

現場打ち片持梁架設橋の施工

桑 原 晴 雄*
 板 井 栄 次*
 藤 田 洋**
 西 田 修 三**

現場打ち片持梁工法は、橋脚よりフォルバウアーゲンと呼ばれる移動式架設車を使用し、張出し架設を行うものであり、西ドイツの D & W 社により開発されたものである。1950 年に同工法による最初の橋梁、Lahn 橋（スパン $l=62\text{m}$ ）が架設され、1965 年には、当時コンクリート橋として、世界最大のスパン $l=208\text{m}$ を有する Bendorf 橋が架設され、コンクリート長大橋の施工法として、全世界に広く用いられることとなった。

我が国においても、昭和 34 年、神奈川県相模湖畔に現場打ち片持梁工法によって嵐山橋が架設され、以来 250 余橋の施工例にみられるように広く用いられてきている。そして今日では、コンクリート桁橋として、世界一、二を競うようなスパンを有する浜名大橋、彦島大橋が架設されている。またこれら桁橋だけでなく、アーチ橋、斜張橋、トラス橋にも同工法は架設工法として応用されている。

表-1 に、我が国における現場打ち片持梁工法による橋梁を示す。

現場打ち片持梁工法の一般的な特徴を以下に掲げる。

- 1) 片持梁架設であり、地上よりの支保工を必要としない。そのため橋梁直下の地形条件およびその他の諸条件（河川、道路、鉄道など）に左右されずに施工可能である。

- 2) 主桁全体を支持する支保工を使用するのと異なり、主桁を部分的に支持する片持式支保工、すなわちウーゲンで施工を行うため、施工用機械を大きく

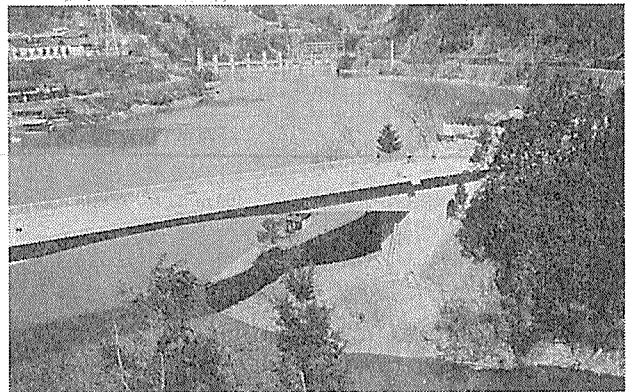


写真-2 嵐山橋

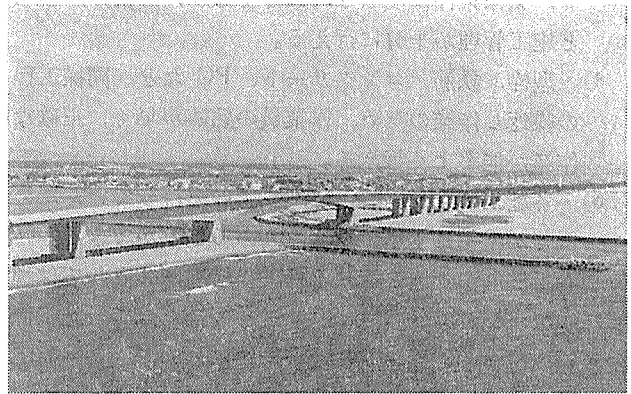


写真-3 浜名大橋

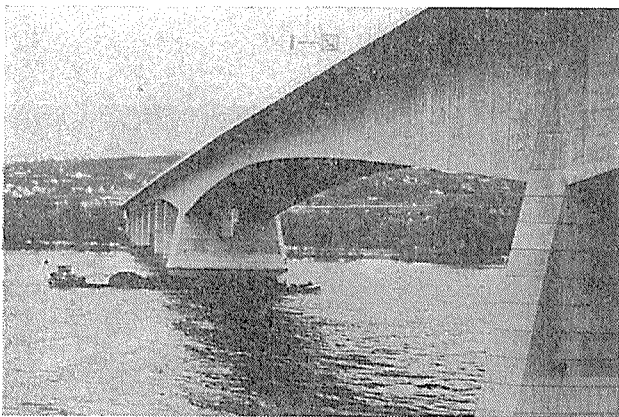


写真-1 Bendorf 橋

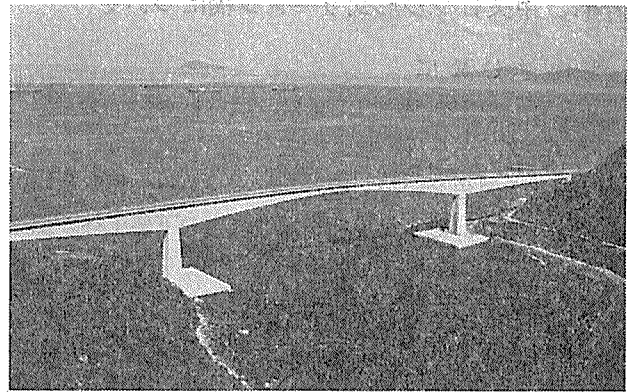


写真-4 彦島大橋

* 住友建設（株）土木部橋梁設計課
 ** 鹿島建設（株）北陸支店太田川作業所

表-1 現場打ち片持梁工法による代表的橋梁

竣工年次	橋名	道路橋 鉄道橋	橋長	最大スパン	施主	構造形式	場所
1966	天草3号橋	道路橋	361 m	160 m	日本道路公団	3径間有鉸ラーメン橋	熊本県
1967	名護屋大橋	"	258 m	176 m	佐賀県	3径間有鉸ラーメン橋	佐賀県
1972	浦戸大橋	"	915 m	230 m	日本道路公団	5径間連続桁橋(中央径間ヒンジ付き)	高知県
1974	与田切川橋	"	277.2 m	115 m	"	3径間連続桁	長野県
"	中田切川橋	"	214.4 m	102.4 m	"	"	"
1975	第2阿武隈川橋梁	鉄道橋	526.5 m	105 m	日本国有鉄道	5径間連続桁	福島県
"	彦島大橋	道路橋	680.0 m	236 m	山口県道路公社	3径間有鉸ラーメン橋	山口県
1976	浜名大橋	"	631.8 m	240 m	日本道路公団	5径間連続桁橋(中央径間ヒンジ付き)	静岡県
1977	日川橋	"	A-630 m B-557.6 m	100.4 m	"	2径間T形ラーメン橋, 3径間有鉸ラーメン橋	山梨県
1978	吾妻川橋梁	鉄道橋	220 m	109.52 m	日本鉄道建設公団	2径間T形ラーメン橋	群馬県
"	太田川橋梁	"	222 m	110 m	"	3径間連続桁	新潟県
1979	氷川橋	道路橋	A-269 m B-271.9 m	101.0 m	日本道路公団	4径間連続桁	熊本県
1980	岩大橋*	"	595 m	185 m	"	5径間有鉸ラーメン橋	神奈川県

* 工事中

注: 中央ヒンジ形式についてはスパン 160 m 以上。連続桁およびT形ラーメン橋形式についてはスパン 100 m 以上を選ぶ。

することなしに長大橋の施工が可能であり、長大橋の施工に最も適した工法である。

- 3) 主な作業がワーゲン内に限定される。このため、ワーゲンに上屋、養生設備などを設けることにより、気象条件に左右されにくくなり、品質、工程など施工管理が十分に行える。
- 4) 型枠、鉄筋、コンクリート、PC など、同様工程の繰返し作業のため、作業員の熟練が早く、正確な作業が能率よく行える。
- 5) 各施工ブロックごとに施工管理を行っていくため誤差が累積せず施工精度を高めることができる。

この工法により施工される橋梁の構造形式としては種々あるが、ここでは、コンクリート桁橋として、施工例の多い、ラーメン橋および連続桁橋について、各々施工例を示す。

1. 中央ヒンジ形式ラーメン橋について

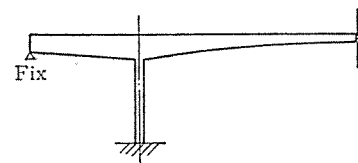
1.1 はじめに

中央ヒンジ形式ラーメン橋は、現場打ち片持梁架設されるコンクリート橋の構造形式のなかにおいて、最もその架設法の特徴をいかしており、古くから採用されている形式である。そのなかでも、地震力の下部工への伝達方法により次の2形式がある。

① 両橋台に地震力を伝達する形式

側径間は支保工施工し、側径間施工後、中央径間だけをワーゲンにより片持梁架設する。この形式の代表として、名護屋大橋(最大スパン $l=176$ m)がある。

① 両橋台に地震力を伝達する形式



② 各橋脚に地震力を伝達する形式

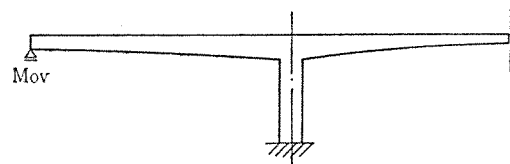
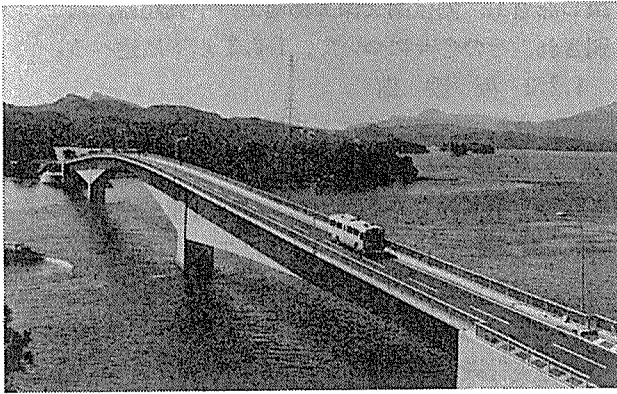


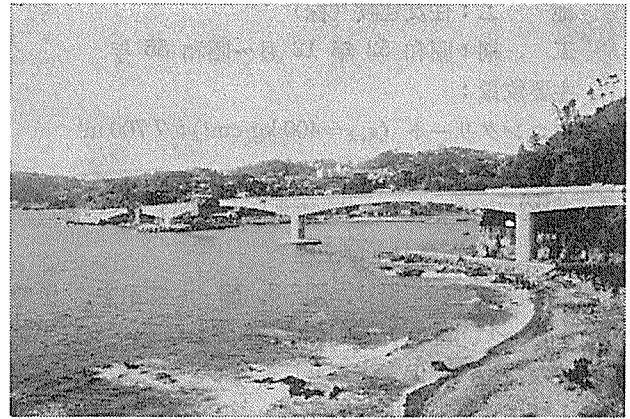
図-1



写真-5 名護屋大橋



写真一6 天草 3 号橋



写真一7 岩大橋全体写真

② 各橋脚に地震力を伝達する形式

各橋脚より、左右 2 台のワーゲンによりバランスをとりながら、片持梁架設する。この形式の代表として、天草 3 号橋（最大スパン $l=160\text{ m}$ ）がある。

ここでは、一般的な②形式について、施工法を述べるとともに、その形式の構造上の特徴を以下に記す。

- 1) 最大の上部工反力を受ける橋脚上が剛構造のため、連続桁の橋脚上のような大きな沓を必要としない。そのほかにも、片持梁架設中の仮固定を必要としないため、長大スパンの施工に適した構造形式である。
- 2) 片持梁架設中の断面力と完成系の断面力がほぼ一致しているため、一般的には、架設用 PC 鋼材を別途に配置する必要がなく、経済的な構造形式である。
- 3) 主桁と橋脚が剛構造となっており、中央にヒンジ沓（せん断力のみを伝達し、軸方向の移動および回転については拘束しない）を有するため、地震力は橋脚で分担し、その分担が明確である。そのため地震の多い我が国では、適した構造形式である。

ここでは、真鶴道路岩大橋を例にし、その施工法について以下に述べる。

1.2 真鶴道路岩大橋工事

岩大橋は国道 135 号線の混雑緩和のため、建設されている真鶴道路第 3 期工事の一環として、岩港の港口を横

断する海上橋で、最大スパン $l=185\text{ m}$ の 5 径間有鉸ラーメン橋である。

工事概要

工 事 名：真鶴道路（三期）岩大橋（PC 上部工）
工 事

工事場所：神奈川県足柄下郡真鶴町字岩

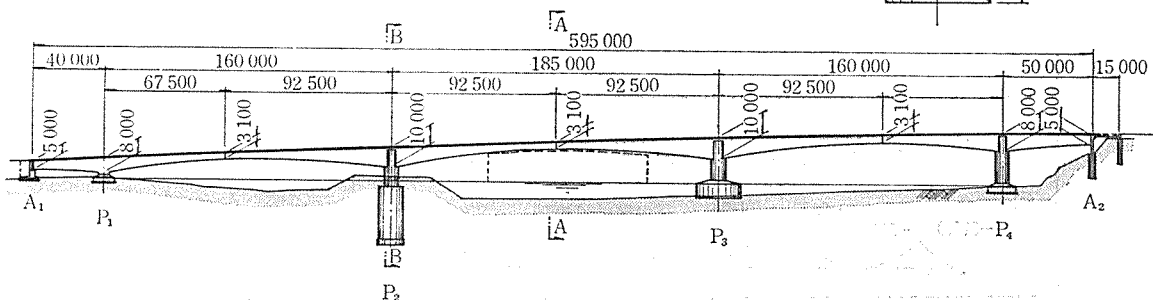
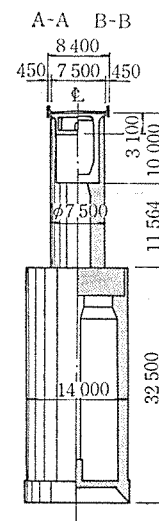
設計荷重：TL-20

構造形式：5 径間有鉸ラーメン箱桁橋（ディビダーク工法）

橋 長：595 m（40+160+185+160+50 m）

幅 員：8.4 m（有効幅員 7.5 m）

発 注 者：日本道路公団東京第 1 建設局



図一2 岩大橋一般図

報 告

施 工：住友建設（株）

工 期：昭和 52 年 12 月～昭和 55 年

主要数量：

コンクリート ($\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$)；7 700 m^3

鉄筋 (SD 30)；710 t

PC 鋼棒 (SBPR A 種 2 号)；820 t

1.2.1 施工順序および工程

施工順序および工程は、図-3、図-4 に示すようである。A₁～P₁ 間については桁下空間もなく、支保工施工可能なため、支保工施工としている。また中型ワーゲンの 1 ブロック工程は稼働効率を考慮して、1 サイクル 9 日となっている。施工区分としては、柱頭部施工、張

出し部施工、側径間支保工部施工、中央連結部施工に大別され、その各々について、1.2.3 以下に述べる。

1.2.2 仮 設 備

荷揚設備は施工条件により異なってくるが、一般的には、ケーブルクレーン、タワークレーン、クローラクレーンが使用されている。ここでは海上橋ではあるが、下部工施工と一部同時施工となったこともあり、下部工施工に使用された仮架橋などをそのまま使用し、クローラクレーン (35 t) により、ワーゲン組立て、解体およびその他資材搬入を行った。

1.2.3 柱頭部施工

施工は最初に、柱頭部を支保工により施工する。ここ

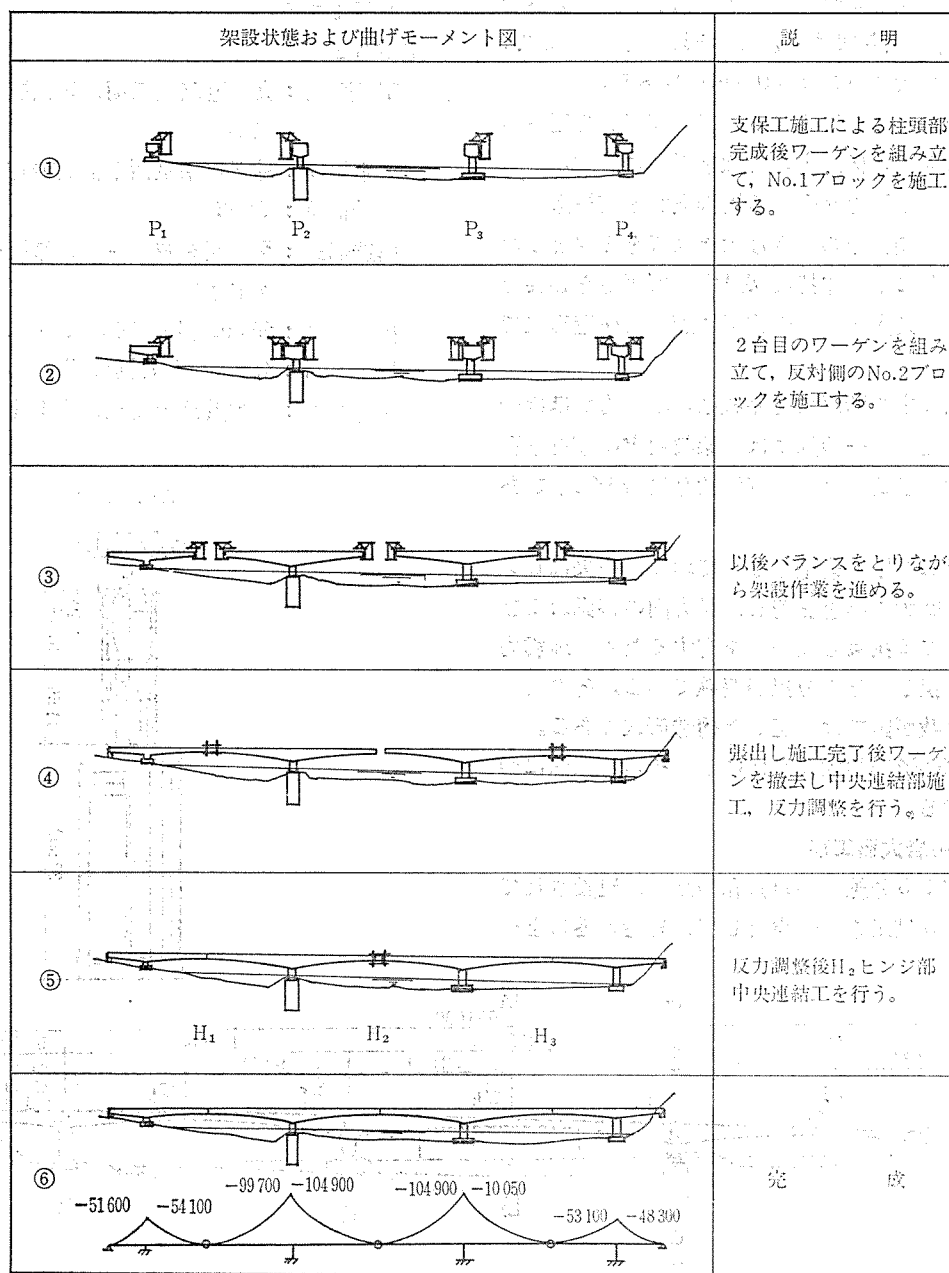


図-3 施 工 順 序 図

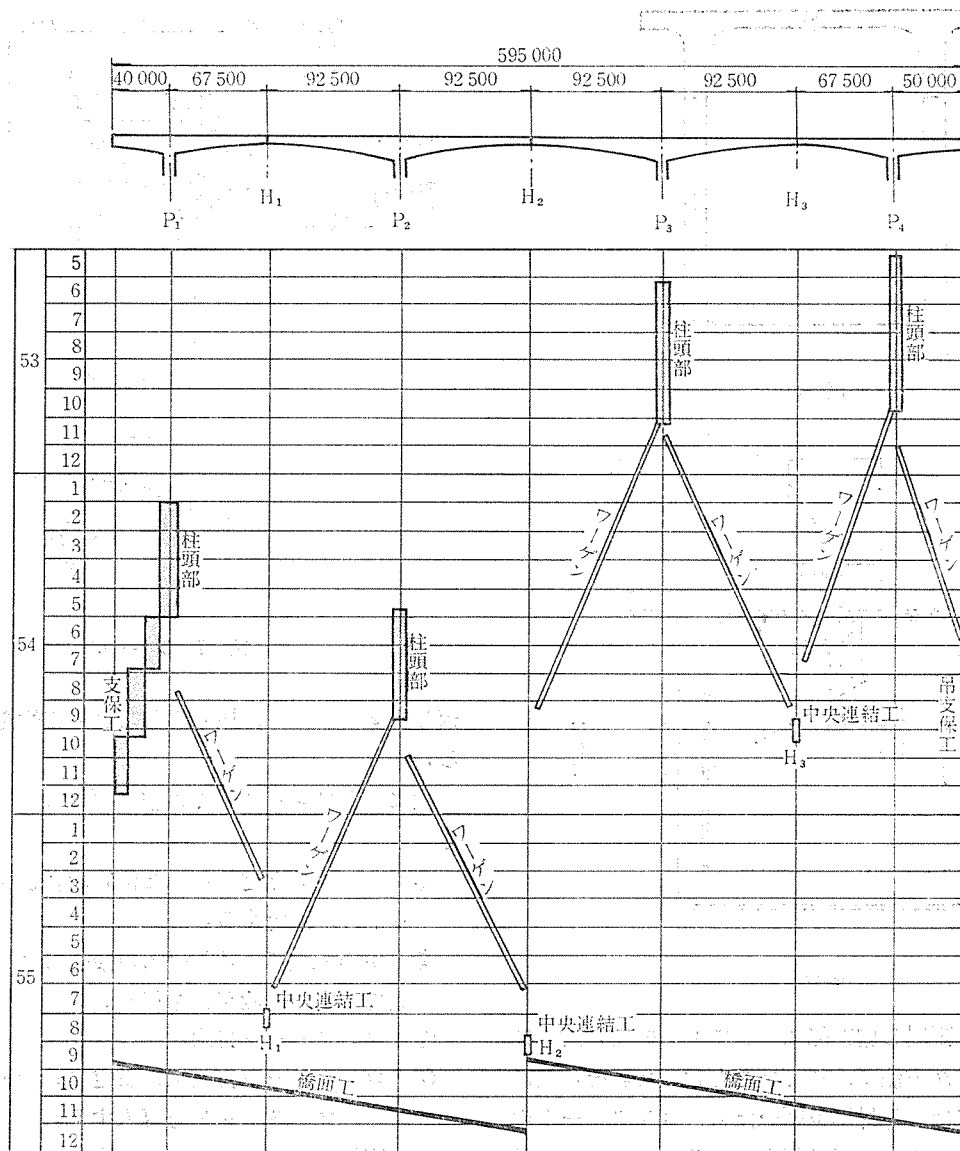


図-4 工 程 表

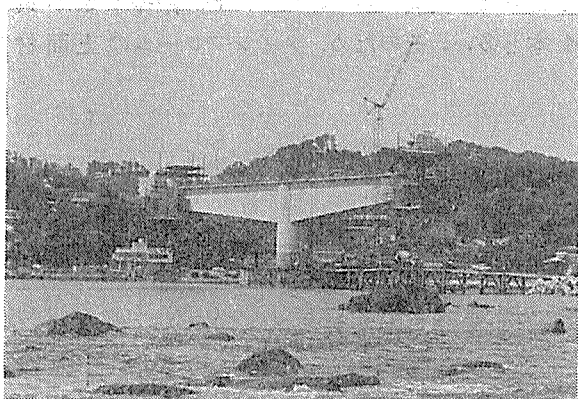


写真-8 仮橋橋上でのクレーン作業

では、H形鋼による鋼製ブラケットを橋脚に取り付け、ブラケット上に、足場および型枠を組み立て、施工を行った。

柱頭部は桁高10m、コンクリート量、約400m³であ

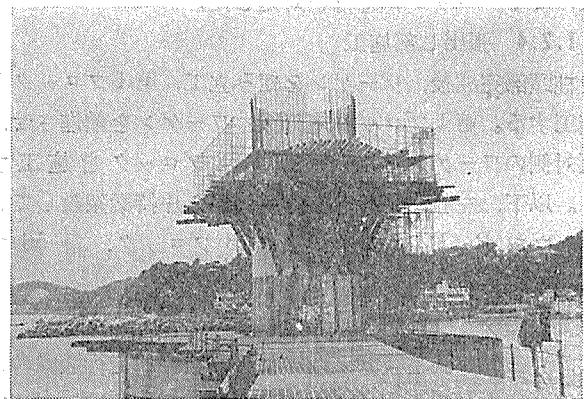


写真-9 ブラケット

るため、コンクリート打設は、①下スラブ、②ウェブおよび横桁、③上スラブ、の3回に分け、ポンプ車により打設を行った。ウェブ打設に際しては、内型枠の中間に開口部を設け、開口部よりシュートを用いコンクリート

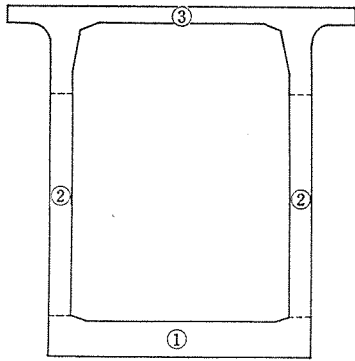


図-5

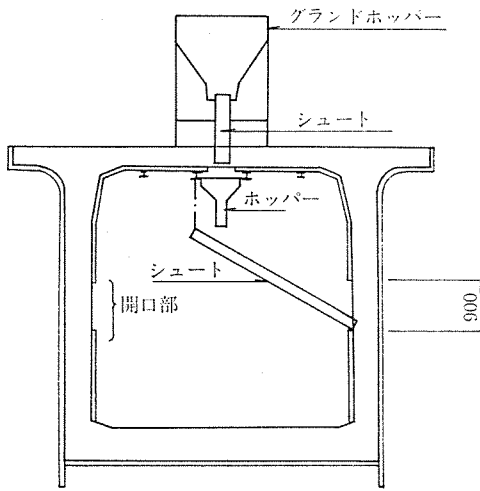


図-6

打設を行った。張出し施工部についても、桁高の高いブロックは、同様な方法で、ウェブを打設した。その他、柱頭部については、部材厚が厚いため、コンクリートの内部温度が高くなることが予想され、そのため、下スラブおよびウェブについては、夏期はパイプを配管し、冷水によるクーリングを行い対処した。

1.2.4 張出し部施工

柱頭部完成後、ワーゲンを組み立て、第1ブロックを施工する。第1ブロック施工後、ワーゲンを前進させ、反対側のワーゲンを組み立て、第2ブロックを施工する。以下、左右バランスをとりながら片持梁架設していく。なお P₂、P₃ 橋脚部は左右 28 ブロック、計 56 ブロックである。

ここでいうワーゲンは大きく分けて、メインフレーム、ワーゲン固定装置、型枠セット装置、走行装置の四つに分けられる。メインフレームはトラス構造となっており、施工ブロックなどの全重量を支え、その反力はメインジャッキで受ける。またメインフレームは、既設のコンクリートに埋め込まれた PC 鋼棒に、スクリージャッキを支えとして、プレストレスを導入することにより固定されるようになっている。移動・据付けなどの繰

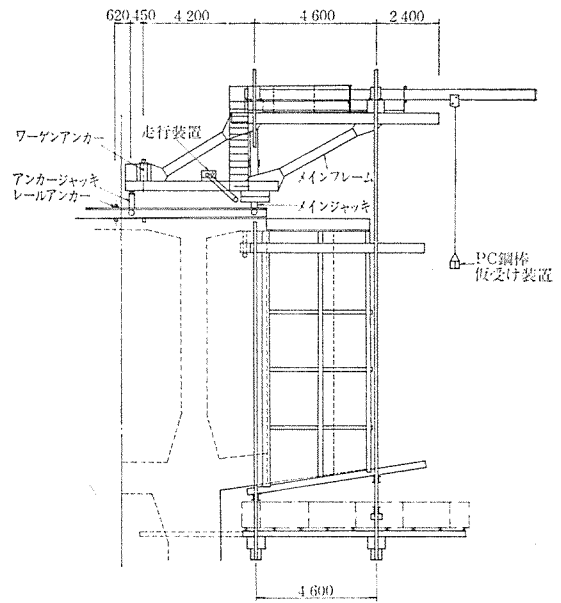


図-7 ワーゲン

返し作業に対して、機動性および施工性を持たせている。

次に、1ブロック内での施工順序は、次のとおりである。

- ① ワーゲンを定められた位置および所定の高さにセットし、固定する。
- ② 型枠組立て、PC 鋼棒の接続および配置、鉄筋組立て、内型枠取付けを行う。
- ③ コンクリート打設
- ④ コンクリート打設後、所定の強度が出たことを確認し、プレストレスを導入する。
- ⑤ 型枠およびワーゲンを固定している PC 鋼棒をゆるめ、ワーゲンを次のブロックへ移動する。

ここでは、長大スパンのため、PC 鋼棒本数が最大 404 本と多い。そのため、メインフレームの上面材に

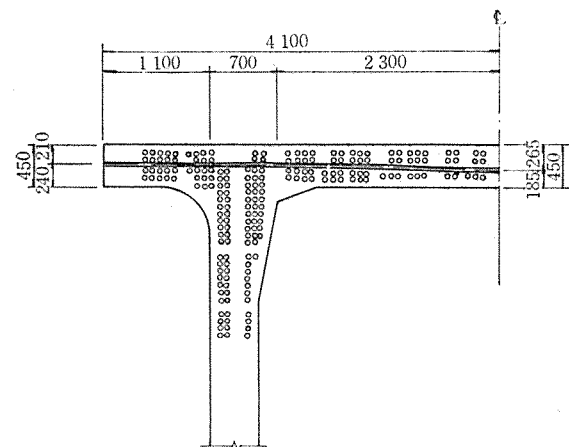


図-8 柱頭部鋼棒配置断面図

PC 鋼棒仮受け装置を設置した。

なお、コンクリート打設には、バケツ、ホッパー、シュートを使用し、型枠については、外型枠は合板 15 mm、内型枠は鋼製型枠を使用した。

1.2.5 側径間支保工部施工

ワーゲン施工終了後、側径間支保工部を施工するが、一般に側径間の施工法として、次の施工法が考えられる。

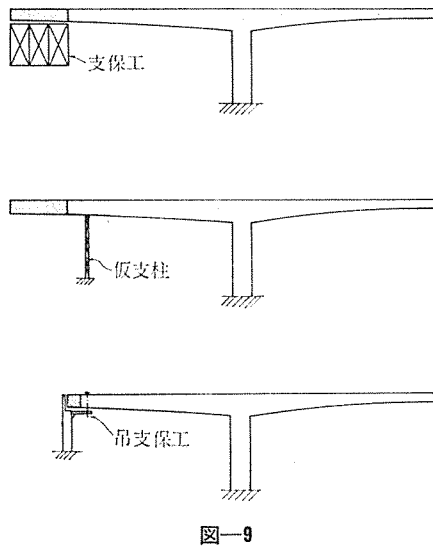


図-9

- 1) 通常支保工により施工する。最も簡単な方法であり、特に制約条件がない場合に用いられる。
- 2) 仮支柱を使用して、ワーゲンにて片持梁架設する。この場合、完成系 PC 鋼材とは別に架設用 PC 鋼材を必要とする。
- 3) 側径間支保工区間が短い場合に、吊支保工により施工する。

ここでは、1.2.1 でも述べたが、 $A_1 \sim P_1$ 間は 図-10

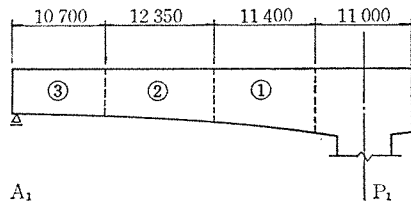


図-10

に示すように 3 分割し、 $P_1 \sim H_1$ 間のワーゲン施工とのバランスを考え支保工施工を行った。 $P_1 \sim A_2$ 間は、ワーゲンにより施工し、残り 3.5 m は吊支保工により施工を行った。

1.2.6 中央連結工

中央部の施工法としては、張出しの完了した各々の主桁先端部より支保工材を吊った。吊支保工により施工す

る方法とワーゲンにより片持梁施工する方法とがある。ここでは、ワーゲン転用など、工程の関係により、ワーゲンにより、片持梁施工を行った。

中央連結部は、左右各々 1.5 m のブロックで、その中央にヒンジ沓をセットした状態で、張出し施工部におけるブロック施工と同様に施工を行う。その際、ヒンジ沓のオス・メス側は仮固定しておく。次に、反対側のワーゲンにより、残り 1.5 m ブロックを同様に片持梁施工を行う。その際、ヒンジ沓背面は箱抜きし、拘束しない状態にしておく。最後に、箱抜き部に無収縮モルタルを充填し、ヒンジ沓アンカー PC 鋼棒を緊張し、中央連結を行う。

このヒンジ沓は、本橋が海上橋であることを考慮し、 A_1 、 A_2 部の BP 沓と同様に、耐候性鋳鋼 (NCR-W2, Sc 46 相当) に溶融亜鉛メッキ (付着量 550 g/m^2) を施し、腐食に対処することとした。

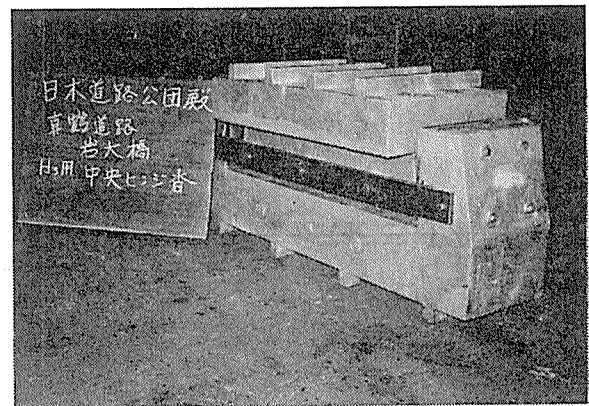


写真-10 ヒンジ沓

1.2.7 反力調整工

架設段階を追った断面力と全支保工状態での断面力には、断面力の差が生じる。この断面力の差を強制力を加えることにより、全支保工状態での断面力にすることが反力調整工である。ここでは、中央径間長に比べ、側径間長が短いアンバランスな構造のため、反力調整工は、反力を確認する意味においても必要な工種である。反力調整は 300 t ジャッキ 2 台を使用し、 A_1 、 A_2 橋台部で行った。また橋台部の反力および調整量だけでなく、橋脚の倒れおよび中央径間側先端の主桁の鉛直変位についても測定し管理した。

1.2.8 上げ越し

上げ越し上、特に考慮した点は、下部工工事の関係で、 P_2 橋脚部片持梁施工が P_3 橋脚部に対し約 10 か月の施工差が生じたことである。その 10 か月のコンクリート材令差は、材令差がない場合の上げ越し量に対し、材令差による鉛直変位の影響を上のせした形で上げ越し量を決定した。

1.2.9 その他

このような長大橋の施工においても、個々の工種については普通の現場打ち片持梁工法の橋梁と特に変わることはない。しかし、下記の項目については十分注意する必要がある。

- 1) このような橋梁では、断面に対して PC の鋼材が多くなり、PC 鋼材の配置、接続および組立て手順などに十分注意する必要がある。
- 2) コンクリートの打設回数が多く、期間も長期にわたるため、コンクリートの品質管理とともに使用材料の均一化などに十分注意する必要がある。
- 3) 中央ヒンジ沓など、支承の取付けは、移動量も大きいので、クリープ・乾燥収縮の進行度および取付け時期の温度を考慮にいれ、セット量を決定する必要がある。
- 4) グラウトは PC 鋼材の本数が多く、グラウトまでの期間も長期にわたるため、グラウトホースが破損されたり、鋼材番号が不明確にならないよう十分注意する必要がある。また、グラウト長も長くなるのでグラウトポンプは能力に余裕のある機種を使用する必要がある。

2. 連続桁橋について

2.1 はじめに

現場打ち片持梁架設される桁橋には、前述の中央ヒン

ジ形式以外に連続桁形式がある。連続桁形式は構造特性として中央ヒンジ形式に比べたわみが小さく、鉄道橋に広く用いられてきた。また、近年、走行性の問題などより道路橋にも用いられるようになってきている。

現場打ち片持梁架設による連続桁橋の施工を考えた場合、片持梁工法の一般的な事項については、中央ヒンジ形式の橋の場合とほとんど同じであるが、構造上の違いからくる施工上の相違点がいくつかある。大きな相違点は次の2点である。

- 1) 連続桁の支点は、可動または固定のピン構造となっており、このままでは張出し施工は不可能なため、張出し施工中橋脚と桁を固定しておく仮固定工が必要となる。
- 2) 支間中央に生ずる正の曲げモーメントに対して配置されている PC 鋼材を連結する作業が必要となる。

ここでは、通常行われている橋脚から両側へ張出し架設する連続桁橋の施工について、中央ヒンジ形式と異なる点に重点をおき、上越新幹線太田川橋梁の例を述べる。

2.2 上越新幹線太田川橋梁工事

太田川橋梁は、長岡駅より大宮方約 5 km に位置し、太田川と長岡東バイパスをまたぐ中央スパン 110 m の 3 径間連続 PC 桁橋である。

工事概要

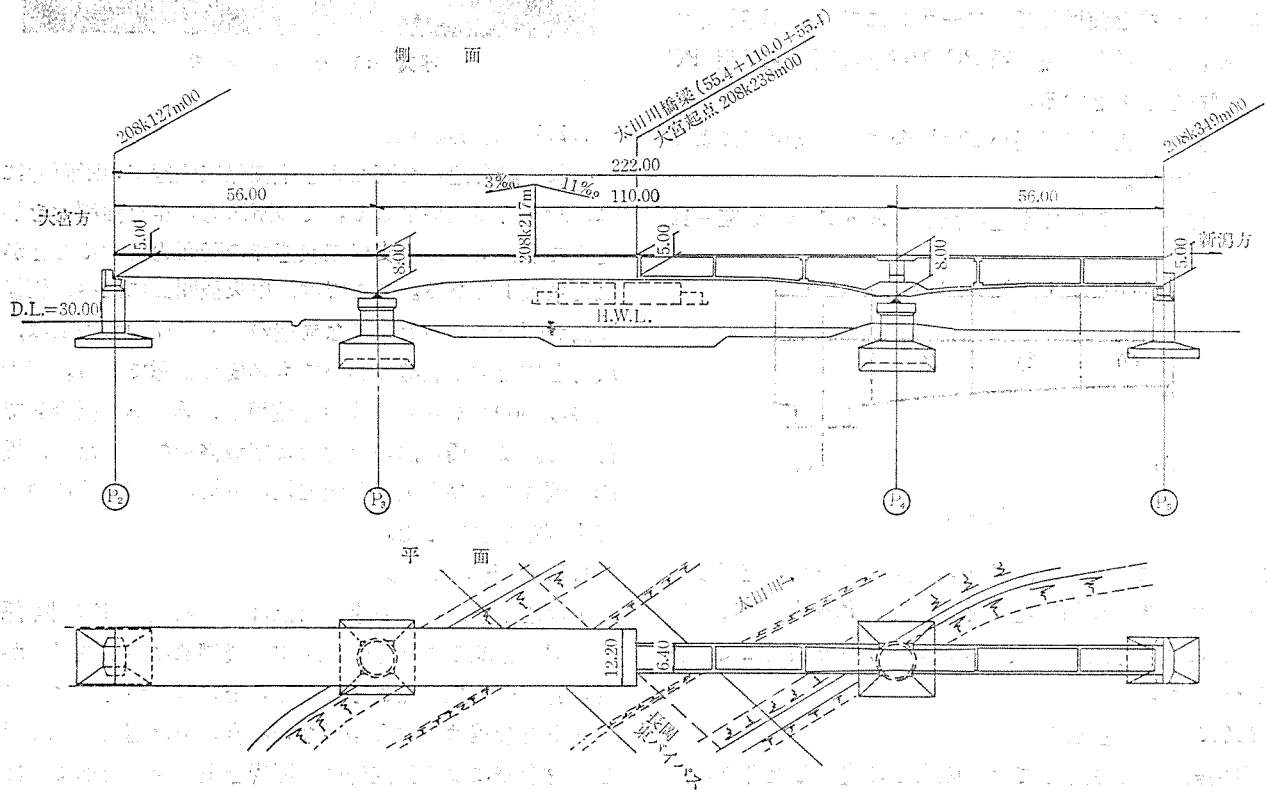


図-11 太田川橋梁全体図

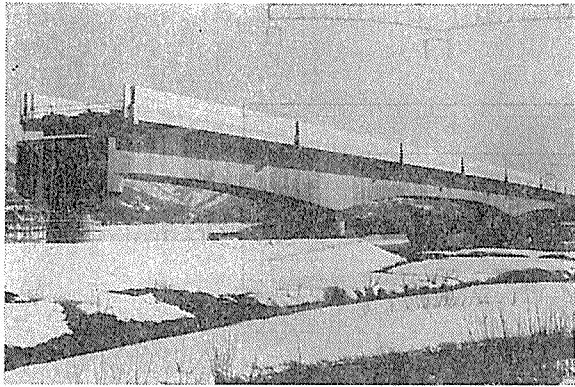


写真-11 竣工写真

工 事 名：上越新幹線太田川橋梁上部構造その他工
事

工事場所：新潟県長岡市

設計荷重：NP 荷重

構造形式：3 径間連続箱桁橋（ディビダーク工法）

橋 長：222 m (56+110+56 m)

幅 員：12.2 m

設計監理：日本鉄道建設公団新潟新幹線建設局

施 工：鹿島建設（株）

工 期：昭和 51 年 11 月～昭和 53 年 12 月

主要数量：

コンクリート ($\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$)；4 120m³

PC 鋼棒 ($\phi 32$ SBPR 95/120)；291 t

($\phi 26$ ")；17 t

鉄筋 (SD 35)；228 t

支承 (反力 3 980 t, 複数ローラー)；4 基

" (反力 480 t, 単数ローラー)；4 基

ストッパー；12 基

2.2.1 施工順序および実施工程

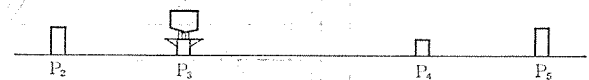
施工順序および実施工程を 図-12、図-13 に示す。大型ワーゲンを使用した場合の標準工程は表-2 に示すもので、中央ヒンジ形式の場合より 1 日長くなっている。

る。P₃ のワーゲン組立でおよび①～③ブロックの施工は、降雪などの影響で一般の場合よりもかなり長くなっている。

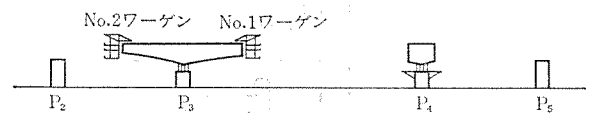
2.2.2 沓およびストッパーの施工

沓およびストッパーは工場で組立て、仮固定したものを現場に搬入、据え付けた。P₂、P₃ 用の沓は設計反力 3 980 t, 自重 27 t と非常に重く、これを正確に据え付けるため、次の手順により施工した。最初にゲージプレートを使用してアンカーボルトを正確に据え付け、グラウトした。次にこのアンカーボルトに取り付けた高さ調整用のナットの上に沓本体を据え付けた。この際沓とナット

1) P₃ 柱頭部支保工施工

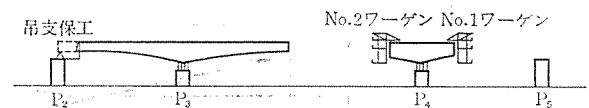


2) P₃ フォルパワーゲン組立て、張出し架設
P₄ 柱頭部支保工施工



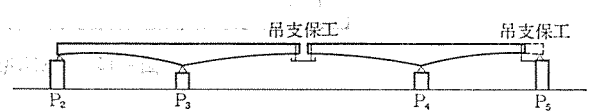
3) 側径間吊支保工施工 (P₂ 方)

P₄ フォルパワーゲン組立て張出し架設 (P₃ ワーゲンを転用)



4) 側径間吊支保工施工 (P₅ 方)

側径間完了後仮支承撤去、中央連結部施工



5) グラウト、防音壁等施工完成

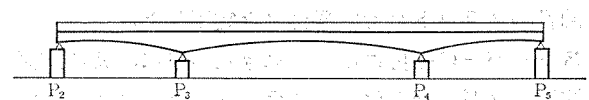


図-12 太田川橋梁架設順序

表-2 大型ワーゲン 1 サイクル標準工程表

種別	工程	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
コンクリート打設		■								
コンクリート養生			■	■	■					
プレストレス導入					■					
ワーゲン移動, 据付け					■	■	■			
型枠, 鉄筋, 鋼棒						■	■	■	■	■
検 測										■

(注) 実際の工程は上記に稼働率を考慮したものとなる。

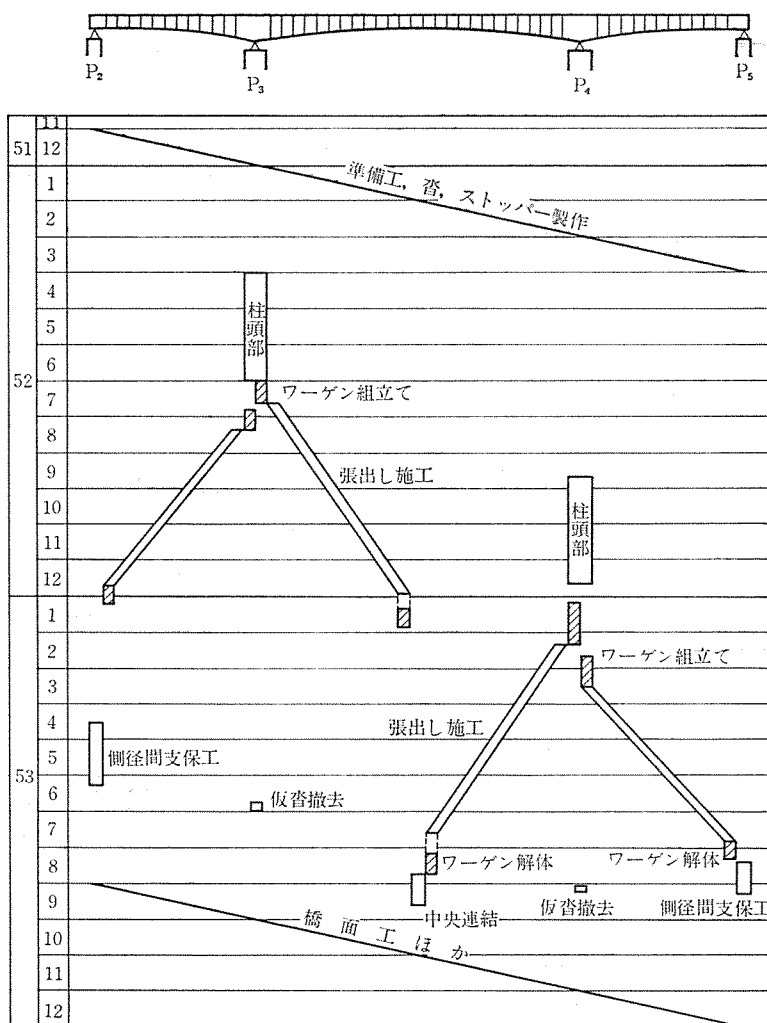


図-13 太田川橋梁上部構造実施工程表

トの間に $t=3\text{ mm}$ のゴムワッシャーをはさみ、この調整用ナット部に応力の集中するのをさけた。この状態で2回目のグラウトを行い据付けを完了した。

ストッパーの据付けは、箱ぬき穴の中に、特に垂直性に注意しながら据え付け、グラウトした。高さの調整はライナープレートにより行った。

グラウト材は、コンシステンシー、無収縮性、強度な

どからエンベコ 636 を自然流下により注入し、片押し連続施工した。配合は表-3 に示すようなものである。

表-3 沓、ストッパーのグラウトの配合

設計基準強度	コンシステンシーの範囲	配合の標準 (m ³ 当たり)	
		エンベコ 636	水
400 kg/cm ²	Pロートによるフロータイム 23±3 秒	2 159 kg	389 kg

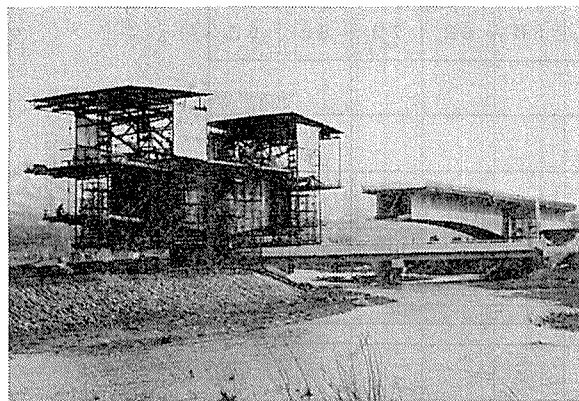


写真-12 ワーゲンによる張出し架設

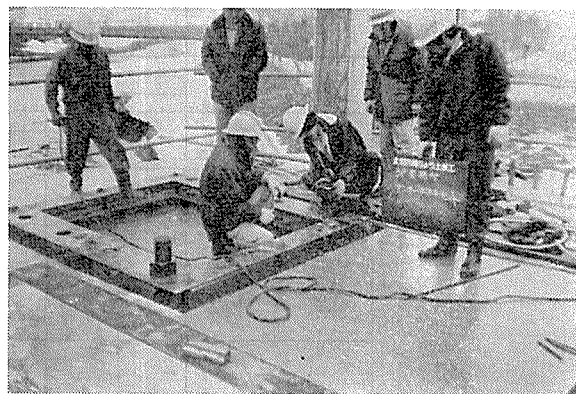
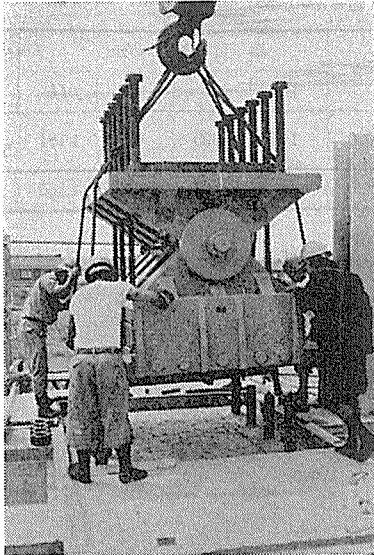
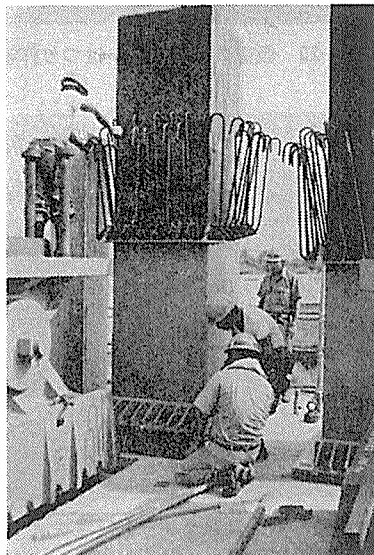


写真-13 3 980 t 沓のアンカーボルト据付け状況



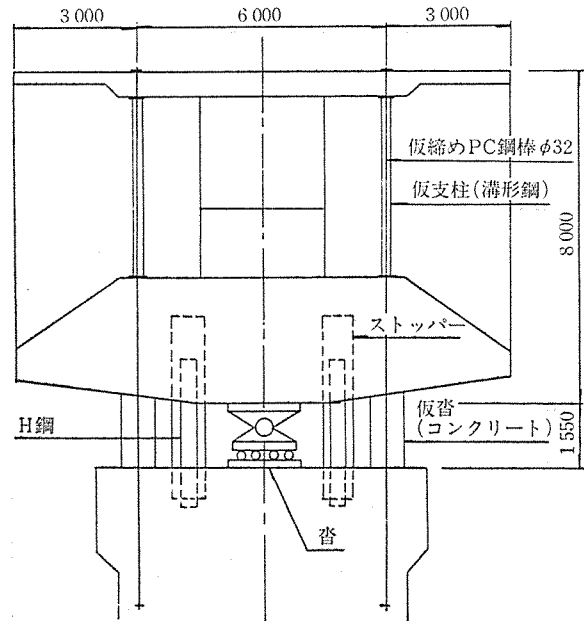
写真—14 3980 t 沓の据付け状況



写真—15 ストッパーの据付け状況



写真—16 仮沓配筋および PC 鋼材配置状況



図—14 柱頭部仮固定

2.2.3 仮固定工

仮固定工は、連続桁を片持梁施工する際に生ずるアンバランスモーメントに対処するため設けられるもので、施工中、桁と橋脚を緊結、固定する装置である。構造は図—14 に示すように、桁と橋脚の間に仮沓 ($\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$ のコンクリート) を設け、アンバランスモーメントが作用した時に負の反力が用じないよう PC 鋼棒でプレストレスを与えている。

本橋の場合、設計上のアンバランスモーメントは最大 $11000 \text{ t}\cdot\text{m}$ (施工中の水平震度は設計震度の $1/2$ とした) で、 $R=N/2 \pm M/l$ として反力チェックした場合、負の反力は生じないが、安全のため片側9本ずつ、計 18 本の PC 鋼棒 ($\phi 32$) を配置した。また架設中における水平力に対する安全性を高めるため、H 形鋼 (400×400) 4本を橋脚と桁の間に配置した。なお本橋では、施工の安全性の確認、今後の設計・施工の資料を得るため、仮沓などの応力測定を行った。この結果によれば、仮沓の



写真—17 仮固定部 H 形鋼配置状況

表-4 コンクリートの配合

	σ_{ck} (kg/cm ²)	セメントの種類	組骨材最大 寸法(mm)	スラブ (cm)	空気量 (%)	W/C	S/a	単 位 量 (kg/m ³)				混 和 剤
								W	C	S	G	
柱 頭 部	400	普通セメント	25	8±2.5	3±1	37.0	37.0	146	395	676	1184	ボゾリス No. 5L, No. 8
張出し部	400	早強セメント	25	8±2.5	3±1	37.0	37.0	151	408	666	1165	〃

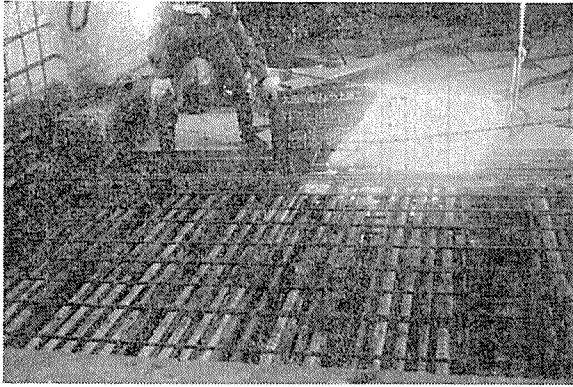


写真-18 中央連結部 PC 鋼材配置状況

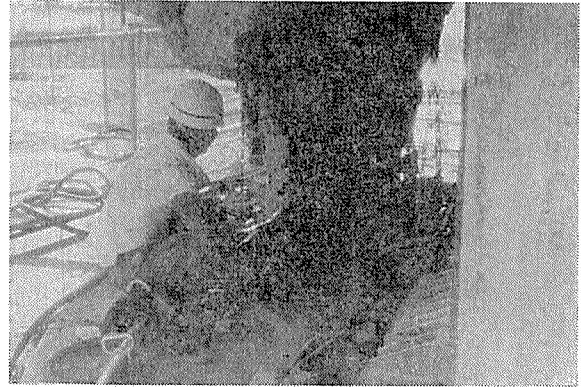


写真-20 仮沓コンクリートはつり作業

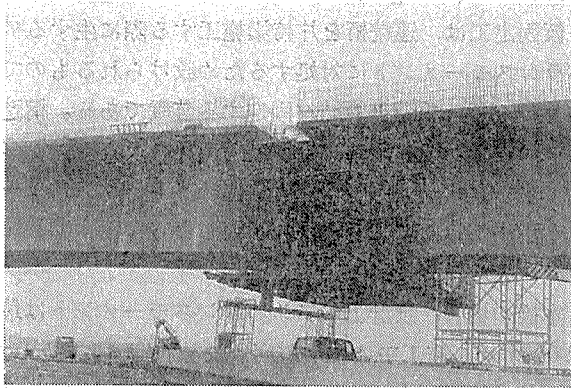


写真-19 中央連結部吊支保工組立て状況

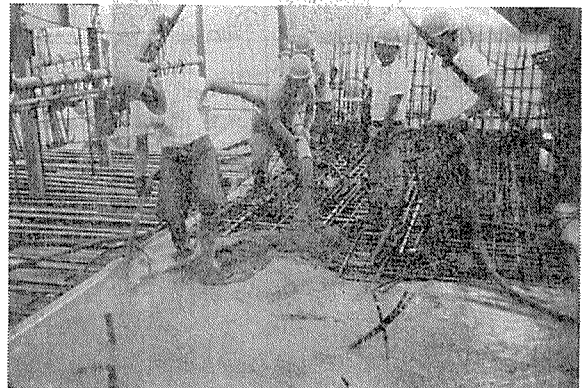


写真-21 コンクリート打設状況

荷重分担率は各施工段階とも 50~60% の範囲内であったと推定される。なお他橋で実測したデータなどからも、主桁施工中の荷重分担率は、仮沓 1 基当たり 1/3 とするのが実際に近いのではないかと推定される。

2.2.4 中央連結工

中央ヒンジ形式の場合は、張出し施工部先端にヒンジ沓をセットしたブロックを施工することにより中央連結が行われる。連続桁の場合、中央連結部は、正のモーメントが最大となる点であり、一般に底版および主桁下部に多数の PC 鋼材が配置されており、これを連結し、この部分のコンクリートを打設し連結を終了する。連結に当たっては、前もって PC 鋼材長さを正確に測定し、最終接続する PC 鋼棒の長さを定めた。支保工は写真-19 に示す吊支保工によった。また中央連結に先だち、仮固定工の撤去を行い、中央連結部のコンクリート打設し

た。また H 鋼の切断および沓、ストッパーの仮固定の解放を行ったのち、中央連結部 PC 鋼棒の緊張を行った。

2.2.5 一般事項

コンクリートの配合は、表-4 に示すもので、柱頭部については普通セメントを使用した。打設はすべてポンプ車（新潟鉄工 750 FB 型）で行った。打設速度は 8~10 m³/hr 程度であった。

型枠は木製大型枠で、外枠は $t=12$ mm の松板、内枠は $t=12$ mm の合板を使用した。

参 考 文 献

- 1) 野中幸治：岩大橋 PC 上部工の設計，橋梁，1978. 9
- 2) 小林 肇：真鶴道路（3期）岩大橋上部工の設計・施工概要，土木施工，1979. 11
- 3) 南谷敏一：上越新幹線太田川橋梁の設計・施工，橋梁，1978. 11