

PC単純下路桁の横移動架設

奥山 和之*1・新井 武好*2・嶋田 裕志*3

1. はじめに

大津川は、幹線流路が延長 27 km, 上流に牛滝川・松尾川・横尾川の三支流があり、和泉市・岸和田市・泉大津市・忠岡町に跨がって流れる南大阪最大の二級河川である。

流域では、近年開発が著しく、特に松尾川流域内では、住宅都市整備公団による「トリヴェール和泉」(約 370 ヘクタール)の開発が進められている。また、大阪府都市開発(株)が現在施工中の泉北高速鉄道(光明池駅~和泉中央駅間)の建設に伴う開発も考えられ、その結果流入する雨水など水量増大が予想される。大阪府では、今後の水量増を考慮して水量を安定化させ、洪水を防止する必要から、川幅の拡大など河川改修工事を大阪府より南海電気鉄道(株)に委託され実施しているもので、その一環として、当社南海本線の大津川橋梁の改築が計画された。

本工事の特色は、架橋地点の下流側に構築した仮設栈橋上でポストテンション単純下路桁(重量:約 765 tf)を製作し、横移動装置として主桁の支承部にすべり架台を使用し、約 20 m 横移動してからジャッキダウン(高さ約 2.3 m)するという工法である。

この報告は重量桁の横移動とジャッキダウンについて述べるものである。

2. 工事概要

工事名: 南海本線大津川橋梁改築工事(上部工)

工事場所: 大阪府泉大津市高津町

南海本線(泉大津~忠岡駅間)

工期: 着工日より 10 か月間

工事内容: 主桁製作工 3 連
橋種 プレストレストコンクリート鉄道橋



図-1 位置図

工事場所

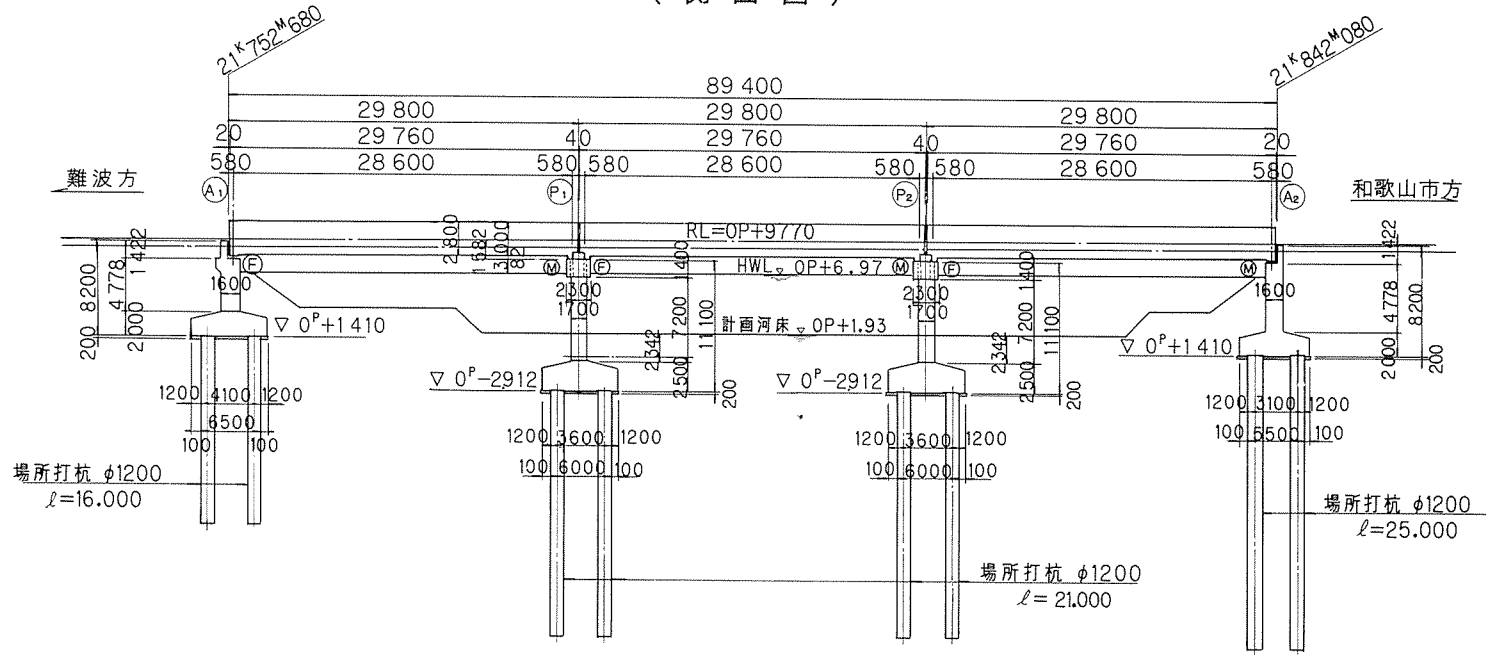
構造形式	ポストテンション方式単純下路桁橋
橋長	89.400 m

*1 Kazuhiko OKUYAMA: 南海電気鉄道(株) 工務部工事課 技術主任

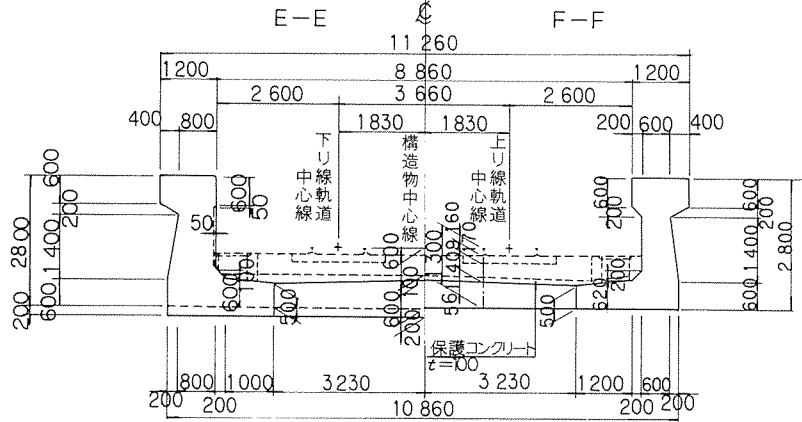
*2 Takeyoshi ARAI: 南海建設(株) 土木工務部 課長

*3 Hiroshi SHIMADA: 住友建設(株) 土木部 工事所長

(側面図)



(断面図)



(側面図)

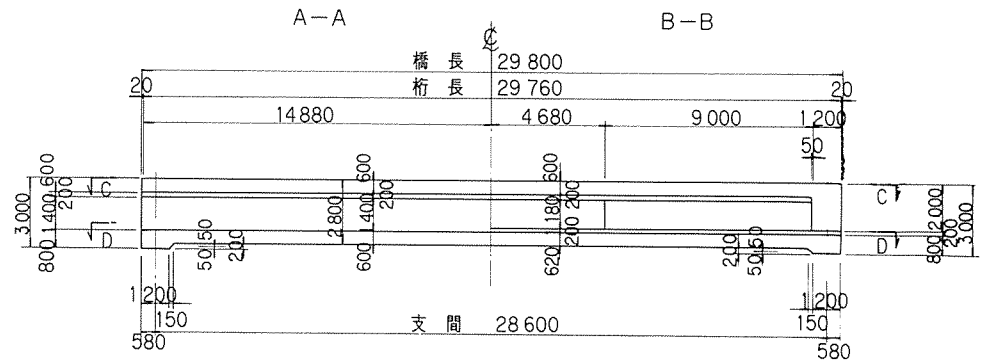


図-2 側面図および断面図

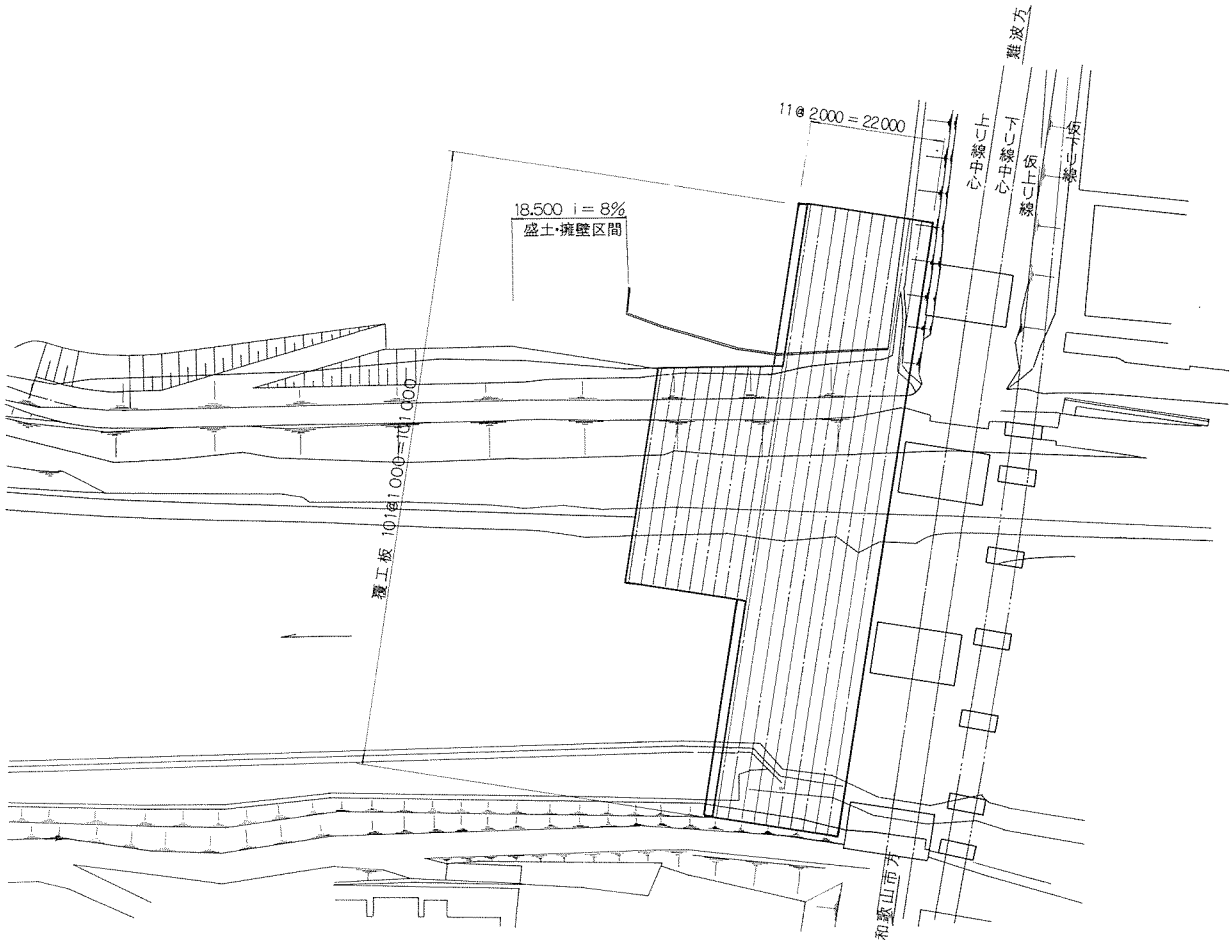


図-3 仮設平面図

桁 長	29.760 m (3 径間)
支 間	28.600 m (3 径間)
幅 員	11.260 m
斜 角	90 度
主桁架設工	横移動工法 3 連
支 承 工	クロロプレンゴム沓, 固定, 可動共, $t_f=52$ mm 鋼角ス トッパー (図-2, 3 参照)

3. 主桁横移動工

主桁横移動工フローチャートを図-4 に示す。また、
施工要領図を図-5 に示す。

4. 支保工 (ジャッキアップ架台) の組立

ジャッキアップ架台の基礎は、各橋台・橋脚のフーチング施工時に行い、下部工の埋戻し前に一部 (下部柱) を組み立て、上部工施工中に残り (上部柱) を施工した。なお、上部工・下部工の各工程上より、 S_2 ($P_1 \sim P_2$)・ S_3 ($P_2 \sim A_2$) 径間については、下部柱・上部柱・足場をすべて組み立て、 S_1 ($A_1 \sim P_1$) 径間は、 P_1 側のみ下部柱を組み立てておき、上部柱と足場は S_2 径間側のも

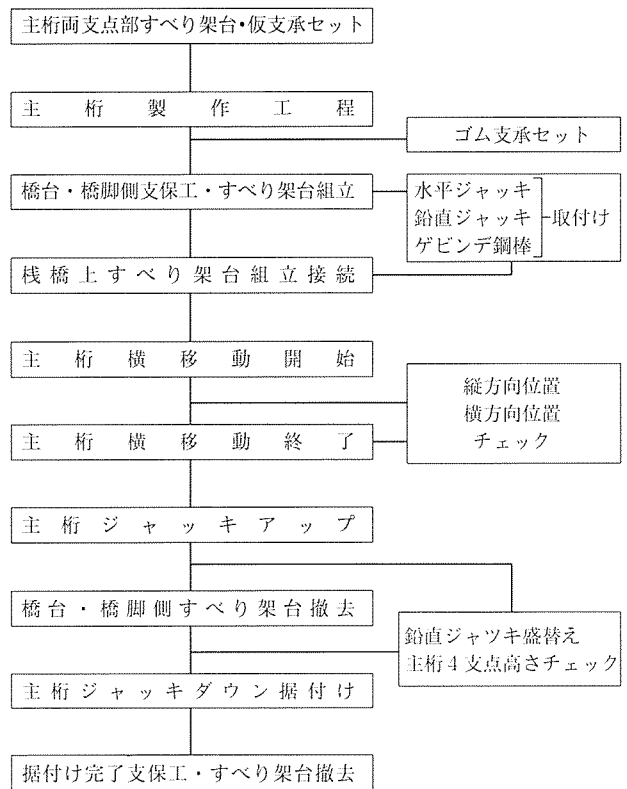


図-4 主桁横移動工フローチャート

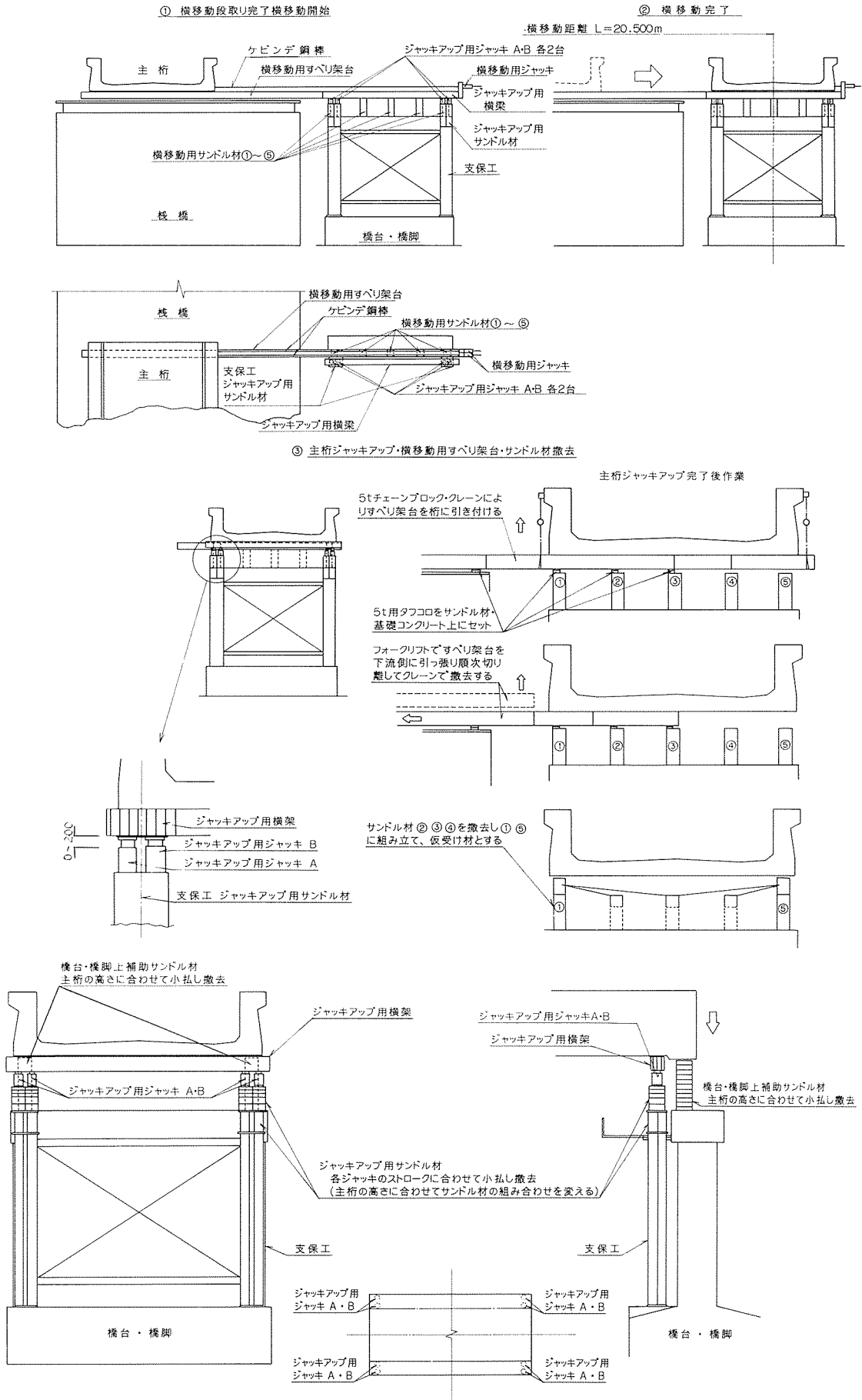


図-5 主桁横移動工施工要領図

◇工事報告◇

のを転用した。

また、 A_1 の下部柱については、 S_2 の P_2 側上部柱を撤去したものを転用し組み立てた（図-6 参照）。

足場組立完了後、サンドル材、300 tf ジャッキ、ジャッキアップ受梁の組立となるが、特にジャッキアップ受梁は、重量が重いので二分割してあるため、組立時にはジョイント部にビティで矢倉を組み接合した（図

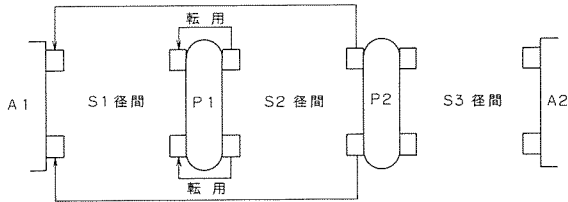


図-6 平面図

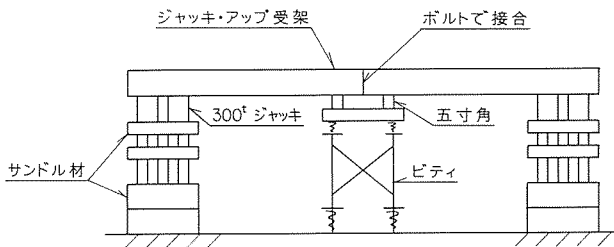


図-7 断面図

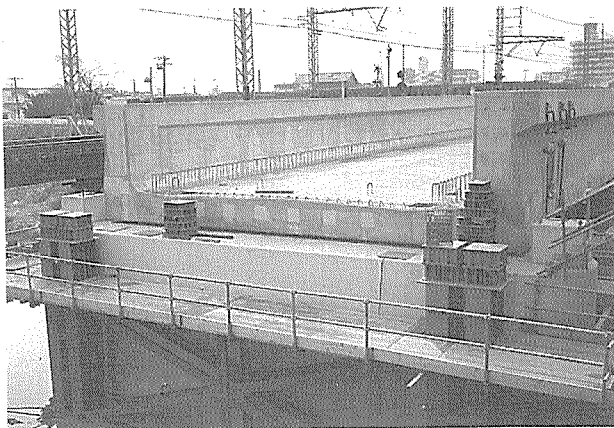


写真-1 ジャッキダウン架台(サンドル材)組立状況 (P_2 橋脚)

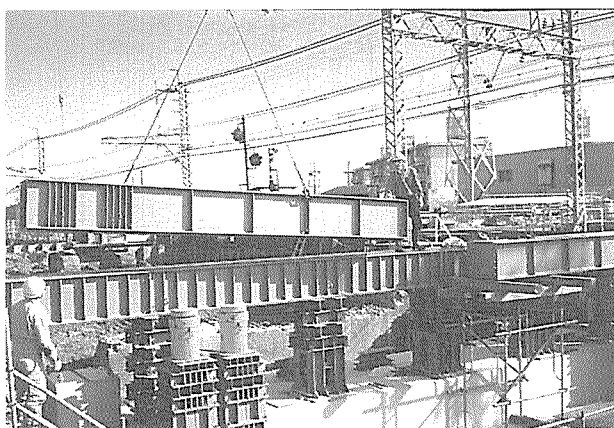


写真-2 ジャッキ受け梁組立状況 (S_2 径間, P_1 橋脚)

-7, 写真-1, 2 参照)。

5. 横移動用すべり架台の組立

5.1 構造

下部装置は、I 形鋼 (I-600×190×13×25) を並列に組み、その上下に鋼板 ($t=16$ mm, 幅=590) を一体化したものの上に特殊加工 [AB コート: オイレス工業 (株)] した鋼板 (標準・ $t=9$ mm×1 000×500) を全面に張り付けたもの (すべり架台) で、上部装置は、同じ AB コート加工した鋼板 (標準・ $t=9$ mm×1 500×500) の上に $t=16$ mm の鋼板 (標準・ $t=9$ mm×1 500×600) を張り合わせたもの (すべり板) を使用した。

このすべり架台と AB コートを利用することにより引張力の低減を計るものである。

5.2 組立

(1) 主桁製作台部では、上記のすべり架台の中心を支承中心に合わせ、かつ高さをセットしてから栈橋と架台のすきまにコンクリートを打ち込み、それからすべり板をのせ、その上に底型枠を兼ねたクッション材 (ゴム板, $t=10$ mm×1 000×600) をセットした。最初の S_3 径間では、すべり板を桁下面幅全面にセットしたところ横締めケーブル緊張後、桁が橋軸直角方向に反り上がってしまったため、主桁の荷重が両端だけにしかかからず、横移動中に中のほうのすべり板が浮いてしまって機能を果たさないことが分かったので、 S_2 径間からはすべり板を端部から 2 枚だけとし (中のほうはベニアと栈木で施工)、なおかつ、横締めケーブル緊張による反りで、すべり架台に集中荷重が掛からないようにすべり板にレア (橋軸直角方向) をつけてセットした。

(2) 橋台・橋脚部には、横移動中の衝撃により水平荷重が作用することが心配されるので、橋台・橋脚天端にケミカルアンカー ($W=3/4$) を打ち込み、サンドル材を固定し、サンドル材と下部工天端の間には、主桁荷重によりサンドル材足元の不等沈下が起きないように無収縮モルタルを打設した。また、すべり架台のセットは、

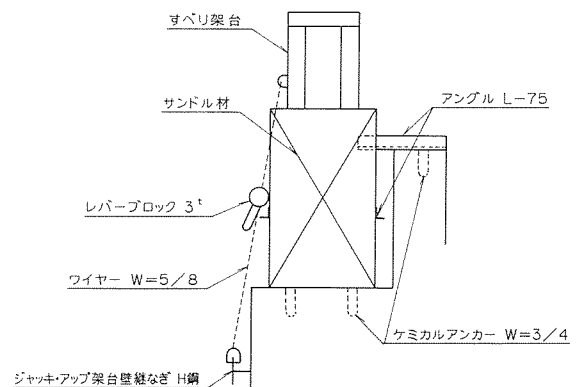


図-8 橋台部

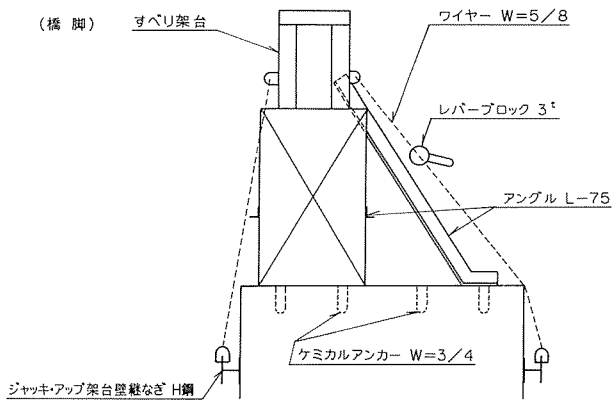


図-9 橋脚部

下げ振りを用いて架台の中心を支承中心に合わせ、セット後もアングル・ワイヤー・レバーブロック等を用いて振れ止め防止を施した(図-8, 9 参照)。

(3) 橋台および橋脚部と栈橋の間は、すべり架台のジョイントが栈橋の終点となったため、製作台施工時から全体的に 125 mm 下流側へすべり架台を移動し、栈橋の終点の H 鋼杭天端に山留材とキリンジャッキを用いて補強した(図-10 参照)。

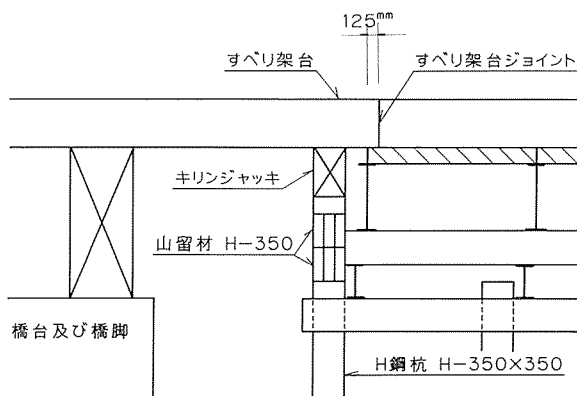
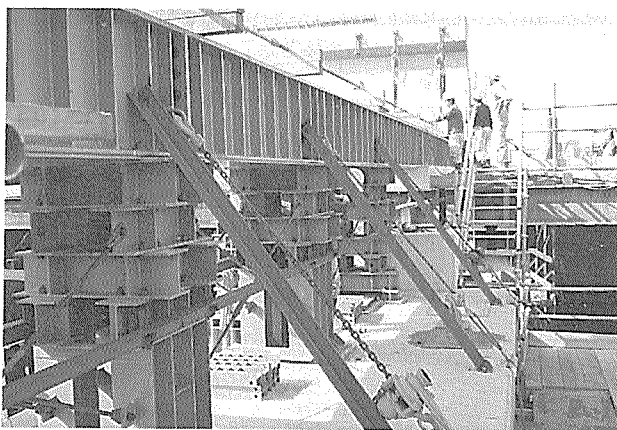
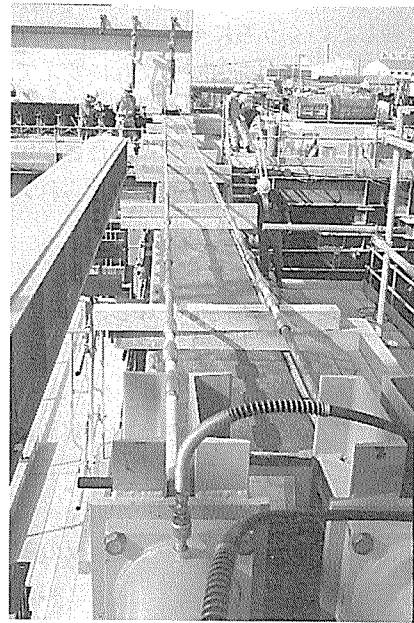


図-10 補強図

写真-3 すべり架台振れ止めアンカー組立状況 (S₃ 径間, P₂ 橋脚)

(4) 引張装置は、すべり架台先端に片側当り 2 台の水平ジャッキ(油圧式 50 tf センターホール: ストローク 500 mm)と電動油圧ポンプ(1.5 kW) 1 台を分流器を用いてセットし、予め桁に埋め込んだゲビンデ鋼棒φ 26 mm をカプラーにて接続したものである。

ジャッキ後方と列車の建築限界線との余裕が 500 mm 程度しかなかったため、1 回のジャッキストロークを 250 mm としたので、ゲビンデ鋼棒の長さも 250 mm で切り離しができるようにした(写真-3, 4 参照)。

写真-4 横移動用ゲビンデ鋼棒φ 26 組立状況 (S₃ 径間, P₂ 橋脚)

6. 主桁横移動作業

水平ジャッキの繰返し操作によって、橋台および橋脚上の所定の位置までの移動距離 ($L=20.500$ m) を横移動させた。なお、移動中における連絡方法および測定については、次のとおりとした。電動ポンプ操作者および測定者間の連絡はトランシーバーを使用した。桁の橋軸線方向のチェックは、双方のすべり架台上にリボンテープを張り測定し、桁の橋軸直角線方向のチェックは片側の支承中心線と平行な線上にトランシットを据え付け、桁のウェブの位置で測定した。

移動中の状況は、桁が栈橋上に載っている場合、桁は当然水平ジャッキの方向に直線的に移動していくものと考えられたが、引っ張っているゲビンデ鋼棒の長さが長くかつ剛性が小さいため、栈橋の沈下により大阪側のすべり架台が和歌山側より低くなったこと、すべり架台製作時における鋼材のひずみによりセット時から大阪側に傾斜していたことなどが原因で、常に大阪側へと寄って

◇工事報告◇

しまった。この方向修正として、片側2本あるゲビンデ鋼棒の大阪側の1本を和歌山側のジャッキ1台で引っ張った。それでも修正ができなかったときは、桁の下流側におしみとして埋め込んだゲビンデ鋼棒に、移動初期の縁切りと、ゲビンデ鋼棒の許容引張力を超してしまった場合を考えて用意した50 tf ジャッキをセットし、水平ジャッキとおしみジャッキとをクロス方向に引っ張り、桁に回転を与えて修正した。なおこの回転させる方法は主桁の剛性が大きいので、常に4点に荷重が作用する場合は良いが、どこか1点が沈下して低くなるとその箇所のすべり板が浮いてしまい、3点支持になり、かつ、桁が移動していくうちにその支持点が変わってしまうのでクロスに引く方向を何回も交互に変えて行った。桁の先端が橋台・橋脚上の最初のサンドル材を完全に通り過ぎる辺りからは、ゲビンデ鋼棒の長さが短くなったことも影響し、桁は真っすぐに引き寄せられスムーズに移動した(図-11 参照)。

ここで、桁重量を800 tf として、電動ポンプの圧力計より引張力(表-1 参照)を計算し、AB コートの摩擦係数を表にすると表-2 のようになった(桁重量片側約400 tf : AB コートのカタログデータ0.5~1.0)。

以上の結果より、AB コートの摩擦係数値はほぼカタログデータに合致するが、毎回 AB コートの補修剤を塗っての3回目の横移動時には、桁がしゃくるように移動したので、この辺りが AB コート鋼板の限界と思われる(写真-5, 6 参照)。

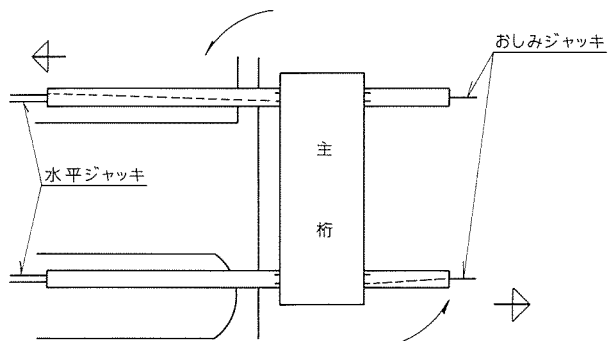


図-11 主桁横移動図

表-1 水平ジャッキのゲビンデ鋼棒(φ26 mm)の引張力(片側当り)

電動ポンプ 圧力計(kgf/cm ²)	引張力(tf)	
	ゲビンデ鋼棒1本 (ジャッキ1台)	ゲビンデ鋼棒2本 (ジャッキ2台)
50	5.23	10.47
100	10.47	20.93
150	15.70	31.40
200	20.93	41.86
250	26.16	52.33
300	31.40	62.79
350	36.63	73.26
400	41.86	83.72
最大433	45.31	90.63
ジャッキの受圧面積(cm ²)	104.65	209.30

表-2 AB コートの摩擦係数

引張状態	ジャッキの台数(台)	電動ポンプの圧力計(kgf/cm ²)	引張力(tf)	摩擦係数	移動所要時間(250 mm 当り)
1 縁切り時	2	180	37.64	0.094	
2 最小圧力	2	120	25.12	0.063	
3 最多圧力	2	150	31.40	0.079	
	1	290	30.35	0.076	1分45秒
4 最大圧力	2	220	46.05	0.115	

* 1 サイクル当りの所要時間(移動開始から次の移動前まで)

3 最多圧力のジャッキ1台のとき 3分45秒

4 最大圧力のジャッキ2台のとき 6分00秒

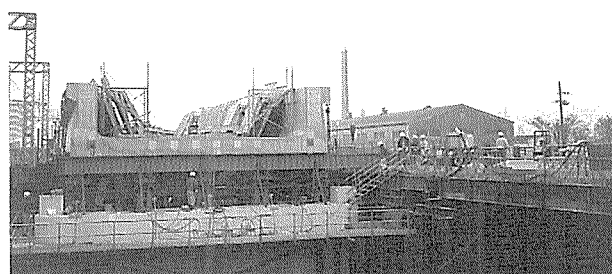


写真-6 主桁横移動完了(S₃ 径間)



写真-5 主桁横移動状況(S₁ 径間)

7. 横移動すべり架台およびサンドル材撤去

横移動完了後、ジャッキアップ用ジャッキ(単動、ストッパー付き 300 tf, ストローク 200 mm)を片側当り 4 台使用して、まず、主桁を約 100 mm 程アップする。次に、主桁ウェブ外側頭部にセットしたチェーンブロック(5 tf 吊り)ですべり架台を桁に引き付けるのと、栈橋上のすべり架台(6 m)もトラッククレーン(20 tf 吊り)にて約 100 mm 程度吊り上げる。このとき、すべり架台とサンドル材およびベースコンクリートにできた隙間にタフコロ(6 tf 用)をセットし、その上にすべり架台を載せる。次に、フォークリフト(1.5 tf)ですべり架台を下流側に引き出し、順次すべり架台のジョイント部を切り離して、トラッククレーン(20 tf 吊り)で撤去した。

サンドル材は、主桁ジャッキダウン作業時の安全確保のため、5 か所あるすべり架台のサンドル材のうち、中側の 3 か所のサンドル材を撤去し両外側のサンドル材を桁下面まで組み立て、かつ、ストッパーの箱抜き部に山留材(H-400 : L=4.5 m)を挿入した。

なお、安全上この作業は、起点側・終点側のどちらか片側から行った。ジャッキと電動ポンプのセットは、主桁ジャッキダウン時に主桁の外側(A ジャッキ 2 台)と内側(B ジャッキ 2 台)のジャッキを交互に使用してダウンしていくので、分流器を使用してA・Bの各ジャッキ 2 台についてそれぞれ 1 台の電動ポンプ(1.5 kW)で行った(表-3, 写真-7 参照)。

表-3 ジャッキアップ用ジャッキの仕様
(主桁自重片側 400 tf)

揚力	300 tf
揚程	200 mm
受圧面積	660 cm ²
重量	423 kg
電動ポンプの圧力	303 kgf/cm ² (ジャッキ 2 台) 152 kgf/cm ² (ジャッキ 4 台)

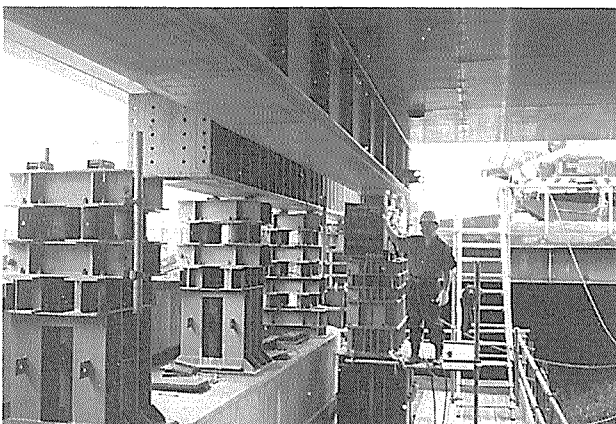


写真-7 すべり架台撤去状況 チルコロ使用 (S₁ 径間)

8. 主桁ジャッキダウン据付け

起点側・終点側のどちらか片側の A ジャッキ 2 台をアップして B ジャッキ 2 台のサンドル材 1 段(150 mm)を撤去し、A ジャッキ 2 台をダウンする(片側 150 mm ダウン、このとき必ず B ジャッキ 2 台についてストッパーをきかせジャッキ 4 台で支持する)。反対側の A ジャッキ 2 台をアップして B ジャッキ 2 台のサンドル材 1 段(150 mm)を撤去し、A ジャッキ 2 台をダウンする。次に、B ジャッキ 2 台をアップして A ジャッキ 2 台のサンドル材 1 段(150 mm)を撤去し、B ジャッキ 2 台をダウンする(反対側 300 mm ダウン、このとき必ず A ジャッキ 2 台についてストッパーをきかせジャッキ 4 台で支持する)。片側に戻り A・B ジャッキの操作で 300 mm ダウンさせる。以上の作業の繰り返しによって、桁を支保まで下げていった。なお、主桁の下がる状態を見ながら、桁の両外側すべり架台のサンドル材も順次撤去した。

ジャッキのサンドル材の撤去は、ジャッキが重いのでジャッキ受梁からレバーブロック(0.5 tf 吊り)でジャッキを吊った。また、ジャッキのセットは、必ず水平器を使用してジャッキの倒れを確認した。ジャッキダウン時の高さ管理は、桁の両ウェブにリボンテープを張り付け、150 mm 下げごとにレベルで確認し、誤差が大きい場合は、ジャッキのストッパーで調整し水平にした。

横移動完了時の橋軸方向誤差(目地の幅)と桁のダウン量が大きいので、横移動完了時に所定の位置にあった桁が、据付け完了時にはジャッキの倒れ・支保工のなじみ等で橋軸直角方向に 2~3 cm の誤差が生じたため、次のように修正した。まず、両側の A ジャッキ 4 台と

表-4 主桁横移動工施工実績表

径間	主桁横移動距離 (L=20.5m)										ジャッキ ダウン 準備	すべり 架台撤去	主桁 ジャッキ ダウン (H=2.3m)		所要 日数	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20			1	2		
S3	①	②	③	④							⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	9日
S2	①	②	③								④		⑤	⑥		6日
S1	①	②	③-1								③-2	④-1	④-2	⑤		5日



写真-8 主桁ジャッキダウン準備完了 (S₁ 径間, A₁ 橋台)

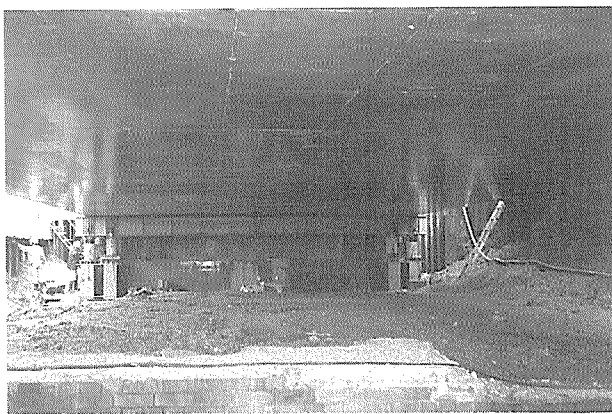


写真-9 主桁ジャッキダウン状況 (S₁ 径間, A₁ 橋台)

受梁の間に AB コート加工の鉄板 ($t=9$ mm) 2 枚を挿入し、桁をアップして支承面から 1 cm 程度浮かす。次に、50 tf の手動式ジャッキ (全長 200 mm, ストローク 50 mm) で電柱アンカーおよび仮設鋼矢板等を反力にして修正した。

なお、この修正は、誤差が桁の据付け許容範囲を超えた場合のみとした (表-4, 写真-8, 9 参照)。

9. 支保工 (ジャッキアップ架台) およびサンドル材の撤去

主桁ジャッキダウン時に使用した高さ 1 m のサンドル材は、主桁製作時に予め底版に埋め込んでおいたインサートに吊り環を取り付け、レバブロック (1.5 tf 吊り) にて移動させ足場の外側に出した。また、主桁据付け完了後のサンドル材およびジャッキ、ジャッキ受梁等は、チルコロおよびローラーコンベアの上に乗せて下流側足場の先端まで引き出し、トラッククレーン (20 tf 吊り) にて撤去した。

P₂ 橋脚の支保工 (ジャッキアップ架台) の撤去は、主桁製作時に予め底版に埋め込んでおいたインサートに I 形鋼を取り付け、それに 5 tf 吊りのギアドトローリーをセットしてから、解体用の吊り足場を組み立てた後、ジャッキアップ架台の足場をまず撤去した。次にジャッキアップ架台のブレース、壁継ぎ、支柱と順次ギアドトローリーで吊って下流側まで移動させ、トラッククレーン (20 tf 吊り) にて撤去した。

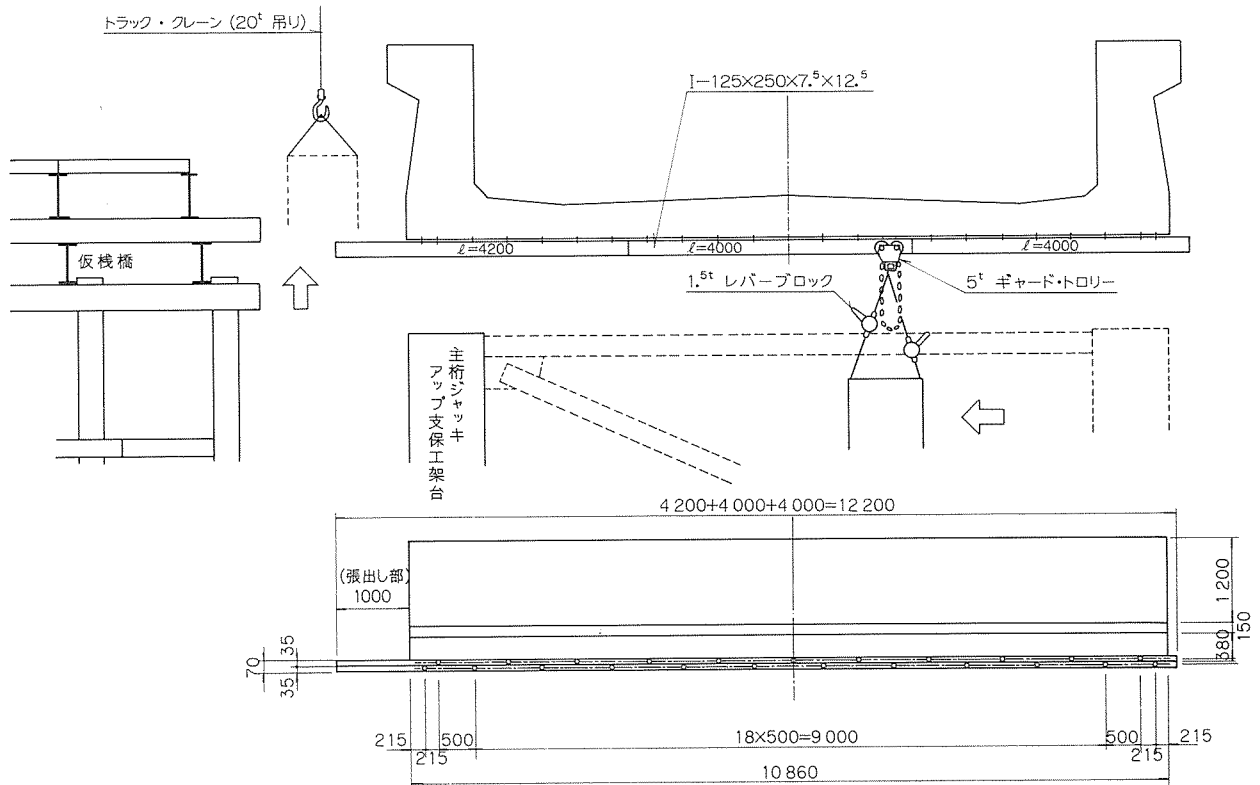


図-12 主桁ジャッキアップ架台支保工撤去要領図 (その1) 架台横持ち詳細図

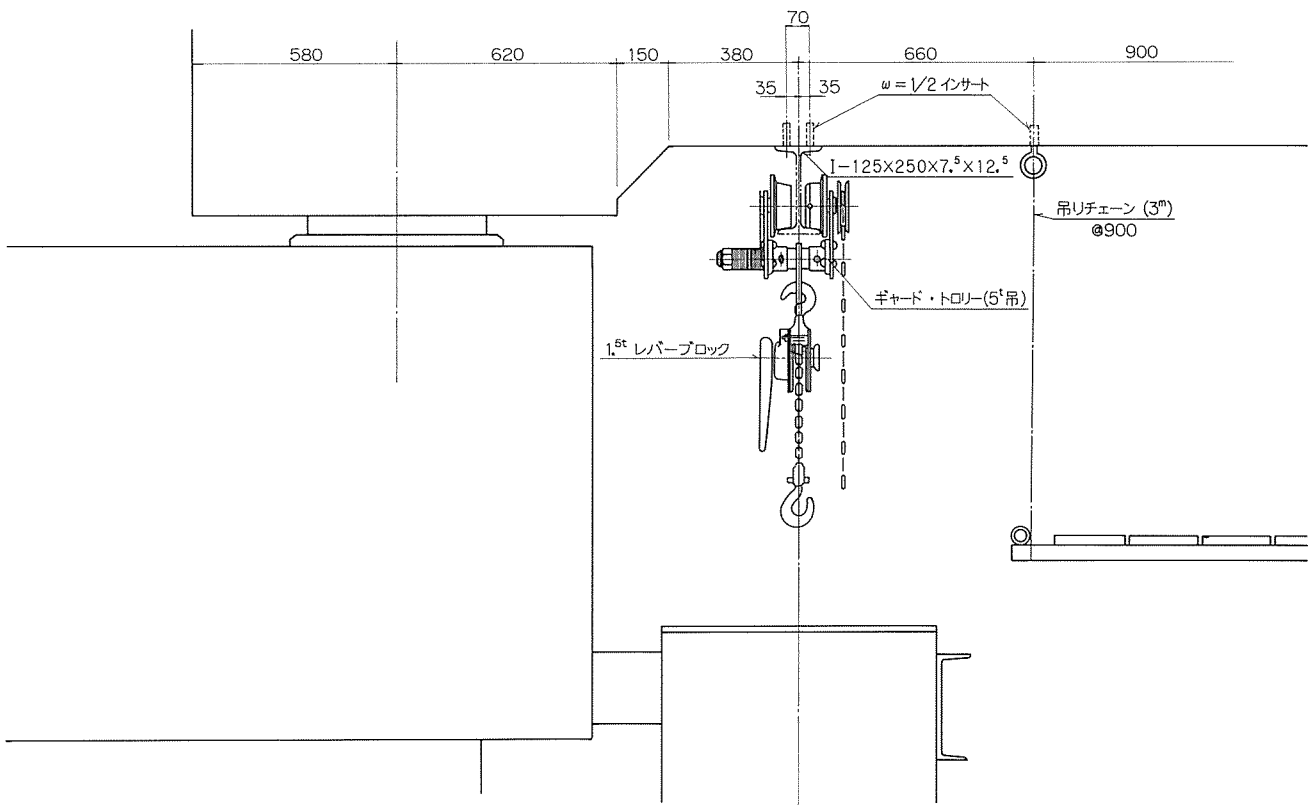


図-13 主桁ジャッキアップ架台支保工撤去要領図(その2) 架台横持ち詳細図

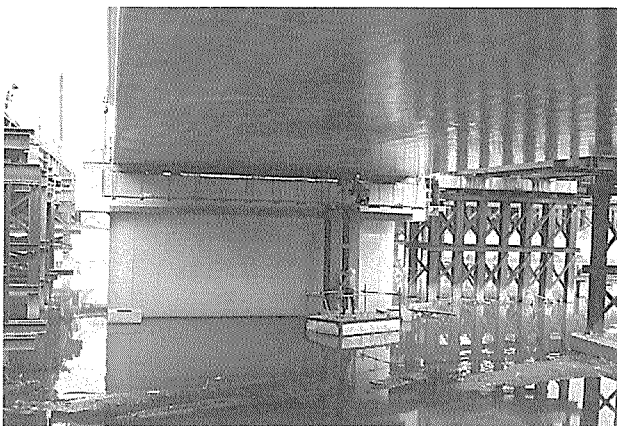


写真-10 ジャッキダウン架台撤去状況 (S₃ 径間, P₂ 橋脚)

レーン (20 t 吊り) にて盛り替えて撤去した (図-12, 13, 写真-10 参照)。

10. あとがき

当社には、営業線近接での PC スルー桁の架設の実施例がなかったため、施工を担当する南海建設(株)、および住友建設(株)と入念な設計・施工計画についての打合せを行い、横移動架設工法を採用し実施した。約 765 t の桁を栈橋上で 20 m 横引きし、2.3 m ジャッキダウンを行うことに当初は不安を感じたが、施工技術陣の尽力により工期どおり無事故、無災害で工事を完了することができ、施工精度においても充分満足する成果を得ることができた。今後はこの成果を当社の橋梁架替え工事に応用していきたいと思う。

最後に大阪府をはじめ、社内外の関係者各位のご支援、ご協力に深く感謝する次第である。

【1993年10月14日受付】

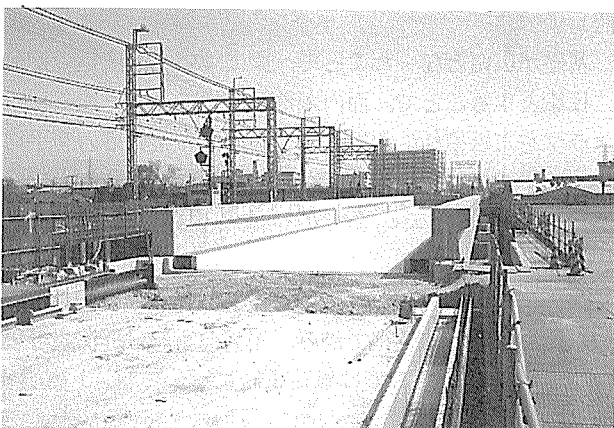


写真-11 竣工