脚を乗入れる(図-2 参照)。

(2) 据付作業

図-3 のAが、この時点の状態になる。この状態で、桁架設機の据付作業が終了する。これより架設段取りに入り、桁架設機の移動が始まる。

(3) 架設段取り

まず、天井クレーン装置を前進させ、前方脚を P₄ 上に停止させ、前方脚にあるジャッキ付サポートを作動さ

●ビーム架設工法●

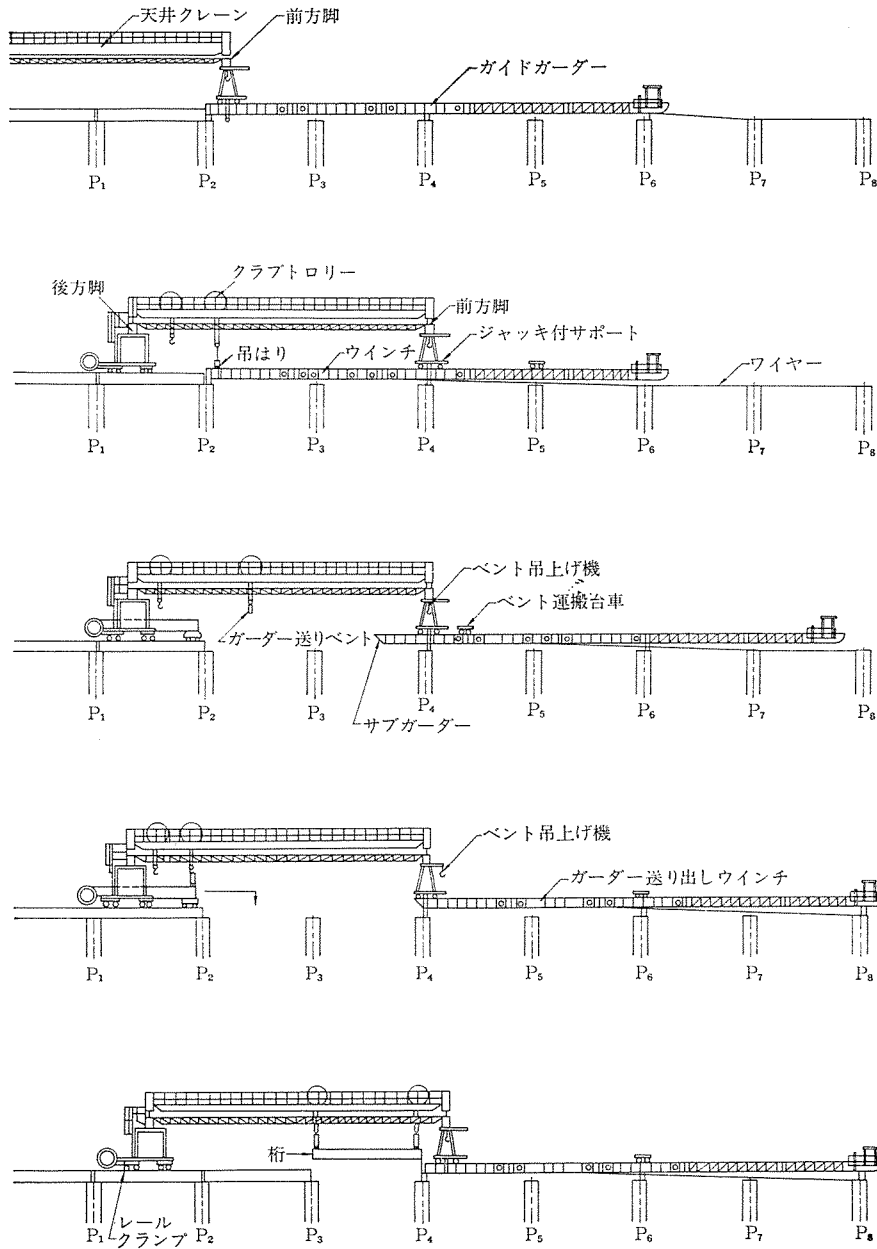


図-3 桁架設作業手順図

表-1 性能諸元

桁架設機		50 Hz	60 Hz	記事
項目				
最大桁扱い重量		55 t		重量 121.7 t 電動機出力計 50 Hz…… 86.8 kW (電動トrolley 含む)
最大径間		20 m		
標準径間		10 m		
天井クレーン	常用荷重(2点吊り)	55 t		
	“(中央集中)”	27.5 t		
	径間	27 m		
	巻上速度	3.0m/分	3.6m/分	
	ホイスト 走行速度	15.0 “	18.0 “	
	クレーン 走行速度	10.20 “	12.39 “	
架設機本体	走行速度	15.19 “	18.22 “	
ガイドガーダー	送り出し速度	15.03 “	18.04 “	
ローラーベント	ストローク	100 mm		
桁運搬台車	耐力および速度	30 t 15.03m/分 30 t 18.04m/分		

せ、前方脚を浮かせる。そしてローラーベントのジャッキを作動させ、前方脚をローラーで受替える。次に、天井クレーンのクラブトrolleyを使用し、吊ばりでガーダー後方を吊上げる。

図-3 のBが、この時点の状態を示す。ウインチおよびクラブトrolleyを同時に操作し、ガイドガーダーを送り出す。ガーダーの重心点がP₄上のローラーを通過するまでは、吊ばりとクラブトrolleyで介添をする。ガーダーの後端がP₄との距離で4~5m手前に来た時点で、一たん送り出しを停止させ、ガ

ーダー後端部に格納してあるサブガーダーを引出す。次に、吊ばりとクラブトロリーで P_2 上のローラーベントを吊上げ、前方脚ベント吊上げ機の方へ移動する。

図-3 のCが、この時点の状態を示す。この後、ローラーベントは、ベント吊上げ機で受替えて前方脚跨間をくぐらせて、ベント運搬台車に載せ、前方に移動する。次に、ウインチを再び作動させて、ガーダーを送り出す。ガーダー後端部が P_4 橋脚センターを 10 cm オーバーした時点で、移動を停止し、ローラーベントのジャッキを解放させて、ガイドガーダーをベント支承に替える。次に、前方脚のジャッキ付サポートのジャッキを解放させて、前方脚をガーダー上に載せる。

図-3 のDが、この時点の状態を示す。この後、天井クレーン装置を約 2 m 前進させる。そして、サブガーダーを格納し、後方脚のレールクランプを緊結し、移動したローラーベントを P_3 上に据付けて架設段取り作業を終了する。桁は、後方の発進基地から、桁運搬台車で $P_1 \sim P_2$ 上に運ぶ。

(4) 架設作業

$P_1 \sim P_2$ 上に運搬した桁の前方吊金具を前方クラブトロリーで吊替え、後方クラブトロリーで吊替えのできる位置まで前方クラブトロリーと運搬台車で桁を送り出す。次に、後方クラブトロリーで桁の後方吊金具を吊替え、2 台のクラブトロリーで $P_2 \sim P_3$ 径間に移動し、天

井クレーンの横行装置で、所定の位置に桁を移動し、静止させ、シュー座に納める。 $P_3 \sim P_4$ 径間も、同様に行う。

架設作業が終ると、後方脚走行用レールおよび桁運搬台車走行用レールを延長し、次の径間の架設段取りを行う。段取りが終ると架設作業を行う。以下、この繰返しによって架設作業を進める。

(5) 横締め作業

このために、図-4 に示す緊張用移動足場があり、桁が所定の位置に据付けられた後に、1 径間ごとに緊張作業を行う。

全体工程の主な作業の流れを図-5 に示す。

4. 特 長

この架設機を用いる架設計画は、下部工が先行して施工完了していること、および架設機の発進台、桁の仮置場の確保(既存の高架橋、盛土路盤など)が前提条件となる。その特長は、次のとおりである。

- 1) 架設能力は、スパン 20 m までの桁を連続架設できる。
- 2) 道路、小河川など(スパン 20 m 以内)によってスパン変更が生じて、対応ができる。
- 3) 斜角桁(60° まで)の架設が可能である。
- 4) 桁はコロ、ローラーなどにより横送りすることが

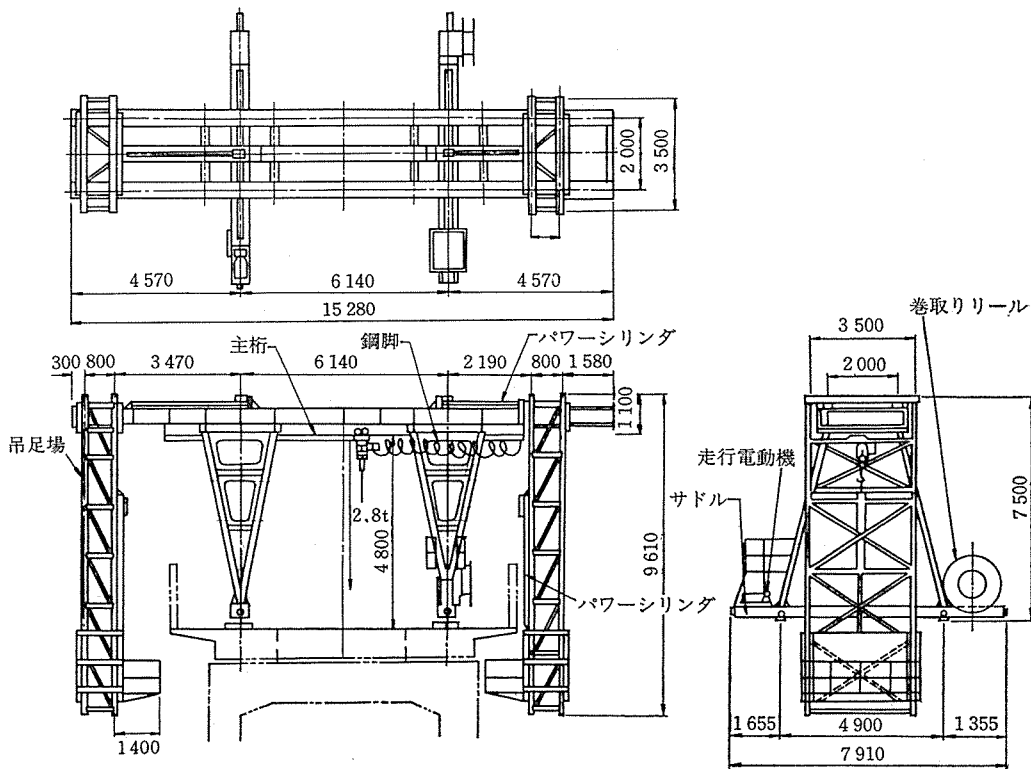


図-4 桁緊張用移動足場

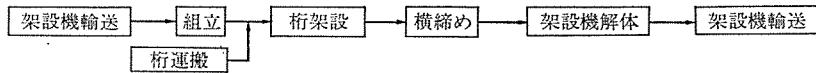


図-5 全体工程

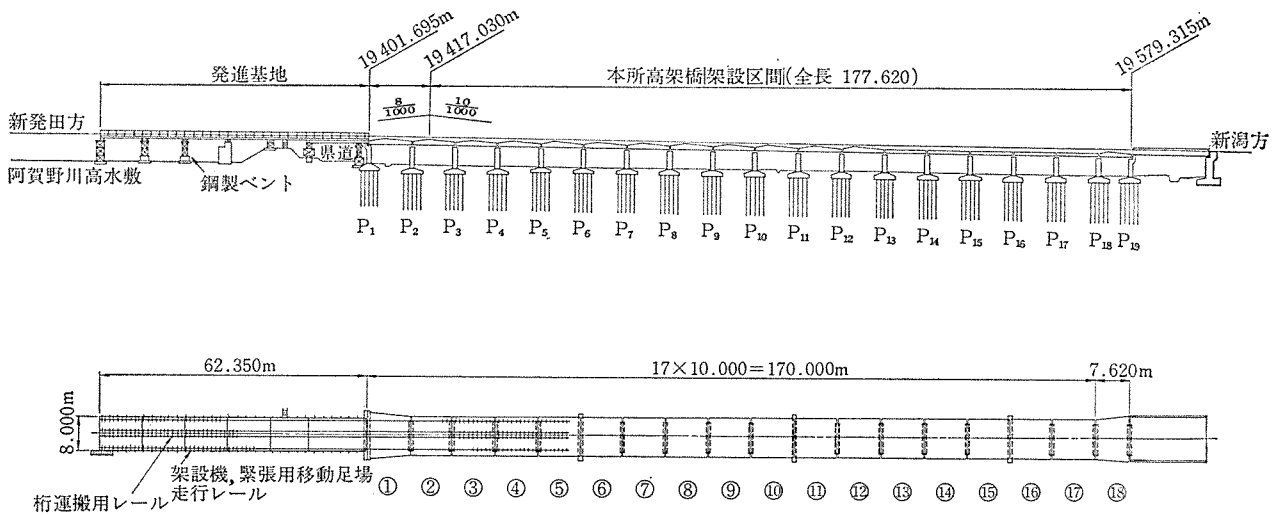


図-6 本所高架橋全体図

ないので安全確実で、スピーディな架設ができる。

- 5) 省力化された工法である。
- などである。

5. 実施例 (本所高架橋)

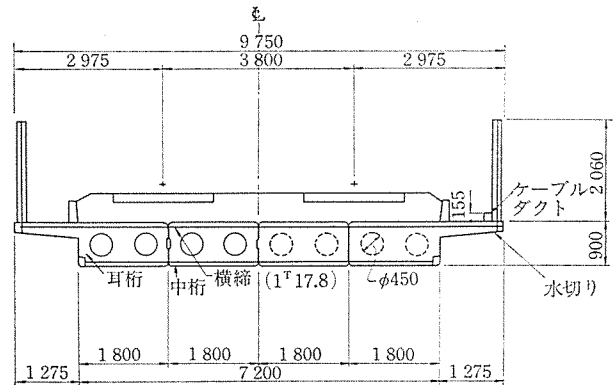
(1) 概要

本所高架橋は、白新線新崎一大形間の阿賀野川橋梁が、線路増設工事と河川改修計画とを同時に施工するため、複線橋梁として新設されることとなり、そのアプローチとして国鉄信濃川工事局により計画された。図-6に、本所高架橋の全体図を示す。全長 177.62m、高架高さは、地盤より約 6.0m である。

この高架橋建設にあたっては、前述の桁架設機を有効に利用できる構造として、図-7 に示すプレキャストRCホロスラブ桁を採用することとした。この構造は、スパン 10.0m の鉄筋コンクリートホロスラブ桁を、縦割に4分割し、架設後に、横締めを行って一体構造とする。この他、できるだけ、コンクリートの現場打ち作業をなくすように設計した。

このような桁式高架橋は、現在、国鉄において標準的な高架形式とされているラーメン高架橋に比較して、施工の省力化および急速施工が可能であり、また市街地における列車騒音、振動に対して軽減効果があるとして、今回、試験的に施工することとなった。

なお、下部工は、現場打ちのRCラーメンピアであり、昭和 51 年 9 月に、施工完了していた。



設計活荷重：KS-18
 スパン：10.0m
 $\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$
 線路方向：鉄筋コンクリート構造
 線路直角方向：プレレストコンクリート構造

図-7 プレキャストRCホロスラブ桁断面

表-2 に、上部工の工程表を示す。以下、桁の製作より架設までを述べる。

(2) 桁の製作、運搬

桁は、大量生産と、高い精度を要求するので、工場製作とした。また接合面は、接着剤などの処理を用いない方法を採用したので、コンクリートの面相互のなじみを良くするために、マッチキャスト（接合する相手の桁の側面を型枠として製作する方法）を行った。（写真-1 参照）。耳桁 36 本、中桁 36 本、合計 72 本の桁は、昭

表-2 工程表

種 別	52年 8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
工 期		1				5
桁 架 設 機		3 輸送 5 組立て	15 試運転クレーン認可 20 作業訓練 22 25 桁架設	26	4 解体 7 輸送 8 11	
桁 緊 張 用 移 動 足 場		6 輸送 12 組立て	15 試運転調整 20 クレーン認可 27 桁横締め、P C 板建込みほか	28	26 解体 28 輸送 29 30	

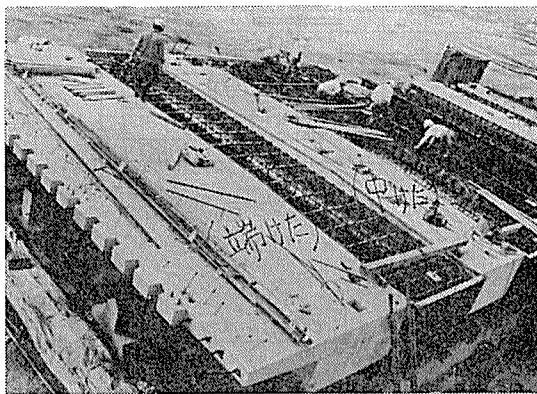


写真-1 桁の製作 (マッチキャスト)

表-3 組立て, 解体, 輸送実績

種 別	所要日数	補 助 機 械 (トラッククレーン)			
		20 t	1 台	4 日	
桁 架 設 機	組立て	日	20 t	1 台	4 日
		10	28	1	7
			75	1	2
	解体	4	20	1	3
		35	1	2	
		75	1	1	
桁 緊 張 用 移 動 足 場	組立て	3	28	1	2
	解体	1	35	1	1
輸 送	三島基地←→本所 B1 間 ≒ 483 km 実走行時間 ≒ 12 時間 往, 復路とも各 17 台 計 34 台 (11 t トラック)				

和 52 年 3 月末に発注され, 8 月中旬に製作を完了した。

工場より架設現場までは, 約 35 km であり, 桁の重量に応じて 35 t 用, 45 t 用の特殊重量物トレーラーを使用し, 深夜に運搬した。運搬された桁は, 阿賀野川河川敷に, 150 t クレーンで取卸し, 仮置した。

表-4 編 成

区 分		人 員	作業に必要な免許等
総指揮		1 名	
指揮者	作 業 指 揮	1	
合図者	作 業 合 図	1	玉掛作業
運転者 (正)	後部運転室 クレーン操作	1	定置式クレーン免許
	(副) 前部運転室 ガーダー送り出し	1	
作業補助	橋梁特殊工	8	玉掛作業 3 名 ガス溶接 1 名
計		13	

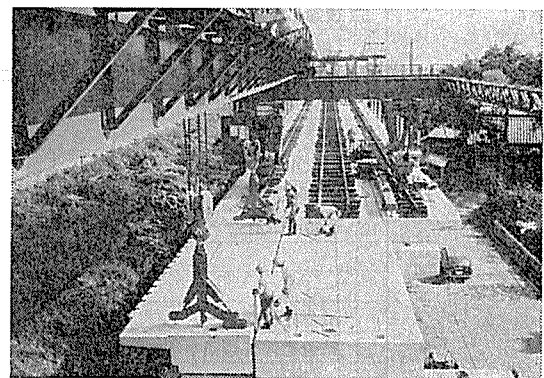


写真-2 桁の据付け

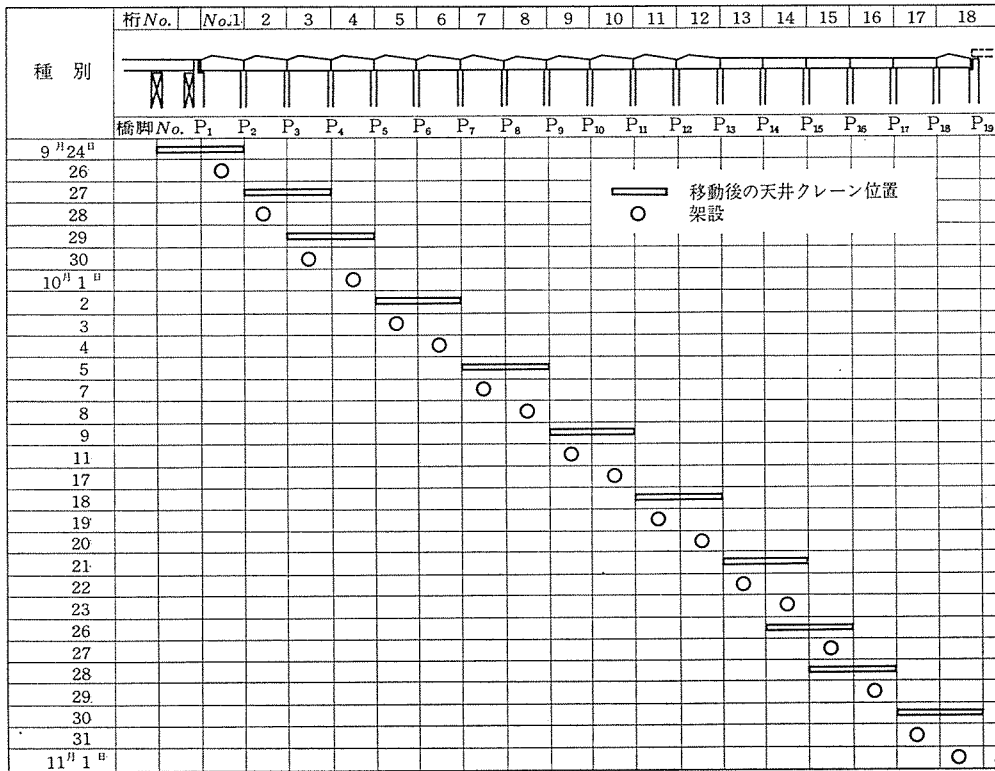
(3) 架設機の組立て, 解体, 輸送

桁架設機の組立ては, 図-4 に示す発進基地 (鋼ベントの上に H 形鋼をとりつけ, 覆工板を敷設した構造) の上で行った。

組立て, 解体, 輸送の実績を表-3 に示す。

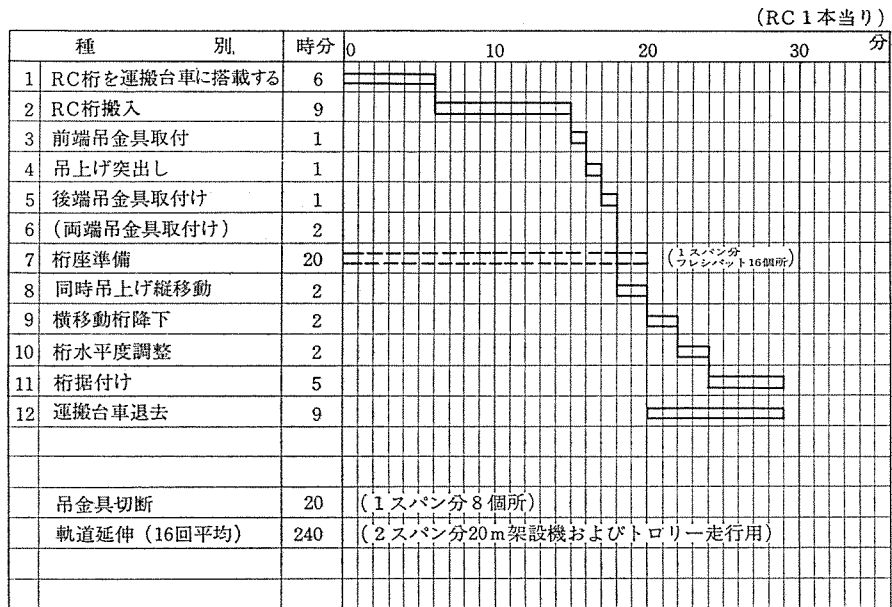
(4) 架設作業

表-5 移動および架設作業実績



* 休日は除く

表-6 架設作業実績(平均)



桁架設機による架設は、国鉄東京第二工事局操機部の直轄作業で行った。その作業員の編成を表-4に示す。

架設作業は、3.で述べたとおりの施工順序で行った(写真-2参照)。移動および架設作業の実績を、表-5に示すが、移動1日で、1径間1日(架設のみ)のペー

スであり、その後横締作業などを行った。

架設作業の桁1本当たりの平均作業実績を表-6に示すが、約30分であるので、全体的にみて、なおいっそうの急速化が期待できる。

架設機の移動1回当たりの平均作業実績を、表-7に示

表一7 移動作業実績 (平均)

(20m移動×6回当り)
(20m以下×5回当り)

種別	時分	0	60	120	180	240
1 クレーン本体移動準備	20		20			
2 " 移動走行	4		24			
3 前方脚ベントジャッキこう上	13		37			
4 ガーダー移動準備	12		49			
5 " 移動準備	9		58			
6 後部ベントジャッキ吊上げ移動	19		77			
7 ガーダー低速前進位置停止	7		84			
8 前方脚ベントジャッキ降下	5		89			
9 クレーン本体	4		93			
10 ガーダー方向点検修正	52			145		
11 器材格納移動完了	17				162	

すが、約2時間半である。

6. あとがき

現在、本所高架橋の実施施工の結果をもとにして、より合理的な桁の構造形式などについて検討中であり、今後の桁架設機の適用についての準備を行っている次第であります。

実施例をまとめるに当たって、貴重なデータを頂いた国鉄、信濃川工事局、東京第二工事局操機部、鉄建建設並びにオリエンタルコンクリートの関係各位に謝意を表します。

7. 参考文献

- ・ 長大橋りょうおよび高架橋の省力化施工法並びに施工機械の研究調査報告書/プレストレストコンクリート建設業協会/S. 49
- ・ 白新線新崎一大形間本所高架橋のプレキャスト化に関する調査研究報告書/日本鉄道施設協会/

S. 51

- ・ プレキャストコンクリート部材を用いた鉄道高架橋の設計/本山彰彦ほか/土木学会関東支部第1回年次研究発表会 S. 49
- ・ ドライコンタクト工法—塚原橋—/守屋隆ほか/プレストレストコンクリート, Vol. 18, No. 5, 1976
- ・ JIS A 5316 (T型桁)を用いたPC橋の急速施工法—西今井橋—/山田一男ほか/プレストレストコンクリート, Vol. 19, No. 5, 1977
- ・ 湖山橋の施工について/加藤良一ほか/プレストレストコンクリート技術協会, 第16回研究発表会, 1976
- ・ プレキャストRCホロースラブけたの架設/佐藤行雄ほか/鉄道土木, Vol. 20, No. 2, 1978
- ・ Die Dywidag-Spannbeton-Kontaktbauweise, Beton-und-Stahlbetonbau/Otto Seidl/November 1973

◀刊行物案内▶

PCくい基礎の最近の進歩

—PCくいの正しい使い方—

体 裁：A4判 246 ページ

定 価：2000 円 (会員特価 1800 円) 送料 600 円

内 容：1) PCくい, 2) PCくい基礎の設計, 3) PCくいの施工, 4) 超高強度コンクリートくい, 超大径くい

お申込みは代金を添え、(社)プレストレストコンクリート技術協会へ

◀刊行物案内▶

PC 定着工法 (16 工法)

会誌 Vol. 19-No. 3 が品切れとなり，これに代わるべく，内容も一部改訂し，本書が発刊となりました。

現在，わが国で使用されている PC 定着工法 (16 工法) について，その概要，定着具，緊張方法，その他使用すべき鋼材およびシース，ジャッキ，工法の特長や注意事項等について，わかり易く説明してあります。

本書は学校・官庁始めコンサルタント，施工会社等の新入社員教材用としてご利用頂けるものと確信いたしております。

ご希望の方は代金を添えて，ハガキ（なるべく）または電話で（社）プレストレストコンクリート技術協会へお申し込み下さい。

体 裁：B5 判 71 頁

定 価：1800 円（会員特価 1500 円）

送料 200 円

送 金：振替口座番号 東京 7-62774 または 三井銀行銀座支店（普通預金）920-790

◀刊行物案内▶

プレストレスト コンクリート橋の設計・施工上の最近の諸問題

体 裁：A4 判 116 ページ

定 価：1500 円 送 料 400 円

内 容：(1) PC 橋の施工開始前の諸問題，(2) PC 橋の工事ならびに施工管理について，
(3) 新しい PC 設計方法について，(4) 最近の話題の橋梁
お申込みは代金を添えて，（社）プレストレストコンクリート技術協会へ

◀刊行物案内▶

プレストレスト コンクリート構造物の設計実技

体 裁：A4 判 113 頁

定 価：2000 円 送 料 400 円

内 容：(A) PC 緊張材定着部材端区間の設計 (B) 建築構造物における設計例 (C) 道路橋
における設計例 (D) 鉄道橋の設計例 (E) PC パイルベント橋脚の設計例
お申込みは代金を添えて，（社）プレストレストコンクリート技術協会へ

◀ 次号予告 ▶

PC橋梁上部構造物の架設機械および工法の特集に引続き、次号(4号)では、PC斜張橋について特集し皆様にお届けいたします。

特集目次は下記のようなのですが、表題については一部変更があるかもしれませんので御了承下さい。

- ・ PC斜張橋の展望
- ・ 小本川橋梁の設計、施工について
- ・ 荒屋敷橋の設計計画について
- ・ 三保ダム洪水吐横断橋の設計と施工について
- ・ 筑波学園都市大角豆 No. 7 歩道橋の設計と施工について