

# 折尾高架駅部・PC中空床版橋ジャッキダウン Jacking Down Work of the PC Hollow Floor Panel Bridge at the Elevated Section of Orio Station



渡邊 壮志\*<sup>1</sup>  
Soshi WATANABE



水落 末義\*<sup>2</sup>  
Sueyoshi MIZUOCHI



杉本 恭男\*<sup>1</sup>  
Yasuo SUGIMOTO



濱井 功\*<sup>3</sup>  
Tsutomu HAMAI



森口 洸\*<sup>4</sup>  
Hikaru MORIGUCHI

## 要旨

本工事は、福岡県北九州市におけるJR折尾駅周辺の連続立体交差事業の一環である。現在、JR折尾駅周辺は3つの路線（鹿児島本線、筑豊本線、短絡線）によって市街地が複雑に分断されている。これにより周辺の主要道路の踏切による慢性的な渋滞を抑制する等の課題がある。この課題を解決をする為、折尾駅周辺の鉄道高架化、幹線道路及び駅前広場の整備、現在の鉄道跡地を含む土地区画整理事業の実施により一体的な街を再構築するというものである。本稿では、鉄道高架化工事に伴うPC中空床版橋の架設工事について詳述する。

キーワード：ジャッキダウン，市道上

## 1. はじめに

本工事は、鉄道高架化事業の内、折尾駅部にある市道折尾中間線上空に橋長約35mのPC桁を新設する工事である。

今回のPC桁構築工事では、施工箇所の直下には使用中の市道があり、市道上空でのPC桁製作となるため、地上より通常の型枠支保工を設置することができない。そのため、市道上空の建築限界を考慮した構台タイプの支保工の検討を行った。建築限界を確保するよう工事桁を設置し、その上で支保工を設け、PC桁を製作する計画で検討を行った。（写真-1、2）

PC桁の重量及び工事桁の重量から計算すると、工事桁の断面がH=2.6mとなった。工事桁を市道の建築限界と干渉しない高さで設置し、工事桁上に枕梁及び支保工の高さを含め、最低1.1m確保する必要があった。上記のことをふまえて検討した結果、降下量4.2mのジャッキダウンが必要となった。

市道上空での工事桁の架設・撤去作業、PC桁ジャッキダウン作業は、夜間道路全面通行止め作業（1：00～5：00）にて行った。



写真-1 主桁ジャッキダウン全景

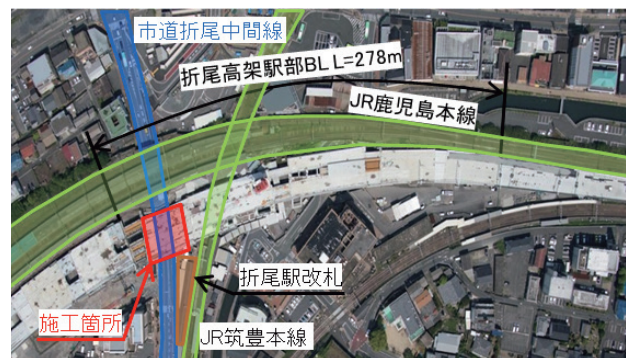


写真-2 施工位置及び周辺写真

\*<sup>1</sup> 関西支社関西工事事務部関西建設工事グループ現場所長

\*<sup>2</sup> 関西支社関西工事事務部関西建設工事グループ主任調査役

\*<sup>3</sup> 関西支社関西営業部福岡営業所係長

\*<sup>4</sup> 関西支社関西計画部関西建設計画グループ副主任

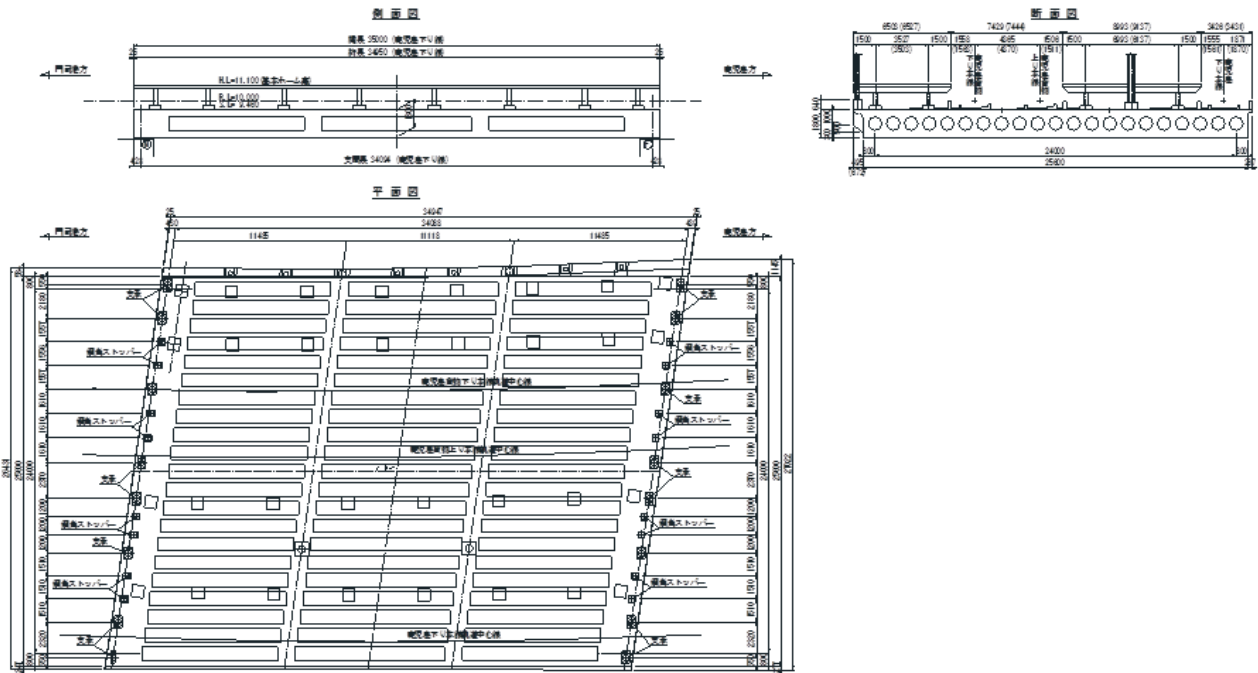


図-1 構造一般図

## 2. 工事概要

以下に、本工事の概要を示す。

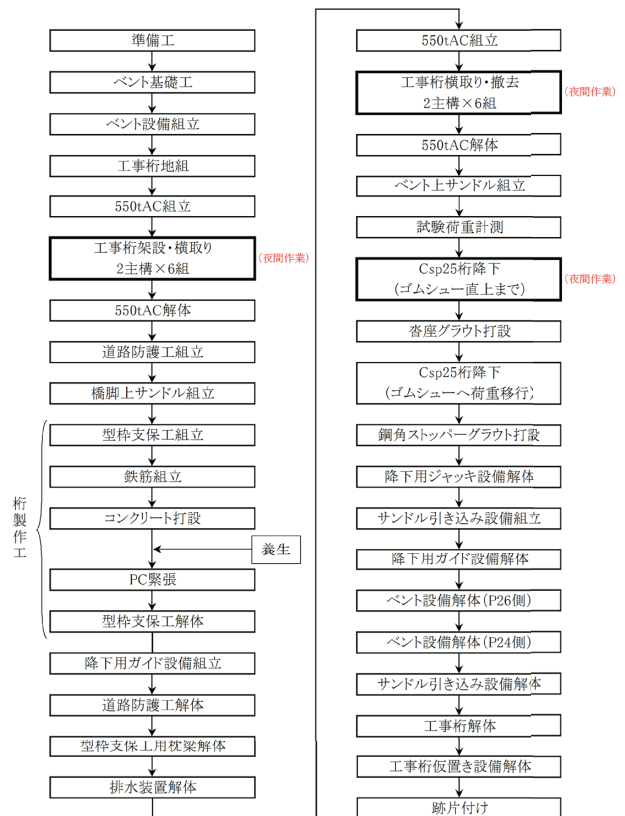
表-1 工事概要

工事名	折尾高架駅部B0 新設他4	
工事場所	平成27年1月15日 ～平成28年6月14日	
発注者	九州旅客鉄道株式会社 建設工事事部	
施工者	駅部B0 新設他工事共同企業体 (九鉄工業株式会社 ・鹿島建設株式会社 JV)	
下請業者	ジャッキダウン	宮地エンジニアリング株式会社
	主桁製作	昭和コンクリート工業株式会社
構造形式	PC単純中空床版橋	
桁長	34.947m	
支間長	34.087m	
全幅員	26.43～27.02m	
桁重量	3300tf	

## 3. 施工概要

以下に、施工フローチャートと施工ステップ図を示す。

全体施工フローチャート



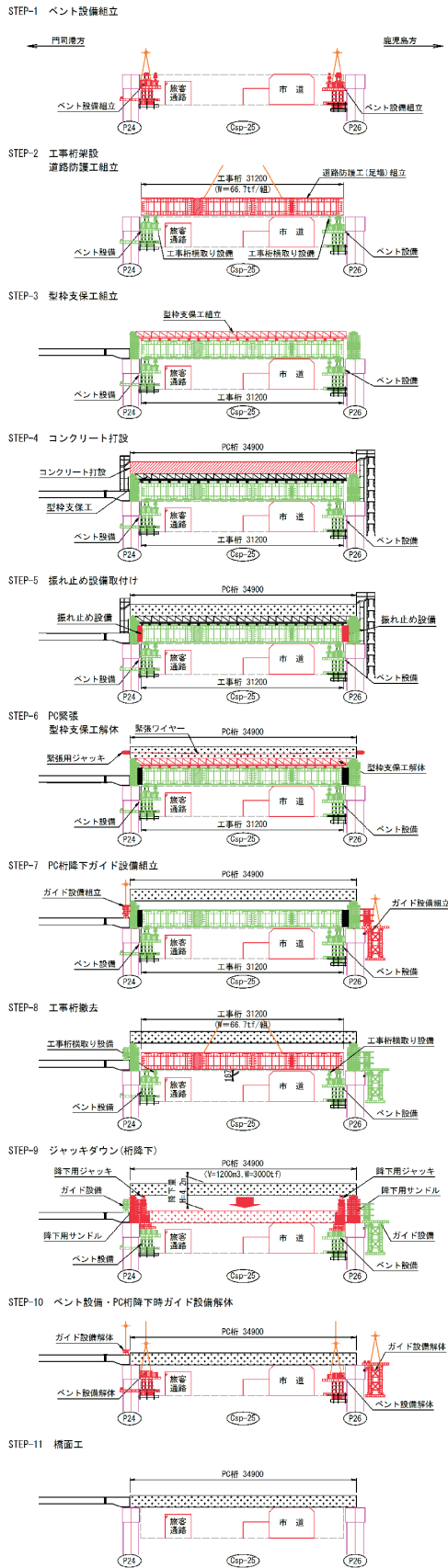


図-2 全体施工ステップ図

#### 4. PC桁製作時の道路防護工

本工事では、市道上空でのPC桁製作となり、市道上空に型枠支保工の構台となる工事桁を架設後、その工事桁上で型枠支保工の組立・解体を行うため、工事桁上に全面板張り防護した作業床（ステージ）が必要であった。

市道上空での型枠支保工の組立・解体作業を昼間の通常作業で安全に行うため、架設した工事桁間の上面は全面デッキプレート養生とし、墜落防止・落下物防護を行った。（写真-3）

また、PC桁コンクリート打設前の型枠洗浄水とPC桁打設完了後の養生水が市道へ流出するのを防ぐため、市道上空部の工事桁下面には排水装置を設置した。市道上空から施工ヤードに向かって若干の下り勾配を付けることにより、市道上空部で使用した水がヤード内に流れるように排水装置を設置した。（写真-4、5）

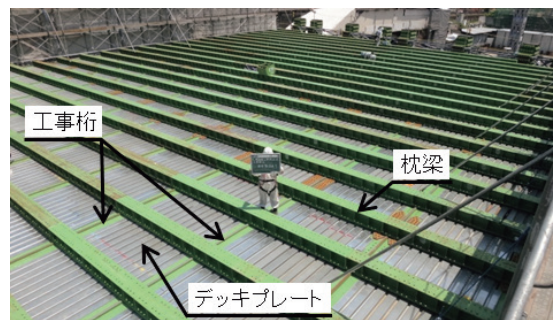


写真-3 工事桁上面全面デッキプレート養生

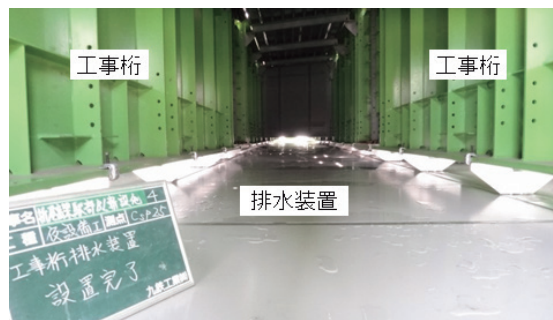


写真-4 工事桁下面排水装置設置状況



写真-5 工事桁下面排水装置設置全景

## 5. PC桁ジャッキダウンの方法

本工事のジャッキダウンは、P24橋脚側×8台・P26橋脚側×8台、計16台の油圧ジャッキを管理しながら、橋脚上の仮受サドル設備とベント上ジャッキ設備に交互に荷重を受け替えることによって、所定の高さまでのジャッキダウン（H≒4.2m）を行う。（図-2）

作業は全て、夜間道路通行止め（1：00～5：00）にて行った。

ジャッキは予め桁に設置しておいたセットボルトを用いて桁に固定し、盛替作業の簡便化を計った。ジャッキと主桁の接地面の隙間はモルタルで調整を行った。

また、ジャッキダウン作業を繰り返し行う事により、平面的な桁位置のズレが生じた場合、降下ジャッキ底部に設置した桁位置修正設備を用いて桁を移動し、桁位置の修正を行った。（写真-6、7）

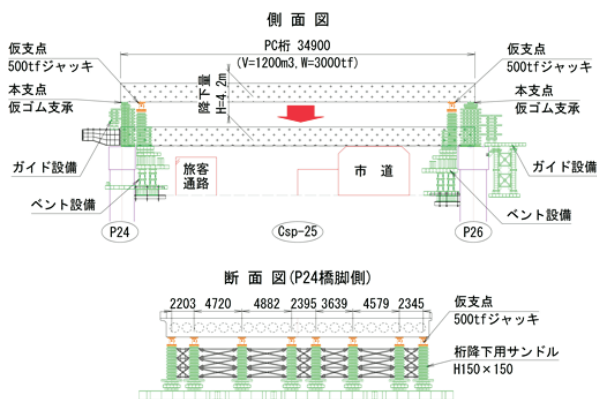


図-3 ジャッキダウン要領



写真-6 降下用ジャッキ取付け状況

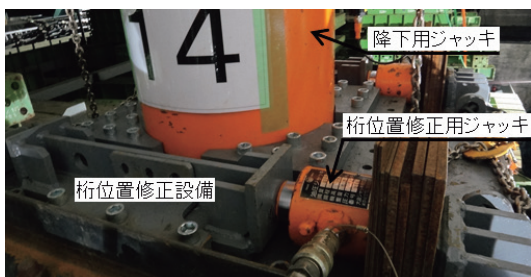
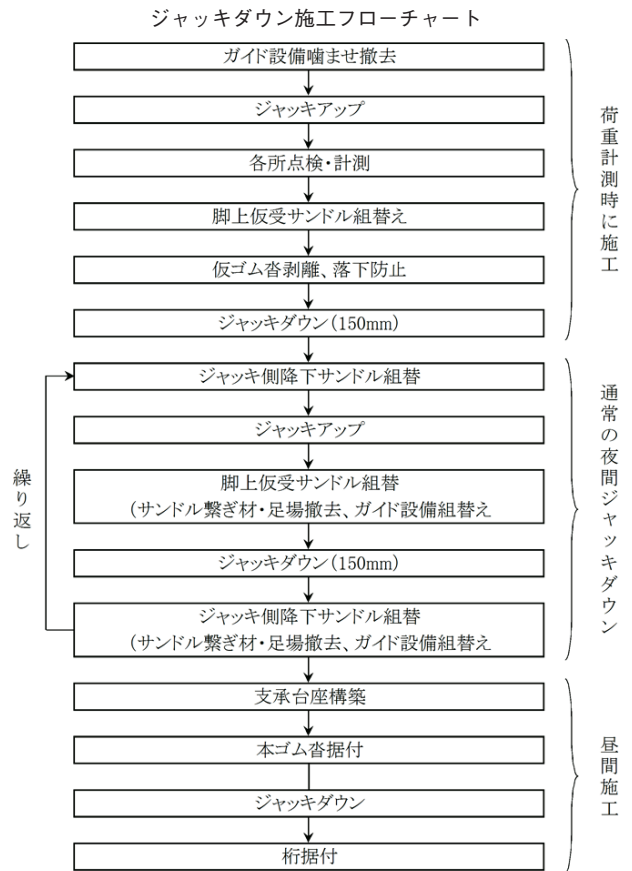


写真-7 桁位置修正設備



繰り返し

## 6. ジャッキダウン時の桁の強度に関する課題

ジャッキダウン架設を行うに当たり、元請けの施工担当者、昭和コンクリートの設計担当者・施工担当者と検討を重ねた結果、PC桁本体の強度に関して以下の3つの課題が考えられた。

発注当初はジャッキダウンによる架設工法は想定されておらず、下記の応力や反力は設計時には想定されていないため、主桁コンクリートにひび割れが発生することが懸念された。

### ・課題

- (1) ジャッキダウン時は降下ジャッキ位置の支点支持状態となるため、支点位置が設計時と異なることから、主桁に設計時とは異なる応力が発生する。
- (2) 全16台のジャッキの伸縮速度に相対ズレが称じた場合、仮支点の反力が設計値より大きくなる。
- (3) ジャッキダウン時において、P24・P26橋脚側の各ジャッキのいずれかに変位差が生じた場合、桁に局所的な応力が発生する。

以上の3つの課題を解決するために、表-2に示す検討方法による主桁本体の強度計算と補強対策をPC桁製作業者（昭和クリート工業株式会社）に依頼した。

表-2 課題に対する検討方法と対策

課題	検討方法	計算方法	対策
(1)	ジャッキダウン時における支間状態で発生する橋軸方向の合成応力を確認する	単純梁の計算 3次元FEM解析	ジャッキダウン時においても合成応力は制限値内であったため、橋軸方向の応力に対する補強は不要である。
(2)	各ジャッキの伸縮速度の差により発生する反力の不均等を考慮して、仮支点の設計反力を降下ジャッキの最大能力の500tで検討する。	押抜きせん断耐力の計算	仮支点のコンクリートの押抜きせん断耐力が、500t以上となるように補強鉄筋を配置する。 (図-4)
(3)	桁端から仮支点位置(降下ジャッキ位置)までの距離が大きいP26橋脚において、8個の仮支点のうち、1支点のみが先行して2mm上昇した状態をFEM解析にて検討する。	3次元FEM解析	制限値を超える局部応力に対して補強鉄筋を配置する。 (図-5)

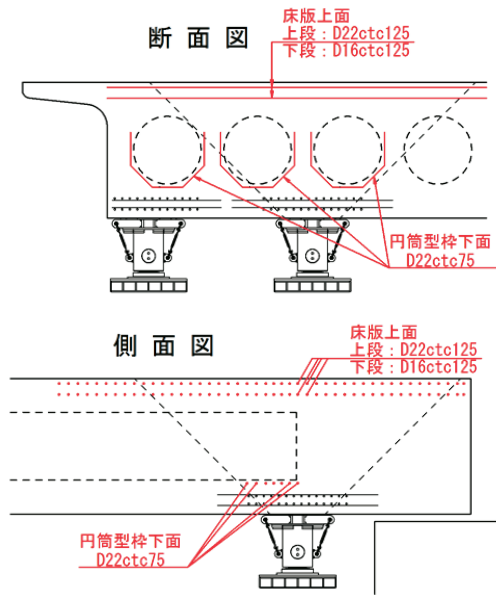


図-5 課題(3) 局部応力に対する補強

## 7. ジャッキダウン時の設備及び施工時の課題

ジャッキダウン時のPC桁に作用する応力に関する問題は、前項におけるPC桁本体の補強によって解決することができたが、実際の施工時と設備面においても下記の2点の課題が発生した。

### ・課題

- (1) PC桁の緊張後からジャッキダウン完了までの間、PC桁の受け点は仮受サドルか降下ジャッキのみの2点支持となるため、橋軸方向の水平力に対する対策が必要となる。
- (2) ジャッキダウン時、降下ジャッキの伸縮速度の不均一によって各仮支点の荷重が変動し、PC桁にひび割れが発生する恐れがある。

表-3 課題に対する対策

課題	対策
(1)	ジャッキダウン時は桁の背面にガイド設備を設置する。 桁緊張時にはPC桁施工用の外部足場があり、ガイド設備の組立が不可能なため、振れ止め設備を設置する。
(2)	ジャッキダウンシステムによりジャッキダウン時のジャッキ反力の一括管理する。

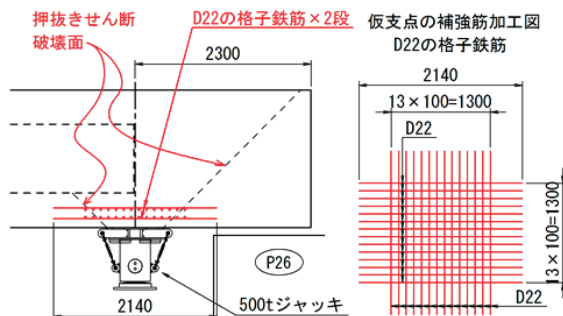


図-4 課題(2) 仮支点のせん断破壊に対する補強

## 8. 施工時の対策

### (1) 振れ止め設備の設置

PC桁の緊張作業後、桁の受け点は脚上の仮受サンドルのみの2点支持状態となる。

緊張前に桁背面にガイド設備を設置すれば問題はなかったが、PC桁施工足場が緊張後の解体となるため、ガイド設備の設置は不可能であった。

そのため、PC桁緊張前に振れ止め設備を設置し、緊張後からガイド設備を設置するまでの期間、工事桁と仮受サンドルを振れ止め設備で結合し、一体化させることで橋軸方向の水平力に対する対策を行った。(図-6)

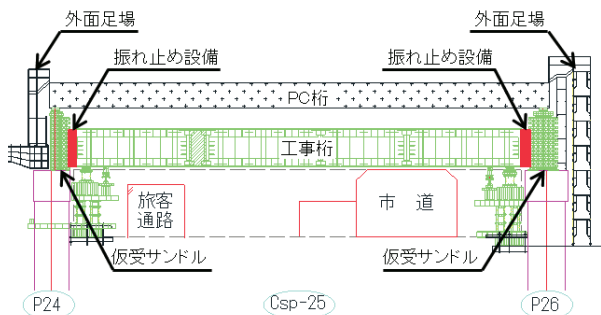


図-6 振れ止め設備図

### (2) ガイド設備の設置

ジャッキダウン中は、PC桁は仮受サンドルか降下ジャッキのみの2点支持状態が降下完了まで続く。そのため、桁の背面にガイド設備を設置して、仮受サンドルとガイド設備を一体化させることで橋軸方向の水平力に対する対策を行った。(写真-8)

尚、ジャッキダウン前に市道上の工事桁と振れ止め設備は撤去するため、それ以前にガイド設備の設置を行う必要があった。

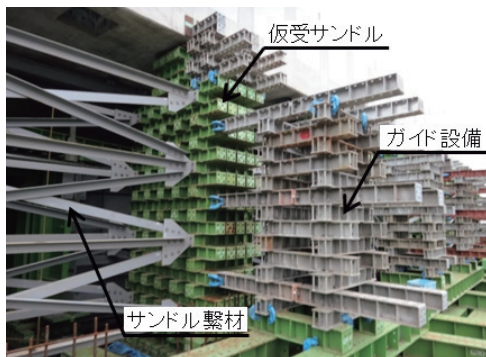


写真-8 ジャッキダウン時ガイド設備

### (3) ジャッキダウンシステム

ジャッキダウンにおいて、全16台のジャッキの伸縮速度の不均一によって支点の変位差が2mmより大きくな

った時、前項の桁補強の検討値以上の荷重が発生し、PC桁にひび割れが発生する恐れがあった。そのため、ジャッキダウンシステムを導入して管理を行った。

システムの内容は、8系統16台の油圧ジャッキを集中管理によってコントロールし、同時に荷重を計測・制御用モニター上で視認し、管理・制御を行う。

降下作業では、集中運転操作盤での荷重管理により、各ジャッキ反力の±30%の管理目標値内でのジャッキダウン量を自動調整し、全点同時に連続的にジャッキダウンを行った。(※FEM解析の結果より、各ジャッキ反力の±30%の値は、支点の変位差が2mmの状態での荷重変動値よりも小さいため、管理目標値を±30%と設定した。)

ジャッキ反力の管理値は、事前にFEM解析によって算出した設計値を参考に1回目のジャッキダウンで桁を地切りした時のジャッキ反力を確認し、設計値に対して正当であるかを判断した。それ以降はその時の実測値を管理値として設定した。

ジャッキアップ・ダウン中の荷重管理については、管理値に対して、ジャッキ反力の計測値が±20%以内は作業継続、±20%を超えた時点で作業を継続しながらシステムが荷重を自動調整し、±30%になった場合、システムによる自動制御がかかり、一旦作業を停止し±5%以内となるまで荷重調整を行い、その後作業を再開した。

ジャッキ反力の実測値はシステムモニターの画面に棒グラフによって表示されている。荷重の変動によって棒グラフの色が変化するように設定しており、±20%以内の時は緑色、±20%を超えた時点で黄色、±30%になると赤色で表示させる。(写真-9)



写真-9 システムモニター画面

ジャッキダウン作業を中止し再検討を行う条件として、以下の2つを設定した。

- (1) ジャッキアップ・ダウンにおいて、毎回、各ジャッキ反力の傾向が変わる場合。
- (2) PC桁にねじれ等が発生し、P24側もしくはP26側において8支点の荷重傾向が逆転している場合。

また、毎夜間作業終了時は、ジャッキ側と仮受サンドル側の両側で桁の仮受を行った。各ジャッキの管理値に対して50%の反力を導入し、ジャッキと仮受サンドルで1/2ずつ荷重を受け持った状態で作業を終了した。



写真-10 夜間ジャッキダウン状況

## 9. 施工結果

実際の施工時における各ジャッキシステムの反力表(表-4)から、最大で管理値の128%、最小で71%という結果であり、荷重管理値を超えない範囲で施工を行うことができた。

表-4 施工時ジャッキ反力表

			P24側			
			S1+2	S3+4	S5+6	S7+8
計画値 (ton)			490.8	444.0	395.0	325.0
管理値 (ton)			444.5	428.2	382.7	311.9
実測値	Max	荷重 (ton)	541.1	530.0	478.2	400.1
		誤差	122%	124%	125%	128%
	Min	荷重 (ton)	348.2	326.5	296.5	236.8
		誤差	78%	76%	77%	76%
			P26側			
			S9+10	S11+12	S13+14	S15+16
計画値 (ton)			372.6	428.6	407.2	472.4
管理値 (ton)			375.2	422.0	406.4	444.0
実測値	Max	荷重 (ton)	415.2	510.0	505.4	531.2
		誤差	120%	121%	124%	120%
	Min	荷重 (ton)	288.9	300.5	299.9	338.6
		誤差	77%	71%	74%	76%

降下完了後に目視検査を行った結果、桁にひび割れの発生は確認できなかった。

これらのことから桁を異常なく降下させることが出来たと言え、適切な対策だったと思われる。

## 10. おわりに

本工事は、幅員が広く重量が3,000tを超えるPC桁を施工箇所直下の市道の道路交通を優先させるために、市道上空で4.2m上げ越した状態でPC桁を製作し、ジャッキダウンさせるという特殊な架設方法であったが、これまでに述べた検討・対策によって主桁を健全な状態で降下し、無事故で作業を完了させることができた。

今回の対策・施工方法が、今後の類似工事の参考となれば幸いである。

本工事の施工計画・現場施工を行うにあたり、貴重なご意見・ご協力を頂きました関係者各位に厚く感謝の意を表します。



写真-11 PC桁ジャッキダウン完了後全景

2017.1.10 受付