

2. 工事概要

本橋の工事概要は以下の通りである。

工 事 名：池田工区(その3)PC桁工事
 路 線 名：大阪府道・兵庫県道高速大阪池田線(延伸部)
 工 事 場 所：大阪府池田市神田4丁目地内
 橋 長：278.000m
 支 間 長：72.000m+125.000m+79.000m
 幅 員：有効幅員2*8.200m(全幅18.000m)
 平面線形：R=2400~R=∞~R=2200
 縦断勾配：1.8107%↙ ↘1.800%
 横断勾配：2.000%↙ ↘2.000%
 活 荷 重：TL-20
 設計水平震度：Kh=0.25
 構造形式：PC3径間連続ラーメン箱桁橋

3. PC桁工事の計画

3.1 防護工の計画

本橋の橋梁計画において、通行車両に対する飛来落下災害防止等の安全対策は最も重要な課題である。両主要幹線道路に対する防護工の計画が、計画当初から本橋の施工計画と併せて検討された。防護工の基本的な概念としては、既設道路に大屋根を設置して落下物を防護するものである。しかしながら、本橋においては表-1に示すように大規模な防護構が並行して必要となる。

このため防護構の施工方法として表-2、図-2・3に示すように6案にわたって検討を行った。

これらの検討案は、防護構の施工方法として、

- 1) トラッククレーンを利用した防護構の架設
- 2) 押し出し工法による防護構の架設
- 3) 張出し架設工法と移動防護構の組み合わせ

以上の3タイプを基本とするものである。

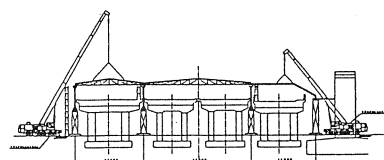
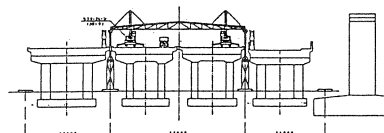
尚、トラッククレーンを利用した防護工の架設案においては、中国自動車道を利用して一括架設した場合と両脇の平面道路等を利用した二分割架設した場合等について検討した。

表-1 防護工の大屋根スパン長

路 線 名	防 護 工
国道176号(西行)	大屋根スパン長23m
中国自動車道(西行,東行)	大屋根スパン長36m
国道176号(東行)	大屋根スパン長21m

表-2 防護工検討案の比較

検討案	施 工 法 概 要	評 価
第1案	防護工・一括架設工法(L=36m:中国自動車道からの架設)	×
第2案	防護工・二分割架設工法(L=18m×2:中国自動車道からの架設)	×
第3案	防護工・二分割架設工法(L=18m×2:平面道路からの架設)	×
第4案	防護工・押し出し架設工法(L=36m:一箇所で押し出し後、横移動あり)	×
第5案	防護工・押し出し架設工法(L=36m:前箇所で押し出し後、横移動あり)	×
第6案	張出し架設工法+移動防護構(ワーゲン後方に、防護構を順次設置)	○



第1案

図-2

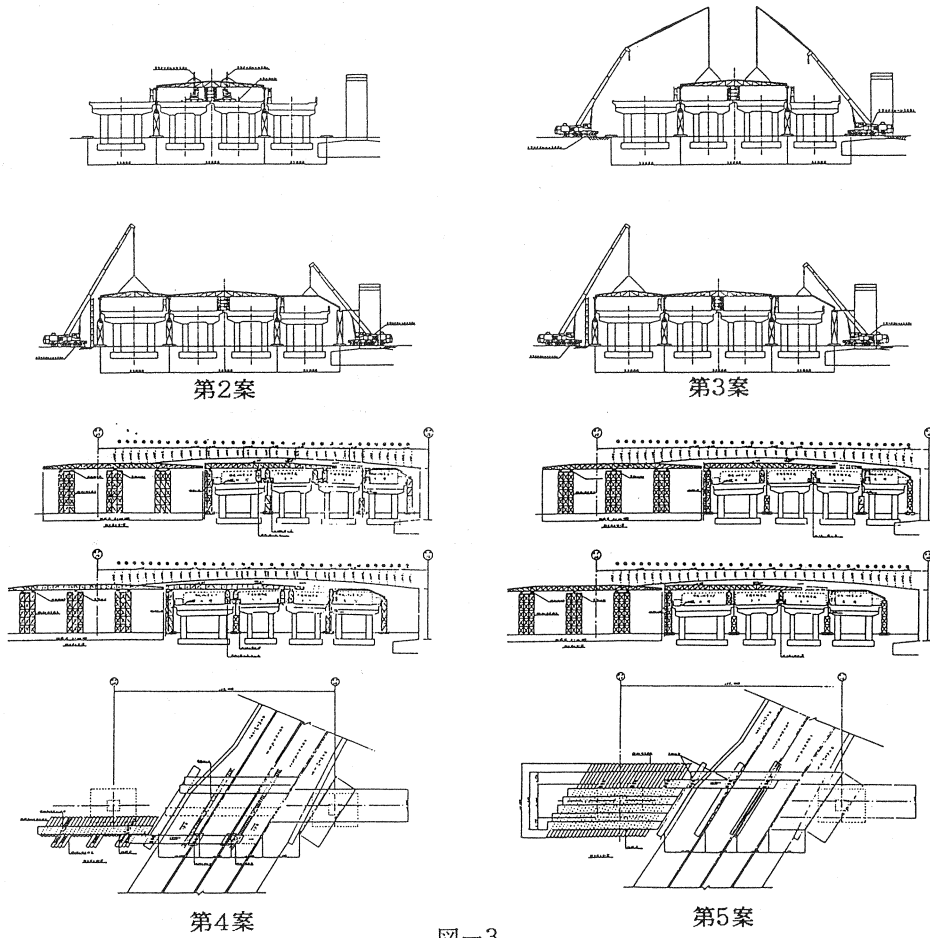


図-3

表-3 防護工工法上の問題点

検討案	施工方法	工 法 上 の 問 題 点	交 通 規 制						
			施工区分	中 国 道			国 道 176 号		
			全 面 通行止	断続的 通行止	2車線 規制	1車線 規制	断続的 通行止	車 線 シフト	
第1案	・大原損防護工 一括架設工法 L-36m 中国道からの架設	①：中国道の夜間通行止めを必要とし、利用者に対する影響が大きい。 ②：防護用壁を1本毎(18m毎)に接接するに、現場では時間がかかるので、高速の「1-1」等に注意を要する。 ③：撤去時に撤取り作業を要するため、全面通行止の期間が長くなる。 ④：国道176号東行きの建築限界を確保して防護構を施工するとワークに支障をきたす。	架設時	上り・下り (4日)	—	—	上り(2日) 東行(3日)	西行(3日) 東行(3日)	25日 21日
			撤去時	—	—	—	上り(2日) 下り(2日)	西行(3日) 東行(3日)	26日 30日
			計	上り・下り (12日)	—	—	上り(4日) 下り(4日)	西行(6日) 東行(6日)	21日 21日
第2案	・大原損防護工 2分割架設工法 L-18m×2 中国道からの架設	①：中国道の上下線別々に夜間の断続的な通行止めを必要とする。 ②：中国道の中央分離部部に仮定パントを設置するために、昼夜間共に長期間の車線規制を必要とする。 ③：撤去時に撤取り作業を要するため、交通規制の期間が長くなる。 ④：第1案の③と同様	架設時	—	上り・下り (3日)	上り・下り (3日)	上938(2)日 下938(2)日	西行(3日) 東行(3日)	西行 38日
			撤去時	—	—	上り・下り (4日)	上920(2)日 下919(2)日	西行(3日) 東行(7日)	西行 39日
			計	—	上り・下り 同時規制 (7日)	上953(4)日 下950(4)日	西行(6日) 東行(6日)	西行 77日	
第3案	・大原損防護工 2分割架設工法 L-18m×2 平面道路からの架設	①：中国道・国道176号の同時断続的な通行止めが必要のため、交通規制が困難である。 ②：撤去時クレーンによる夜間作業のため、沿線住民に対する影響が大きい。 ③：中国道の中央分離部部に仮受けパントを設置するために、昼夜間共に長期間の車線規制を必要とする。 ④：撤去時に撤取り作業を要するため、交通規制の期間が長くなる。 ⑤：第1案の③と同様	架設時	—	上り・下り (4日)	—	上938(2)日 下938(2)日	西行(7日) 東行(7日)	西行 43日
			撤去時	—	—	上り・下り (4日)	上920(2)日 下919(2)日	西行(7日) 東行(7日)	西行 48日
			計	—	上り・下り (8日)	—	上958(4)日 下955(4)日	西行(14日) 東行(14日)	西行 91日
第4案	・大原損防護工 押出し架設工法 L-36m 箇所で押出し後 横移動有り	①：中国道の中央分離部部及び国道176号との分離部部に送り出し用及び横移動用パントを設置するため、昼夜間共に長期間の車線規制を必要とする。 ②：防護用壁の架設及び撤去作業を通行止めしないで行うことにより、飛来落下物の危険性があり通行車両に対する安全確保に問題がある。 ③：第1案の③と同様	架設時	—	—	—	上925(2)日 下925(2)日	東行(3日)	西行 29日
			撤去時	—	—	—	上921(2)日 下920(2)日	—	西行 21日
			計	—	—	—	上946(4)日 下950(4)日	東行(6日)	西行 41日
第5案	・大原損防護工 押出し架設工法 L-36m 全箇所押出し後 横移動無し	①：中国道の中央分離部部及び国道176号との分離部部に送り出し用パントを設置するため、昼夜間共に長期間の車線規制を必要とする。 ②：防護用壁の架設及び撤去作業を通行止めしないで行うことにより、飛来落下物の危険性があり通行車両に対する安全確保に問題がある。 ③：第1案の③と同様	架設時	—	—	—	上921(2)日 下921(2)日	東行(3日)	西行 21日
			撤去時	—	—	—	上921(2)日 下921(2)日	東行(3日)	西行 26日
			計	—	—	—	上942(4)日 下942(4)日	東行(6日)	西行 47日

注) 上記表において、交通規制の種別は下記の通りとする。
 ・() 内日数 ----- 夜間交通規制
 ・上記以外日数 ----- 24時間交通規制

又、押し出し工法による防護構の架設案においては、防護構大屋根の主梁を押し出し架設後、横移動させる場合と押し出し位置を順次移動して主梁の横移動が必要ない場合について検討した。

検討内容としては防護構の架設・撤去の手順、工程、機材設備、安全性、更に交通規制、作業用地の確保、地域住民への影響等が付加された。

そして通行車輛が上下線合計で1日当たり14万台以上に及ぶ両主要幹線道路に対して表-3に示すように、長期間・数回に及ぶ交通規制および道路占有することは、社会的影響が余りにも過大であると予想された。このため従来の基本的な大屋根式防護工とは異なる新しい移動式の防護工(大型移動防護構)と張出し架設工法との組み合わせにより本橋の施工を行うこととした。

4. 上部工の施工

4.1 施工概要

- ・本工事ではディバダーク工法による張出し架設工法により施工を行う。施工順序を図-4に示す。
- ・初めに中央の橋脚(P27橋脚, P28橋脚)の脚頭部、柱頭部を支柱式および枠組式支保工により施工する。
- ・次にP27・28橋脚に各々フォルバウワーゲンを設置し、張出し施工を行う。
- ・P28橋脚の張出し施工側は、主桁中心と橋脚中心が橋軸直角方向に2m偏心しているが、各部材応力および張出し施工中における橋軸直角方向の変位量を照査後、仮支柱の必要性は無いと判断し、通常の張出し施工を行うこととした。しかしながら張出し長の増加に伴い、橋軸直角方向の水平変位および主桁床版先端部の変位が生じるため、これらの値を各施工段階毎に算出し、主桁のたわみ管理に反映させることにした。又、傾斜計を橋脚の上下端に配置し、施工中の橋軸直角方向の変位量を測定して異常値を生じた場合は、早期に対応をできるようにした。
- ・大型移動防護構は橋体中央径間側張出し施工部が国道176号バイパスに差し掛かる位置より順次組立、架設して、フォルバウワーゲンの後方に設置する。
- ・張出し架設後、両主要幹線道路上の主桁作業期間を少なくするため、中央閉合部を先に施工する。続いて側径間端部を支保工にて施工し、主桁工を完成させる。
- ・大型移動防護構は、P27側張出し施工部で5基P28側張出し施工部で10基、合計15基設置する。
- ・中央径間側のフォルバウワーゲンは閉合部施工後、防護構として使用し、併せて中央径間長125m中、約100mに及ぶ防護工が構成されることになる。(図-5)
- ・主桁施工終了後、橋面工を施工し最後に大型移動防護構およびフォルバウワーゲンを撤去する。

施工順序

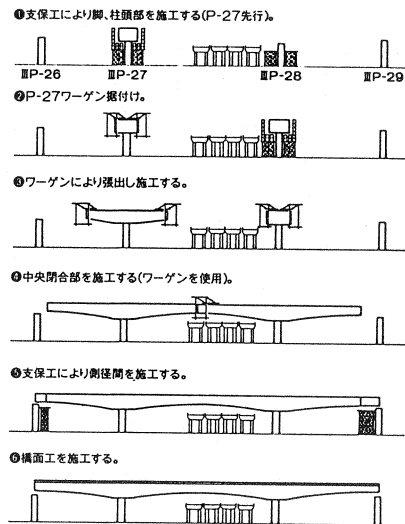


図-4

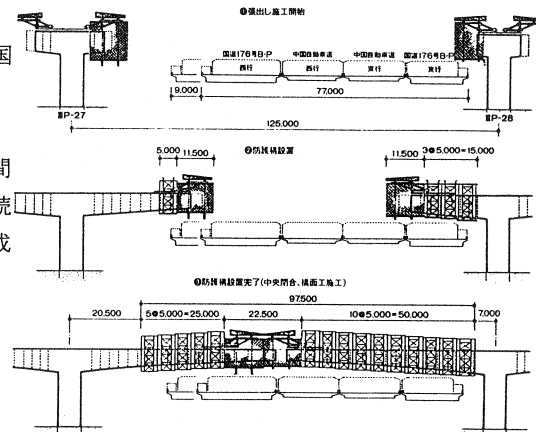


図-5

4.2 大型移動防護構

大型移動防護構は全幅21.4m、高さ12.725m、幅5.000mで、上部トラス梁、下面作業台とこれを結合する側面トラス材をメイン部材として構成される。

主桁上面の脚材で上部トラス梁を支持し、桁全体を包込む構造である。(図-6)

大型移動防護構の制作寸法は両主要幹線道路と本橋の計画桁下空間内で建築限界と作業空間が確保できるように以下の要領で決定した。

- 1) 主桁下面と大型移動防護構との作業空間は、中央部で $h=1.5\text{m}$ 、端部で $h=1.0\text{m}$ とする。
- 2) 主桁上面は橋面工(壁高欄、防護柵)施工に支障ない高さ $h=3.5\text{m}$ とする。
- 3) 総幅はフォルパウワゲン下段作業幅に40cm加味した大きさとする。

そして、張出し施工中においてN018ブロック(P27側)、N014ブロック(P28側)の施工において、建築限界(国道上 $h=4.7\text{m}$ 、中国自動車道上道 $h=6.0\text{m}$)に対して最大のクリアランスが確保できるように、大型移動防護構の下面作業台高さを図-7のように決定した。大型移動防護構の荷重としては、自重、架設機材、作業荷重等の他に、

- 1) 風荷重 $q=160\text{kgf/m}^2$ (風速 49m/sec 相当)
- 2) 照査水平荷重として鉛直荷重の5%の水平荷重を考慮して大型移動防護構の設計を行った。

大型移動防護構の上トラス梁・下面作業台および側面トラス材は角鋼管(□50×50, □100×50, □100×100, □125×75)を使用したトラス構造とし、二分割されたトラス梁を中央にてピン結合している。サドルには電動駆動装置を装備し、自走できるものとなっている。そして落下物の防止対策として、側面には防炎メッシュを張り、下面作業台には足場板を敷き、さらにその下にラッセルネットを張っている。

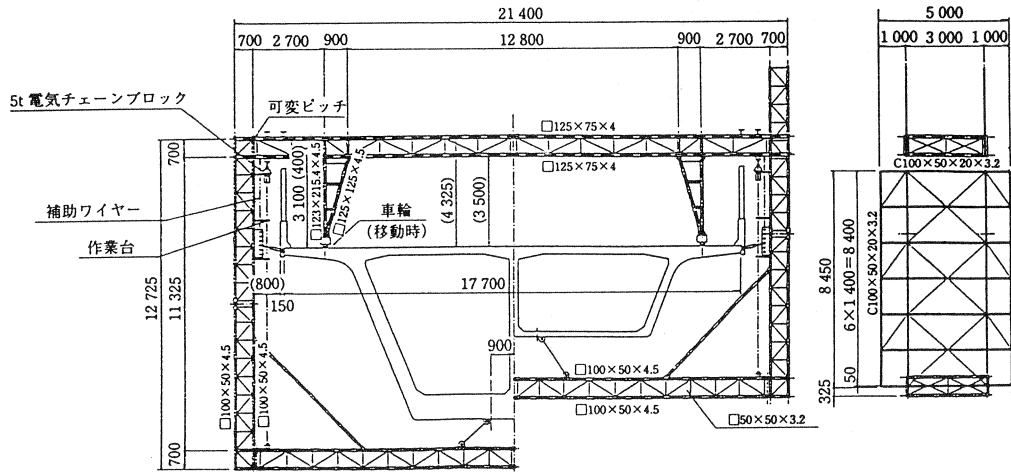


図-6 大型移動防護構全体図

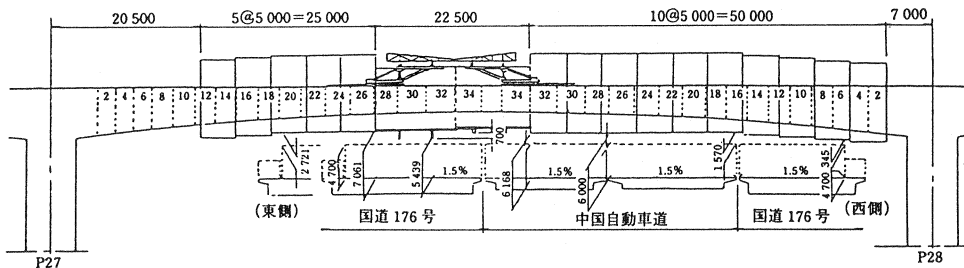


図-7 建築限界図

4.3 防護構の組立・架設

大型移動防護構の組立は両橋脚手前のヤードを利用して組立ることとした。上部トラス梁は分割された梁に脚材と側面トラス梁の上部を結合した状態で主桁上面に片側ずつ吊り上げる。その後梁の中央を結合させて上部トラス梁が完成する。下面作業台はヤードにて横梁を結合し、さらに側面トラス材の下部を結合した状態に組立てる。この状態で上部トラス梁に設置された4点の吊り上げ装置により吊り上げる。地表面より1m程度吊り上げた状態で、下部横梁全体のたわみを確認後、バランスを取りながら徐々に吊り上げてゆく。所定の位置で、既に上部トラス梁に設置されている側面トラス材上部と空中結合して大型移動防護構の架設が完了する。側面トラス材も上部トラス梁、下面作業台同様に結合部はピン構造である。

4.4 防護構の移動

移動防護構は電動駆動装置でフォルバウワーゲンと同速度で自走できる構造となっている。その移動はフォルバウワーゲンの移動と同時に行うこととし、フォルバウワーゲン下段作業床と移動防護構、あるいは移動防護構間に隙間が出来ないような構造としている。フォルバウワーゲンと移動防護構はワイヤーロープにて、移動防護構同士は形鋼材で連結されている。また逸走防止対策としてフォルバウワーゲン、移動防護構とも次の方法を採用している。

- 1) 電磁ブレーキ付き駆動モーターによる防止
 - 2) レール両端部に取り付けたストッパーによる防止
- 連結部の開口養生対策として防炎メッシュ、グリーンネットを張っている。

5. 上部工の検討フロー

大型移動防護構を併用した張出し施工の検討フローは、図-8に示すように防護構自重が荷重として主桁に作用するため、大型移動防護構の設置・移動を主桁の設計において考慮する必要があるため、主桁と大型移動防護構の設計を並行して行った。上部工構造としてはP28橋脚においてランプ橋との建築限界より、主桁中心と橋脚中心とが橋軸直角方向に2.0m偏心した構造となっていることに特徴がある。このため主桁の完成構造系では多大なねじりモーメントを生じるが、その影響については、橋脚を支点モデルに置き換えた平面格子解析を行い、ねじりモーメント、反力の照査を行った。

6. 終わりに

本稿では、現在供用中の中国自動車道および国道176号バイパスを横架するPC橋建設工事において、通行車両に対する安全対策が最重要課題であった為、これに対して大型移動防護構を併用した張出し架設の施工概要について述べた。本橋の施工は兵庫県南部地震で影響を受けたが、平成7年3月に無事完了した。昨今の通行車両に対する安全対策の強化が指導される中で、通行止めが実質的に不可能とされる主要幹線道路上の施工事例として、今後の類似する工事の参考になれば幸いである。最後に、これまでにご指導、ご協力いただいた関係者の皆様から感謝と敬意を表する次第である。

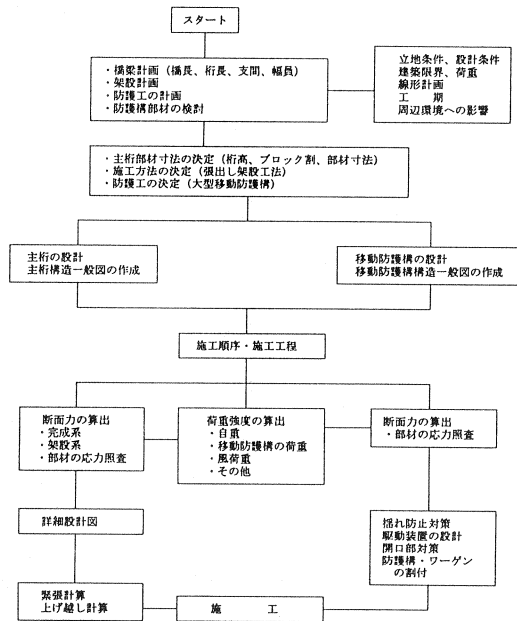


図-8 防護構を併用した張出し施工の検討フロー