

最近の欧州における PC 橋の建設

河 井 章 好*

1. ま え が き

最近ヨーロッパの各国をまわる機会を得たので、現在行なわれている PC 橋の建設工事のうち、興味あるものについて報告したい。行程は、昭和 44 年 10 月 20 日に日本を出発し、ドイツ、オランダ、フランス、イギリス、スイスおよびイタリアの計 6 カ国をまわり、11 月 18 日に帰着した。

われわれ一行は、まず西ドイツの München に入り、D & W 社を訪問し、意見の交換や PC トラス橋である Mangfall Brücke 等を視察、さらに Stuttgart では、Leonhardt 事務所を訪れた。ここでは、Taubertal Brücke の現場を見学、そして Düsseldorf までは主としてアウトバーンを利用し、途中ライン川に架かる長大橋を視察し、オランダに 10 月 31 日に入った。オランダでは、Kleinpolder plein のインターチェンジの高架工事の現場を見、さらにフランスでは、S.T.U.P. 社、S.E.E.E. 社の案内で Blois および Aero Train の工事を見学、またスイスでは、移動吊型わく工法をとっている Zürich 郊外の Brücken Weihelmatt の現場を視察した。

以下これらの橋梁について報告する。

2. Mangfall Brücke (西ドイツ)

本橋は、西ドイツ München の南東約 30 km の地点のアウトバーンにかかる PC 上路トラス橋で、90+108+90 m の 3 径間連続桁であり、建設は 1957 年に行なわれ、いささか古い部類に入るが、工法に少し特長があるので報告する (図-1, 2)。

本橋は、元来鋼トラス橋であったのを幅員が狭くなったので架け換えたものであり、競争設計の結果この工法が採用された。なお橋脚は旧橋のものを使用している。架け換えは旧橋の横に橋脚を設け、使用中の鋼トラスを横動して仮橋とし、元の位置に本トラスを架けたものである。これは旧橋の基礎が良好であったこと、および現

橋に平行な位置に新橋を設けることは道路線形を悪くすることからこのような施工法がとられた。

図-1 Mangfall Brücke

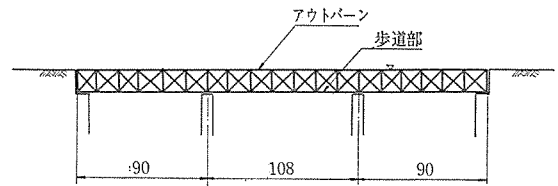


図-2 トラスの PC 鋼材配置例 (D & W 社資料より)

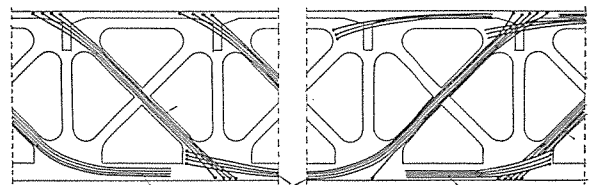
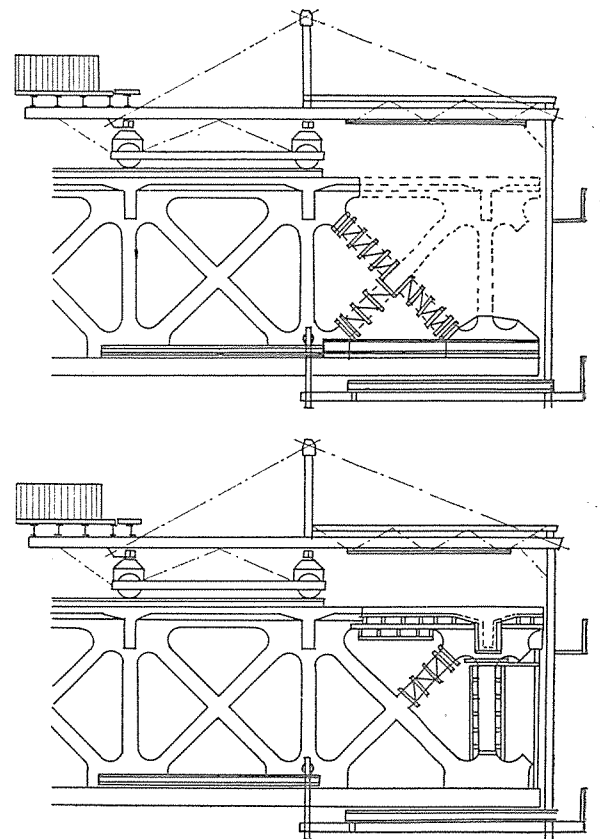


図-3 Mangfall Brücke のコンクリート打設法 (D & W 社資料より)



* 阪神高速道路公団 工務部設計課

注：本報告は、高速道路調査会“急速施工に関する研究”への報告の中から抜粋したものである。

写真-1 Taubertal Brücke の現場



施工は、まず径間の中間に仮支柱を設け、約6mを施工区分とした吊型わく工法によって行なわれている(図-3参照)。

3. Taubertal Brücke

Stuttgart の北約 50 km の Heilbronn からさらに北東へ 70 km ほどいったところに現在建設中の Taubertal Brücke がある。径間長 54.4 m が 12 径間からなり、8 径間連続桁と 4 径間連続桁とに分かれている。全幅は 39.30 m でこれを上下線分離構造として、主桁は片側車線について高さ 3.55 m の逆T形箱桁である。

この橋の架設法はいわゆる後押し工法で、桁を少しずつ製作して後から継ぎ足しながら、現地へ押し出していく方法である。まず橋台背面の盛土部を利用して簡単な製作ヤードを設け、ここで桁を 10 m ごとの長さに分割して製作する(図-4)。この場合、コンクリート打設は下床版とその他の部分(腹板と上床版)の2回に分けて行なわれる。第1ブロック(最先端)ができればこれを架設地点の方へ移動させ、その後第2ブロックを継ぎ足し製作する。このようにしてどんでんうしろから継ぎ足しながら押し出して架設するものである。この工法をとると、架設時(ときには片持ち支持形式)と橋体完成時(連続桁)において、曲げモーメントの方向が異なり、材料が不経済になったり不合理が生じてくるので、これを少しでも防止するために、径間中央に仮支柱を設けて架設中の支間を短くしている。この仮支柱はプレキャスト版と型鋼から成り、現地で組み立て可能な簡単なものである。一方製作された桁の先端には、鋼製の手延べが取り付けられ、さきの不合理性を少しでも防いでいる。

押し出し作業は、橋台付近に取りつけられた2台のジャッキで橋台に反力を取らせながら行なう。また仮支保工および橋脚の頂部と桁の接触部には、ローラー状のものは使用せずテフロンと呼ばれるシール系の板(摩擦係数が0.05)をそう入して摩擦を減少させていた。

この工法にすれば、作業内容は単純なものくり返し

写真-2 Taubertal Brücke の桁製作場

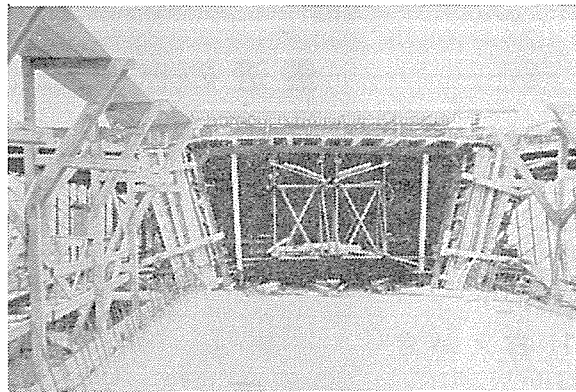
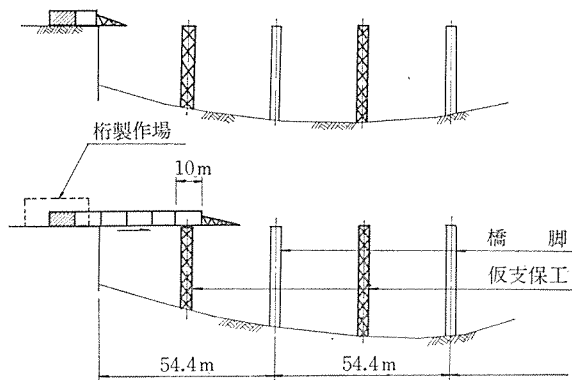


図-4 Taubertal Brücke の施工法



ですみ、現地作業は約5日の循環で行なっている。さらにもう一つの特長は現場の設備が非常に簡単なものである。そのほとんどがコンクリート打設関係のものであり、他の現場でみられたような大がかりな架設用機材はほとんど要らなくなる。したがって、工費も安くなってくる。

設計上、ブロックの打継目はせん断キイおよび鉄筋をとらせ、安全率はとくにふやしていない。また全径間架設終了後導入する連続ケーブルはアウトサイドケーブルを使用している。

4. Kleinpolder Plein (オランダ)

Rotterdam 市内のインターチェンジにおける PC 高架橋の工事中のもので、接着剤を用いたブロック工法で架設は専用のエレクショントラスを用いて張出し工法をとっていた。

桁の形状は箱桁で、支間 27.5~35.0 m のものを長さ 3.0 m 程度のブロックに切り、トレーラー輸送ののち、専用架設クレーンで架ける。このクレーンを用いた架設概要を次に示す。

第1段階(図-5(a))：架設径間の最終ブロックの架設と同時に、次の橋脚(A)の周辺に支点ブロックを受ける支保工を組みはじめる。またこのときトラス受け支保工をも取り付ける。

写真-3 Kleinpolder Plein の架設トラス



写真-4 Kleinpolder Plein の架設現場

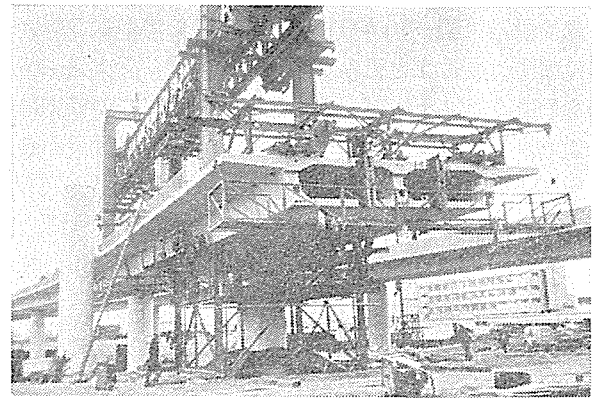


図-5 (a)

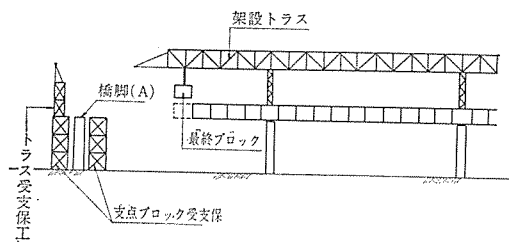


図-5 (b)

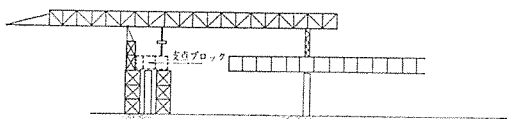


図-5 (c)

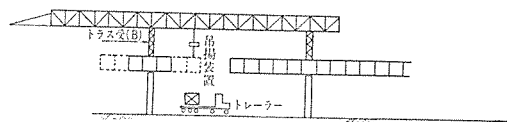
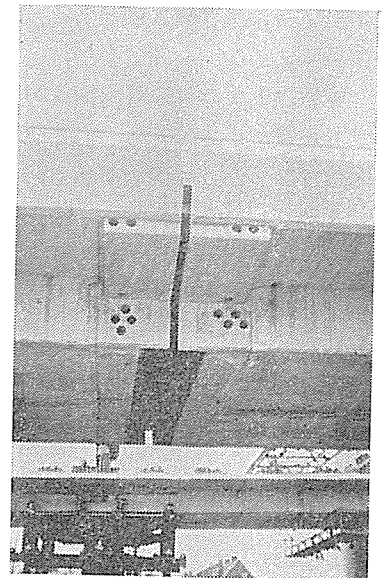


写真-5 Kleinpolder Plein のトラス支点部支保工



写真-6 Kleinpolder Plein の鋼製ヒンジ部



第2段階(図-5(b)):トラス受け支保工の先端のローラーをガイドとしてトラスを移動ののち、支点部の1~3ブロックを支点ブロック受け支保工を利用してすえ付け橋脚に固定する。

第3段階(図-5(c)):トラス受け(B)をすえ付けた支点ブロック上に移動してトラスを固定する。その後張出し工法により両側に径間中央まで架設する。

第4段階:径間中央まできて架設終了桁とつながったならば、再び第1段階からの作業をくり返す。

以上が本工法の概要であるが、この専用クレーンは非常に大規模なもので、この程度の桁ならばもう少し簡単なもので可能なように感じられたが、都市内の架設工法としては、あとに述べる移動吊型わく工法とともに研究する余地はあると思われる。

その他、本橋での目についたこととして次のことがあげられよう。

- 1) 径間中央の最終ブロック同士は 200~300 mm の調整シロとも思えるモルタル部分があったこと。

- 2) 桁のヒンジ部は、コンクリートの切欠き構造とせず鋼製のヒンジを採用していたこと。

5. Pont sur la Loire a Blois

Parisの南方約210kmのBloisの街はずれのLoire川にかかるフレンネー式PCブロック連続桁である。現場は現在架設の最中でこも専用の架設トラスを用いていた。

橋長: 396 m

径間割: 61.50+3@91.00+61.50 m

幅員: 3.0+7.00+7.00+3.0 m

桁形状: 2箱桁連続橋

桁高さ: 2.20~4.50 m

架設法: 専用エレクショントラスによる張出し工法
(接着剤使用)

架設速度は1日4ブロック程度、ブロック重量は最小25 t、最大75 t、長さは3.5 mとし、工期としては2週間で1径間を進むが、ガーダーの移動に3日を要する。

つぎに本橋の専用トラスを用いた架設法を示す。

第1段階 (図-6 (a)) : ガーダーの先端が次の橋脚に届くまでは支保工を組みこの上で架設する。支保工が組み合わないときは、ガーダーの手延べの先端がこの橋脚に届くようなところまで、ガーダーを長くする必要がある。

第2段階 (図-6 (b)) : ガーダーの先端が橋脚 (A) に達したならば、トラス受け支保を橋脚に固定する。同時に中央の柱は支保工付近にくる。次に支点上の第1ブロックを据え橋脚に鋼棒等で固定する。

第3段階 (図-6 (c)) : 支点第1ブロック上に仮受工を設け、トラスをこの上をすべらせて中央の柱が支点第1ブロック上にくるまで前進させ固定する。

第4段階 (図-6 (d)) : ガーダーが固定する両側に張出し工法により順次架設する。以下同様の作業をくり返す。

本架設トラスは総重量約 120 t で、オランダのものよりも規模が小さくまた、全然準備的な支保工を組まずに架設できるところがすぐれているように思える。

またブロックの製作は、架設現場のすぐそばの堤防で行なわれていたが、とくに目立ったことはしていなかつた。

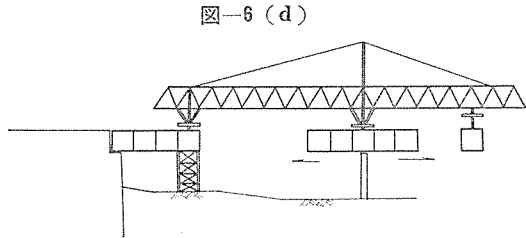
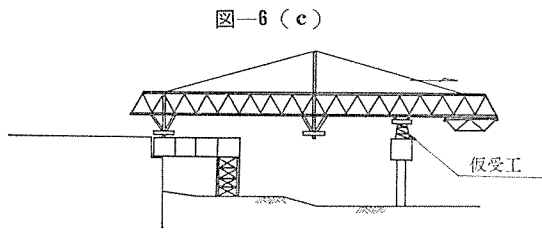
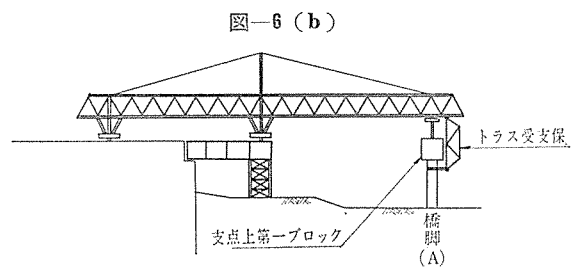
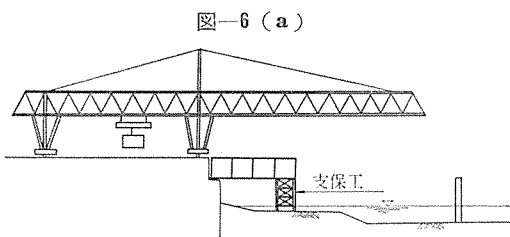


写真-7 Blois 橋の現場全景

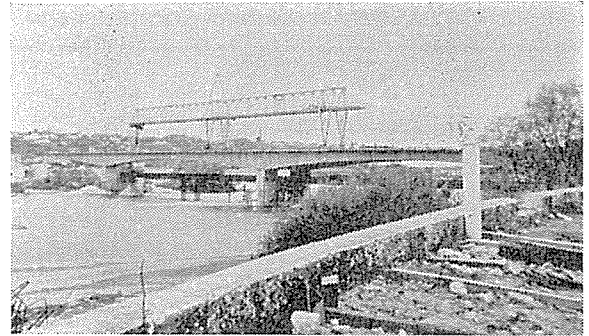


写真-8 橋脚上のブロックすえ付け



た。また、PCストランドをブロックへそう入するためにストランドの先端にリング状の金物を溶接で取りつけていた。

なおフランスでは、接着剤等を用いたときの目地の安全率については計算上ふやしていない。

写真-9 Blois 橋の桁断面

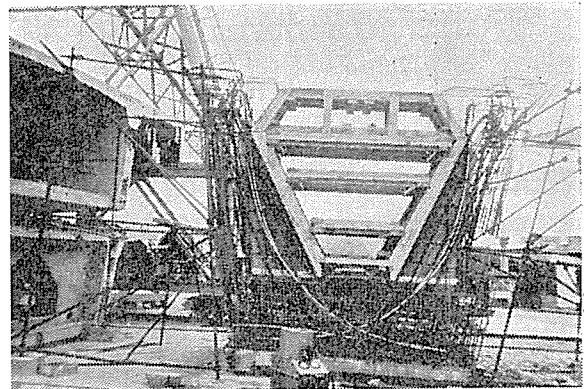
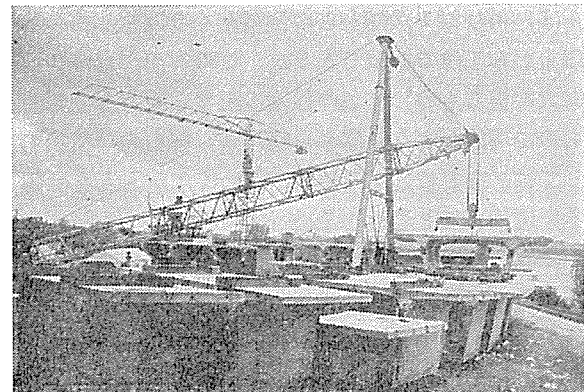


写真-10 Blois 橋のブロック置場



6. Aero Train

Paris とその南方約 120 km はなれた Orleans との間を時速 250 km/h の速度で結ぶ交通機関を計画中であるが、これを用いる試験桁として、Orleans の近くで製作、架設されているものである。この交通機関は 図-7 に示すようにモノレール状のもので、これの主桁に PC 桁をプレキャスト方式で使用している。桁の形状は 図-8 のとおりである。

図-7 Aero Train

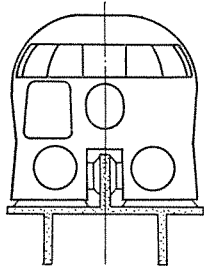
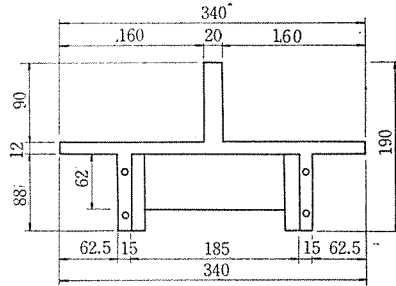


図-8 Aero Train の桁



- 全 長 : 18 km (試験区間)
- 径 間 : 20 m (架設後 6 径間連続桁とする)
- 設計条件 : 荷重 20 t, 衝撃を含んで 40 t
- 群集荷重 250 kg/m²
- 垂直に対するねじれ 40 t-m
- 水平に対するねじれ (横断) 4 t-m
- 水平に対するねじれ (縦断) 4.5 t-m
- ブレーキ荷重 12 t

なお設計条件のうち、ねじれに関する数字については実験によって決めている。

本桁は列車走行の関係から表面(車両との接触面)の仕上がりが重要視されるので上下逆にしてコンクリートを打設し、養生後回転して応力を導入する方法をとっている。すなわち、当初コンクリート打設後養生が終るまでは自重に対し鉄筋コンクリートでもたせ、取扱いも桁のスペンができるだけ短くするような格好で行なう。養生が終ったならば、これを回転するが、このときも取扱い上は回転前と同じスペンとして行なう。そして最終的に死荷重分のプレストレスを導入するものである。

施工速度は1ヵ月に 2 km の割合で進行し、架設は桁重量もそう重たくないのでクレーンで行なっている。また橋脚もプレハブ方式を採用している。

7. Brücken Weihermatt

Zürich の東北約 100 km, Basel の近くで建設中の橋で、移動吊型わく工法をとっている。この移動型わくは一般に Gerüst Wagen と呼ばれ、図-9 に示すように次の橋脚までに渡した 1 本の本ガーダー(ほとんどの場合

図-9 (a) Gerüst Wagen

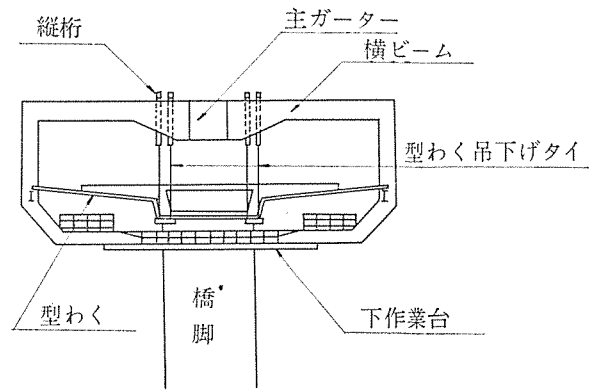


図-9 (b)

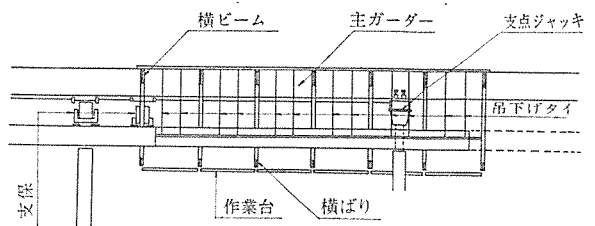


写真-11 Gerüst Wagen の模型



箱形) より約 5 m 間隔にはりを出し、これに PC 鋼棒等により型わくを吊り下げて、このワーゲンの中でコンクリート関係の作業一切を行ない、完了すればそのまま次の径間に前進してゆくようになっている。

第 1 段階 (図-10 (a)) : 斜線部のコンクリート打設終了後、R₃ 支点(ガーダーの最後端)を P₁ 橋脚上に移動させる。

第 2 段階 (図-10 (b)) : R₁ 支承を P₂ 上に移動させる。

第 3 段階 (図-10 (c)) : ガーダーを前進させる。このときは R₂ が定着し R₃ が浮く。

第 4 段階 (図-10 (d)) : そのまま HM が P₃ に到着するまでガーダーを前進させる。

第 5 段階 (図-10 (e)) : HM が P₃ 上に固定されると同時に R₂ 支点を先の P₁ 橋脚の位置まで移動する。

第 6 段階 (図-10 (f)) : つぎに R₃ を固定し、R₁ を完成部先端にすえ付けコンクリートを打設する。以下同じ作業をくり返す。

ワーゲンの移動は 2 日を要し、最初の組立てには本橋の場合 3 カ月半かかったが、次回からは 2 カ月くらいで

図-10 (a)

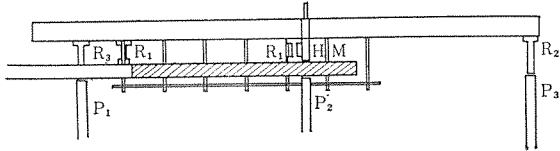


図-10 (b)

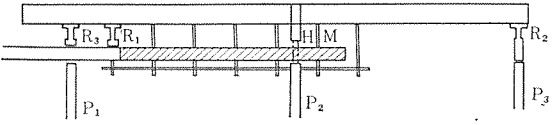


図-10 (c)

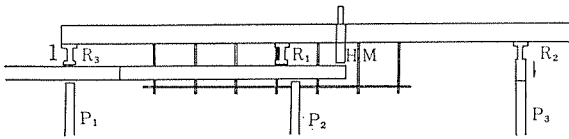


図-10 (d)

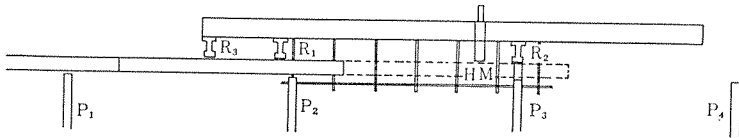


図-10 (e)

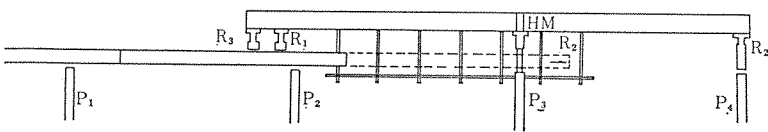
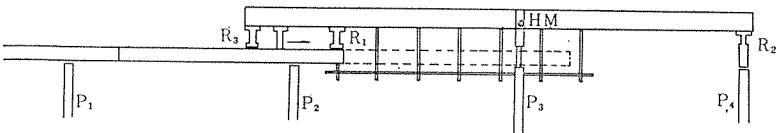


図-10 (f)



すむだろうとは現場従事者の説明であった。

この方式を使用すれば、コンクリート作業が天候に左右されることなく実施されて、工程の短縮がなかれる

ばかりでなく、桁下の交通を止めることのできないときや橋脚高が高く支保工の使用が問題になる場合に有利である。また作業が単純化されるので、とくにスイスでは将来の労務者不足に対処できるだろうともいっていた。

一方、本ガーダーは鋼種が大きく、600~1000tを要するので、設備投資がかさみ、償却の問題がからんでくると、構造上先端の橋脚にすえる支承 HM, R₂がこの橋脚の天端の形状寸法に支配され(本現場の場合支承の横断方向の間隔が1.50m)、場合によってはコンクリート打設時のガーダー自身の安定性が悪くなる懸念がある。

しかし本工法は、鋼重を軽くして日本のような中小スパンの橋梁に適用できることは十分考えられ、今後研究の余地は残されていると思われる。

8. おわりに

その他、われわれは多くの橋梁を見学したが、その範囲では、ドイツでは現場打ち方式に吊型わく工法が有利とされ、またフランスオランダ等ではブロック工法が盛んに用いられていた。そしてそれぞれがその特長を十分生かすような方法で行なわれている。いずれにしても仮設備にかける規模が日本の現場に比して非常に大きいことが目についた。これらの工法は日本においてもその利点を十分生かす方向で今後十分検討、研究を重ね、PC技術のさらに飛躍した発展を期待するものである。

最後に、今回の渡欧は高速道路調査会のコンクリート構造物の急速施工に関する視察の一員として参加したことを付け加え、さらにわれわれ一行のために非常にお世話になった

同調査会、現地の人々、その他関係各位に誌上をかりて深く感謝する次第です。

1970.2.20・受付

常に新工法の開発をリードする

SHO-BOND

株式会社 **ショーボンド**

本社：東京都千代田区神田小川町2-1
(木村ビル) ☎03(292) 6947~8

営業所：札幌・釧路・盛岡・仙台・新潟
富山・水戸・宇都宮・前橋・浦和
東京・横浜・千葉・静岡・名古屋
岐阜・三重・大阪・京都・神戸
和歌山・奈良・高松・岡山・広島
福岡・宮崎 工場：川口・四日市



高性能エポキシ樹脂《ショーボンド》のセット缶です
土木用構造材・接着剤として 真価を認められ
道路・橋梁・隧道・ダムなどの設計に組み入れられて
いまや我が国で最も多く使用されている製品です
工期を短縮しコンクリートに数倍する強度が特長です

このごろ 土木現場で 目につく この缶は――

