

# プレキャスト桁による鉄道橋の夜間架替え工事

## —京阪本線 しるきたがわ 城北川橋梁—

大阪支店	PC 工事部	椎葉 尚士
大阪支店	工務部	加藤 豊
大阪支店	技術部	花房禎三郎
大阪支店	PC 工事部	山本 剛

**概要:** 本工事は京阪電鉄森小路駅の大阪方に位置する城北川に架かる鉄道橋の架替え工事である。旧橋はゲルバー式の鋼鈹桁橋であり、これを PC3 径間単純桁に掛け替える。桁はプレキャスト桁を使用し、現場に桁搬入後、営業線横の仮栈橋上にて横組み・橋面工施工後、夜間に一括横取り架設を行った。今回当社は PC 桁製作～架設までの施工を請け負った。

**Key Words:** 架替え工事、一括横取り架設、ジャッキダウン

### 1. はじめに

本工事は、大阪～京都を結ぶ京阪本線の関目駅～森小路駅間に位置する城北川に架かる鉄道橋の架替工事である。旧橋はゲルバー式の鋼鈹桁橋であり、河川改修に合わせ騒音対策等の理由からこれを PC 橋に架け替える工事である。橋梁は上り線と下り線に分離しており、3 径間で計 6 橋の単純桁橋からなる。使用する PC 桁は、側径間はプレテンション桁、中央径間はポストテンション桁（プレキャストブロック工法）のホロー桁である。現場にプレキャスト桁を搬入後、既設橋横の仮栈橋上に設置した横移動受け梁上で主桁据付、横組、張出し床版、地覆、バラスト工までを終えた状態で、一夜間に横移動→ジャッキダウンにより架設を行った。本工事は元請けは奥村組・京阪エンジニアリングサービス共同企業体であり、当社は PC 桁製作～架設までを請け負った。本稿では特に、中央径間（ポストテンション桁）に関する施工について報告を行う。

### 2. 工事概要

工事名称	城北川改修工事に伴う 京阪本線城北川橋梁改築工事
工事場所	大阪市旭区森小路 1 丁目地内
構造形式	PC3 径間単純中空床版橋
桁形式	側径間：プレテンション桁 中央径間：ポストテンション桁 (プレキャストブロック工法)
橋長	7.6+19.1+9.2m (支間 6.89+18.2+8.49m)
全幅員	8.825+8.825 m (上り, 下り線分離)
斜角	86° 20' 37"



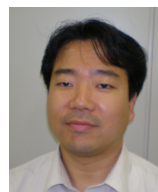
写真-1 現場状況 (上部工着工前)



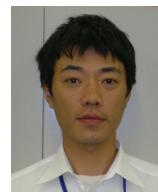
椎葉 尚士



加藤 豊



花房禎三郎



山本 剛

2.1 構造一般図

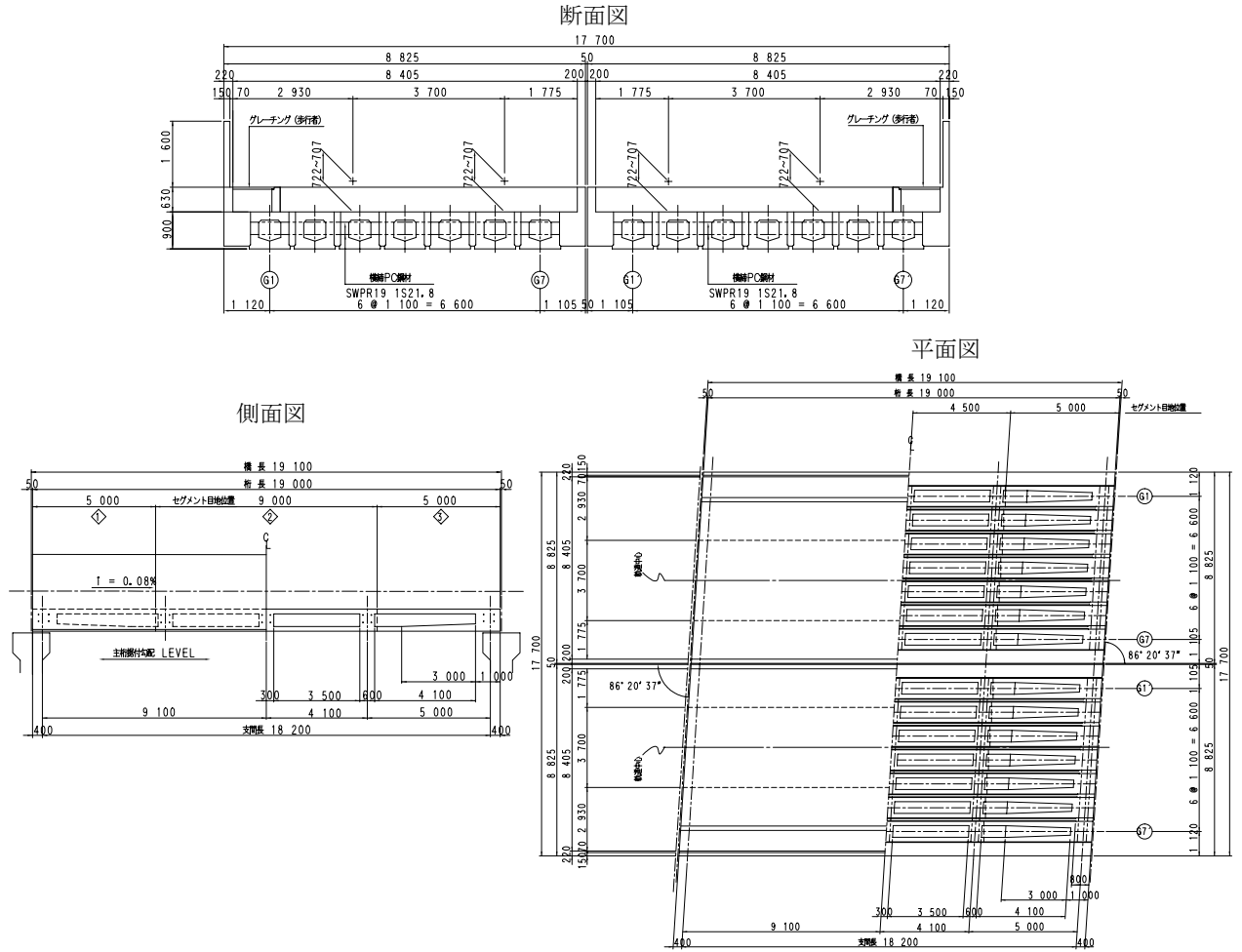


図-1 中央径間 (橋長 19.1m) 構造一般図 (上り・下り線)

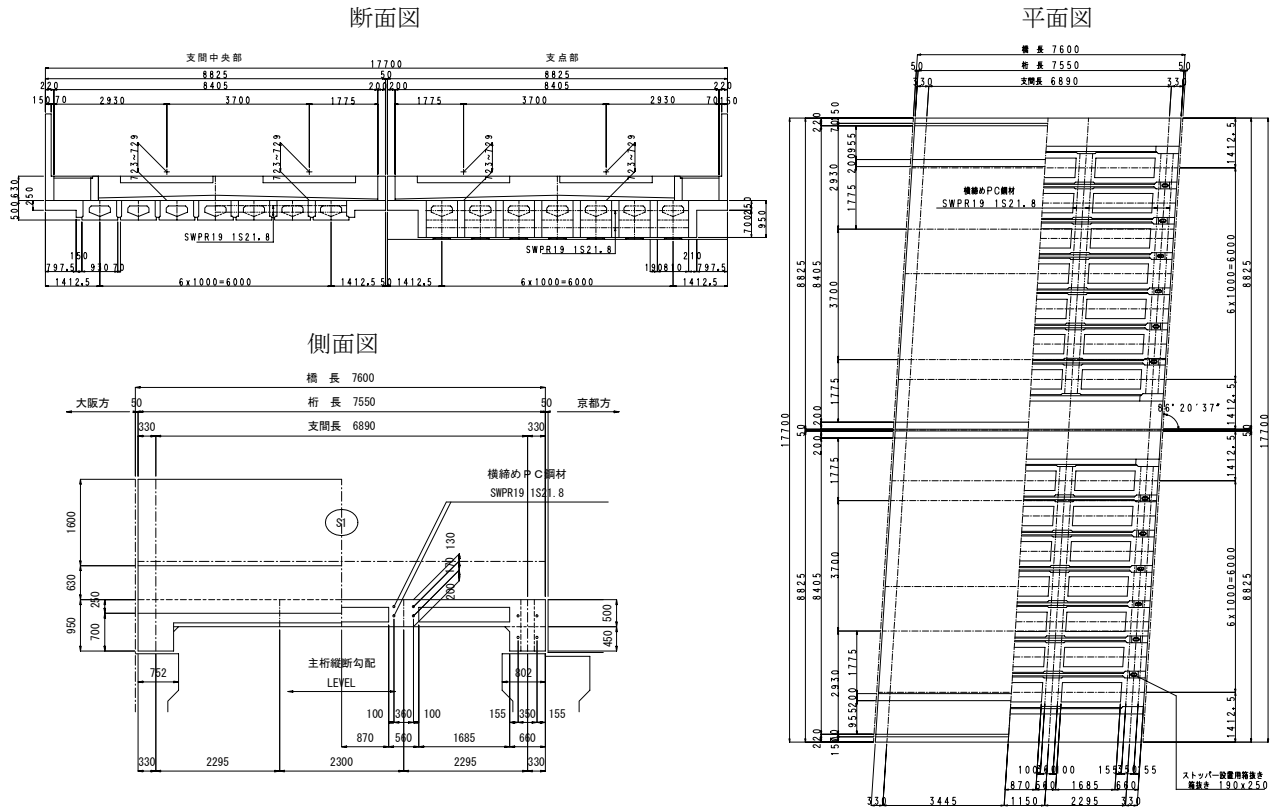


図-2 大阪方側径間 (橋長 7.6m) 構造一般図 (上り・下り線)

## 2.2 工事概要

一級河川城北川改修事業により川幅を約24mから18mに狭く（遊歩道を広く）し、河床を2.05m深くする。それにより京阪城北川橋梁の既設橋脚が全て露出することや、既設橋脚が新設護岸より内側にあり河積阻害となるため橋梁の改築を行う。橋長については、新設橋台が既設橋台の内側に築造されるため、40.7mから35.9mとなる。本橋は上り線・下り線それぞれ2車線の複々線区間の橋梁である。

上部工施工については、工場製作されたプレキャスト桁（ポストテンション桁、プレテンション桁）を現地へ運搬し、仮栈橋上で主桁工→横組工→橋面工（バラスト工含む）まで施工した後、一夜間において径間の片線毎に旧橋を撤去しながら新設橋を架設する。表-1に上部工諸元、図-3に橋梁全体図を示す。

表-1 上部工諸元

径間名	PH1 (中央径間)	S1 (大阪方 側径間)	S2 (京都方 側径間)
構造形式	ポストテンション方式 PC単純中空床版橋	プレテンション方式 PC単純中空床版橋	プレテンション方式 PC単純中空床版橋
橋長	L=19.100m	L=7.600m	L=9.200m
桁長	L=19.000m	L=7.550m	L=9.150m
支間長	L=18.200m	L=6.890m	L=8.490m
主桁数	上り線：ポストテン桁7本 下り線：ポストテン桁7本	上り線：プレテン桁7本 下り線：プレテン桁7本	上り線：プレテン桁7本 下り線：プレテン桁7本
幅員	全幅員 W=17.700m (8.825m×2+0.050m)	全幅員 W=17.700m (8.825m×2+0.050m)	全幅員 W=17.700m (8.825m×2+0.050m)
斜角	86° 20' 37"	86° 20' 37"	86° 20' 37"
桁重量	W=31.78 t /本×5本 W=31.95 t /本×2本 セグメントWmax=14.70 t /B	W=7.84 t /本	W=8.94 t /本
架設工法	一夜間横移動架設 (片線毎)	一夜間横移動架設 (片線毎)	一夜間横移動架設 (片線毎)
主桁運搬方法	上り線：陸/水上運搬 下り線：陸上運搬	上り線：陸/水上運搬 下り線：陸上運搬	上り線：陸/水上運搬 下り線：陸上運搬

平面図

○内の番号が施工順序

側面図

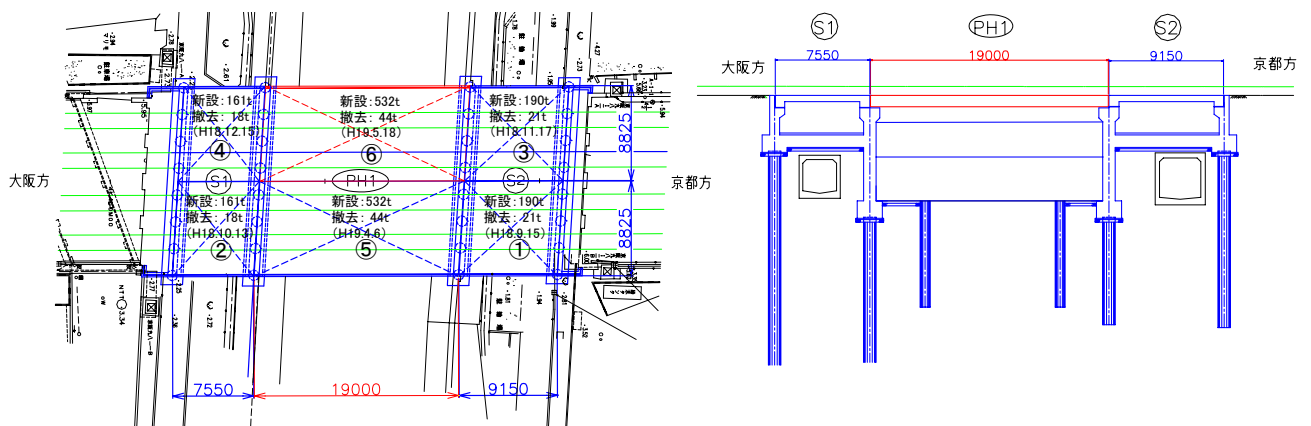


図-3 橋梁全体図

### 3. 施工上の留意点

#### 3.1 主桁の設置高さ管理について

本橋では通常のプレキャスト桁と同様に、各桁にパッド型のゴム沓を設置する。しかし通常のプレキャストト桁架設と異なり、横組み緊張や仮置き時の変形等、の影響により、一括横取り→ジャッキダウン時に桁と支承にすきが発生する。よって各施工段階において以下の対策を行った。

- ・桁設置時の管理

主桁は桁整正終了後、横移動受け梁の上に沓座面高さ、通りを合わせて据え付ける。一度設置した後、再度桁下面の支承位置の高さを確認し、誤差が 1mm 以内に収まるよう調整した。

- ・沓座高さの管理

沓座モルタルの施工後、橋面施工後の主桁横移動前に、各桁のゴム沓位置の 4 隅の桁下高さを計測する。計測した高低差に従って沓座モルタル天端を研磨し、0.5mm 以下の高低差に調整した。

- ・施工時の管理

横移動レール撤去後、パッド型ゴム支承の設置時に、ゴム支承と沓座モルタルの間に感圧硬化ゴムを使用し最終の誤差（不陸）を吸収することとした。感圧硬化ゴムは圧力が作用すると不陸になじんで変形しながら硬化し、その後弾性体となる。使用した感圧硬化ゴムは総厚 6mm（2mm×3層）であり、約 4mm（70%程度）の不陸吸収性能を有している。

#### 3.2 主桁の横移動について

横移動装置は、ステンレス板+テフロン板とした。横移動装置の断面図を図-4に、写真を写真-2に示す。当初は移動時の摩擦減のために石けん水の散布を検討し、試験引きで事前確認を行った。その結果、横移動受け梁上に長期間設置され、洗剤が固着する影響により、縁切り荷重に改善が見られなかったため、モリブデンプレートに変更した。これにより、固着の影響と思われる縁切り時の荷重は軽くなったが、試験引きは距離が短い為、この潤滑剤による横引き時の荷重軽減効果については実施工での確認となった。

横移動装置は変位自動制御によるダブルツインジャッキ（能力 500kN、揚程 300mm×2 段、写真-3）を 2 台使用し、移動量を計測・制御（30mm 以内）しながら 500mm/min の速度で横移動を行った。

横移動時の橋軸方向のずれについては、下板に丸鋼を溶接したガイドにより、テフロン板とガイドの遊び以上に移動しないようにした。（移動時の勾配は縦断、横断方向共に水平である。）

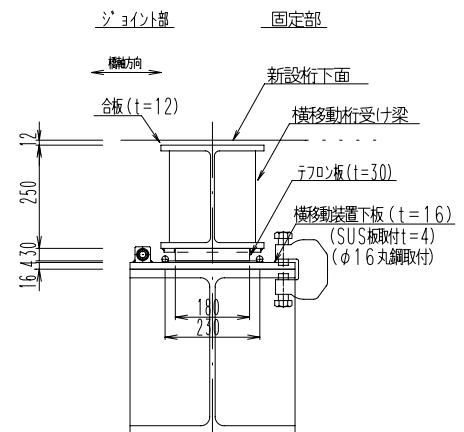


図-4 横移動装置断面図



写真-2 横移動装置

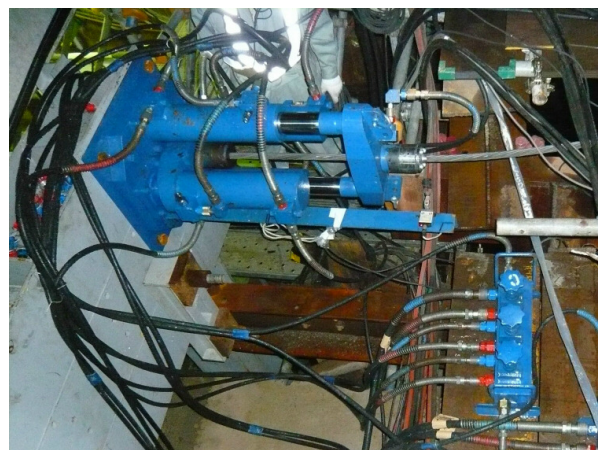


写真-3 横移動用ダブルツインジャッキ



通常テフロン板で横取りする時は、横移動時の水平力は、鉛直荷重（桁重量）が載る横移動用レールに反力を取る。しかし今回は、既設構造物や作業構台との遊間が厳しく、横移動用レールと別軸に反力を取らざるを得なかった。したがって、横移動用レールは左右の移動量の差からくる橋軸方向水平力により、ずれる恐れがあった。そこで、横移動ジャッキを変位（移動量）制御により管理することで、結果左右のずれを生じさせることなく、横取り架設を行うことができた。

横移動時の引張り材として主にグビンデスターブ(PC鋼棒)が考えられるが、カプラー脱着等の盛替え作業が発生し、作業時間を圧迫するため、 $\phi 21.8$  ストランドケーブルを使用した。工事桁および新設桁が干渉するため、沓座ラインでの横移動ができず、上下線の桁横移動を行うにあたり、最終桁の施工時は先に架設した新設桁の下面わずか30mmの隙間を通す計画となった。

### 3.3 ジャッキダウンについて

ジャッキダウンは200tジャッキ（写真-4）をA1側、A2側それぞれ4台ずつ使用して行った。ダウン量は300mmであり、片側150mmずつ2回に分けて行った。ジャッキダウン中はそれぞれ4台ずつのジャッキを自動制御（各ジャッキで相対変位1mm以内）で連動させ、ダウン中の1点突きを防止した。

当初は、剛性のある横梁で仮受けする、あるいは、支点横桁自体に強度を持たせて片側あたりのジャッキを2台とする事を検討したが、支点横桁の応力が厳しくなることから、4台のジャッキで荷重を分散させることとした。またジャッキに偏載荷があった場合に、支点横桁への影響が大きいため、変位による自動制御システム（写真-5）によりジャッキをコントロールした。

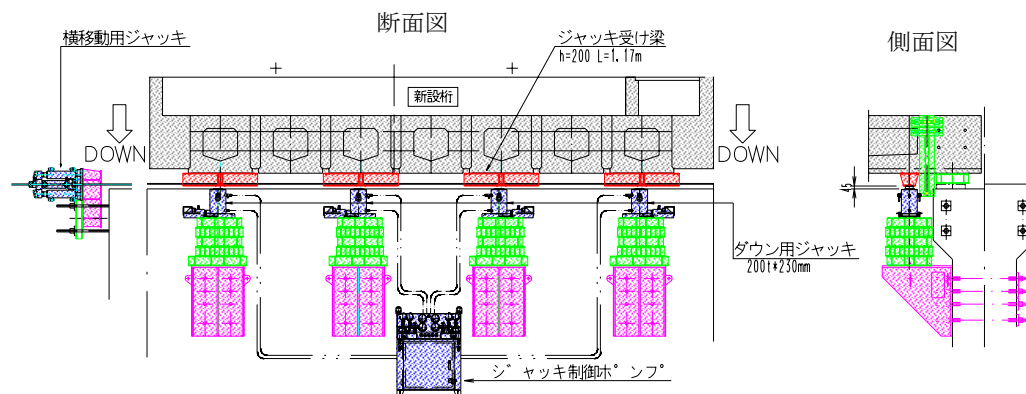


図-5 ジャッキ配置概要



写真-4 ダウン用ジャッキ



写真-5 ダウン用ジャッキ制御板

### 3.4 夜間工程について

起電停止は0:40~4:30の間であり、そのうち上部工の横移動→ジャッキダウン（桁設置）に割り当てられる時間は90分であった。保線工事作業、鋼桁撤去作業と、それぞれの作業との調整が必要であり、事前に綿密な打合せと計画が必要であった。実施工における時間工程については後述する。

### 3.5 桁の検討

ジャッキダウン時における桁の検討を行った。中央径間は死荷重重量（設計死荷重約 530t）が大きく、片側 2 点とすると横桁発生応力が許容値を満足しない。また、ジャッキ受けブラケットが大きくなり、作業空間が限られるため施工が困難であった。よって 4 点によるジャッキダウンとした。表-2 に格子計算による応力検討結果を示す。

表-2 横桁の合成応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

	4点支持時				2点支持時			
	正曲げ		負曲げ		正曲げ		負曲げ	
	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁	上縁	下縁
荷重による応力度	0.65	-0.64	-0.63	0.61	1.10	-1.08	-5.56	5.44
プレによる応力度	2.13	0.73	2.13	0.73	2.13	0.73	2.13	0.73
合成応力度	2.78	0.09	1.50	1.34	3.23	-0.35	-3.44	6.17
許容値 (架設時)	-2.0 ※ <math>\sigma_c < 20.0</math>							

間詰め部の開きを考慮して-2.0N/mm<sup>2</sup>程度を目安とした

### 3.6 ブラケットの検討

ダウン用ジャッキは、河川上であることから、下からベンドで受けることが出来ず、橋脚前面に三角ブラケットをPC鋼棒緊張により取り付け付けた。検討は柱頭部ブラケットを参考に、上 2 本で引抜き力を、残り 6 本で鉛直力を負担させ、鋼とコンクリートとの摩擦係数は 0.4 として行った。

## 4. 施工工程

### 4.1 全体工程

施工順序は S2 下り線, S1 下り線, S2 上り線, S1 上り線の順に側径間の 4 橋を施工した後に, PH1 下り線, PH1 上り線, の順で中央径間の 2 橋を施工した。表-3 に 6 橋の全体工程を示す。

表-3 全体工程表

		H18	7月	8月	9月	10月	11月	12月
側径間	桁搬入	S2 下り線						
		S1 下り線						
		S2 上り線						
		S1 上り線						
		S2 下り線						
	横組工	S2 下り線						
		S1 下り線						
		S2 上り線						
		S1 上り線						
	張出床版工	S2 下り線						
		S1 下り線						
		S2 上り線						
		S1 上り線						
	地覆工	S2 下り線						
		S1 下り線						
		S2 上り線						
S1 上り線								
橋面工	S2 下り線							
	S1 下り線							
	S2 上り線							
	S1 上り線							
軌道工	S2 下り線							
	S1 下り線							
	S2 上り線							
	S1 上り線							
夜間架替工	S2 下り線							
	S1 下り線							
	S2 上り線							
	S1 上り線							
中央径間	桁搬入	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	桁整正	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	横組工	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	張出床版工	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	地覆工	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	橋面工	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	軌道工	PH1 下り線						
		PH1 上り線						
	夜間架替工	PH1 下り線						
		PH1 上り線						

4.2 夜間架設工程

最後となる中央径間上り線 (2007/5/18 施工) の夜間工程および実績を表-4に示す。先に施工した側径間4橋, 中央径間1橋での実績・経験により, 当社の実施工時間は当初の予定より15分短縮することができた。

表-4 夜間工程表および実績表

工種	時間	23:30	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00
保線工事				30	08					30	レール復旧	端部枕木受	
電気・信号工事													
既設桁撤去工	桁連結工			13	00								
	支承架台撤去					20	横移動 仮置き	38	21	仮沓撤去	41		
	既設桁・ジャッキ装置固定			33	装置セット	08							
	既設桁ジャッキアップ					20	ジャッキアップ	58					
	既設桁移動設備			40	移動桁送込 連結固定	38	50	解除				移動桁引込	20
	既設桁横移動				(上り閉鎖後)	横移動	48		21	横移動			
	既設桁仮受・固定												
PC桁据付工	PC桁横移動							58	移動 調整	21			
	PC桁ジャッキダウン設備												
	PC桁横移動設備												
	PC桁ジャッキダウン												
	PC桁支承ゴム設置												
	PC桁調整(縦・横)												
	PC桁 アンカー設置												
共通													

実績表(中央径間 上り線)

	予定時刻	作業時刻
横移動	開始 1:58	1:43
	終了 2:21	2:06
受け梁・下板撤去	開始 2:21	2:08
	終了 2:46	2:28
ジャッキダウン	開始 2:46	2:37
	終了 3:30	3:05
アンカーセット	開始 3:40	3:10
	終了 4:05	3:35

・線路閉鎖(土木) 停電(電力) 送電(電力)

4.3 作業実績

横移動時およびジャッキダウン時の荷重値を表-5および表-6に示す。上部工の設計重量 530t とジャッキダウン時の合計荷重に差があるが, これは壁高欄が後施工であることと, 橋面バラスト設計重量と実重量との差と考えられる。ジャッキアップ時の合計荷重より重量を 500t と仮定すると, 縁切り時の動摩擦係数は 0.21, 移動時の静摩擦係数は 0.05~0.13 程度であった。荷重値をチェックしながらジャッキダウンを行ったが, 荷重値に多少のばらつきは小さく, 変位制御により大きな変動を抑えることができた。

表-5 横移動時荷重実績表

移動距離 (mm)	大阪方 (t)	京都方 (t)	備考
試験引き時	51	56	縁切り荷重
0	34	32	桁動き出し
1000	31	29	
1800	29	26	
2500	26	23	
3000	24	21	
3500	22	20	
5000	22	18	
5800	20	15	
7000	15	15	
7500	14	15	
8000	16	16	
8700	15	10	
8900	16	13	終了

表-6 ジャッキダウン時荷重実績表 (ハント盛替え時のジャッキアップ荷重)

1) 1回目ジャッキアップ時			2) 2回目ジャッキアップ時			3) 3回目ジャッキアップ時			ジャッキ配置位置 京都方 ⑧ ⑦ ⑥ ⑤ ④ ③ ② ① 大阪方
ジャッキ NO.	大阪方 (t)	京都方 (t)	ジャッキ NO.	大阪方 (t)	京都方 (t)	ジャッキ NO.	大阪方 (t)	京都方 (t)	
1	64		1	63		1	59		
2	62		2	70		2	62		
3	64		3	57		3	58		
4	41		4	53		4	57		
5		58	5		56	5		-	
6		52	6		56	6		-	
7		64	7		70	7		-	
8		80	8		63	8		-	
荷重合計		231 t	243 t		245 t	236 t		-	
荷重合計		485 t	荷重合計		488 t	荷重合計		236t(大阪方のみ)	



## 5. おわりに

先行して施工した側径間プレテンホロー桁の4橋では、横移動装置にヒルマンローラーを用いて施工を行ったが、中央径間は以下の理由により横移動装置にテフロン板を使用した。

- ・中央径間は死荷重が大きく、ローラーを使用した場合は荷重が集中し、下レールおよび構台に大幅な補強が必要となるが、テフロン板は荷重を分散できる。
- ・時間短縮のためジャッキダウン回数を減らす必要があり、そのためには桁下空間を可能な限り少なくする必要があった。

テフロン板は長期間の死荷重載荷状態後に横移動をした実績がなく、不確定な要素もあった。実際に事前の試験引きの縁切れ荷重が予想以上に大きく、計画時は過剰に思われた横移動ジャッキやPCストランドが結果として功を奏した形となった。このような作業時間に制約があり、やり直しが難しい施工条件の場合、過剰と考えられても、十二分に安全率を考慮して機材を選定し、事前の施工計画を立てることが必要であると考えた。

## 謝辞

本工事は平成19年5月18日に多数の見学者が来られる中、最後となる中央径間の架け替えを無事終了しました。本報告が今後同種の架替え工事の参考となれば幸いです。最後となりますが、本橋の工事にあたっては、元請けである奥村組・京阪エンジニアリングサービス共同企業体の方々をはじめ、京阪電気鉄道株式会社の方々にも日頃より多大なご支援を頂きました。この場を借りて関係各位に心よりお礼を申し上げます。

最後に、横取り前～完成時の写真を写真－6～8に示す。



写真－6 中央径間新設桁（横取り前）



写真－7 中央径間横移動時



写真－8 城北川橋梁（架替え後、高欄施工後）