

64. “ハイブリッドスリップフォーム工法”の 開発と施工例

～高橋脚の省力化と工期短縮～

日本道路公団：馬淵 勝美

(株)大林組：深津 保文・*加藤 敏明

1. まえがき

これからの道路建設においては、施工条件の厳しい山間部橋梁区間が増加しつつあり、高橋脚化や橋脚工事量の増大が解決すべき課題となってきた。すなわち、耐震安全性や耐久性の向上はもとより、熟練労働者不足が見込まれる中、膨大な事業量を経済的に省力化・急速施工する建設技術が求められている。また、いわゆる3Kの解消のため作業環境や作業安全性の向上も重要な課題である。

これらの課題に対しては、直接工事にたずさわる事業者と施工者がともに問題点を把握し、目的に合う適切な技術開発を行うことが必要である。

以上の背景から、日本道路公団と大林組は、山岳部の高橋脚等に対して、構造の改革と施工の機械化・自動化を合理的に組合わせた「ハイブリッド・スリップフォーム工法」を共同開発した。

本報告では、この「ハイブリッド・スリップフォーム工法」による省力化、工期短縮及び作業安全性の向上実現への取組みについて概説するとともに、本工法を初めて適用した大分自動車道横道橋の橋脚工事について述べるものである。

2. 工事概要

図-1に横道橋の位置図、図-2に橋梁一般図を示す。工事の概要は以下の通りである。

- ・路線名：大分自動車道
- ・架橋位置：大分県玖珠郡九重町
- ・橋格：一等橋(TL-20, TT-43)
- ・構造形式：PC3径間連続ラーメン橋
- ・橋長：168.0m
- ・支間割：47.4+72.0+47.4m
- ・幅員：9.0m



図-1 位置図

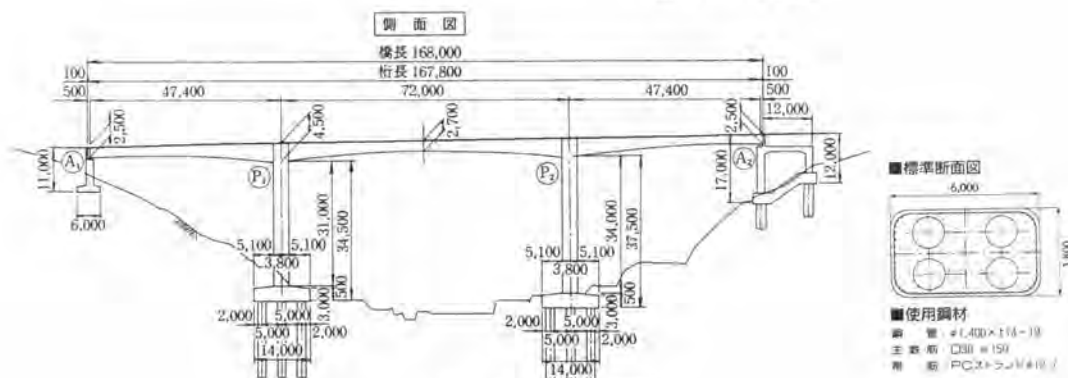


図-2 橋梁一般図

3. 鋼管・コンクリート複合構造の開発

本構造は、基本的には施工の容易な橋脚構造の実現という観点から開発したものであるが、鋼管の持つ構造特性にPCストランド連続巻付け帯鉄筋の補強効果を加えることにより耐震性に優れたSRC構造となっている。図-3に構造概要図を示す。

複合構造用鋼材として鋼管を採用した主な理由は以下による。

- ① 鋼管への代替により鉄筋の組立作業が省力化されること。
- ② 山岳部の厳しい運搬条件や狭い作業ヤードに対応できること。
- ③ 内型枠としての利用やスリップフォームの反力台、作業足場、鉄筋組立フレーム等仮設材として高度に有効利用できること。
- ④ 剛性が高く建込が容易であること。
- ⑤ 溶接作業性が良く、自動溶接化に適していること。
- ⑥ 規格品使用による経済性の追求ができること。

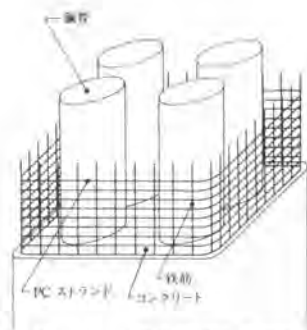


図-3 複合構造概要図

「鋼管・コンクリート複合構造」の採用に当たっては、構造安全性を確認するため、「鋼管定着部強度試験」及び「水平加力試験」等の基礎試験を行い、従来のRC橋脚同等以上の耐力、じん性を持つことを確認している。

4. 「ハイブリッド・スリップフォーム工法」における新技術の開発

(1) 在来工法の問題点

在来工法による高橋脚の施工を省力化・急速施工の観点から見た場合、以下のような問題点が考えられる。

① 鉄筋の組立

高橋脚の施工に当たっては、多量の太径鉄筋の組立、鉄筋保持鉄骨の組立、帯鉄筋の加工組立に手間がかかる。

② ジャンピングフォーム工法の問題点

高橋脚の標準工法となっているのが、1ロット毎の型枠の組立解体作業や鉄筋の組立作業を改善しない限り大幅な省力化・急速施工は困難である。

(2) 新技術の開発

① PCストランド巻付け機の開発

本工法では構造面でPCストランド巻付け帯鉄筋を採用したため、これを機械化することが可能となった。PCストランド巻付け機は、スリップフォーム最上段のレール上を走行し、同時にコイルから一定速度でPCストランドを引出す装置である。PCストランドの結束は、本工事に採用した特殊クリップによって行っている。

② 新型スリップフォーム装置の開発

これまで主として煙突や高架水槽等の施工に用いられてきた「スリップフォーム工法」は、昼夜の連続コンクリート打設や表面仕上げの問題、コンクリート養生に対して改良すべき点が指摘されている。本工法では、各種実証試験を行ったのち、スリップフォーム型枠内に内張材を取付けスリップアップ時に直接コンクリートを擦上げない構造の開発に成功した。

この結果、橋脚の表面仕上げが向上するとともに、自立強度以上のコンクリート強度が発現すれば任意の時間にスリップアップが可能となり、任意の作業サイクルの設定も可能になった。本工事では、8時間作業で1.8m/日の上昇を行った。今回常時1チーム8人の作業員数でサイクル作業を行ったが、この作業員数は今後低減可能である。

③ジャッキアップ自動制御システムの開発

鋼管頂部の反力台に取付けた吊り材を介してスリップフォーム装置をジャッキアップする方式を採用しているため、スリップフォームの姿勢制御は、主としてジャッキのストロークによってコントロールすることとなる。

本工事では8台のジャッキを均等なレベルを保ちながら上昇できるように自動的に制御するシステムを開発し採用した。このシステムの開発により、厳密な精度管理とともに吊り上げ荷重のチェックにより安全なジャッキアップができた。

④位置・姿勢計測自動表示システムの開発

高橋脚施工の場合、1ロット毎のわずかな施工誤差の累計が最終の出来形に大きな影響を与えることや、毎日1ロットの施工が連続することにより、常にスリップフォーム装置の位置・姿勢に関するデータを収集、監視する必要がある。さらにこの結果をリアルタイムに施工管理にフィードバックしなければならない。このため、新しく本工法に適した計測表示システムを開発し実用化した。

以上の新技術は、横道橋工事において「ハイブリッド・スリップフォーム工法」の要素技術として統合されている。

5. 施工順序と工程

(1) 施工順序

施工順序を図-4に示す。

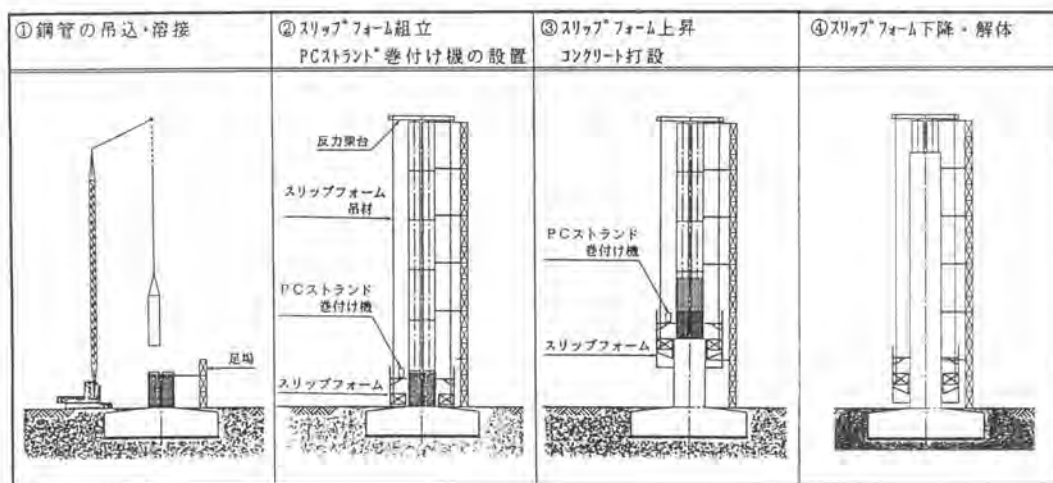


図-4 施工順序

(2) 工 程

在来工法との比較を表-1に示す。横道橋の実績評価では、在来工法に比べて工期では40%の短縮、作業員でも30%程度の削減を実現している。高さは50m以上の橋脚に適用した場合の試算では、省力化、急速施工効果が向上し、脚部で50%程度の工程短縮が可能であると考えられる。

在来工法 (標準計画工程)				ハイブリッド・スリップフォーム工法 (実績)			
月	日	[Diagram: Standard method construction progress]		月	日	[Diagram: Hybrid slip form method construction progress]	
1	30			1	30		
2	10			2	00		
3	30			3	30		
4	10			4	10		
5	10			5	10		
6	10			6	10		
7	20			7	20		
8	20			8	20		
実働日数		231日 (7.7ヶ月) (1.0)		実働日数		139日 (4.6ヶ月) (0.60)	
延作業員数		1,826人 (1.0)		延作業員数		1,339人 (0.73)	

() 内数値は比率を表わす。

表-1 全体工程比較表

6. あとがき

横道橋橋脚工事は当初の目的を達成しつつ、平成6年2月無事に完了した(写真-1参照)。

省力化や工期短縮に関する効果に加えて、本工法での作業が安全かつ熟練工を必要としない軽微なサイクル作業であることも将来の発展性を示唆している。

経済性については、技術検討会の場において、分析・評価されてきており、工事規模、機械・設備の転用等総合的にみて在来工法とのコスト競争性が十分であることが示されている。

今回の施工結果を踏まえて本工法の改良や設計・施工法の取りまとめを進めているところであり、今後の本格的な高橋脚の施工に貢献できれば幸いである。

最後に本工法の開発にあたり、多大なご協力を頂いた関係者の方々や横道橋を施工するにあたり貴重なご意見、ご指導を頂いた技術検討会の委員の方々に厚くお礼申し上げます。



写真-6 完成写真