

特殊条件下における新幹線橋梁の急速施工

Rapid Construction of the Shinkansen-Bridge under Particular Conditions

大島 栄* 石川 敏宣**
Sakae Oshima Toshinobu Ishikawa

要 約

九州新幹線鹿児島ルート（新八代～西鹿児島間 延長128km）は、平成16年3月開業に向け最終段階である試験走行が実施されている。当社が受け持った工区は、地権者らの新幹線建設反対運動により強制収用の対象となった水俣市内山地区で、九州新幹線鹿児島ルート最後の連結部分となった場所である。本文は、この区間の2橋梁を両サイドからの押し出し工法にて急速施工したものである。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 工事概要
- § 3. 急速施工に至った経緯と施工環境
- § 4. 設計および工法の検討
- § 5. 押し出し工法の概要
- § 6. 急速施工の工夫点と対応策
- § 7. 現場施工実績
- § 8. おわりに



図-1 線路平面図

§ 1. はじめに

本工事は平成13年3月から平成15年1月に渡り、九州新幹線新八代～西鹿児島間の内、熊本県水俣市内山地区の新八代起点44km500m付近に位置する全長188mを施工したものである。当該地区には立木トラストや九州新幹線建設に反対する施設が存在し、用地収用の対象となっていた。土地所有者らの強硬な態度から、平成14年7月8日の明渡し期限までに着手できない状態になると判断し、10月下旬に熊本県知事による代執行が実施されるケースを想定した急速施工計画を検討していた。その後状況が急転し代執行は回避できたが、橋梁架設に使用可能用地幅は橋梁幅+0.5m、および橋梁架設工期が3箇月という制約条件は変わらず、従来工法による施工は無理と判断し、前述の施工計画を採用することとなった。

本文では、橋梁の急速施工に至るまでの経緯と各種検討結果および実際の押し出し工法の施工実績について報告する。

* 九州（支）新幹線内山（出）

**九州（支）奄美大島（出）

§ 2. 工事概要

2-1 工事概要

工事件名：九幹鹿，小田代T他4
発注者：日本鉄道建設公団 九州新幹線建設局
工事場所：熊本県水俣市大字南福寺字内山地区内
工期：平成13年3月26日～平成15年3月31日
工事内容

工事総延長	188m（内、橋梁延長96m）
路盤 切取	9,660m ³
土留壁	1,150m ²
路盤 RC	92m
橋梁 橋台	1基
橋脚	2基
PC 上部工	3連

2-2 PC 上部工の概要

- (1) 湯出川 B cbp（全支保工施工）
 - ・構造形式：ポステン PPC 単純箱桁橋
 - ・橋 長：45.00m
 - ・支 間：43.60m
 - ・幅 員：11.20m

(2) 内山 BL cbp (押し出し施工)

- ・構造形式：ポステン PPC 単純箱桁橋
- ・橋 長：23.00m
- ・支 間：22.00m
- 幅 員：11.20m

(3) 内山 Bv cstp (押し出し施工)

- ・構造形式：ポステン PC 単純下路桁橋
- ・橋 長：28.00m
- ・支 間：26.96m
- ・幅 員：13.20m

§ 3. 急速施工に至った経緯と施工環境

3-1 内山地区の概要

内山地区は図-1に示すように、水俣トンネルを抜けた後に位置する二級河川湯出川と県道水俣・出水線を横断し、土工区間を経て小田代トンネルへと続く地区である。このうち、収用の対象箇所は、湯出川と県道との間の約20m間である。この土地は、新八代～西鹿児島間の約2,400名の地権者のうち、最後となる地権者が所有していたものである。

急速施工の対象となるのは図-2に示すように橋脚1基 (P2) および桁2連 (延長L=51.0m) である。また、平面線形は直線で、縦断勾配は7%である。

3-2 工期および用地の制約条件

前述のように、当該地区では代執行が実施される場合には、軌道への引渡しまでの3ヶ月という短い工期で橋脚1基および桁2連の施工を完了しなければならない状況にあった。

また、図-3に示すように、収用箇所は事業用地とその両サイド50cmずつが使用範囲と限定されたため、足場や支保工が組めない等、施工方法が制限された。

当初の設計では上記の制約条件に対応出来ないため設計・施工を見直し、これらの制限をクリアしつつ、工期短縮が可能となる新たな施工計画が必要となった。

§ 4. 設計および工法の検討

4-1 施工方法の検討

表-1に示す施工法の比較検討から、押し出し工法により、限られた工期および用地幅での施工が可能であるとの結論を得た。

構造および工法の変更点を簡単に記述すると下記のとおりである。これにより、桁の製作後、下部工の着手から3ヶ月以内で施工完了可能と判断した。

(1) P2 橋脚

- 当初：フーチング・柱・梁…コンクリート打設3回
- 変更：柱と梁との一体化…構造の単純化
(工期短縮1.5ヶ月→1ヶ月)

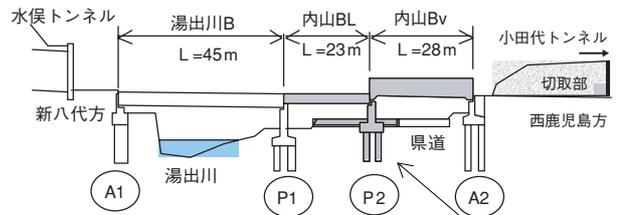


図-2 橋梁縦断面図

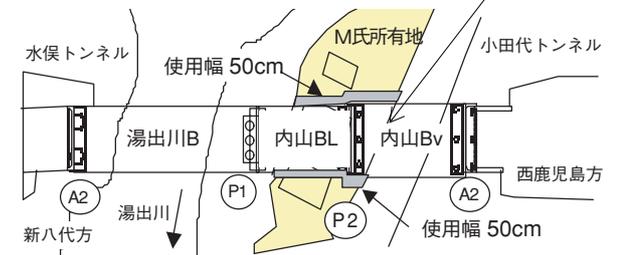


図-3 橋梁平面図



写真-1 着工前状況

(2) 内山 BL (L=23.0m)

- 当初：プレキャスト T 桁…ガーダー架設
(用地外に出る)
- 変更：PC 箱桁…押し出し架設
(工期短縮3ヶ月→1ヶ月)

(3) 内山 Bv (L=28.0m)

- 当初：PC 下路桁…現場打ち
(用地外に出る)
- 変更：PC 下路桁…押し出し架設
(工期短縮4ヶ月→1ヶ月)

押し出し工法は、場所打ち工法に比べてコストが割高であるが、用地および工期の制約条件をクリアできる。また、品質においてもジャッキ反力を中央制御盤で一括管理するため、施工精度が期待できる。

4-2 代執行の回避

土地所有者との断続的な交渉の結果、その態度が徐々に軟化し、ついに明渡し期限の翌日(7月9日)、抗議集会を行った後、明渡しに応じた。

それに伴ってP2橋脚の着手が早まったことにより、再度施工法の検討を行ったが、反対派が工事用借地の要請を拒否したため、用地幅の制限は変わらなかった。そのため、当初計画の場所打ち工法は不可能と判断し、検討してきた押し出し工法を採用することとした。

§ 5. 押し出し工法の概要

5-1 分散式押し出し工法の特徴

プレストレストコンクリート橋の架設工法のひとつである本工法は、橋桁を押し出す際の推進の反力を各橋脚（仮支柱）に分散し、作業の指令を中央制御室一箇所において集中管理するため、一般に反力分散集中管理方式と呼ばれており、下記に示す特徴を持っている。

- ① 水平力が各橋脚（仮支柱）に分散されるため、一箇所に反力が集中せず、地盤の悪い高架橋にも適用できる。
- ② 押し出し架設中、橋脚（仮支柱）の沈下など不測の事態が発生しても鉛直ジャッキによって高さの調整ができるため、桁に悪影響を及ぼさない。
- ③ 反力管理、反力調整が可能であるため、十分安全な応力状態の中で桁を押し出すことができる。
- ④ 各橋脚（仮支柱）上の水平ジャッキによって桁を押し出すため、曲線桁の施工にも適している。
- ⑤ 押し出し装置上に、線形に合わせたテーパ板を設置することにより、縦・横断勾配など複雑な線形を有する橋梁の場合にも対応することができる。

5-2 押し出し装置

(1) 押し出し装置の概要

押し出し工法は、桁製作ヤードおよび各橋脚（仮支柱）の天端に押し出し装置を設置して行うものである。この装置は、鉛直方向に作動する油圧ジャッキと水平方向に作動する油圧ジャッキ、たわみを吸収できるスライドプレートおよびスライド架台から成り立っている。

これらはすべて中央の自動制御盤に接続され、1箇所で連動操作を行うシステムとなっている。

(2) 押し出し作業の手順

押し出し作業のサイクルを図-4に示す。1サイクルは以下のように4つの工程で構成される。

- ① 鉛直ジャッキ上昇
- ② スライド架台戻し
- ③ 鉛直ジャッキ下降
- ④ スライド架台引出し（桁移動）

5-3 押し出し作業

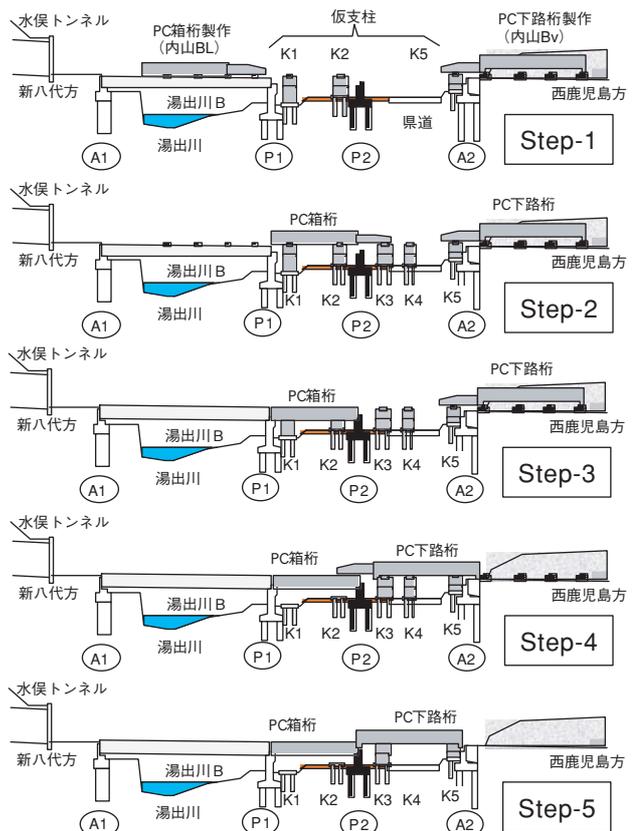
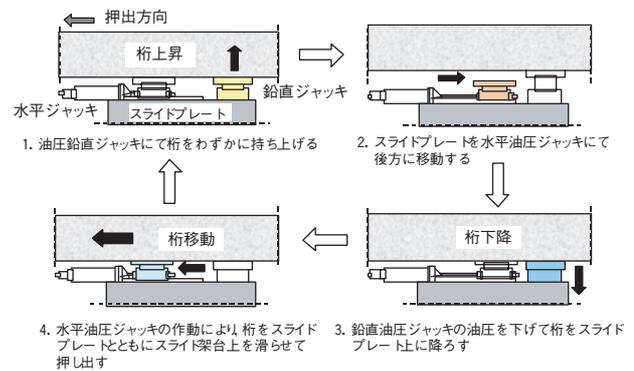
押し出し工法による施工ステップを図-5に示す。施工順序の概要は以下のとおりである。

(Step-1: 8/1~10/27)

PC箱桁 (L=23.0m) は湯出川B上を、またPC下路桁 (L=28.0m) は切取区間を制作ヤードとして、それぞれ手延べ桁と一体で制作する。同時にP2橋脚および仮支柱K1, K2, K5の施工を行う。

(Step-2: 10/28~11/6)

仮支柱K3, K4を組立てる。同時に、PC箱桁を所定



の位置まで押し出す。

(Step-3: 11/7~11/18)

仮支柱K1, K2の押し出しジャッキを撤去し、鉛直ジャッキを取付ける。PC箱桁の手延べ桁の解体後、ジャッキダウン開始。K3に押し出しジャッキを取り付ける。

(Step-4: 11/22~12/7)

PC箱桁のジャッキダウン完了後、PC下路桁を所定の位置まで押し出す。

(Step-5: 12/8~12/14)

PC下路桁の押し出し完了後、手延べ桁の解体とジャッキダウンを行う。また、県道部の仮支柱K4は撤去する。

(Step-6: 12/15~12/20)

残りの仮支柱の撤去。

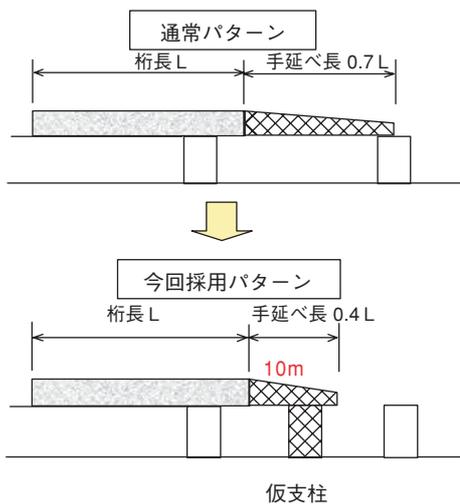


図-6 手延べ桁比較図



写真-2 短手延べ桁による押し出し状況

§ 6. 急速施工の工夫点と対応策

6-1 手延べ桁の設計

安全性および施工性を配慮し、中間部に仮支柱を設けることにより、図-6に示すような通常より短い手延べ桁を採用した。これによる利点は以下のとおりである。

① 手延べ桁の設置撤去の時間短縮が図れる。

仮支柱を設けない場合…手延べ桁設置 約12日、
撤去 約8日
仮支柱を設けた場合……手延べ桁設置 約8日、
撤去 約4日

② 狭いヤードでの施工性の向上が図れる。

短手延べ桁を使用することにより、狭いヤードでの設置解体作業が容易になる。

写真-2に短手延べ桁による施工状況をに示す。

6-2 湯出川橋梁上での内山BLの桁製作

完成済みの湯出川橋梁の上で内山BLの桁を製作した。このときの問題点と対策は以下のとおりである。

問題点1：内山BL押し出し時に局部的に集中荷重が作用し、許容値以上のひび割れ(0.2mm)が発生するおそれがある。

対策：湯出川橋梁下の支保工を存置する事により内山BLの荷重を支保工にて分担させる。(湯出川橋梁のひび割れ…0.1mm以下に減

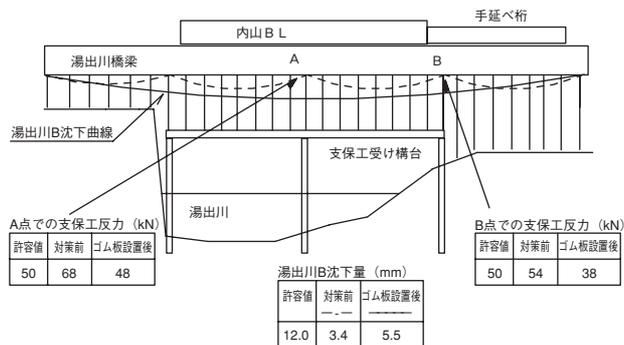


図-7 湯出川 B 支保工荷重分担及び沈下曲線図



写真-3 支保工存置状況

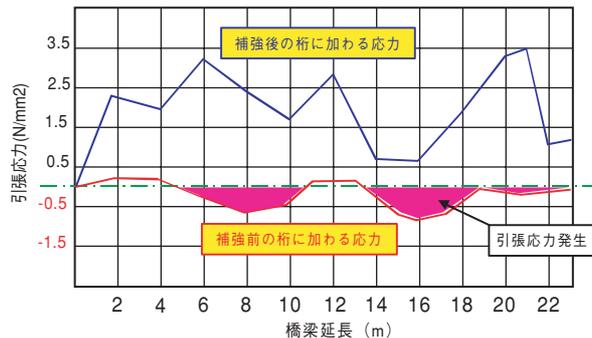


図-8 内山BL上縁最大引張応力比

少)

問題点2：支保工を存置する事により、押し出し時支保工の許容荷重をオーバーし、支保工が座屈するおそれがある。

(許容荷重 50kN に対し最大荷重 68kN)

対策：支保工上部にゴム板設置する事によりゴムの弾性変形を利用し、反力を支保工全体に分散させる(図-7および写真-3参照)。(支保工に加わる最大荷重が、48kNに低減)

6-3 押し出し時の安全性の確保

押し出し時の桁の補強対策として図-9に示すフェールセーフ工法を採用した(外ケーブル方式による補強)。

目的

- ① 押し出し時の主桁にかかる引張応力を低減し、クラック発生を防止する(図-8参照)。(引張応力により0.15mmクラック発生⇒補強工法によりクラック発生なし)
- ② 仮支柱沈下等予期せぬ事態発生時(一時的な反力

増減), 橋梁全体に圧縮応力をかける事により押し出し時の安全性を確保する。

§ 7. 現場施工実績

7-1 計画工程と実施工程

制約のある条件下で、構造の異なる2橋梁を両サイドからの押し出し工法で架橋することにより、表-2に示すように約5ヶ月の工程短縮につながった。

7-2 押し出し時の各支柱の計画反力と実測反力

2橋梁の押し出し時の最大反力は、表-3に示すようにほぼ計画と一致した。

§ 8. おわりに

取用対象地区での特殊条件(用地幅の制限・橋梁架設工期3箇月)下において1橋脚と構造の異なる2橋梁を両サイドから押し出し工法で架設する方法の採用により、計画通り安全に完成できた。

謝辞：当工事の計画及び施工にあたって、発注者である鉄道運輸機構(旧日本鉄道建設公団)九州新幹線建設局並びに橋梁上部工協力業者である住友建設(株)九州支店の関係者に多大なるご協力を頂いたことに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 加藤新一郎, 神田大:九州新幹線内山高架橋・内山架道橋の急速施工, 日本鉄道建設公団, 2003.5.
- 2) 田中照雄, 石川敏宣:特殊条件下における押し出し工法による橋梁架設, 西松建設(株)平成15年度土木シンポジウム論文, 2003.11.

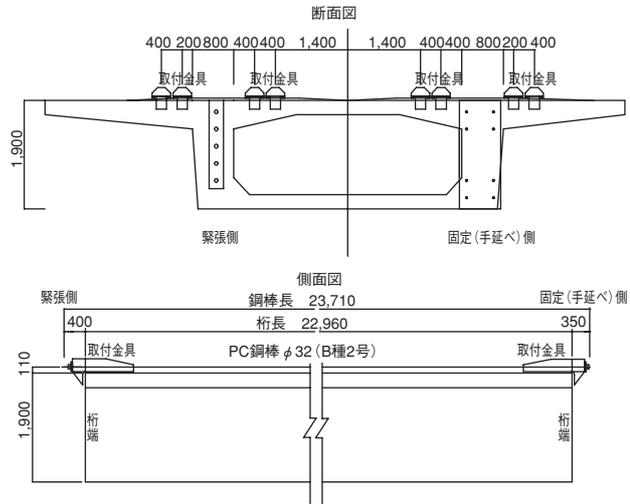


図-9 内山BLフェイルセーフ設置図

写真-4 フェイルセーフ設置状況



表-3 各支柱の最大反力比較

単位: kN ()内は、上り線側

内山BL (PC箱桁)			
支柱番号	K1	K2	
計画値	2,350	2,080	
実測値	2,400(2,380)	2,160(2,120)	
内山BV (PC下路桁)			
支柱番号	K3	K4	K5
計画値	2,850	2,600	3,450
実測値	2,960(3,000)	2,660(2,580)	3,500(3,450)

表-2 当初工程と実施工程

項目	箇所	施工方法	平成14年7月		平成14年8月		平成14年9月		平成14年10月		平成14年11月		平成14年12月		平成15年1月		平成15年2月		平成15年3月		平成15年4月		平成15年5月			
			10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30
① 当初計画	強制執行・建物解体		[Gantt chart bars]																							
	下部工(P2)	梁式構造(3層構造)	[Gantt chart bars]																							
	内山BL	PC T桁(ガーダー架設)	[Gantt chart bars]																							
	内山BV	PC下路桁(場所打ち)	[Gantt chart bars]																							
② 実施工程	強制執行・建物解体		[Gantt chart bars]																							
	下部工(P2)	壁式構造(2層構造)	[Gantt chart bars]																							
	内山BL	PC箱桁(押し出し架設)	[Gantt chart bars]																							
	内山BV	PC下路桁(押し出し架設)	[Gantt chart bars]																							
備考			[Gantt chart bars]																							