

活線上の PC げた架設

——東北幹片岡 B 他 PC げた架設工事——

栗 本 勝 之* 大 矢 修**

要 約

東北新幹線と東北本線は、栃木県矢板市で交差するが、これに PC げたを架設した工事について報告する。

この工事の特徴は、重量約 160t のけたをわずか40分という限られた時間内に、迅速かつ安全に架設したことである。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. PC 工法の分類
- § 3. 構 造
- § 4. 施工概要
- § 5. 実施工程
- § 6. おわりに

§ 1. はじめに

東北新幹線工区の片岡工区は当社で施工したが、その延長約 2300m の大部分は高架橋である。その間には、図-1 に示すように、国道 4 号線をはじめとする、大小多数の道路・鉄道・河川が交差しており、田園地帯としては障害物の多い工区である。なかでも東北本線は斜角で交差するため支間も長く、従ってけたの重量も大きく、けた架設に当っては事故防止上綿密な計画と、細心の注意を必要とした。

国鉄営業線関連工事において、列車の運行に支障をきたす恐れのある作業は線路閉鎖、及び起電停止をとって行なうが、東北本線はダイヤが過密であり、長時間に互る列車の運行停止は望むべくもない。従って短時間の線路閉鎖を何回もとることとなった。線路閉鎖の時間帯は列車運転間隔の最も長い深夜であるが、毎日というわけにはいかず、運転当局の図らいで不定期の荷物列車を何本か間引いて、ようやく週に 1 度、月曜日の早晩わずか 47 分の閉鎖間合をとり得たに過ぎなかった。この間合から起電停止の際、必要な架線からアースをとる時間などを差し引くと、作業時間は実質 40 分しか残らなかった。当初の打合せで運転当局に申し入れた所要時間は、予裕

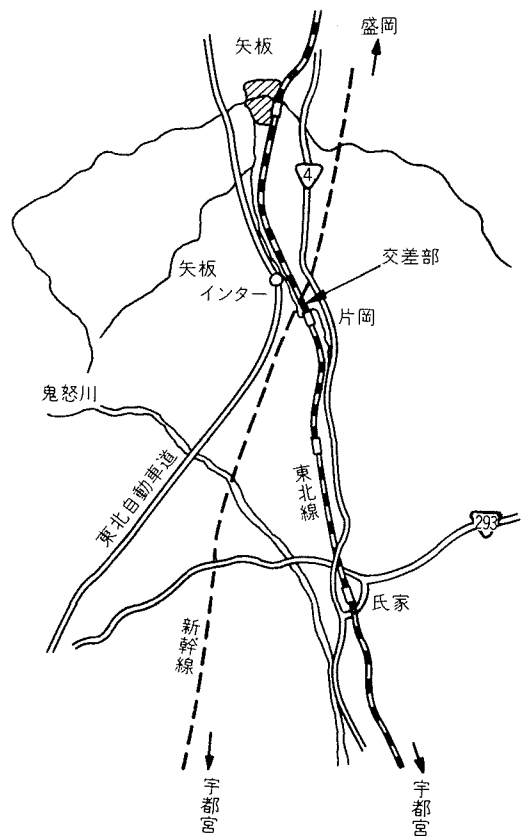


図-1 現場位置図

をみたとはいえ100分以上であったことからすれば、厳しい制約を受けたわけである。

けたの架設はエレクションガーダーによるが、作業時間短縮のためガーダーに稼働性をもたせるような種々の工夫がなされた。以下、その概要について述べる。

§ 2. PC 工法の分類

道路橋や鉄道橋においてプレストレストコンクリート橋（いわゆる PC 橋）の占める割合は非常に多くなってき

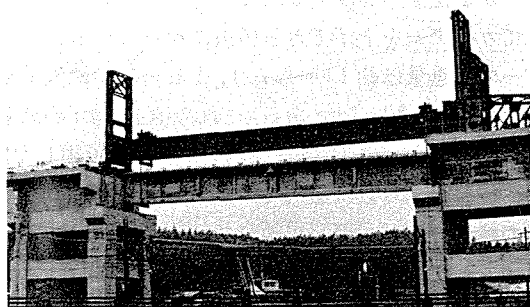
* 関東(支)矢板(出)所長
** 関東(支)矢板(出)

ており、その施工方法にも現場の状況に応じて、いろいろな種類のものがある。

表－1 PC桥梁の工法分類

	施工方法	施工条件
プレキャストけた	クレーン使用架設	短いスパンの重量の少ないけた 作業足場の良い所
	タワー使用架設	深い谷間等施工状況の悪い場所 器機運搬組立が簡単である。
	移動式ベントを使用して架設	重量の大きいけた 作業足場の良い場所
	エレクションガーダー使用架設	架設地点の状況が良くない場合 タワーより作業は簡単で、最もポピュラーである。
	カンチレバー工法	長大スパンの川及び海の上
場所打ちけた	固定式支保工	けた下空間の制約がない場合
	移動式支保工	短いスパンの連続けたが多くある場合
	カンチレバー工法	長大スパンの川及び海の上

当現場で採用された工法は表－1のうち、プレキャストけたのエレクションガーダー使用架設である(写真－1参照)。



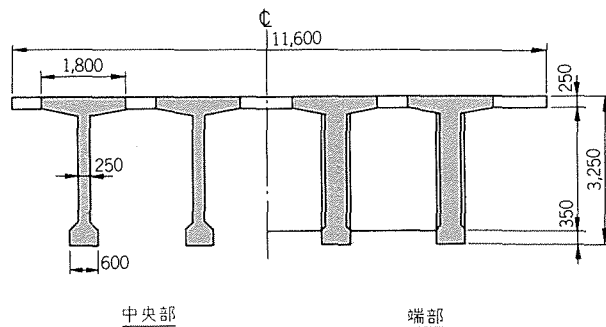
写真－1

§3. 構造

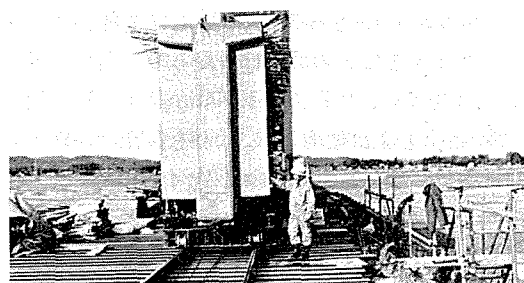
橋梁の構造は、図－2に示すようにT型のけた4本をスラブと両端の横げたで横締めする、最も一般的なタイプである。

諸 元

型 式 ポストテンション4主けた(写真－2参照)



図－2 けた断面



写真－2

幅 員 11.6m
 けた長 35m
 けた高 3.25m
 重 量 158t/本
 PC ケーブル 7本-12φ 12.4mm
 コンクリート設計強度 400kgf/cm² (39.2MPa)

§4. 施工概要

この工事は、国鉄東京第二工事局より「東北幹片岡 B 他 PC けた架設工事」として昭和52年10月に発注された。工事には2連の橋梁が含まれており、東北本線の交差部の他に市道の上にかかる20mのけたも付帯していた。後者は、130t級のトラッククレーン2台で合吊りして架設したが、線路上の架設に先立って施工されたため、製作・架設共本番に備えてリハーサル的役割を果たし、大いに参考になった。

4-1 けた製作

けたの製作は型わくや鉄筋は勿論、緊張やグラウトなどすべての作業を直営で行い、作業員はほとんどPC工事は未経験であったことを特筆したい。

けたの製作ヤードは、架設場所に隣接した高さ16mの高架上に設けた。図－3のように高架上を縦に2分し、片側を縦列に2基分の製作ベースを設け、一方に引出し用の軌道を布設した。高架には13/1000の縦断勾配があ

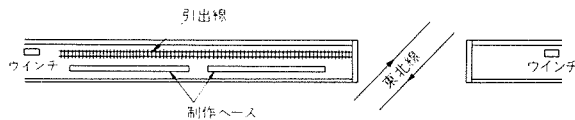


図-3 製作ガード配置図

り、ベースを水平にするためコンクリートを階段状に打設した。これは国鉄の指示によったものであるが、ベースに多少の勾配があっても特に問題はない筈であり、コンクリートの材料費や取り壊しの手間が無駄に思える。

型わく組など高架上の作業には2.8t吊りの門型クレーンを使用し、コンクリートの打設は地上からポンプ車で打設した。コンクリートは早強でスランプが8cmと硬く、圧送高さが19mもあるため、ポンプの能力が憂慮されたが、特記するほどの問題はなかった。引出し線には50kgレールを使い、ゲージは1300mmとし、運搬用のトロは100t台車を2台使用した。けたを製作台からトロに移す横取りは、けたを100tジャッキ4台で持ち上げ、H鋼を補強して造ったそりをけたの前後に差し込み、その下にコロを入れて移動した。

4-2 使用機械

今回の工事に使用したエレクションガーダーは、上路式架設工法と呼ばれている型式のものである。PCけたの架設工事は、近時鋼げたのそれを凌駕し、これに使われるガーダーの型式も多岐にわたる。それぞれ長所・短所はあるが、大きく分けて、ガーダーの上にけたを乗せたトロ台車を走らせる下路式と、けたを吊り下げた懸下装置がガーダーの上を走る上路式がある。下路式の場合、門型クレーンが両側のアバットに設置される場合が多く、架設されたPCけたの横移動をその門型クレーンで行い、沓座にセットする。この場合、門型クレーンの基礎の受け方を現場に応じて補強する煩わしさがある。上路式の場合は、ガーダーを支えるタワーを両側のアバットに建てる。この場合、タワーは幅が狭くて済むので十分にアバット上に設置できる。さらにスパンが連続している場合はガーダーの移動時に、タワーをガーダーにセットしたまま移動できるので、次のスパンへの段取替えが簡単にできる。

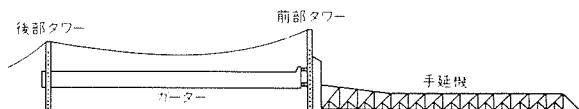


図-4 エレクションガーダー

図-4は本工事に使用したエレクションガーダーを、また表-2は架設用機械を示してあるが、ガーダーは最

表-2 架設用機械一覧

名 称	形 状 機 種	単位	数量
手延機	No.13~27 L=35m 35ton	基	1
前部タワー	h=10.8m、吊桁、井桁ピン共 24ton	〃	1
後部タワー	h=10.6m、吊桁、井桁ピン共 10ton	〃	1
タワー引下装置	トラニオンジャッキ60ton用ストロー7800	台	4
〃 高压ホース	L=15m	本	8
〃 ユニット	5 KW	台	2
ガーダー、走行懸荷装置	L=38.2m 45ton	基	1
横取装置	押ジャッキ(2) レールチャック(2) ソロバン(8)	組	1
〃 高压ホース	L=12m	本	8
〃 ユニット	3.75KW	台	2
ウインチ	22.5KW複胴直引 5ton	〃	2
ジャッキ	100ton ストローク200	〃	5
〃 ユニット	1.5KW	〃	2
トロ台車	100ton用 L=2.0m	〃	4
後部タワー後退装置	10ton	組	1
防護足場架設装置	ゴンドラ式 3 ton	〃	1
レール	50kgけた運搬線用	m	200
トラックレール	120ton ガーダー組立解体用	台	1
〃	20ton 雑材料上げ降ろし用	〃	1
レバブロック	5 ton	〃	4
〃	2.5ton	〃	4

大重量160t、最大スパン37mまでのけたが架設可能である。

ガーダーの構造は、ガーダー本体を架設するためについているトラス式の手延機と、前部タワー、箱型断面のガーダー本体、そして後部タワーの4つの部分から構成されている。ガーダーの上にはPCけたを吊り下げて走行する懸荷装置が載っている。両部タワーには60tのジャッキが2連ずつ組み込まれており、このジャッキを使用してガーダーを上下できる構造になっている。このガーダーの総重量は約130tもあり、1ピースの最大重量が8t、タワーの高さは13mある。これを地上16mの高架上に組み立てるために120t吊りのクレーンを使用した。組み立てに要した日数は搬入日から10日間であった。ガーダーの組み立ては引出し線の上で行い、牽引には22.5kwのウインチ2台を引出し側と到達側にセットし、ワイヤーは滑車で6本掛けにして走行速度を調節した。

けたは径間に渡した時点では引出し中心にあり、これを次のけたが渡る前に横に移動して沓に据えなければならない。一般にPCけたはその断面に対して、上からの荷重には強いが、横からは脆い。特に今回のように縦長のけたでは強度に著しい差があり、しかも横に倒れやすい構造である。移動する時、万一横倒しにでもなれば、たちまち本線上に崩れ落ちることになる。これを防ぐため

に、後に述べるように、けたを吊ったままガーダーごと横移動する方法を採用した。

けたを架設する付近は13/1000の縦勾配があり前後のアバットの差は45cmもある。この種の工事では、けたを上り勾配の方向へ引くのが常識とされているが、今回はアバットの都合で、下り方向へ引かざるをえなかった。ところが、ガーダーはトロの暴走を防ぐため水平になっているために、図-5のような状態となり、沓におさまりがつかなくなる。この問題を解消するため懸荷装置にジャッキを取り付け、伸縮自在にした。

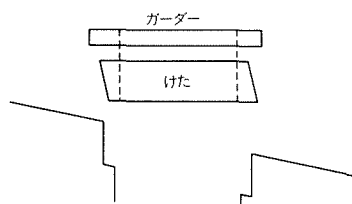
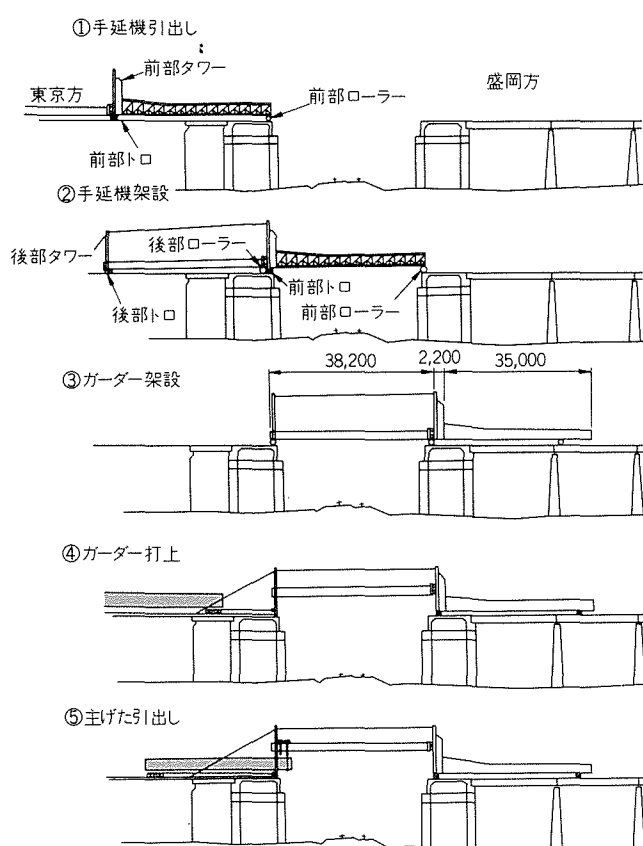


図-5 PC架設部の縦断形状（勾配を誇張）

4-3 架設順序

図-6に示すように、PCげた架設は手延機・ガーダ



ー・PC げたの順で行う。架設された PC げたは、横移動して沓座にセットして1回の架設が完了する。以下各々の架設方法を説明する。

4-4 ガーダー架設

PC げた本体の架設の前にエレクションガーダーを架設しなければならないが、この場合も PC げた本体の架設時と同様に線路閉鎖・起電停止の処置をとり、制約された時間内での作業を行った。

当初、計画では、手延機さえ閉鎖間合で渡してしまえば、ガーダー本体は昼間の列車間合に少しずつ引出せばよいとされた。しかし手延機とガーダーの継ぎ目にある前部タワーが線路の真上にきた時、下を通過する列車の運転士に不安感を与える恐れがあるということで、ガーダーの架設は2回目の線路閉鎖時に行った。

まず、手延機の架設は、組み上ったガーダー全体のうち、手延機先端とガイド用前部ローラーで受け、ガーダー本体の前部と後部を100t トロ台車に乗せる。引出しは、後方ウィンチで手延機を張出し式に到達側アバットに向けて送り出した。牽引速度は毎分5mで、約7分後に手延機先端が到達側アバットに到着した。この際手延機はガーダーに比べて軽いため、全体の重心位置は中央の前部タワーより後方にあるので、エレクションガーダー

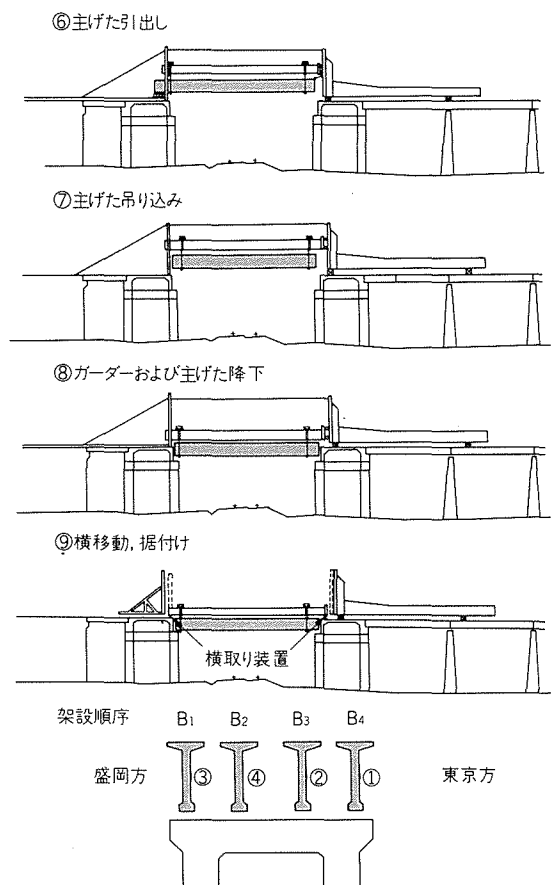


図-6 架設順序図

が前傾しない仕組みになっている。この後、手延機先端を仮サンドルで受けて、第1回目の線路閉鎖の作業を完了した。線路閉鎖の時間47分に比べて作業時間はわずか7分であり、手延機が引出し中心からずれる心配はあったが、誤差は僅少であり、順調な作業であった。

2回目のガーダ本体の架設の段取は昼間、列車の運行の間合をみて作業を行った。まず、ガイド用前部ローラーを到達側アバットに移し手延機の下にセットする。次にガーダ本体を受けている前部トロを取りはずし、後部ローラーをガーダの下にセットする。そして引出しワイヤーを手延機にかけて、到達側アバットにある前方ウィンチにて引出した。この過程においてガーダ全体の重心位置が後部ローラーを通過すると、ガーダと手延機の接続部の遊びのためここでやや折れ曲がる。この結果、後部トロ台車からガーダが浮き上がり前部ローラーと後部ローラーの2点にガーダの全荷重がかかってくる。さらにフリーな状態にある手延機の手先に振れが生じて前部ローラーのガイドリブに手延機のフランジが競合し、放置しておくと手延機がローラーから脱落しかねない状態となり、引出しを一時中止して前部ローラーのリセットを行った。これらの作業に手間取り、手延機の時と同じ牽引速度にも拘らず、作業時間は25分を要した。

ガーダ架設が完了すると、昼間の作業でPCげた架設の準備にかかる。手延機をサンドルで固定し、前後部の両タワーにとらワイヤーを張って、ガーダ本体をタワーの上方に引上げ、PCげたを吊る懸荷装置をガーダ一の上に乗せた。

4-5 PC げたの架設

4本あるけたの架設順序は特に決まりはないが、最後の1本は横移動をしなくて、そのまま沓にセットできるように、引出し線のレール及びガーダの中心を定めた。これには内側のけたの1本をあてた。

PC げたの架設は、昼間の準備として製作ヤード側にあるPC げたをジャッキアップしてコロを差し込み、5tのレバブロック2台で横移動させて、引出し線上のトロ台車(写真-3)に乗せる。次にウィンチで引出し、アバット先端まで移動してけたの端を懸荷装置で吊り込む。さらに数メートル引出し、けたの後部を吊り込むための懸荷装置を乗せて準備を完了する。

架設当日は線路閉鎖、起電停止をとった後にPC げたをウィンチで引出す。牽引開始後、約5分で後部トロがアバット先端に到達する。しかしこの段階では、けたは到達側アバットの約2m手前までしかとどいていない。ここでけた後部を懸荷装置で吊込み、後部トロを撤去して、けたは完全にガーダに吊下がった状態になる。この作業にかなりの時間を費すのであるが、この間を利用

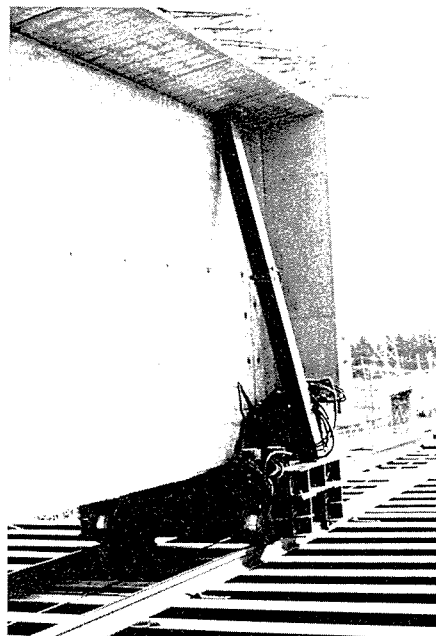


写真-3

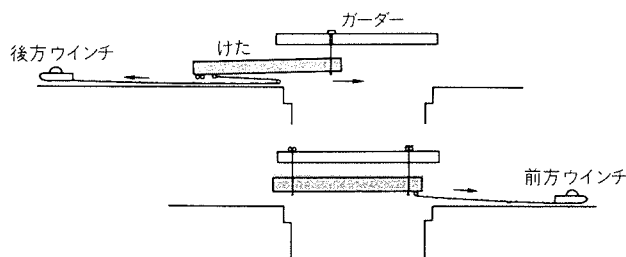


図-7 けたの牽引

して図-7に示すように牽引ワイヤーを前方ウィンチに切り替える作業を同時に行う。これはワイヤーが架線の上を横断できないためである。ワイヤーを掛け替えた後、残りの数メートルを引いて所定位置までの引出しを完了する。この時点で線路閉鎖を解除する。この作業は4回行ったが、いずれも辛うじて40分の制限時間内で終ることができた。

線路閉鎖を解除した後、前後部両タワーのジャッキを同時に緩めて、けたを吊ったガーダを微速で降下させる。ジャッキは、タワーの両側にある穴に直径80mmのピンで固定されており、ジャッキがストローク80mmに伸びきると、ガーダをピンでタワーに固定して、ジャッキをさげて下の穴に固定する。この作業を数回繰返して約2時間後に、けたを沓座のすぐ上まで降ろした。けたを仮サンドルで受けて固定して架設作業を終了する(写真-4参照)。

1回の作業編成は

- ① 国鉄連絡員他 8人
- ② 弐工・ウィンチマン 10人

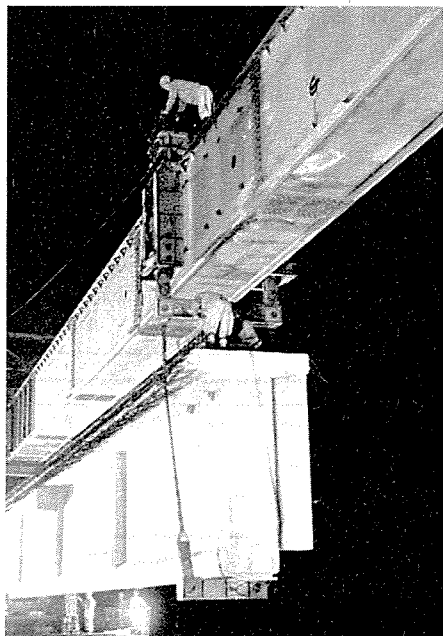


写真 - 4

- | | |
|---------------------|-----|
| ③ 列車見張員 | 3 人 |
| ④ 電工 | 1 人 |
| ⑤ 当社職員 | 5 人 |
| ⑪ 20t クレーン（後部トロ撤去用） | 1 台 |

のようになっている。

4-6 横移動

仮架設されたけたを横移動する方法は、タワーのところに門型クレーンがあれば簡単に沓にセットできるのですが、今回のガーダーにはこれがないので図-8のよ

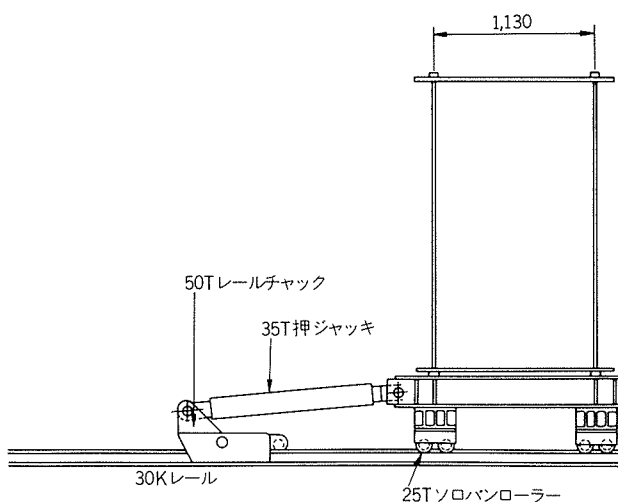


図-8 横取り装置

うな横取り装置のソロバンコロに乗せて移動した。

ソロバンコロを使う場合でもけた高が小さければ、けた座上でけたを直接ソロバンコロに乗せて横移動するの

であるが、前にも述べたようにけた高が非常に高く、転倒の危険を避けるため、ガーダーにけたを吊ったままの状態で行った。その順序は両側アバットの上に22kg レールを2本並べて横断方向に敷き、その上にソロバンコロを2つつ乗せ、この上にガーダーを降下させる、次に前後部両タワーとガーダーの連結ピンをはずし、両タワーを身軽にする。そして図-6の架設順序⑨に示すように、ジャッキでガーダーを横断方向に押して、所定の位置まで移動する。ここでガーダーの両端を100t ジャッキ4台で受け直して、レールとソロバンコロをはずし、ジャッキによって降下させて沓にセットする。据付けの最後の段階で低い方のアバットは、懸荷装置に取付けたジャッキで不足分を降下させて沓にセットする。けたに転倒防止を施した後、ガーダーをはずして横移動し、元の位置に戻し、両タワーを連結して次のけた架設の準備をする。

以上は、手間のかかる工法ではあるが、けた架設が1週間に一度で、準備作業には時間的余裕があり、しかも安全性が高いため採用した。

4-7 足場工

けた架設後、床版の中埋め、張出しそして横げたなどの施工のために、けた下に足場を組む必要がある。けた下が空地や河川など、物が落ちて危険が少ない場合ならば、縦断方向に親ワイヤーを何本か渡して安全ネットを張り、通路に足場板を敷く程度でよい。しかし本工事のように、活線上では落下物は厳禁であり、風圧にも十分耐える構造が要求される。これらの条件を充たすため、けたから1m 間隔であらかじめ埋込んだアンカーからセフティーチェーンで単管を吊り、作業床の全面に足場板を敷きつめた。両側のあさがお部は風圧を減ずるため、板ではなく金網み張り、しかも釘1本の落下も許されないため、内側にさらに防虫網を張って二重にした。

足場組の作業は、重量物を扱わないので大事故になる危険性は少ないとはいえ、大量の機材を使うため、むしろけた架設よりも危険で注意を必要とする作業である。従って当然閉鎖間合で施工することになり、長時間の作業時間帯が作業の能率上好ましいが、前にも述べたように制限時間は短い。しかし、けた架設は上下線同時に線路閉鎖を必要としたが、足場組は上下線のうち片側だけでの作業が可能である。列車ダイヤを検討して、片側の閉鎖ならより長い時間がとれることがわかり、上下別々に約2時間の線路閉鎖をとり、合計6日間で施工した。

足場架設の作業は架線の上にワイヤーを張ることも、線路上から単管などを吊り上げることもできないので、写-5のようなゴンドラを使用した。これは、けた全体を包み込むような形でH鋼のわくを作り、上部に車輪を

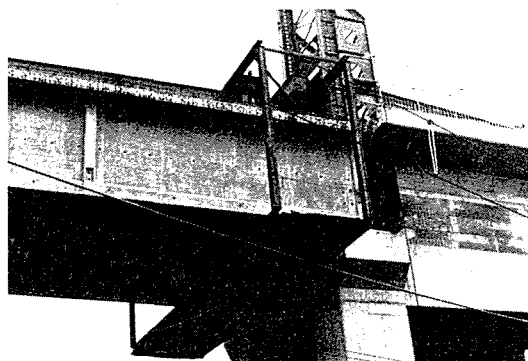


写真 - 5

付けてレール上を走行できるようにした。このゴンドラに足場材を積んでおき、線路閉鎖後本線上に引出して、この上で足場組を行った。足場の撤去作業についても同様な手順である。

§ 5. 実施工程

本工事は、昭和53年3月から同年9月までの7ヶ月の日数を費して完成した。その実施工程は表-3に示すとおりである。当初の完成予定は8月中旬であったが、春闘とゴールデンウィークや運転当局の都合などにより、

た線路閉鎖作業に備えて、深夜に数十人の人員やクレーンなどが待機していても、もし列車ダイヤが乱れると、その夜は作業中止となり、まったくの徒労に帰すべきところ、この間一度もかかる事態に至らなかったことは僥

表-4 線路閉鎖時間工程

作業内容	作業時間				
	10分	20分	30分	40分	50分
1) 手延機架設	—				
2) ガーター架設	—	—	—	—	
3) PCげた架設					
i) 引き出し	—			—	
ii) カーター後部降下		—			
iii) 後部吊金具取付		—	—		
iv) カーター打上			—		
v) 引きワイヤーの交換		—	—	—	
vi) PCげた固定				—	
線路閉鎖	—	—	—	—	—
軌道停止作業	—				
軌電停止解除作業					—

表-3 実施工程

工 種	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月
PCげた B ₁	製作			5/29 架設				
PCげた B ₂	製作			6/12 架設				
PCげた B ₃			製作	6/19 架設				
PCげた B ₄			製作	6/26 架設				
エレクションガーター			組立	ガーター架設	解体			
吊り足場			手延機架設		組立 7/10, 11, 12		9/11, 12, 13	
床 版					7/3, 4, 5		9/18, 19, 20	

予定していた線路閉鎖がとれず工期が延びたものである。架設場所に何も制約のない施工条件であれば4～5ヶ月で完成できる施工量であると思われる。

前にも述べてあるが、閉鎖間合中の作業の時間工程をまとめてみると表-4のとおりである。ほぼ予定どおりの進行ではあったが、事前の入念な点検や可能な限りのリハーサルにも拘らず、予期せぬ事態で慌てる場面もあった。合計18回の線路閉鎖を行ったうち、1度も時間延長してしまうような、いわゆる列車阻害事故といわれる事態にならずに、無事施工できたことは幸であった。ま

倖であった。

§ 6. おわりに

重量げたを活線上に架設するという工事に対し現場の職員一同、経験は皆無に近い状態で寒心のきわみであったが、本社・支店の関係各位の御指導を賜り、無事に工事が完了したことに対して感謝致します。

なお施工の状況については、技術研究部の御尽力によりフィルムに収めてあるので、機会があれば御覧下さい。