

2 径間 P C 橋の解体施工法

The Dismantling Construction Method of Two Span Pre-stressed Concrete Bridge

(株)砂子組 ○正員 山本 寛子 (Hiroko Yamamoto)
 (株)砂子組 正員 近藤 里史 (Satoshi Kondo)
 (株)砂子組 正員 佐藤 清正 (Kiyomasa Sato)
 (株)森重機工業 非会員 菊池 真哉 (Masaya Kikuchi)
 (株)砂子組 正員 田尻 太郎 (Taro Tajiri)

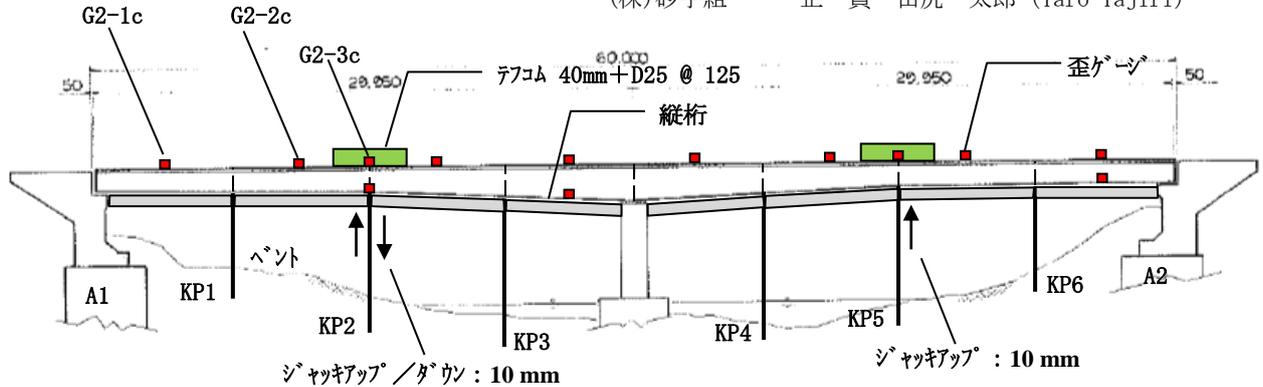


図-1 側面図

1. はじめに

一般国道 275 号五ヶ山橋は橋長 60 m の 2 径間連続 PC 橋で竣工は 52 年前である。既に老朽化しているとの調査結果を受け、撤去し新橋架橋となった。

S32 年の設計図書によれば、主鉄筋は $\phi 9 \times 4$ の単鉄筋かつ丸鋼で (図-2)、PC ケーブルによりほぼ全ての曲げ作用に抵抗するフル PC 橋と考えられる。従って解体施工時に PC ケーブルを切断した場合、ケーブル緊張効果が失われる事、鉄筋比が非常に低い事、丸鋼の付着はほとんど期待できない事などから無筋コンクリート桁に近い状態となり、落橋の危険があった。

そのため事前に施工順序に従ったステップ解析を行い、横桁位置でのベント建込み、ジャッキアップ/ダウンによる施工時の無応力化、J-ティフコムと鉄筋による補強対策を決定したが、老朽化によりコンクリート引張強度の信頼性が低い事、ピア付近の桁下面に明瞭な既存クラックが認められた事、撤去時の実挙動と解析結果の乖離も懸念されたため、最終的にはベントを縦桁でつなぐ形で落橋防止をはかった。さらに歪みゲージによる常時計測モニタリングで、異常挙動に備えた。

2. ジャッキアップ効果

ジャッキアップは工程上の理由から、桁撤去前に行う事とした。図-3 にジャッキアップ時の応力状態を示す。

図中の青実線は桁上縁応力、赤実線が下縁応力、青と赤の直線点線はコンクリート許容圧縮応力度および引張強度 ($0.23 \sigma_{ck}^{2/3}$)、青と赤の点線は想定される現況応力となる。ジャッキアップによる引張側応力度の改善がわかる。ジャッキアップ量は図中の箇所 A, B の引張応力が過大にならない範囲で最大 20 mm とした。施工時にはストローク制御の精度と応力度余裕を勘案し、10 mm とした (図-1)。

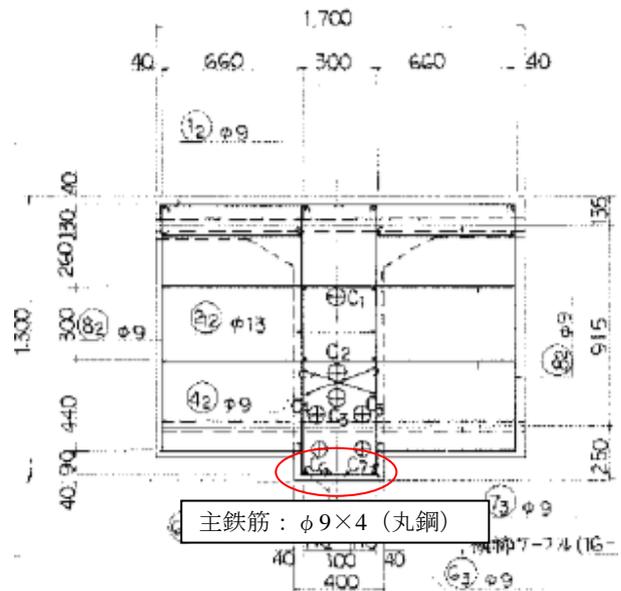


図-2 主鉄筋

3. 補強工の検討

20 mm のジャッキアップを行った場合、図-3 の A, B で僅かに引張強度を超過するため、補強工として増し厚を検討した。桁上面の横断方向に D25 を @125 で配置し、鉄筋換算したティフコム 40 mm 打設を用いた断面計算によれば、応力超過は解消される。打設幅は図-3 から横桁間隔の 1/4 の範囲とした。

4. ベントの設計

ジャッキアップ/ダウンによる施工時の無応力化は、ベントが不動点となる事が前提である。ベント支持力は、事前解析結果による最大ベント反力の 15% 増しとし、さらに施工中に小型重機は載るので TL-20 荷重を考慮し

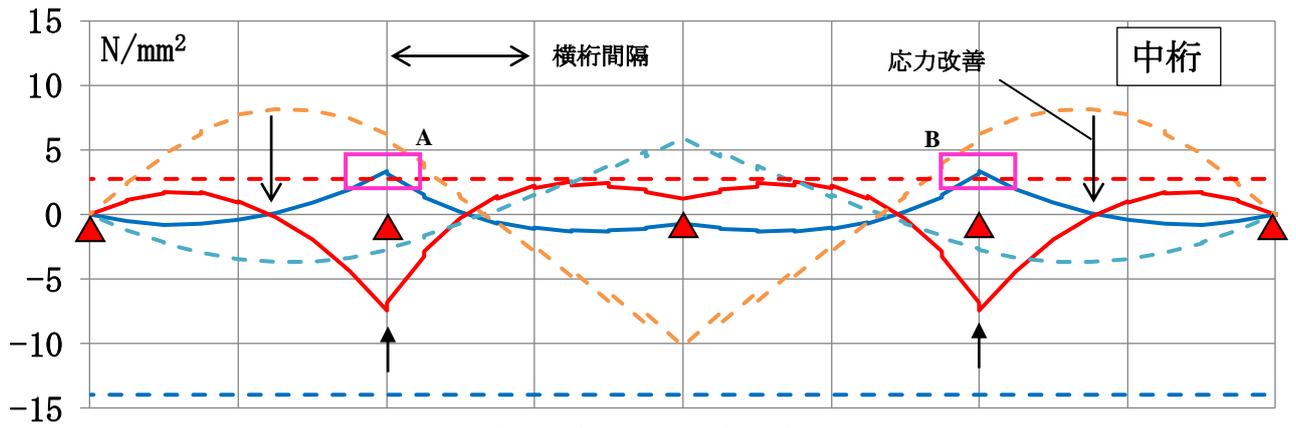


図-3 ジャッキアップ時応力



図-4 ベントおよび縦桁

て根入れ長と部材スペックを決定した (図-4)。

5. 縦桁の設計

縦桁の目的は落橋防止なので、施工中の桁折れケースを想定し、縦桁上の床版および主桁重量と TL-20 荷重の 15% 増しを、横桁間隔の単純桁として受けられるものとした。さらに荷重分散をはかるため、ベント境界で縦桁をアングル連結して連続化し、主桁と縦桁の間隙は EPS で間詰めを行った (図-4)。

6. 施工手順

施工手順の概要は以下である。まず桁全長で図-5 の張出部 (1) (2) を撤去し重量軽減をはかる。次に横桁間隔単位で端部から桁撤去を開始する。中央部からの撤去も試算したが、開放モーメントが大きく危険と判断した。

横桁間隔単位では、最初に床版と横桁 (3) (4) を撤去した後、構造系への捻じり作用の軽減を考慮して、外桁 (5) (6)、中桁 (7) の順で切断するものとした。切断された桁は最終的にクレーン撤去されるが、横桁間隔は約 7.5 m あり、無筋コンクリート桁とすると吊り上げ時に応力超過を起こすので、玉掛け間隔は 5 m 以下とした。

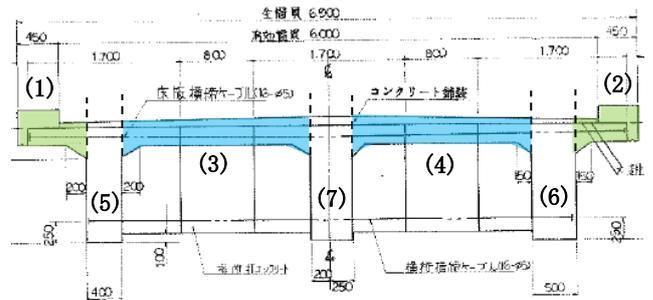


図-5 断面図

7. 解体結果

図-1 の A1~KP1 を切断撤去する過程で、PC ケーブル切断の数分後に橋面上で体感できる程度の揺れおよび衝撃音が観察された。ケーブル緊張力の開放と思われる。その後の撤去過程ではそのような事象はなかったので、緊張力は一気に開放された可能性がある。

図-6 に桁切断面を示す。シース管、鉄筋位置に若干のずれはあったものの、グラウトはほぼ完全に充填されており、またコンクリートの骨材には良質な玉砂利が使用されていると思われ、結果として内部はフレッシュで非常に良好な状態であった。図-8 に全切断面のシース管位置を示す。図中の赤枠は、シース管の位置ずれが大

きいと考えられる箇所である。表-1 に、切断断面のシース管で実測した PC ケーブルの縮み量（戻り量）を示す。各切断単位での縮み量の平均は、概ね 1 mm～3 mm の範囲にあり、全体の平均は 2.1 mm ≒ 2 mm であるので、ケーブル緊張力が一度に開放されたと思える観察結果を裏付けている可能性は、否定できない。PC 鋼線φ5 が A1～KP1 切断時に一様に縮んだと仮定すると、L=7500 mm（横桁間隔）、d=2 mm として、

$$\sigma_t = E \frac{d}{L} = 21000 \times \frac{2}{7500} = 5.6 \text{ kg/mm}^2$$

の緊張力が開放された事になる。一方、S32 年の設計図書では有効引張応力度は 161 kg/mm² となっており、先の観察結果からグラウト抵抗を無視できると仮定するならば、経年劣化で緊張力のほとんどは失われていた可能性も否定できない。

8. 常時モニタリング結果

例として図-1 に示す位置での中桁のジャッキアップ時の歪み変動をあげる。歪み計測はジャッキアップ開始と同時にスタートさせたので、図-3 の上縁の応力変動に対応するものである。図-3 の解析結果からは 100 μ 程度の応力変動が見込まれたが、実測はその 50% 以下であった。以後の桁切断時においても同様な結果となり、実測変動は解析結果よりも常に小さく、異常挙動と言えるものはなかった。

9. まとめ

- (1) 50 年以上の経年劣化で、PC ケーブルの緊張力はほとんど消失していた可能性がある。
- (2) 従って PC ケーブルが鉄筋のかわりとして機能していた可能性は否定できない。
- (3) 桁コンクリートは非常に良好な状態にあったので、(2)と合わせて、RC 桁となっていた可能性もある。
- (4) 以上より、当初は過大と思われた種々の落橋対策は、妥当なものであったと思われる。

[参考文献]

一般国道 275 号 沼田町 五ヶ山橋架替えの経緯-E1 判定の橋梁への対応について、堀田暢夫、中嶋尚志、竹森博美、第 59 回北海道開発技術研究発表会、平成 27 年。

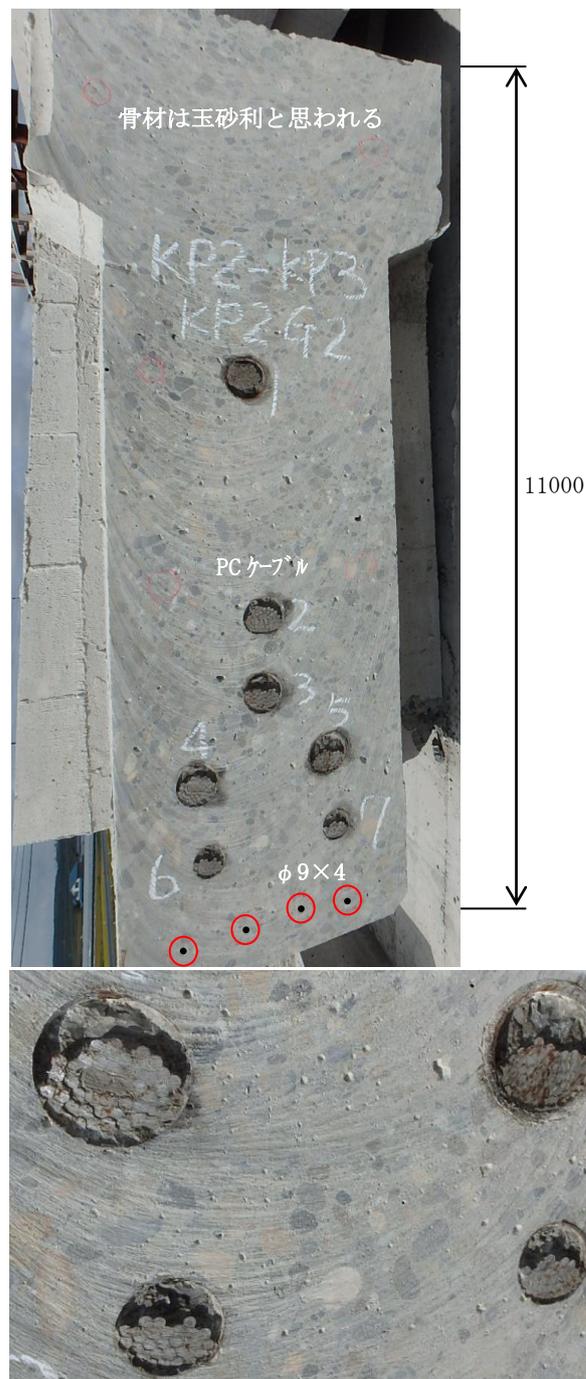


図-6 桁切断面

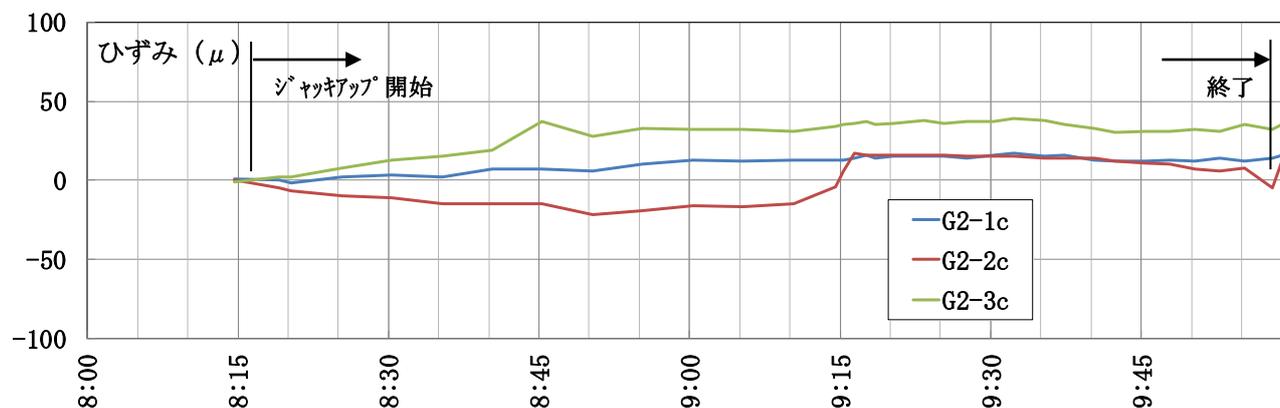


図-7 ジャッキアップ時の歪み変動（中桁上縁コンクリート）

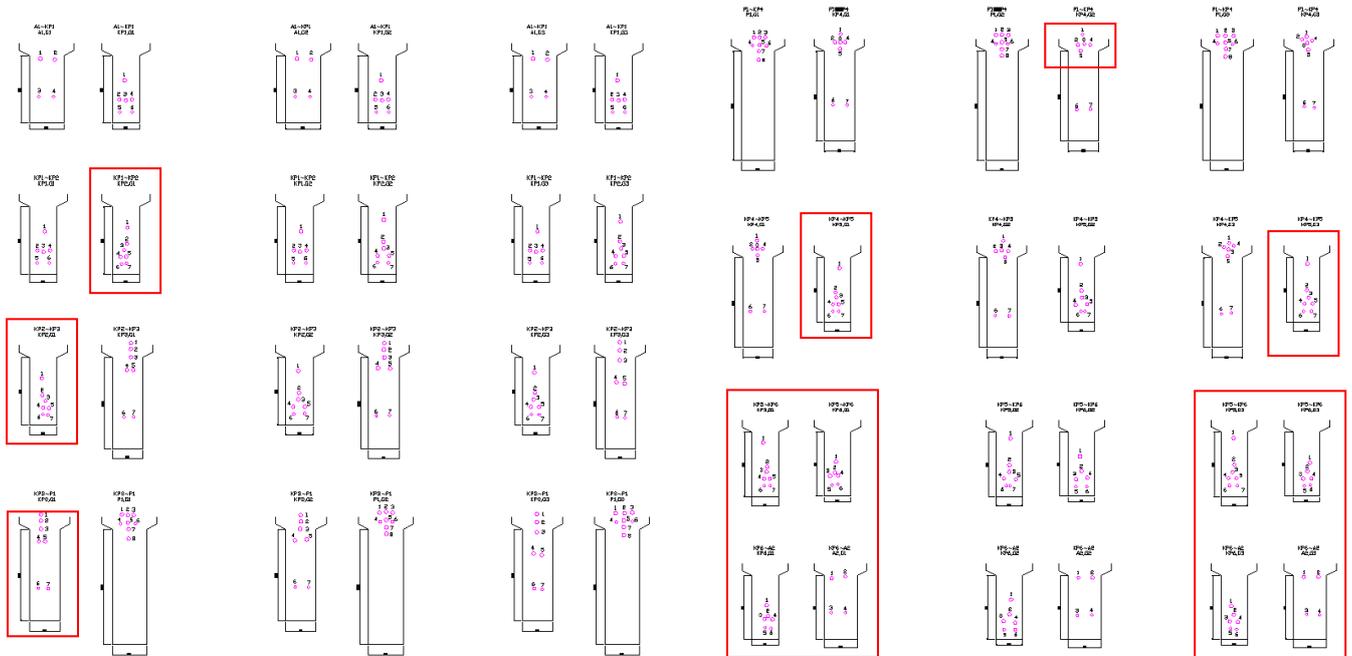


図-8 切断面のシース管位置

表-1 切断面でのPCケーブル縮み量(mm)

A1~KP1						
	G1		G2		G3	
	A1側	KP1側	A1側	KP1側	A1側	KP1側
1	1.0	2.1	0.5	1.0	1.2	2.8
2	1.7	1.9	1.9	1.8	1.4	2.0
3	0.8	1.2	0.6	2.6	0.8	1.0
4	0.8	1.4	0.5	1.7	1.4	1.4
5		0.3		1.1		1.0
6		0.4		0.3		1.0
平均	1.0	1.2	0.9	1.4	1.2	1.5
計	2.2		2.2		2.7	
KP1~KP2						
	G1		G2		G3	
	KP1側	KP2側	KP1側	KP2側	KP1側	KP2側
1	2.1	0.6	2.0	0.3	2.0	1.1
2	1.8	1.5	2.0	0.4	1.0	0.9
3	1.7	0.5	1.4	0.6	0.5	1.0
4	2.7	1.0	1.5	1.3	1.5	0.7
5	1.0	1.0	0.8	0.2	0.2	1.2
6	0.6	1.0	0.7	1.0	0.6	0.6
7		0.5		1.0		0.4
平均	1.6	0.9	1.4	0.7	0.9	0.8
計	2.5		2.0		1.8	
KP2~KP3						
	G1		G2		G3	
	KP2側	KP3側	KP2側	KP3側	KP2側	KP3側
1	1.4	0.1	1.1	0.6	1.7	0.8
2	1.8	1.8	1.2	1.1	1.5	1.1
3	2.1	1.4	1.2	1.4	2.3	2.6
4	1.9	0.8	0.7	0.7	0.7	1.8
5	1.6	0.5	0.8	0.9	1.0	1.1
6	1.2	0.7	0.9	1.1	0.9	1.7
7	1.3	0.7	0.7	0.8	0.8	1.3
平均	1.6	0.8	0.9	0.9	1.3	1.5
計	2.4		1.8		2.7	
KP3~P1						
	G1		G2		G3	
	KP3側	P1側	KP3側	P1側	KP3側	P1側
1	0.7	0.9	2.3	1.4	1.0	0.3
2	0.7	1.1	1.6	0.7	0.7	0.4
3	3.2	0.5	1.8	0.8	1.4	0.4
4	1.3	0.6	1.6	0.7	0.8	0.8
5	1.5	0.3	2.3	1.0	0.6	0.5
6	0.7	0.0	1.5	0.6	0.6	0.6
7	0.8	1.8	1.4	0.8	0.5	1.5
8		0.7		0.9		0.5
平均	1.3	0.7	1.8	0.8	0.8	0.6
計	2.0		2.6		1.4	

P1~KP4						
	G1		G2		G3	
	P1側	KP4側	P1側	KP4側	P1側	KP4側
1	1.1	0.9	1.2	1.4	0.9	0.8
2	0.7	1.0	1.1	0.8	1.7	1.1
3	0.7	1.1	1.5	1.1	0.8	1.1
4	0.6	1.2	0.8	1.0	0.7	0.7
5	1.3	1.1	1.8	1.6	0.7	1.4
6	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	1.0
7	1.1	1.1	2.1	0.9	1.5	0.7
8	0.9		1.1		0.8	
平均	0.9	1.0	1.3	1.1	1.0	0.9
計	1.9		2.3		1.9	
KP4~KP5						
	G1		G2		G3	
	KP4側	KP5側	KP4側	KP5側	KP4側	KP5側
1	1.1	1.2	1.0	1.1	0.9	1.1
2	1.0	2.8	1.4	1.2	1.3	1.4
3	0.9	1.2	0.8	1.5	0.8	0.8
4	1.3	1.6	1.0	1.0	1.4	1.2
5	1.1	0.7	1.0	1.3	1.6	0.9
6	0.4	0.8	1.2	0.8	1.5	0.9
7	0.8	1.0	0.4	1.1	1.2	1.3
平均	0.9	1.3	1.0	1.1	1.2	1.1
計	2.2		2.1		2.3	
KP5~KP6						
	G1		G2		G3	
	KP5側	KP6側	KP5側	KP6側	KP5側	KP6側
1	1.5	0.6	1.5	1.1	1.8	0.9
2	2.1	1.8	1.4	1.6	2.8	2.3
3	1.3	1.4	1.8	1.4	2.1	1.5
4	1.4	1.4	1.8	1.5	2.4	0.9
5	1.6	0.7	0.8	1.1	2.1	0.9
6	1.1	0.6	0.6	0.7	0.9	1.2
7	1.1		0.6		0.9	
平均	1.4	1.1	1.2	1.2	1.8	1.3
計	2.5		2.4		3.1	
KP6~A2						
	G1		G2		G3	
	KP6側	A2側	KP6側	A2側	KP6側	A2側
1	1.7	1.0	1.1	1.0	1.7	1.3
2	1.4	0.7	1.0	0.6	1.7	0.9
3	1.1	1.0	1.5	0.8	2.0	0.5
4	1.5	0.5	2.0	0.5	2.3	1.1
5	0.7		0.8		1.3	
6	1.0		1.9		1.6	
平均	1.2	0.8	1.4	0.7	1.8	0.9
計	2.0		2.1		2.7	