

## (38) 横移動工法によるPC造鉄道橋の施工

㈱大林組	土木技術本部	○宮本	良平
同上	土木本部		近江 英家
住友建設㈱	土木部	正会員	藤原 保久
同上	土木部	正会員	中村 收志

### § 1. まえがき

東南アジア諸国の中でも経済発展の伸長が著しいタイ国の首都バンコック市では、車社会の発展による日常生活圏の拡大によって、日本のそれに匹敵する朝夕の交通渋滞がみられ、これに対処するべく、首都圏環状道路網の整備が急がれている。この整備の一環である、タイ国内務省公共企業局発注、新ラマ6世橋建設工事は、バンコック市内を北から南へ流れる大河Chao-Phraya河を跨ぐ道路橋および周辺道路網の築造を主体として、鉄道・道路併用橋既設ラマ6世橋の上下各一車線通行である道路部の著しい交通渋滞を解消する目的で、既設ラマ6世橋の上流300m地点に計画され、現在施工中である。

プレストレストコンクリート(PC)造鉄道橋は、この新ラマ6世橋への取付道路を、既設ラマ6世橋で道路と併走して来た鉄道の盛土下を斜めに横断する地点で、立体交差させるために新設されるもので、橋長約70mの三径間連続下路式複線橋である。

本橋上部構造部分の施工は、鉄道活線状態で施工する必要があることから、線路横の仮設支保工上で製作完成させた重量約2000Tの上部構造部分を、最終列車通過後、翌朝一番列車通過までの間に、距離約9.3m横方向水平移動させる方法を採用した。

本稿は、1991年7月20日～21日にかけて横方向水平移動を完了させた、このPC造鉄道橋横移動工法の概要と、横移動時に行なった計測管理結果とについて述べるものである。

### § 2. PC造鉄道橋施工計画

#### 2-1 PC造鉄道橋の概要

本橋は、PC造三径間連続下路式複線鉄道橋で、図表-1に示す構造寸法と以下の特徴を有している。

- ①橋梁下を通過する、道路縦断線形を満足する桁下クリアランスを確保するため、下路式構造であること。
- ②同じく、道路平面線形を確保するため、P1橋脚が斜配置であること。
- ③下部構造は、当該地盤が粘性土層を基調とすることから、場所打杭式基礎を採用しており、橋台・橋脚フーチングが互いに地中継梁で連結されていること。
- ④橋脚は、構造的な美観および道路クリアランスの点から、独立式円柱であること。
- ⑤上部構造は、複線鉄道橋であるため、3主桁構造が採用されているが、列車建築限界の制限により、中間主桁(G2桁)が応力的に余裕のない断面寸法で計画されていること。

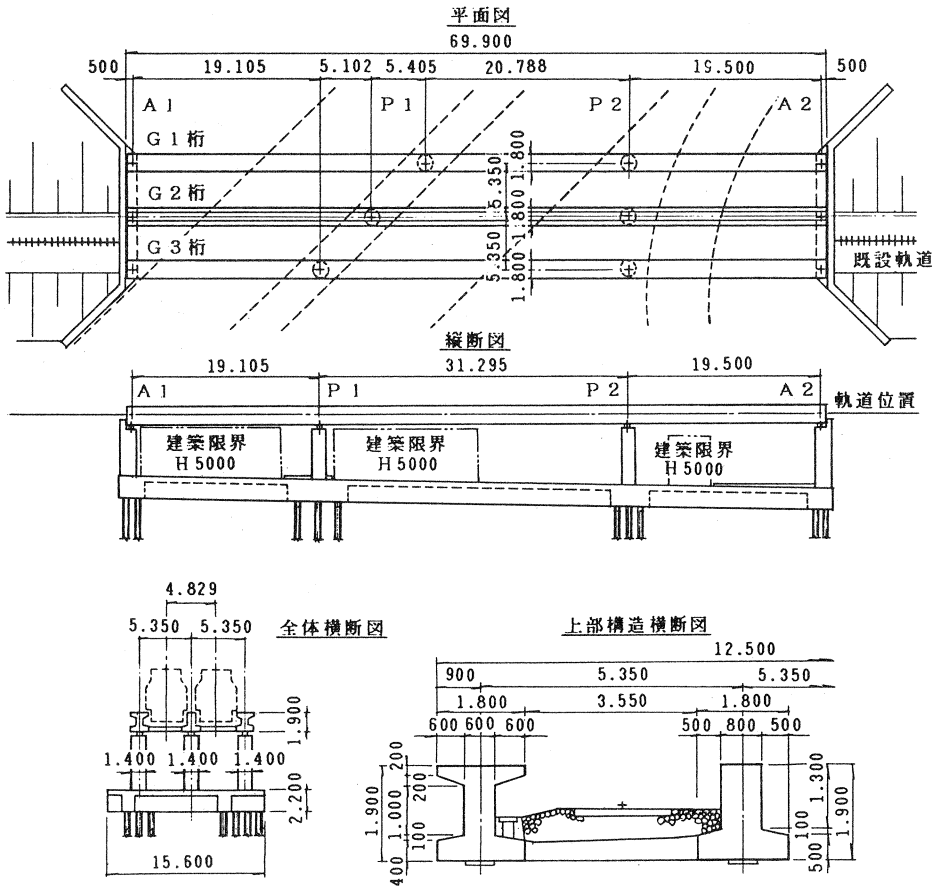
#### 2-2 施工法決定の経過

##### (1) 施工上の問題

本橋を鉄道活線状態で構築するにおいては、図表-1、構造一般図で明らかなように、

- ①下部構造においては、列車走行の間を縫って、軌道下での土留工事、基礎杭工事、躯体構築工事を行う必要があること。
- ②上部構造においては、列車走行の間を縫って、列車建築限界内での型枠工事と、列車荷重仮受工法による床版工事を行う必要があること。

に代表される、列車走行障害、安全施工確保不可等、大きな問題があった。



図表-1 鉄道橋構造一般図

(2) 上部構造横移動工法と既設軌道完全仮受工法の採用

上記施工上の問題点を克服するための諸検討を行なったが、上部構造を鋼構造、鋼コンクリート合成構造へ変更することは、将来のメンテナンス面から不可である、また、線路を切り廻しすることは、列車走行管理および軌道維持の面から不可であるという、発注者の意図により、現位置での列車走行を許しながら、構造一般図通りの橋梁を構築することとなった。

これらの経過を経て、本橋施工計画策定の基本方針として以下の事項を定めた。

- ①列車安全走行、構造物安全施工の確保を主眼とする。
- ②上部構造は、既設軌道横の仮設支保工上で、主桁構築、中間床版構築、バラスト投入、レール敷設を完了したのち、夜間の列車運行休止時に、本来の設置位置へ横移動させる。
- ③下部構造は、一旦、既設軌道を仮設鋼製鉄道橋で仮受し、盛土を全面掘削したのち、施工する。

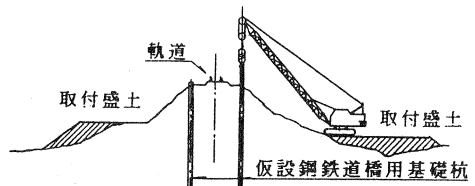
2-3 施工順序

最終的に決定した施工順序大要は、次の通りである。

(1) 仮設鋼製鉄道橋の施工および軌道盛土掘削

- ①工事用取付盛土工および仮設基礎杭打設、②既設軌道撤去および仮鋼製鉄道橋桁架設、③盛土掘削および仮鋼製鉄道橋支柱基礎用横継材・斜材取付。

図表-2 (a), (b) に大要を示す。



(a) 仮設基礎杭打設  
図表-2 下部構造施工順序図

(2) 本設下部構造構築

- ①基礎用場所打杭施工、②基礎フーチング築造、③基礎地中継梁築造、④橋台壁体および橋脚柱体築造。

図表-2 (b), (c) に大要を示す。

(3) 横移動用仮設り架台構築

- ①り架台基礎用仮設基礎杭打設、②り架台構築、  
③支承部下査設置、④り板敷設。

(4) 本設上部構造構築

- ①築造用仮設支保工組立、②底型枠敷設、③支承部下査設置、④主桁G1~G3築造、⑤中間床版築造、  
⑥プレストレス導入、⑦バラスト投入、⑧仮設支保工撤去、⑨付帯工事、⑩軌道敷設。

(5) 横移動準備

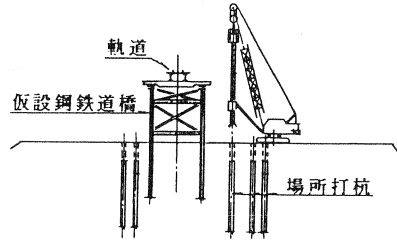
- ①り架台補強整備、②ジャッキ・油圧システム設置、③計測管理システム設置。

(6) 横移動

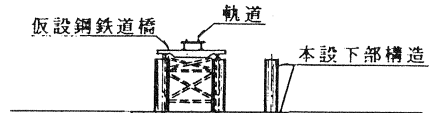
- ①試験移動、②本移動、③軌道接続、④支承固定具設置、⑤付帯設備設置。

(7) 交差道路構築

- ①仮設鋼杭撤去、②道路床版築造、③その他。



(b) 本設場所打杭打設



(c) 本設下部構造構築

図表-2 下部構造施工順序図

§ 3. 横移動工

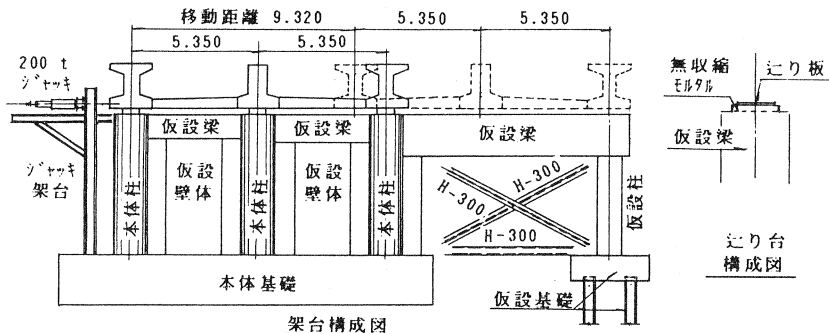
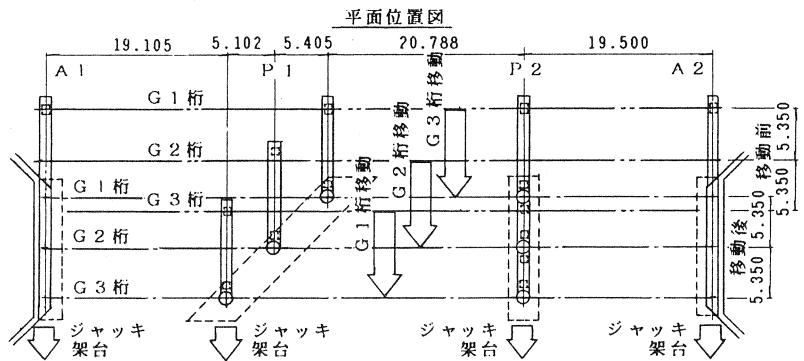
3-1 準備工

(1) 横移動用仮設り架台構築

計画移動距離 9.320 m 用に構築した仮設り架台の概要を図表-3 に示す。

り架台は、鉄筋コンクリート造梁支柱式を主体として構築した。特に P1 橋脚通りは、主桁 G1~G3 の各支点が移動方向に対し斜配置となっていることから、各支承にり架台を設置した。

り機構は、上部構造主桁下面に設置した支承



図表-3 仮設り架台構造図

上査の一部である、φ310~φ650mmのPTFE板と、り架台天端に設置した、t10mmの鋼板上にABコーティングし、その表面をPTFE粉末散布処理した、り板との間によることとした。また、り板とり台との空隙は無収縮モルタル注入処理を施した。

(2) ジャッキ・油圧機器の設置

横移動使用ジャッキは、能力200t/台、ストローク600mmセンターホールジャッキで、牽引用として、A1, P1, P2, A2各橋台・橋脚に合計4台、また、最終調整時引戻し用として、P1, P2各橋脚背面に合計2台、総計6台である。各ジャッキは、上部構造耳桁下フランジに埋設したアンカーヘカブプラーで接続したゲビンデスタブφ36mmを牽引することによって、上部構造を移動させ、ストローク戻し時には、手締めによりゲビンデナット締込みを行なった。

ジャッキ架台は、形鋼などで組立て、その鉛直方向重量は本設下部構造フーチングで、また、牽引時の発生水平力は橋台・橋脚の頭部へ伝達し、それぞれの構造系で負担させた。

3-2 横移動工

(1) 管理体制

横移動時の管理体制を図表-4に示す。

(2) 横方向水平移動量

横移動作業は、縁切移動、試験移動、本移動に分けて実施した。各移動は、それぞれ、ジャッキシステム能力確認、ジャッキシステム稼動状況確認、計測管理システム作動状況確認、の目的を持つものである。各段階毎での移動量を、図表-5に示す。

(3) 横移動工全体工事実績

本横移動工事は、1991年7月20日深夜から21日未明にかけて実施した。実移動の前後作業を含む全体工事進捗を図表-6に示す。

§4. 横移動工計測管理

4-1 計測管理の目的

PC造鉄道橋上部構造横移動時に行なう計測は、

①横移動作業を円滑に行なうための施工管理を目的とする計測

②横移動作業時の上部構造品質管理を目的とする計測

に分けることができる。

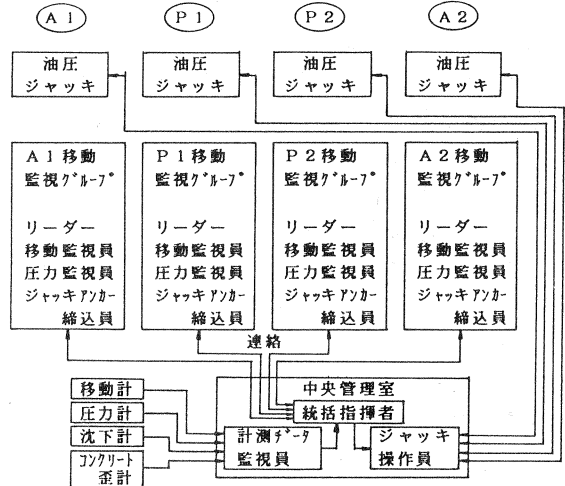
これらの目的を果たすため、以下の計測を行なうこととした。

計測1：横方向水平移動量計測

計測2：ジャッキ圧力計示度調査

計測3：上部構造支分部鉛直方向変位計測

計測4：上部構造中間支分部断面コンクリート歪



図表-4 横移動工管理体制

図表-5 水平移動量実績大要表

移動内容	期日	時刻	A1個移動量 (mm)		A2個移動量 (mm)	
縁切移動	7/16	20:10	0	0	0	0
		20:40	60	60	69	69
試験移動 I	7/17	14:49	60	60	69	69
		15:27	1181	1121	1162	1093
試験移動 II	7/18	14:34	1181	1181	1162	1162
		15:06	2211	1030	2211	1049
調整移動	7/20	19:00	2211	2211	2211	2211
		19:30	2229	18	2234	23
本移動	7/20	23:02	2229	2229	2234	2234
		7/21 01:02	9318	7089	9311	7077
水平移動量	合計		9318	9318	9311	9311

図表-6 横移動工全体進捗実績表

事項	時間	1991/7/20					1991/7/21				
		2000	2100	2200	2300	0000	0100	0200	0300	0400	
列車走行											
最終列車											
試験列車											
始発列車											
作業員待機											
線路軌道撤去											
仮鉄道橋撤去											
上部工横移動											
調整移動											
支承固定											
橋台部軌道仮受											
線路接続復旧											
全体検査											

計測管理用計器配置を図表-7に示す。

4-2 計測管理結果

(1) 横移動速度

横移動量計測は、A1とA2橋台側上部構造下面に設置した、回転エンコーダ式移動距離計により行なった。横移動進捗は図表-8(a)に示す通りで、横移動速度は、前進作業時最大199mm/分、全作業時平均59mm/分であった。

(2) 上部構造A1側と

A2側の移動量差

上部構造に設置した2台の移動距離計示度の差は図表-8(b)に示す通りである。移動量差の制御は、上部構造へ取付けた橋軸方向移動制限装置と橋台前面との間隙15mmから定まる、許容移動量差100mm以内に収まるよう、ジャッキ操作によった。

(3) 送り摩擦係数

横移動時に調査した、各ジャッキの圧力計示度を図表-8(c)に示す。

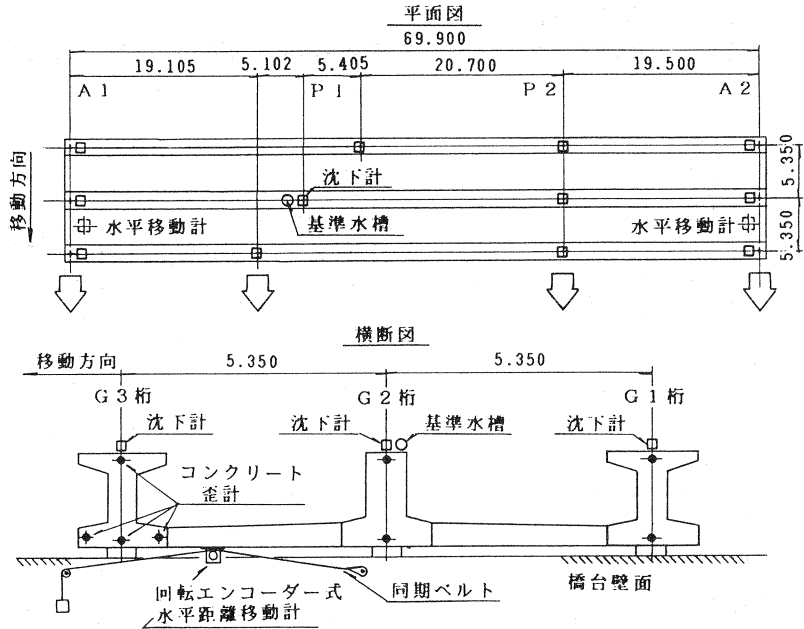
得られたジャッキ圧力は、一台当り、縁切時60~80kg/cm<sup>2</sup>、試験移動時10kg/cm<sup>2</sup>、本移動時10~30kg/cm<sup>2</sup>であった。これから求めた送り装置の摩擦係数は、図表-9に示す値となる。

(4) 中間支点不等沈下量

上部構造主桁の各支点位置天端に設置した、連通管式水盛沈下計により、横移動の間継続して支点沈下量を測定した。その値より、G1~G3各桁のA1、A2両支点を基準とする、中間支点P1、P2の不等沈下量を求めた結果は、図表-8(d)に示す通りである。また、移動中の支点沈下監視に用いた管理グラフの例として、主桁コンクリート応力度が最も厳しい、G2桁に関するものを図表-10に示す。G2桁中間支点の不等沈下量は、沈下2.6mm~上昇3.8mmであり、当図から判断して、無視し得る不等沈下であったといえる。

(5) コンクリート応力度

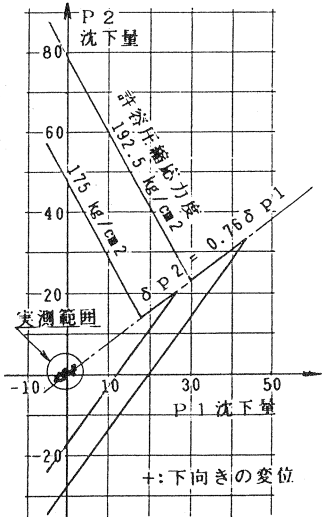
G1~G3桁中間支点断面に埋設したコンクリート歪計による計測結果のうち、G2桁に関するものを図表-8(e)に示した。各主桁とも横移動中の歪変化は-60~+60μで、コンクリート応力度換算値±20kg/cm<sup>2</sup>の



図表-7 計測管理用計器配置図

図表-9 送り装置摩擦係数算出表

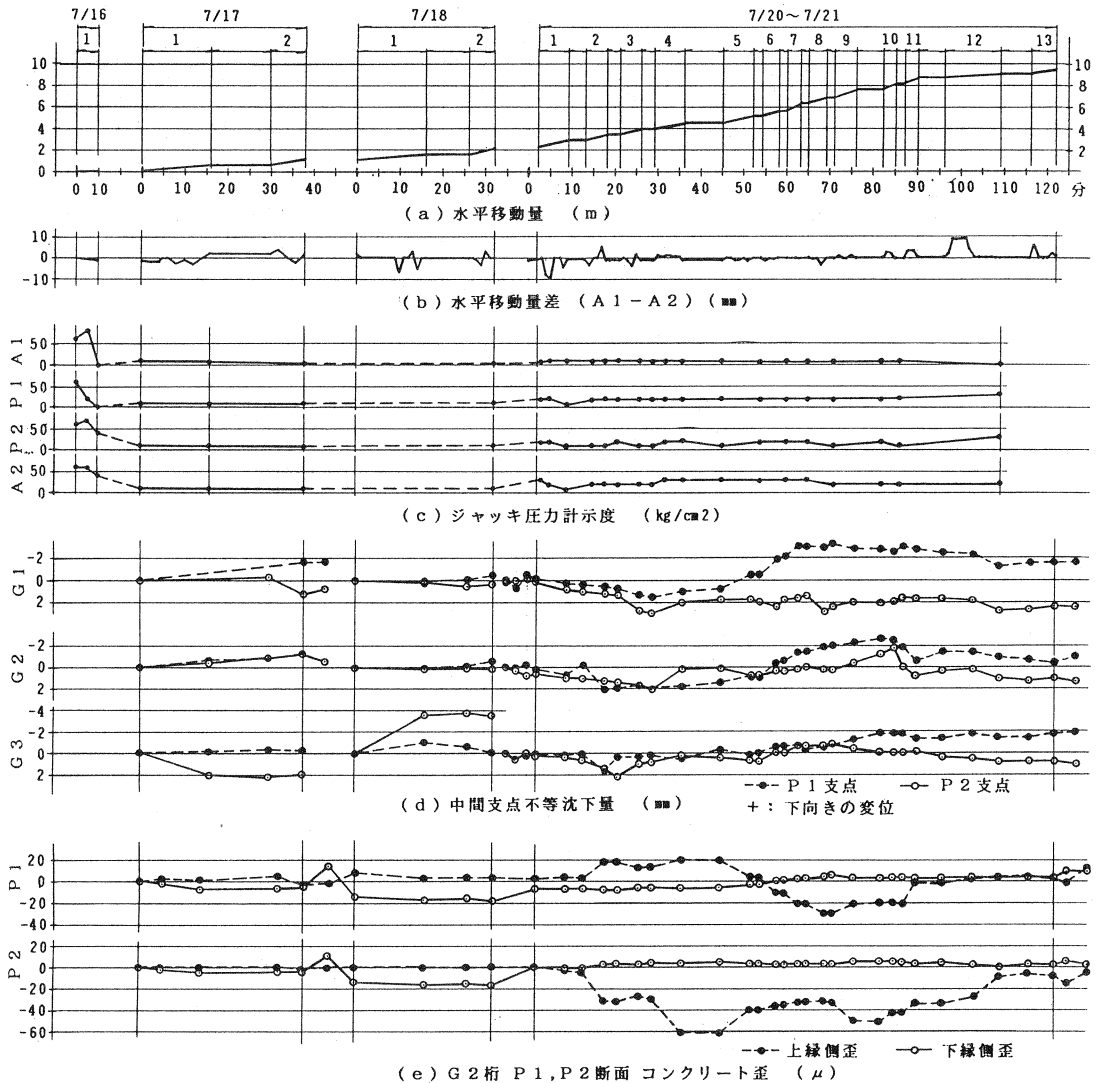
移動状態	圧力の合計 $\Sigma P$ kg/cm <sup>2</sup>	ジャッキ面積 $A_j$ cm <sup>2</sup>	牽引力 $\Sigma T$ t	上部工重量 $\Sigma W$ t	摩擦係数 $\mu = \Sigma T / \Sigma W$
縁切移動	230	452.4	104.0	1937.6	0.054
試験移動	40	452.4	18.1	1937.6	0.009
試験移動	35	452.4	15.8	1937.6	0.008
本移動	50~80	452.4	22.6~36.2	1937.6	0.012~0.019



図表-10 G2桁、P1支点  
変位管理グラフ (単位mm)

変動範囲であることが判明した。

上記(4)の結果と対応して、十分安全性のある横移動工であったと言える。



図表-8 計測結果図

### §5. あとがき

1991年7月20日深夜から21日未明にかけて実施した、本橋横移動工は、上部構造に悪影響を与えることなく、無事終了することができた。

一番列車通過以来、橋台バラベット工事、追加バラスト投入工事、その他付帯工事等を経て、現在、完成した鉄道橋下の道路工事施工中である。本施工例が、今後同様な施工法で実施される場合の、施工計画時の参考となれば関係者一同望外の幸せである。