

# 移動式支保工について

田 中 国 喜\*  
田 中 徹 也\*\*

## 1. まえがき

北陸自動車道金沢高架橋の PC 上部工工事に於いて、型枠と支保工がユニット化された移動式支保工 4 台が稼働し、支保工を 1 径間ずつ転用しながら床版を施工している。

ここに金沢高架橋における移動式支保工の施工概要について、報告するものである。

## 2. 金沢高架橋の工事概要

(1) 北陸自動車道は、新潟県を起点に富山県、石川県、福井県と日本海沿岸を国道 8 号線に沿って走り、滋賀県の米原町で名神高速道路と連結する、総延長 475 km の高速道路である。

北陸自動車道金沢東 IC～西 IC 間は、金沢市街地から北西 4 km のところに位置し、国道 8 号線と併行している (図-1 参照)。

国道や高速道路の開通とともに、特に交通量が増加し、また沿線一帯は、金沢駅西土地区画整理事業の関係で、急速に市街地化しつつあり、国道、県市道との交差道路が数多く連結交差しているため、その交差点の視距確保などのほか、路線一帯は軟弱地盤地帯でもあるので、両 IC 間の道路構造は、これらの諸条件を加味して、RC、PC および、鋼構造形式よりなる高架構造で計画され、この区間を金沢高架橋の名称で呼んでいる。

金沢西～東 IC 間 8.9 km の全線開通を、本年秋を目標に現在工事は、最盛期に入っている。そのうち 2.5 km 区間が PC 橋となっており、上、下線合わせると延長

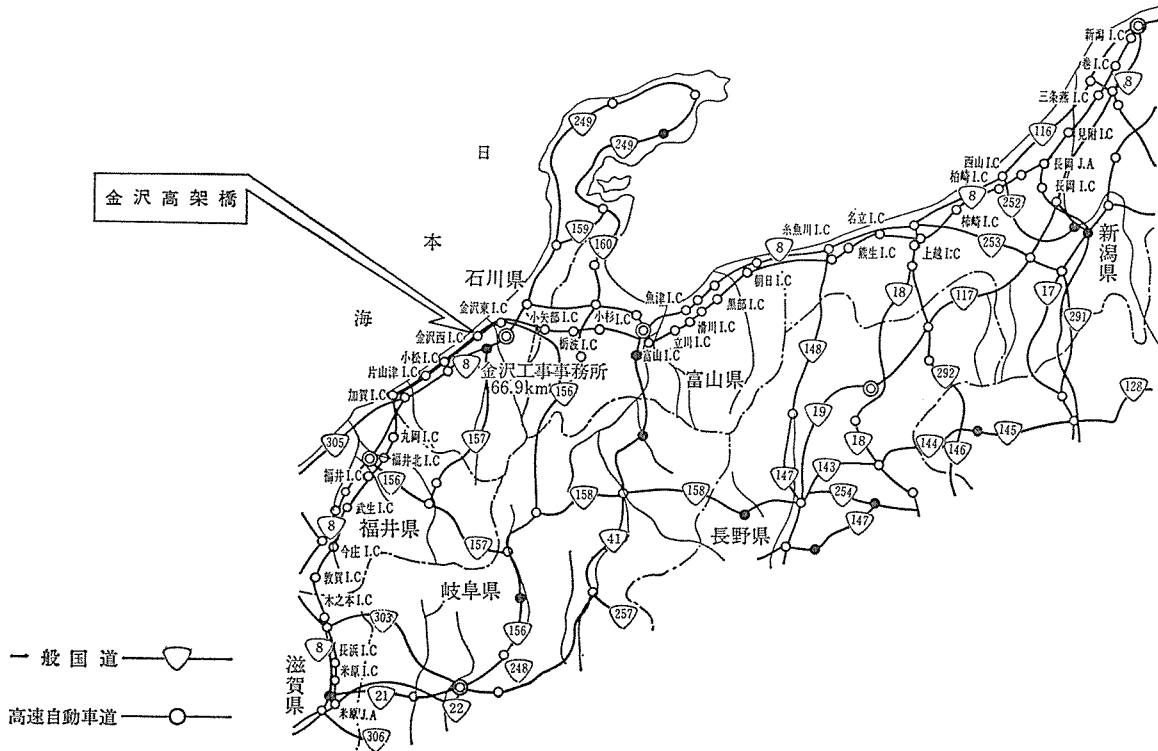


図-1 北陸自動車道路線図

\*日本道路公団新潟建設局金沢工事事務所所長

\*\*日本道路公団新潟建設局金沢工事事務所工事長

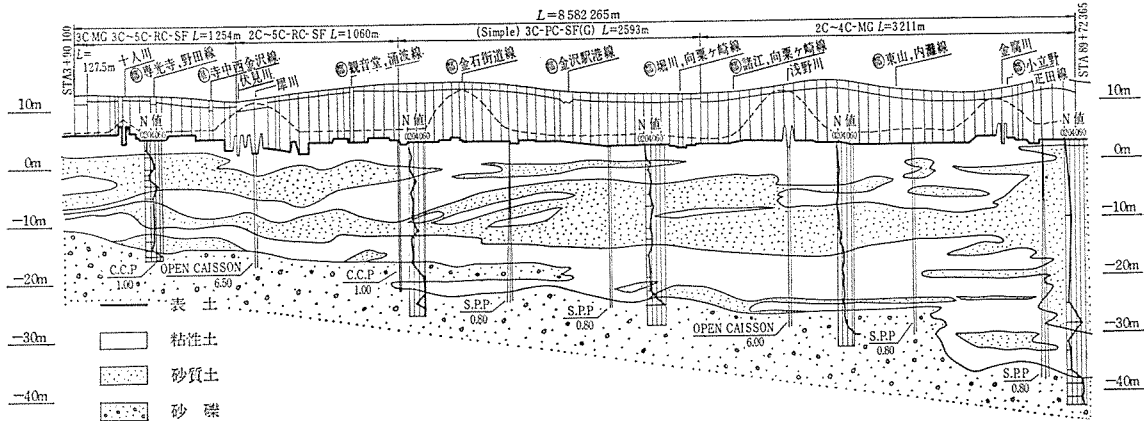


図-2 金沢高架橋縦断面図

表-1 建設費および橋種内容

		工 費 約 304 億円	
		用地補償費 約 20 億円	
		延 長	比 率
鋼	橋	3 675 m	42.8%
P	C 橋	2 694 m	31.4%
R	C 橋	2 213 m	25.8%
計		8 582 m	100%

5 km の PC 橋を、PC 専業者 4 社で競合施工し移動式支保工 4 台が稼働中である。

(2) 上部工形式

上部工の形式は、基礎グイの比較的短い金沢西 IC 寄

りより、木曳川付近までの延長 2 200m は、鉄筋コンクリート連続床版橋とし、木曳川から南新保までのその延長 2 600m は、標準スパン 25m の PC 3 径間連続床版を、また河川部と南新保から金沢東 IC 間の延長約 3 700 m は、標準スパン 30m の鋼 3 径間連続鈹桁橋で計画した。

(3) PC 上部工工事の工事内容

(4) 設計概要

本橋の構造形式は、PC 連続中空床版橋であり、3 径間連続を標準として、最も多いスパン割は 3 @25m である。有効幅員 10m、全幅員は 11.65m の上下線分離の構造である。

表-2 PC 上部工工事の工事内容

工事名	北陸自動車道金沢高架橋(PC上部工)工事			
	その 1	その 2	その 3	その 4
施工会社	オリエンタル コンクリート株式会社	ビー・エス・コンクリート株式会社	住友建設株式会社	富士ビー・エス・コンクリート株式会社
請負金	1 273 000 000円	1 315 000 000円	1 007 000 000円	1 032 000 000円
工期	51.7.29~53.10.16	51.7.29~53.10.16	51.9.14~53.10.3	51.9.14~53.10.3
工事延長	1 385.95m	1 397.95m	1 082.6m	1 082.6m
幅員	10.0m	10.0m	10.0m	10.0m
工事内容	PC 3 径間連続中空床版橋 25+21.7+23.8 1連 3@25 14連 25+30+25 2連 25+25+17.8 1連 PC 単純ポステンT桁橋 1連	PC 3 径間連続中空床版橋 25.8+21.7+20 1連 3@25 13連 25+30+25 2連 25+25+17.8 1連 PC 4 径間連続中空床版橋 25+25+20+20 1連 PC 単純ポステンT桁橋 1連	PC 3 径間連続中空床版橋 3@25 9連 25+30+25 3連 20+25+20 2連 PC 単純ポステンT桁橋 1連	PC 3 径間連続中空床版橋 3@25 9連 25+30+25 3連 20+25+20 2連 PC 単純ポステンT桁橋 1連
	移動式支保工概要	O.K.K. 式移動支保工 機 長 69.0m 機 幅 12.8m 機 高 8.2m 移動式支保工鋼重 320 ton	ストラバーグ方式可動支保工 (フォル・パウ・リュスタング) 機 長 75.5m 機 幅 14.0m 機 高 9.5m 移動式支保工鋼重 385 ton	グリュスト・ワーゲン工法 (移動吊支保工) 機 長 63.5m 機 幅 15.1m 機 高 12.5m 移動式支保工鋼重 431 ton
PC 工法	フレジネー工法	フレジネー工法	フレジネー工法	フレジネー工法

表-3 設計条件および許容応力度

橋種	プレストレストコンクリート高速道路橋	
構造形式	3径間(一部4径間)連続PC中空床版橋	
橋長	75 000 (最多タイプ)	
桁長	74 900	
支間	24 600+25 000+24 600	
幅員	11 650(950+10 000+700)	
活荷重	TT-43	
衝撃係数	$i=10/25+l$	
破壊検討	$1.3 \times (\text{死荷重}) + 2.5 \times (\text{活荷重})$	
荷重	$1.8 \times (\text{死荷重} + \text{活荷重})$	
クリープ係数	$\varphi=2.0$	
乾燥収縮度	$\epsilon=15 \times 10^{-5}$	
レラクセーション	5% 7% (中間支点)	
摩擦係数	$\mu=0.35 \quad \lambda=0.004$	
セット量	$\Delta l=12 \text{ mm}$	
弾性係数	PC鋼材	$E_p=20 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$
	コンクリート $\sigma_{ck}=350 \text{ kg/cm}^2$	$E_c=3.25 \times 10^5 \text{ 〃}$
	〃 導入時 $\sigma_{tk}=300 \text{ 〃}$	$E_c'=3.0 \times 10^5 \text{ 〃}$

材料の許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

コンクリート	設計基準強度	$\sigma_{ck}=350$	
	許容曲げ	部材圧縮縁	$\sigma_{ca}=115$
		部材引張縁	$\sigma_{cat}=150$
	引張応力度	部材圧縮縁	$\sigma_{ca}'=-13.5$
		部材引張縁	$\sigma_{ca}'=-13.5$
	許容斜	設計荷重作用時	$\sigma_{ia}=9$
破壊荷重作用時		$\sigma_{ia}'=18$	
プレストレス導入時圧縮応力度		$\sigma_{ci}=300$	
PC鋼材	使用PC鋼材	12-φ 12.4 ケーブル	
	引張強度	$\sigma_{pu}=175 \text{ kg/mm}^2$	
	降伏点応力度	$\sigma_{py}=150$	
	許容引張応力度	プレストレスング中	$\sigma_{pi}=135 \text{ kg/mm}$
プレストレス導入直後		$\sigma_{pa}'=123 \text{ 〃}$	
設計荷重作用時		$\sigma_{pa}=105 \text{ 〃}$	
鉄筋	種類	SD 30	
	許容引張応力度	$\sigma_{sa}=1 800 \text{ kg/cm}^2$	
	同上(床版)	$\sigma_{sa}=1 400 \text{ kg/cm}^2$	

設計上の特徴を挙げると次のようになる。

- 1) 1径間毎に支保工を転用しながら施工していく分割施工で、連続桁を施工する。分割施工点は、支点から径間長の1/5の部分に設ける。この分割点が打継目となる。
- 2) 断面力の算定は、施工段階毎に算出し応力計算を行っている。

- 3) 活荷重は、TT-43 荷重を載荷し、OLSEN の方法により荷重分配を行った。
- 4) 主桁を分割して施工していくため、施工途中の一時的荷重として、既に完成した施工済みの張出部(インフレクションポイントから1m 後方点)に、支保工荷重と新コンクリート荷重を、後方ラーメンを通じて載荷する。
- 5) 主桁自重およびプレストレスによる、2次断面力の計算は、分割施工時の影響によるコンクリートの材令差を考慮した、クリープ2次断面力として計算を行った。
- 6) 設計荷重作用時の曲げ応力度は、パーシャルプレストレスで設計している。ただし、支点部はフルプレストレスである。
- 7) 横方向については、すべて鉄筋で抵抗するRC構造である。
- 8) 設計条件および材料許容応力度形状寸法図については、表-3、図-3、4 のとおりである。
- 9) PC 工法は、フレシネー工法を用い PC 鋼材として、12T12.4 mm のストランドケーブルを 18~24 本(1断面)配置してある。

緊張は片引きで行い、固定側定着装置はモノグリップ方式とした。また打継目においては次の径間で必要なケーブルについては、接続具(フレシネーモ

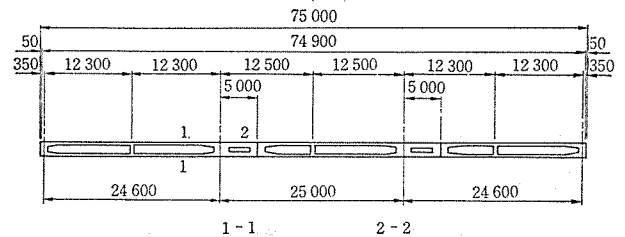


図-3 形状寸法図

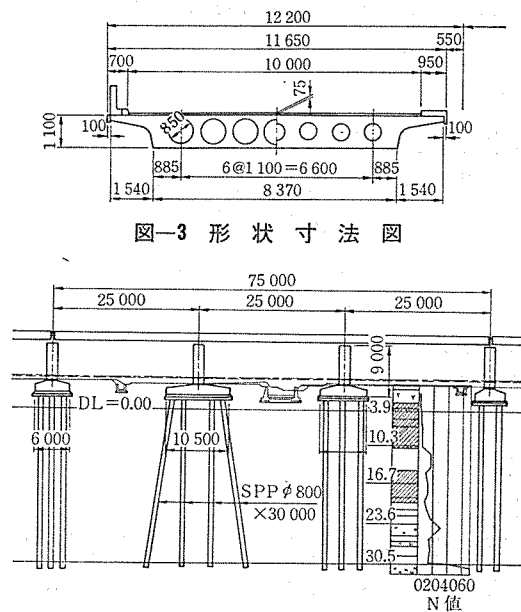


図-4 PC 標準部

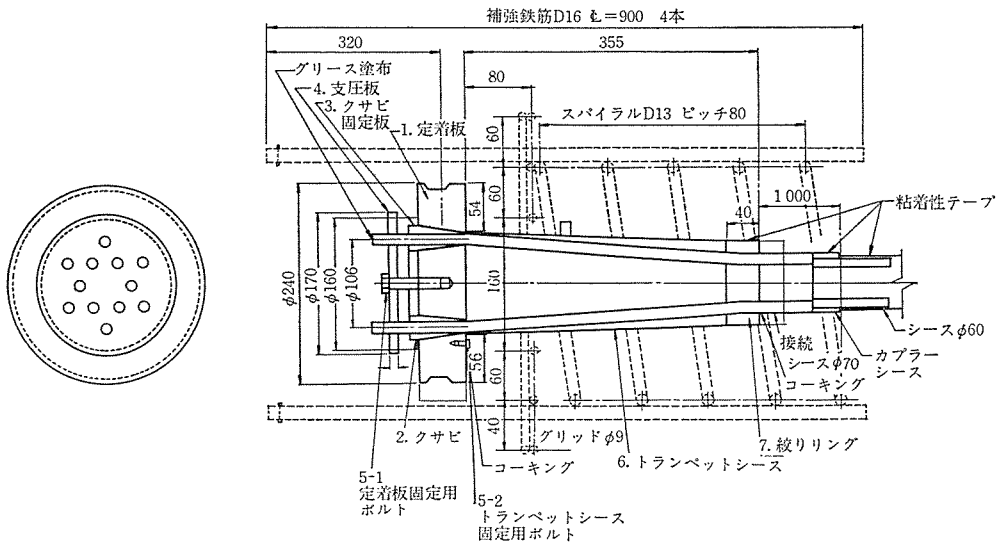


図-5 フレシネーデッドアンカーモノグリップ型

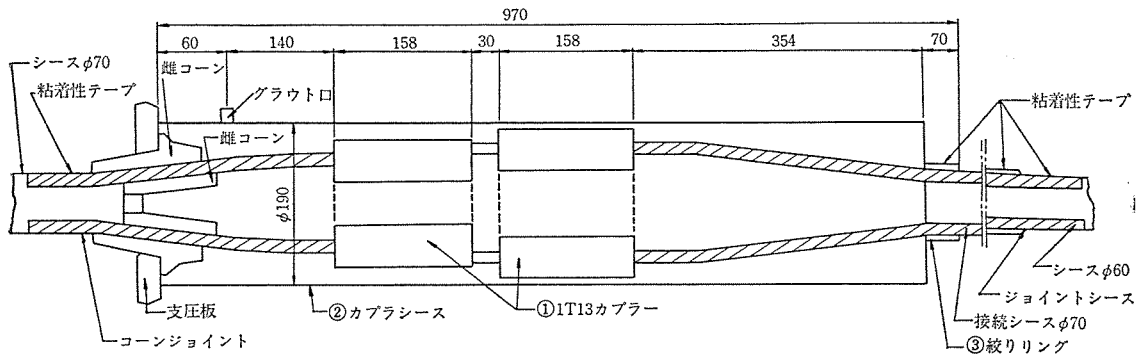


図-6 フレシネーモノグリップカプラー 12 T 13

ノグリップ型カプラー)により接続し、順次施工を行う。

### 3. 移動式支保工採用の背景について

#### (1) 施工条件

PC 上部工区間は、図-2 で示すように本高架橋区間のほぼ中央部分に位置し、一部交差道路の関係上、Pos-T 桁橋と3径間連続箱桁橋で計画されているほかは、ほとんどが3@25mの中空床版橋が連続している。

したがって、その構造上、緊張方法は片引工法となり、1径間毎に支保工を転用しながら施工していく分割施工法が採用された。

#### (2) 施工環境

- ① 施工延長が約 2.6 km で、沿線一帯は人家連担地区であり交差道路(国, 県, 市道)や横断水路が多く存在する。
- ② 下部工工事と重複工程である(工事用道路や国道側より本線内へ進入する進入路が共同使用)。
- ③ 支保工基礎地盤が軟弱である。

④ 桁下空高さが 6~7 m (支保工空  $m^3$ )。

⑤ 本線内に埋設物件(電々ケーブル, 電力線, ガス管, 水道管その他)が多い。

⑥ 橋脚間隔が等間隔であり、各径間の床版断面が等断面の連続である。

⑦ 中央分離帯直下に石川県企業局発注の水道管理設工事が上, 下部工事と併行して施工されている。

⑧ 北陸地方特有の気象状況(梅雨・秋口の雨, 冬期間の降雪)。

#### (3) 工事発注単位について

PC 上部工区間は、図-7 に示すように、本高架区間のほぼ中央部分に位置し、一部、交差道路の関係で、3径間連続箱桁橋と Pos-T 桁橋で計画しているほかは、橋脚が等間隔にらび、3@25mの中空床版橋が連続している。その延長は、約 2.7 km, 床版数として 195 径間、コンクリート量約 40 000  $m^3$  の工事規模である。

特に、3径間連続箱桁橋が PC 上部工区間の中間部に架橋されるため、構造上、PC 中空床版橋の緊張方法は、片引工法となり、1径間毎に支保工を転用しながら

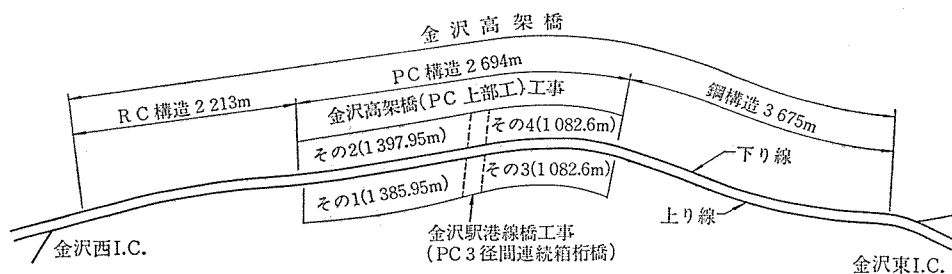


図-7 金沢高架橋平面図

床版を分割施工して、連続桁橋とする施工方法で計画した。工事単位は、3径間連続箱桁橋を先行発注し、この橋梁の起終点を工区境に振り分けた、上下線別、横割方式とし、西IC方向に2工事、東IC方向に2工事の4区割とした。

1工事当りの工事延長は、約1.1~1.4km、床版数42~54径間の工事内容である。

(4) 移動式支保工の採用

床版橋のコンクリートを現場打ちで施工する場合、支保工形式の送定条件として下記のことがあげられる。

- ① 架橋地点の立地条件 ((2)-1 施工環境)
- ② 構造形式
- ③ 工事規模
- ④ 工程
- ⑤ 安全管理
- ⑥ 経済性

このため、当現場において従来型の枠組支保工と移動式支保工について比較した結果、移動式支保工が有利と認められ採用した。

4. 今後の移動式支保工について

プレストレストコンクリート桁の施工法は、場所打ちコンクリートによる方法と、プレキャストコンクリートによる方法に大別される。

場所打ちコンクリートによる場合は、従来から行われている一般的な支保工による方法、移動式支保工を用いて床版を1径間ずつ分割する施工法、コンクリート桁をクレーン、ケーブルクレーン、エレクションガーダー等を用いて架設する方法等がある。

PC橋工事は、他の橋種と同様に桁製作、架設床版等と一連の作業工程を繰返して施工される。このためPC橋においても、他のコンクリート構造物と同様、工期の短縮化、省力化、品質および製作精度の向上、工事の安全性、経済性等を指向して施工の機械化が行われ、1959年(昭和34年)西ドイツのケッテンガーハング橋の施工にストラバーク社の開発した可動支保工によって施工

された。これを契機としてPC橋の施工法の機械化が進み、ゲリュストワーゲン、オートランスールなどが西ドイツ、フランスで開発、実用化された。いずれもPC橋の施工法の省力化を図る工法で1サイクル10~15日の工程で床版を1径間ずつ一定作業の繰返しによって施工が行われる。

可動支保工とゲリュストワーゲン工法の支保工形態の相違は、コンクリート荷重の支え方で、可動支保工は、下から支えるのに対しゲリュストワーゲン等は、上から吊る方式にその支保工の特徴がある。日本においては、昭和43年可動支保工の技術導入があり、RC高架橋で実施された。昭和47年に入り首都高速5号線Ⅱ期線でSSM式移動吊支保工による試験施工が行われ、この実績から第562、563工区で移動吊支保工によるPC高架橋の施工が行われた。これが契機となって、我が国のPC橋架設技術のジャンルにこの種の工法が着目されだし、東北新幹線第一北上川橋梁工事に3台が投入され、PC高架橋の施工が行われた。さらに浜名バイパスの舞阪、新居高架橋で施工され、金沢高架橋では4台の移動式支保工が稼働している。また東北新幹線(一ノ関~盛岡)でも移動式支保工によってPCおよびRC高架橋の施工が行われている。

わが国のPC橋の施工の施工法はフランス、ドイツ等からの技術導入による技術踏襲と一部改良で発展して来たがPC橋の急速施工法も同様にドイツ・フランスの施工法中心に進められたものが導入され、実用化を経て、現在では支保工台数も多くなり、施工例も増え発展充実期の段階に入りつつあるのが昨今の現状である。

このような方向へたどりつつある場合、橋梁計画時現在の社会情勢化(熟練労働者不足、労務賃金の高騰、安全管理、工期的な制約、騒音振動防止)のもとでは機械設備による合理的、能率的な設計、施工法の開発が増々要求されてくると思われる。しかし支保工適用スパンと支保工製作費および償却(橋長が短い場合、桁下空高工の低い場合)等と問題点もあるが、現在新幹線、高速道路工事で移動式支保工によるPC橋の施工が行われてお

●移動式支保工●

り、その実績をふまえてさらに改良、改善されながら発展の一途をたどることであろう。

5. 金沢高架橋における移動式支保工について

表-4 サイクル標準工程表

作業内容	日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
緊張・グラウト													
移動式支保工移動据付													
型 枠 組 立													
鉄筋・PCケーブル配置													
コンクリート打設													
養 生													

[施工状況写真]

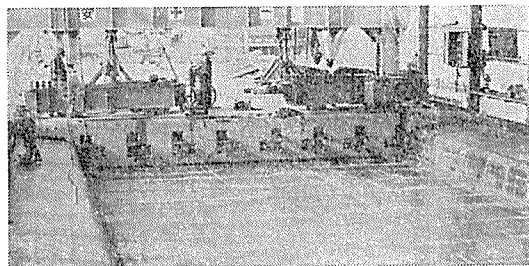


写真-1 打継ぎ目と型枠

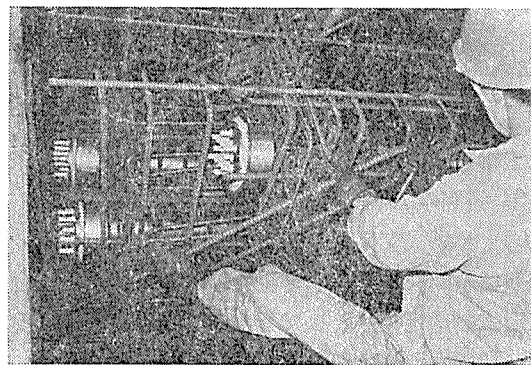


写真-2 フレシネーモノグリップデッドアンカー

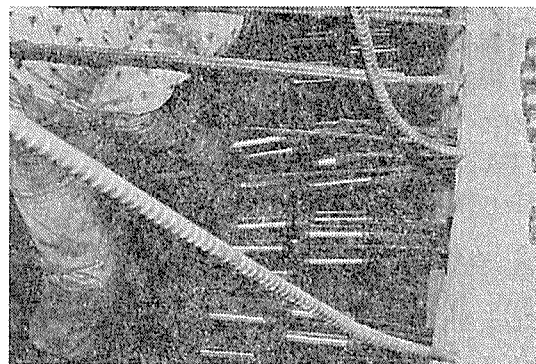


写真-3 フレシネーモノグリップカップラー



写真-4 鉄筋、円筒型枠の配置状況

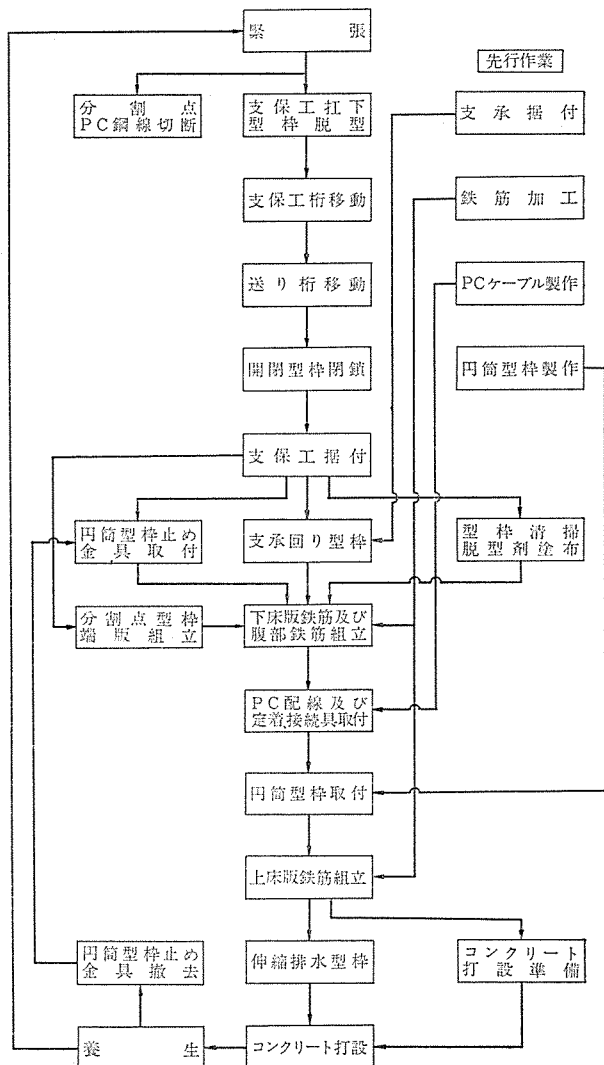


図-8 1 サイクルフローチャート

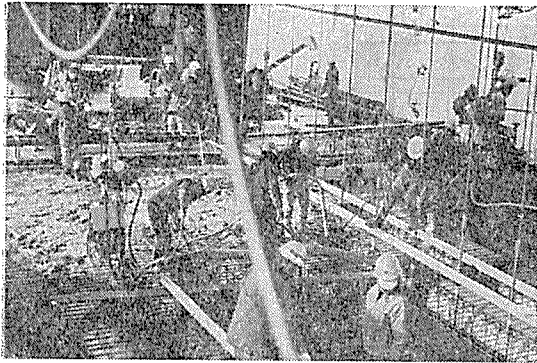


写真-5 コンクリート打設



写真-6 緊張作業

### (1) O.K.K 式移動支保工

金沢高架橋 (PC 上部工) 工事 その1

#### [O.K.K 式移動支保工について]

本工事に使用する支保工桁は、2本の側方ガーダー ( $H=1.7\text{ m}$ ,  $L=44\text{ m}$ ) と1本の中央ガーダー ( $H=1.8\text{ m}$ ,  $L=40\text{ m}$ ) から成立っており、これらのガーダーの後方は、すでに施工されたコンクリート桁の張出し部先端の吊装置に吊り、前方は橋脚の側面にガーダーの受け支柱を組立て、昇降ジャッキおよび移動用ローラーを設置し、ガーダーを支持する構造となっている。

移動は橋脚側面に立てられた支柱上に設置したローラーで、それぞれのガーダーを支持し、手延べを利用してウインチで引出し据えつける。

また、降雨、降雪時の対策として屋根を設けてあり、この屋根は上げ下げが可能のため、冬期の養生時には屋根を下げて熱効率を高められる構造となっている。

#### [O.K.K 式移動支保工の特長]

PC 橋の場合、品質管理、施工管理が厄介で、現場作業が複雑化し、所要工期が長くなることがある。

O.K.K 式移動支保工は、支保工桁と型枠を一体として移動可能としたもので、足場を必要としないため、地形地質に左右されず、工期を短縮でき、機械化された支保工および型枠を順次移動転用するので、労務の省力化と集中管理ができる。

また、一径間ずつ一定作業の繰返しによって施工することにより、従来の建設工事の労働力の使用状態を変え、一定数の作業員を長期間雇用できるので作業員が馴れることにより品質および工程管理が容易となり、施工精度を高めることができる。

### (2) ストラバーク方式可動支保工

金沢高架橋 (PC 上部工) 工事 その2

#### [ストラバーク方式可動支保工について]

ストラバーク方式可動支保工 (VOR BAU RÜSTUNG) は、中空床版橋の下部に三連の支保工桁を配置し、その上に外型枠を取付けたもので、施工場所の状況によらず、安全かつ迅速に PC 橋を建設する目的で西ドイツのストラバーク社で開発されたものである。我が国では、東北新幹線第一北上川橋梁、国道一号浜名バイパス新居高架橋に次いで、本工事が三番目であるが、本橋梁は線形がS字形で、横断勾配が途中で反転しているなど、橋体構造などが前の二橋と異なるため、可動支保工の構造も独特のものとなっている。

本工事の可動支保工は、中間の桁を送り桁、両側の桁を支保工桁と称し、移動の際には、支保工の前方支点、後方支点にそれぞれとりつけられた、個々に連動する油圧ジャッキによって、支保工桁を下げる作業と型枠を離脱する作業が同時に行える構造となっている。

#### [ストラバーク方式可動支保工の特長]

高度にシステム化、機械化された支保工と型枠を用いることにより、河川や道路などの桁下空間や、地盤などの条件に左右されず、迅速、安全、確実に施工することができる。

可動支保工は床版橋の下側に設置するので、橋体に対する外的荷重の処理および先行施工などの処理を全く必要とせず、しかも作業工程が完全にサイクル化、パターン化されるので、少ない作業員で施工が進められ、施工管理が確実にできる利点がある。

また、鉄筋などのブロック化と促進養生および全天候設備を装備しているので、急速施工が可能であり、経済的に施工ができる。さらに、可動支保工の構造自体もシステム化されているので、組立て、解体ともに大型クレーンは必要でなく、35 t 程度の油圧クレーンで極めて簡単にできる。

●移動式支保工●

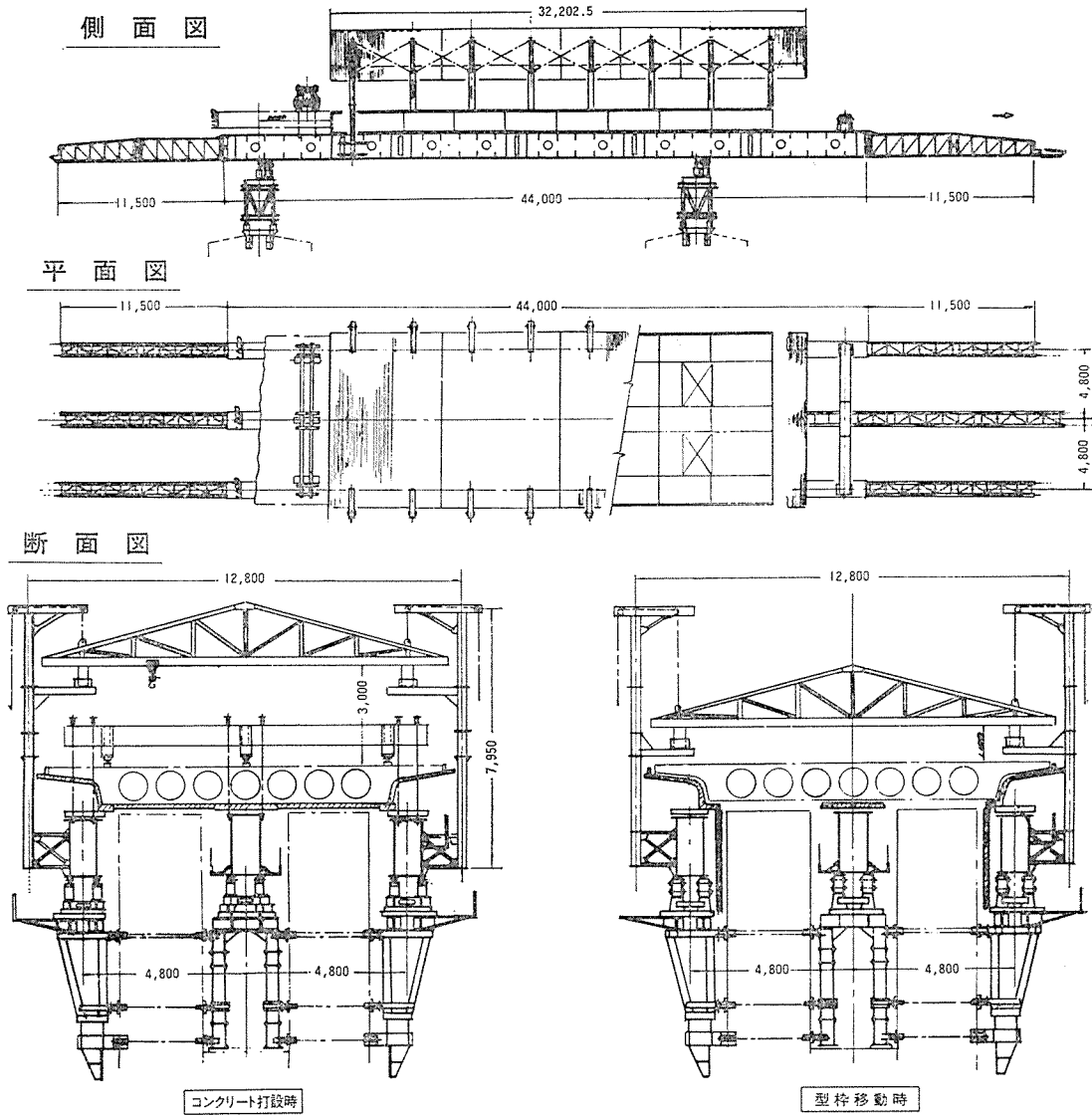
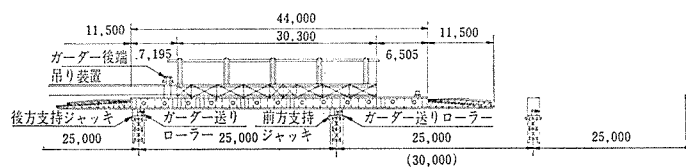
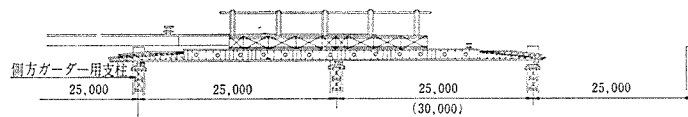


図-9 O.K.K 式移動支保工一般図

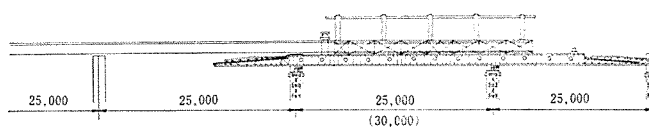
工程①  
1 径間の施工完了後、  
ガーダー後端の吊り装  
置と、前方支持ジャッ  
キを緩めて支保工桁を  
降下させてローラー上  
に載せます。



工程②  
支保工桁前後の手延べ  
を利用して、ウインチ  
を利用して、前方に移動し  
ます。



工程③  
次の施工区間位置まで  
移動すると、ジャッキ  
を作用して支保工桁を  
上昇させ、更にガーダ  
ー後端吊り装置をセッ  
トし、所定位置に据え  
つけます。

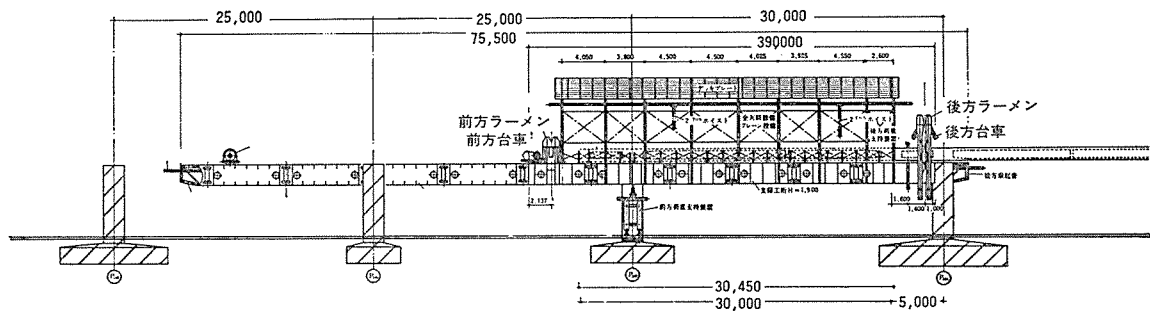


以上同様の作業を繰り返  
します。

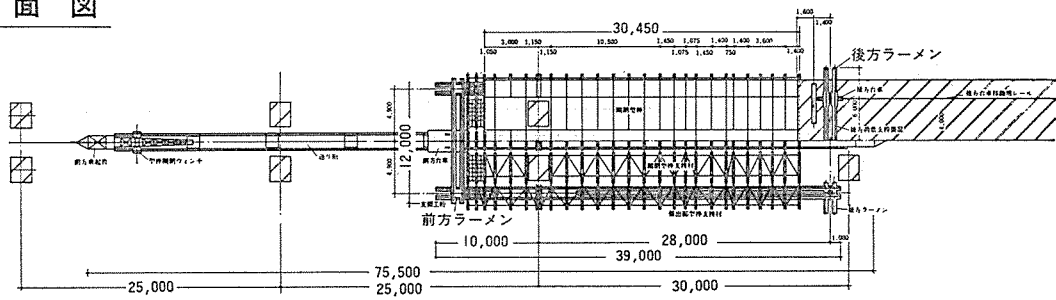
図-10 O.K.K 式移動支保工の移動要領



側面図



平面図



断面図

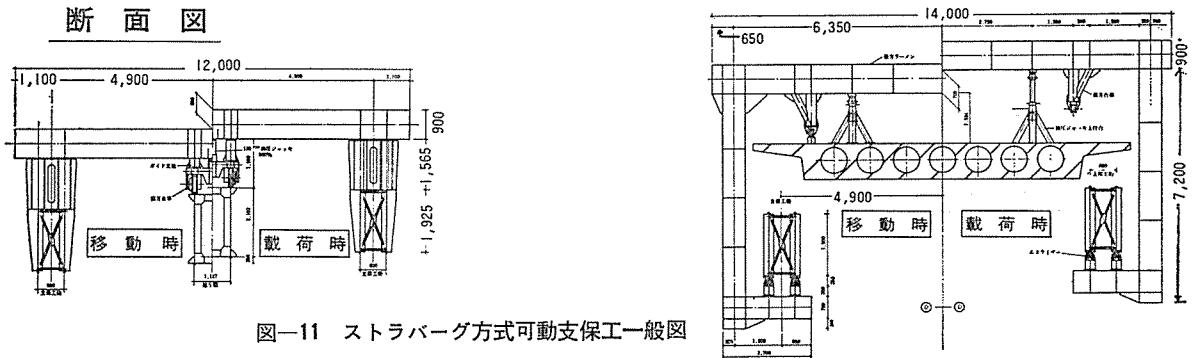


図-11 ストラバーク方式可動支保工一般図

- 工程① コンクリートの打設および緊張  
 コンクリート打設時には支保工桁送り桁の後端は既設の床版張出部に配置した後方支持装置より吊材を介して支持する。支保工桁の先端部は橋脚基礎より直接支持される「支保工桁前方支持装置」によって支持される。送り桁は各橋脚位置において独立2本柱橋脚中間に設けられた「送り桁支持装置」によって支持される。緊張はコンクリート打設後、3日間の養生期間において4日目に緊張する。
- 工程② 脱型および支保工桁移動  
 緊張完了次第、支保工桁、送り桁を10cm下げて脱型し、次に底版閉鎖型枠を開放する。更に支保工桁を下げて前後の台車により移動させる。
- 工程③ 支保工桁前方支持装置および支保工桁の設置  
 支保工桁を所定位置まで移動した後、支保工桁前方支持装置を橋脚部に設置して支保工桁の前方を支持する。
- 工程④ 送り桁の移動  
 送り桁を下げてローラーに乗せ、電動ウインチで移動させる。
- 工程⑤ 送り桁の設置  
 所定位置まで移動した後持ち上げて、支持装置により吊材を介して支持する。
- 工程⑥ 型枠の設置  
 底版閉鎖型枠を閉鎖し型枠を閉合する。支保工桁、送り桁を上げて型枠を所定の高さに設置し、妻型枠を組立てる。

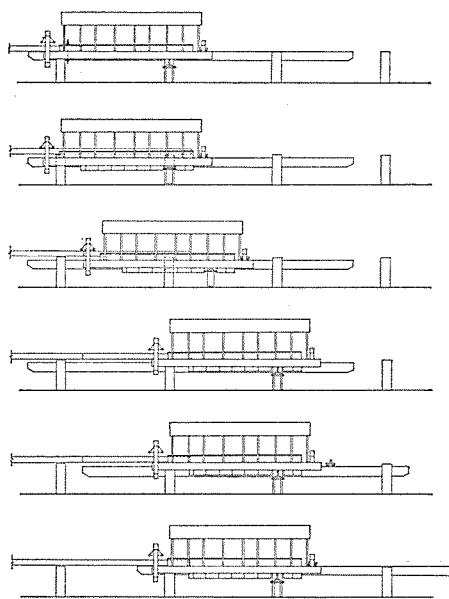


図-12 ストラバーク方式可動支保工の移動要領

●移動式支保工●

(3) ゲリュスト・ワーゲン工法

金沢高架橋（PC上部工）工事 その3

[ゲリュスト・ワーゲン（GERUST WAGEN）工法について]

ゲリュスト・ワーゲンが日本に紹介されてから約10年、その後高速道路調査会で実施の方向で検討が進められ、昭和48年3月に首都高速道路5号線576工区で都市内用に開発されたS.S.M式移動吊支保工が初めて採用され、ゲリュスト・ワーゲンの有意性が確認され成功を収めた。引続いて昭和48年12月に東北新幹線第一

北上川橋梁、昭和49年3月に首都高速道路5号線562～563工区に採用されたのに次いで、本橋が第4番目のものである。

PC長大橋の施工には、フォルパウ・ワーゲンと呼ばれる吊移動架設車を使用して、同一作業の繰返しで、順次片持梁を架設していくディビダーク工法が一般化しているが、この工法の機動性と作業の単純化という二つの特色を最大限に発展させたのがゲリュスト・ワーゲン施工である。

[ゲリュスト・ワーゲン工法の特長]

ゲリュスト・ワーゲンは主桁より張り出した横梁によ

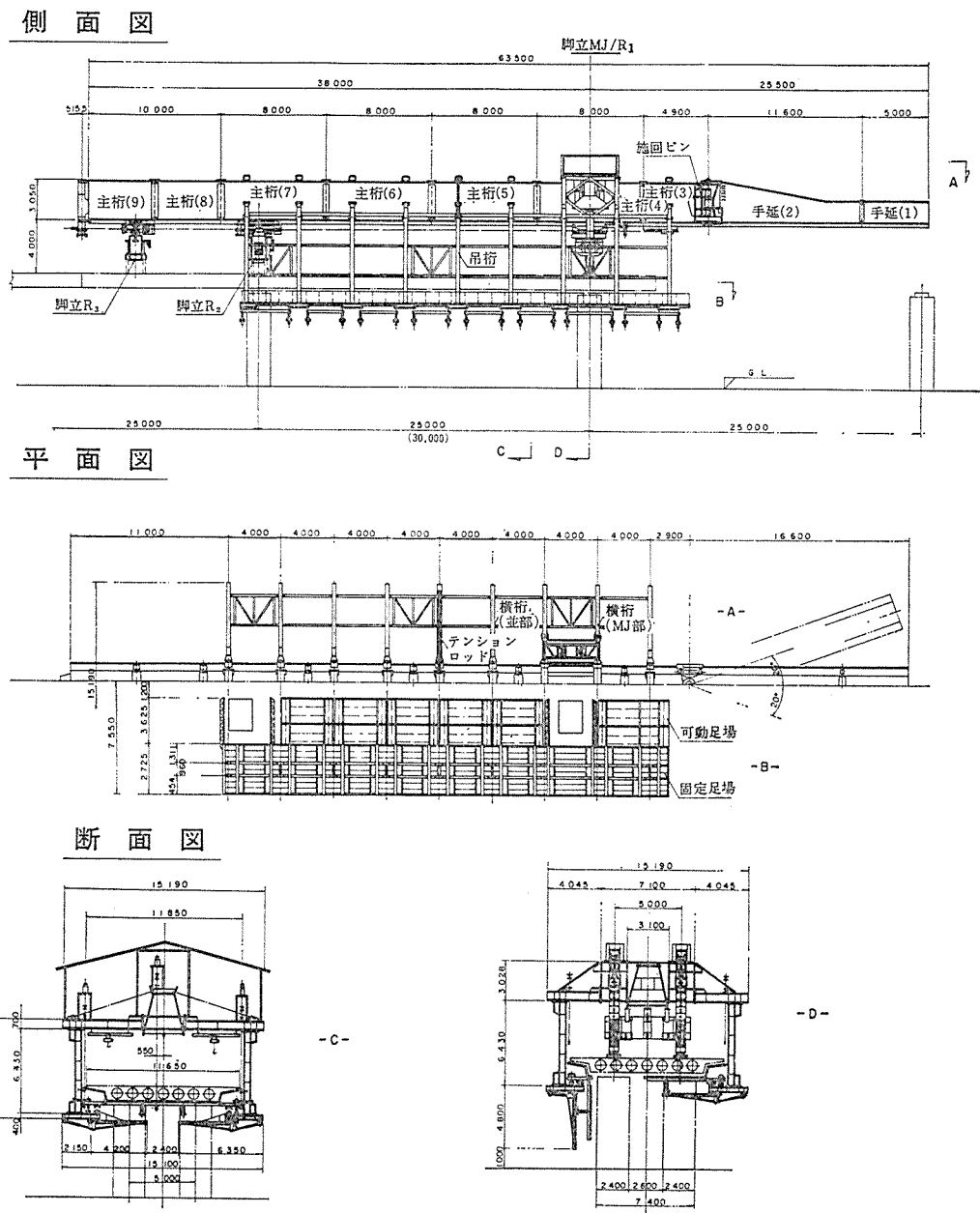


図-13 ゲリュスト・ワーゲン工法一般図

工程① 径間施工  
ワーゲンをMJ支柱およびR<sub>2</sub>で支持しコンクリート打設を行う。

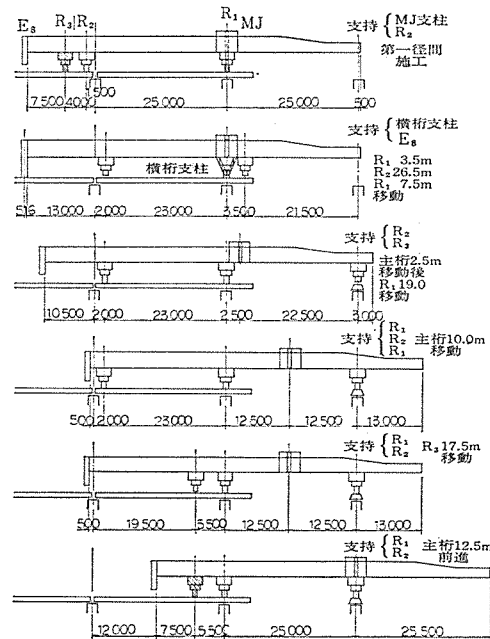
工程② R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>の移動  
支持脚立を横桁支柱およびエンドブロックに移しR<sub>1</sub>3.5<sup>M</sup>, R<sub>2</sub>26.5<sup>M</sup>, R<sub>3</sub>7.5<sup>M</sup>を移動する。

工程③ 主桁の前進およびR<sub>1</sub>の前方橋脚への移動  
R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>のセンターホールジャッキにより主桁を2.5<sup>M</sup>前進させR<sub>1</sub>を19<sup>M</sup>移動して前方橋脚に設置する。

工程④ 主桁の前進  
R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>のセンターホールジャッキにより主桁を10<sup>M</sup>前進させる。

工程⑤ R<sub>3</sub>の移動  
R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>で支持しR<sub>3</sub>を17.5<sup>M</sup>移動する。

工程⑥ 主桁の前進  
R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>のセンターホールジャッキにより主桁を残り12.5<sup>M</sup>前進させ移動を完了する。



図—14 ゲリュスト・ワーゲン工法の移動要領

って支保工を支えながら三つの移動受台を操作して1スパンの橋桁を一挙に施工し前進していく工法で、移動、型枠設置、脱型などの作業はすべて電動油圧ジャッキで行う省力化構造となっているので、都市内高架橋に限らず橋脚が等間隔に配置されている橋梁の場合、ゲリュスト・ワーゲン施工が最大の能力を発揮する。これは各径間が全く同じ構造形式でしかも同一断面形状をとることができるため、各作業がサイクル化、パターン化され工程管理および施工管理が完全に行えるのみでなく、1径間、30~50 mを10日前後で施工できるため従来の工法に比べて施工速度が数倍も早くなり、工期短縮がはかれる。

また、高架橋の断面形状もホロスラブ橋のみでなく版桁、箱桁断面にまで適用することができ、さらに曲線橋も自由自在に施工することができる。

#### (4) F.P.S 式移動吊支保工

金沢高架橋(PC上部工)工事 その4

##### [F.P.S 式移動吊支保工について]

F.P.S 式移動吊支保工は、型枠、コンクリートおよびその他すべての荷重を受け持つ主桁(L=39.8m, H=1.7m) 2本を、R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>の三つの支持台を介して橋面上に配置し、横方向はトラス構造に接続し、スパン

30 m までの床板コンクリート施工が可能である。

橋面下にはPC鋼棒42本で鋼製型枠が吊り下げられており、コンクリート打設、緊張後は、R<sub>1</sub>支持台に内蔵されている推進ジャッキにより、前進する。

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>支持台はコンクリート打設荷重を支えるとともに移動時の支持台として使用する。吊支保工設備には、降雨、降雪中でも作業が中断しないよう上屋および側壁を設けている。

##### [F.P.S 式移動吊支保工の特長]

同一支間の連続高架橋の建設において、桁下空間の条件に左右されず、また基礎地盤に対する不安を解消するとともに、各作業がサイクル化、パターン化されているので工程管理、品質管理および省力化に対して、最大限に能力を発揮できる。

そのほか吊鋼棒によって鋼製型枠を吊り下げているため、その高さを調整することによって橋面計画高を自由にセットすることができ、後方支持台に内蔵されているジャッキの作動で曲線橋の移動も容易であり、高架橋車線の増に対しては、主桁を増設することによって容易に改造転用ができるなど、多くの利点を持っている。

さらに、別途に上屋付きの作業場を設け鉄筋ブロックを製作して配筋作業を早め、機材運搬用には3tホイストクレーンを設置して省力化をはかれる。

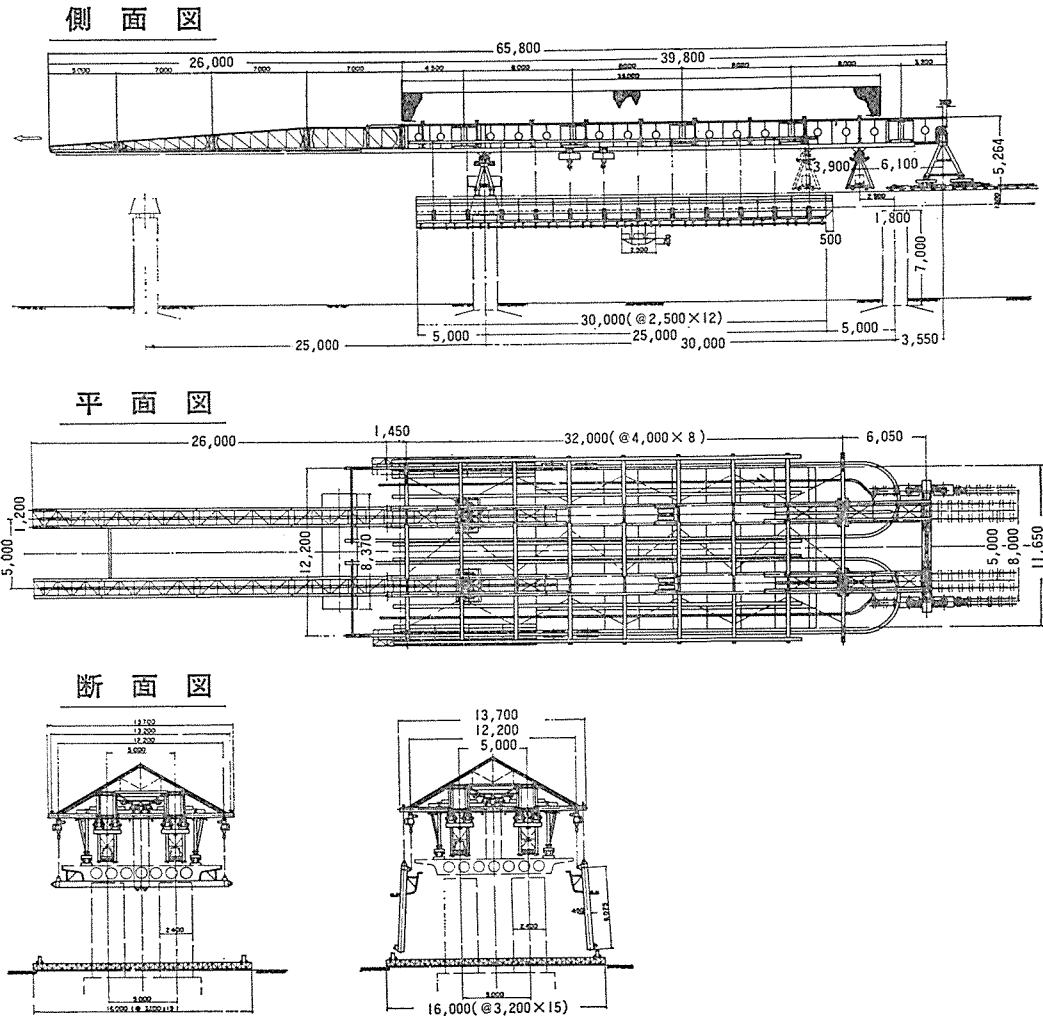
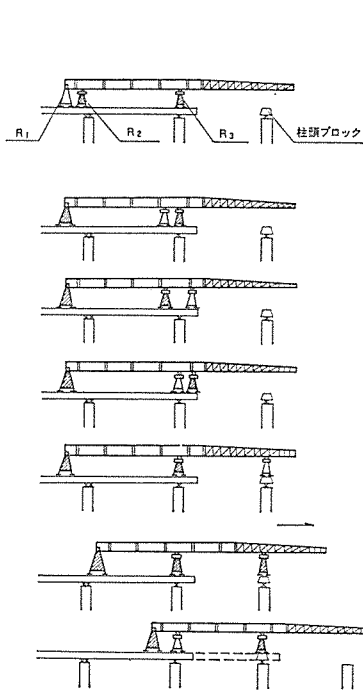


図-15 F.P.S. 式移動吊支保工一般図



R<sub>1</sub>: 移動支持台 (推進ジャッキおよび水平移動ジャッキ装着) R<sub>2</sub>: 移動支持台 (コンクリート打設時の荷重を受ける) R<sub>3</sub>: 移動支持台 (コンクリート打設時の荷重を受ける)

工程① コンクリート打設および脱型  
コンクリート打設時には、主桁は支持台 (R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>) で支えられ、コンクリートの全重量を受けもつ。緊張後メインジャッキによって支保工全体を約20cmダウンし吊鋼棒を撤去して、型枠を吊り下げ移動準備を完了する。

工程② R<sub>2</sub>支持台の移動  
移動準備を完了した支保工は (R<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>) で支えられる。R<sub>2</sub>はメインガーダーに吊り下げ前方に移動する。

工程③ R<sub>3</sub>支持台の移動  
R<sub>2</sub>移動後、ジャッキを作動して、R<sub>3</sub>支持力をR<sub>2</sub>に移行さす。その後R<sub>3</sub>をメインガーダーに吊り下げ床版先端に仮設置する。

工程④ R<sub>2</sub>支持台の再移動  
R<sub>3</sub>移動後ジャッキを作動して、R<sub>2</sub>支持力をR<sub>3</sub>に移行さす。その後R<sub>2</sub>を所定位置へ設置する。

工程⑤ R<sub>3</sub>支持台の設置  
(R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>) で支持された状態でメインガーダーに吊り下げ、前方柱頭ブロック上に移動、設置する。

工程⑥ 吊支保工の移動  
R<sub>1</sub>支持台に装着されている推進ジャッキの作動によりスムーズに前進し、所定位置へ設置する。

工程⑦ 吊支保工の設置  
所定位置へ設置された吊支保工は、鉄筋、ホロー、シース等のブロック搬入のためR<sub>2</sub>を後退させR<sub>1</sub>, R<sub>3</sub>で支持する。鉄筋、ホロー、シースを組立て後R<sub>2</sub>で支えると共に吊り鋼棒をセットして、コンクリート打設に備える。

図-16 F.P.S. 式移動吊支保工の移動要領

## 6. 移動式支保工による施工実績

発注者名	橋 梁 名	上 部 工 形 式	橋 長	施 工 会 社 名	PC緊張工法	支保工 形 態
阪神 高速道路公団	東灘第5工区	T桁ピルツ	635m	住友建設(株)	ディビダーク	C
日本道路公団	二の岡高架橋	RC 5径間連続	169m	大成建設(株)	—	B
首都 高速道路公団	576 工区	PC 3径間連続 ゲルバー	230m	住友建設(株)	フレシネー	A
日本道路公団	内川高架橋	RC 5径間連続	306m	大成建設(株)	—	B
首都 高速道路公団	562, 563 工区	PC 3径間連続 ゲルバー	913m	住友建設(株)	フレシネー	A
建 設 省	宿院高架橋	PC 5径間連続 3主版桁	490m	ピー・エス・コンクリート(株)	S.E.E.E	A
"	"	"	550m	オリエンタルコンクリート(株)	"	B
日本国有鉄道	東北新幹線 第1北上川 その1	PC単純箱桁	1150m	住友建設(株)	フレシネー	A
"	" その2	"	1067m	大成建設(株)	V.S.L	B
"	" その3	"	1100m	ピー・エス・コンクリート(株)	フレシネー	B
"	山陽新幹線 箱崎工区	RC高架	150m	大成建設(株)	—	B
日本道路公団	新居高架橋	5径間連続 2室箱桁	483m×2	ピー・エス・コンクリート(株)	B.B.R.V	B
"	舞阪高架橋	"	322m×2	オリエンタルコンクリート(株)	"	B
阪神 高速道路公団	松原高架橋	T桁ピルツ	336.5m	ピー・エス・コンクリート(株)	ディビダーク	B
"	"	"	490.5m	住友建設(株)	"	C
"	阿倍野斎場工区	"	376.07m	オリエンタルコンクリート(株)	"	B
日本道路公団	金沢高架橋 その1	PC 3径間連続 中空床板	1386m	オリエンタルコンクリート(株)	フレシネー	B
"	" その2	"	1398m	ピー・エス・コンクリート(株)	"	B
"	" その3	"	1083m	住友建設(株)	"	A
"	" その4	"	1083m	富士ピーエスコンクリート(株)	"	A
日本国有鉄道	一ノ関北部BL	PC単純2室箱桁	644m	住友建設(株)	フレシネー	A
"	津志田BL	"	1417m	大成建設(株)	V.S.L	B
"	前九年BL	"	1136m	ピー・エス・コンクリート(株)	フレシネー	B

この他、東北新幹線(一ノ関～盛岡間)でRC単純箱桁橋の施工に4台の移動支保工が稼働中である。  
支保工形態 A; 移動吊支保工, B; 可動支保工, C; 接地式支保工

## 7. 参考文献

- ・ピルツ構造のPC橋について/宮内敬保/道路  
1968. 3
- ・構造物急速施工調査研究報告書/財団法人高速道路調査会/1969. 3
- ・ストラパーク社の可動支保工/大成建設(株)/橋梁  
1969. 4
- ・ピルツ橋の設計施工/津野和夫, 泉 満夫/道路

- 1970. 9
- ・可動支保工を用いた, 多径間PC連続桁の設計施工/  
只野直典, 内藤隆史, 金井荘次, 浜田正則/橋梁  
1970. 12
- ・ディビダーク工法の最近の話題から/住友建設(株)  
設計部PC設計課/土木技術 1970. 12
- ・CENTRE AUTO LANCEUEによる高架橋の建設に  
ついて/森元峯夫/土木技術 1970. 12
- ・ヨーロッパにおける最近のPC橋(PC橋梁のプレフ

## ●移動式支保工●

- ァブ化の問題)／大西清次／土木技術 1970. 12
- ・可動支保工による PC 橋の架設／只野直典／土木技術 1970. 12
- ・ヨーロッパによる PC 橋の消力化工法について／百島裕信／橋梁 1970. 12
- ・ゲリュストワーゲンを用いた施工法について／前田邦夫, 中川 茂, 大内雅博, 音川庫三, 椎 泰敏／プレストレストコンクリート 1972. 12
- ・移動吊支保工研究報告書／財団法人首都高速道路協会 1972. 3
- ・S.S.M 式移動吊支保工について／前田邦夫, 椎 泰敏, 佐藤浩一, 島崎城安／橋梁 1973. 1
- ・プレストレストコンクリート橋の架設法(最近の動向)／津野和夫／プレストレストコンクリート 1973. 2
- ・架設工法を考慮した PC 構造物の経済性に関する調査研究 (I)／財団法人首都高速道路協会 1973. 3
- ・架設工法を考慮した PC 構造物の経済性に関する調査研究 (II)／財団法人首都高速道路協会 1973. 4
- ・最近のヨーロッパにおける PC 橋とその施工について (特に大型架設機械による)／椎 泰敏／プレストレストコンクリート 1973. 4
- ・フランスにおける最近のプレストレストコンクリートの動向／飯野忠雄, 長友秀実／プレストレストコンクリート 1973. 6
- ・S.S.M式移動吊支保工の紹介／編集委員会／プレストレストコンクリート 1973. 6
- ・S.S.M 式移動吊支保工による PC 高架橋の施工について／椎 泰敏／コンクリートジャーナル 1974. 9
- ・ヨーロッパの橋梁を見て／齋木三郎／道路 1974. 9
- ・宿院高架橋における 3 主版桁の設計施工について／四島昭, 山川孝一, 伊藤敏和, 山口 実／プレストレストコンクリート 1975. 2
- ・S.S.M式移動支保工による施工の成果と問題点／前田

- 邦夫, 椎 泰敏, 飯村耕作／土木学会誌 1975. 4
- ・移動支保工による PC 桁の架設 (東北新幹線第一北上川橋梁)／小田島正一, 加藤 光／鉄道土木 1975. 1
- ・東北新幹線第一北上川橋梁上部工の特徴／畑 知良, 加藤 光／土木施工
- ・可動支保工 (ストラバーク方式)／大成建設 (株), ピー・エス・コンクリート (株), 川田工業 (株)
- ・ストラバーク工法 現場打ちコンクリート工の消力化／野島弘孝／土木施工
- ・可動支保工による PC 橋の架設／大成建設 (株)／日刊工業新聞
- ・環境を考慮した新幹線線桁式高架橋の設計・施工／金原 弘／土木学会 1978. 2

## 8. む す び

北陸自動車道金沢高架橋における, 移動式支保工 4 台の施工概要について紹介した。

この種の工法が西ドイツで開発されて以来 20 年になるろうとし, また, 日本に技術導入され 10 年になり新幹線, 高速道路の大型 PC プロジェクトで稼働している。

この他, この種の原理が RC 高架橋にも応用され, 汎用性の拡がりを示して来ている。首都高速道路公団の PC 高架橋の施工に, 移動吊支保工がはじめて使用されてから, この種の工法開発が進められ, 国内では 7~10 社近くが支保工を保有している現況であり, 移動式支保工の発展充実期に来ていると思われる。

金沢高架橋の施工報告が今後も続くであろう。この種の施工法に役立てば幸いである。

この施工報告作成にあたり金沢高架橋 PC 上部工工事の施工を担当している, オリエンタルコンクリート(株), ピー・エス・コンクリート (株), 住友建設 (株), 富士ピー・エス・コンクリート (株) の金沢作業所の御協力に感謝する。

---

## 年会費お支払いの際のお願い

個人年会費を郵便振替 (東京 7-62774) または三井銀行銀座支店 (普通預金 920-790) にお支払い頂く場合個人名をお忘れなく。会社名だけですと「入金カード」記入洩れとなりかねませんのでご注意ください。特に会社または支店事務所として入会されておられる場合でも必ず登録した個人名義を申し出るようにして下さい。会社名だけでは取調べに二重三重の時間と無駄を要しますので是非ご協力下さい。なお年会費 2 年以上滞納いたしますと, 規則により会誌の発送停止, 除名となりますのでご注意ください。

---