

◆ 特集：土木研究所における新技術の開発とその活用・普及 ◆

きめ細かな技術支援 — 高橋脚建設新技術“3H工法”の普及展開 —

菊地 稔* 児玉法彰** 福井次郎*** 吉田 正**** 笹谷輝勝***** 原 夏生*****

1. はじめに

研究成果の普及においては、当該成果に関する論文発表、積極的な広報活動や適切な知的財産権の運用等に加え、当該新技術を採用・実施する者に対する技術情報の提供や設計・施工指導等のきめ細かい技術支援が重要である。特に、新たに開発された技術については、初めて現場に適用される場合が多いことから、発注者、設計・施工業者が安心して採用・実施できるよう十分な支援が必要である。

本報では、土木研究所が(財)先端建設技術センター及び民間企業11者と共同研究を通じて開発した高橋脚建設新技術3H (Hybrid Hollow High pier) 工法 (以下、「本技術」という。) について、技術内容と特徴、現場での活用事例とその効果を紹介するとともに、発注者や設計業者、施工業者に対するきめ細かな技術支援等について紹介する。なお、本技術はNETIS登録されており、KT-990168が付与されている。

2. 3H工法

2.1 開発の目的

我が国の高規格幹線道路の建設が脊梁山脈を横断する路線に進展するにしがたい、高橋脚を有する橋梁が多くなっている。また、ダム建設工事に伴う付替道路の整備においても、厳しい地形のため高橋脚を有する橋梁の建設が必要となっている。従来の鉄筋コンクリート (RC) 橋脚は高くなるに従い、その躯体の配筋状態は、太径鉄筋が断面内に2段、3段といった高密度配筋になる。加えて、兵庫県南部地震以降、耐震基準の強化により中間帯鉄筋等のせん断補強筋の量が増大し、さらなる高密度状態になっており、経済性・施工性等の面で問題となるが多かった。また、型枠工、鉄筋工などの熟練労働者の不足、高所での作業安全性の向上や、木製型枠の使用抑制による自然環境の保全といった社会的背景もあった。

これら社会的ニーズに応えるため、施工合理化によるコスト縮減・工期短縮、耐震性能向上及び施工安全性向上を目的として、従来のRC橋脚に代わる高橋脚の設計・施工技術の開発が行なわれた。

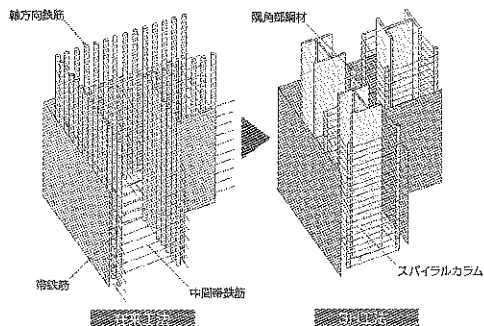


図-1 3H橋脚の断面構造

2.2 本技術の概要¹⁾

3H橋脚の基本構造は、図-1に示すようにRC橋脚における軸方向鉄筋をH形鋼に置換え、さらに中間帯鉄筋の代わりとして高強度の細径異形棒鋼を螺旋状に加工し (スパイラル筋)、これを上記H形鋼を囲むように配置して一体化したプレハブ部材 (スパイラルカラム) を、中空の橋脚断面内に複数本配置する鉄骨鉄筋コンクリート (SRC) 構造である。

中空断面の外周部と内周部に配置する帯鉄筋とコンクリート打設は、昇降式移動型枠を用いる施工と帯鉄筋が内蔵された本体利用可能なコンクリート製プレキャスト型枠 (3Hパネル) による施工が選択可能であり、施工自由度が高い。

2.3 本技術の特徴と期待される効果

本技術の特徴や期待される効果を以下に示す。なお、これらの根拠については、後述する施工実績等を参照されたい。

- (1) スパイラル筋は、RC橋脚の中間帯鉄筋と同等のコンクリート拘束効果を有し、本技術による橋脚は耐荷力、変形性能、エネルギー吸収能の点でRC橋脚と同等以上の耐震性能を有する。
- (2) 橋脚の断面形状は、一般的な矩形断面に加え円形断面、八角形断面等を採用でき、橋脚の断面形状を限定しない。
- (3) スパイラルカラムの採用により、軸方向鉄筋及び中間帯鉄筋の高所での煩雑な配筋作業を省略でき、また、3Hパネルや昇降式移動型枠を採用することで施工合理化が図られ、工期短縮を可能としている。

Detailed Technological Assistance for New Technology Dissemination

(4) 施工合理化に伴う省人化、工期短縮に伴う荷揚設備（クレーン）の稼働日数の短縮、間接工事費の低減等によりコストの縮減が可能である。

3. 導入実績

本技術はこれまでに、表-1に示す工事で採用された。写真-1～3に、施工状況を示す。最近では、ダムの付替道路への適用が増えている。

3.1 施工合理化と工期短縮

写真-4～6はそれぞれ、スパイラルカラムの地組み状況、スパイラルカラムの接合作業、3Hパネルの接合作業の状況である。また、図-2～3は、洞泉橋と飯牟礼2号橋の作業サイクルである。これらの写真や図から、施工合理化が図られていることが容易に理解できる。

工期短縮の実績として、RC橋脚との比較結果を表-2に示す。全て大幅に工期が短縮されたが、

表-1 3H工法が適用された施工事例

工事件名	施工方式	橋脚高
鹿児島3号飯牟礼2号橋下部工工事	3Hパネル方式	38.0m
鹿児島3号八房橋下部工工事	3Hパネル方式	39.0m
成瀬ダム国道付替1号橋下部工工事	3Hパネル方式	57.8m
洞泉橋下部工工事	昇降式移動型枠方式	56.0m
熊本3号宮浦3号橋下部工工事	昇降式移動型枠方式	42.5m
三瀬トンネル有料道路2期建設工事(その3)	昇降式移動型枠方式	63.5m
尾原ダム尾崎山方1号線下部その2工事	昇降式移動型枠方式	53.3m
胆沢ダム国道付替14号橋下部工工事	昇降式移動型枠方式	49.5m
五ヶ山ダム付替国道4号橋下部工(P4)工事	昇降式移動型枠方式	42.5m

※橋脚高は、最高橋脚を記載

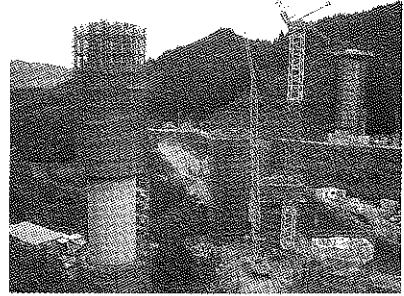


写真-3 三瀬トンネル有料道路での施工状況（円形断面）

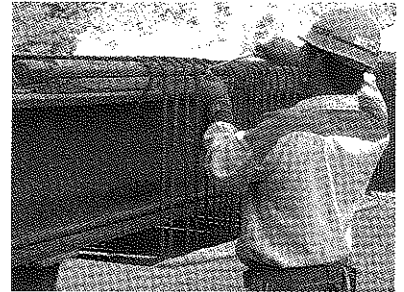


写真-4 スパイラルカラムの地組みの様子

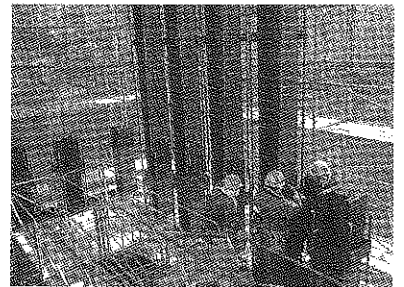


写真-5 スパイラルカラムの接合状況

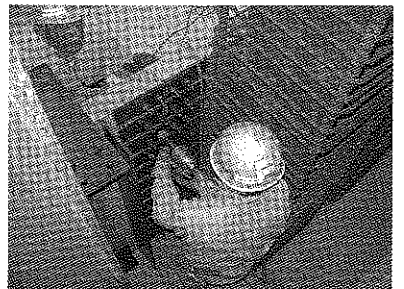


写真-6 3Hパネルの接合状況

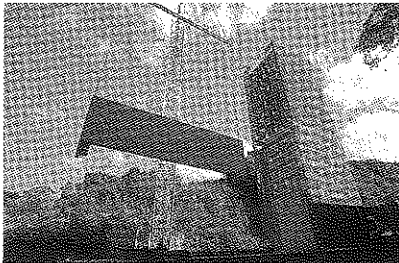


写真-1 飯牟礼2号橋の施工状況（矩形断面）

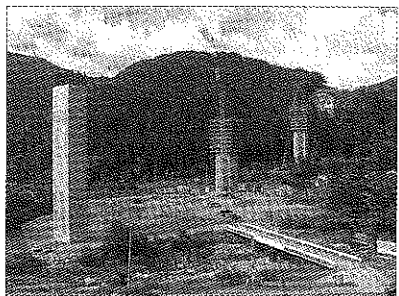


写真-2 洞泉橋の施工状況（矩形断面）

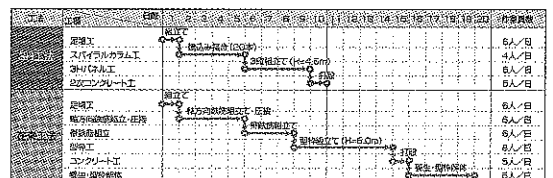


図-2 飯牟礼2号橋の作業サイクル

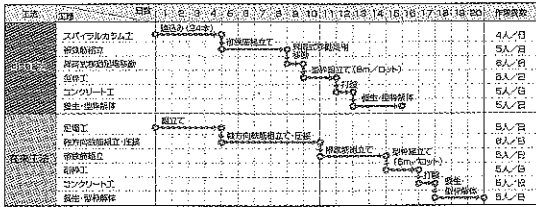


図-3 洞泉橋の作業サイクル

表-2 効果の比較表

施工現場	施工方式	橋脚高	工期短縮	直接工事費
鹿児島3号飯牟礼 2号橋下部工工事	3Hパネル方式	36.5m	53%	1.06
洞泉橋下部工工事	昇降式移動型枠方式	50.0m	75%	0.94
三瀬トンネル有料道路 2期建設工事(その3)	昇降式移動型枠方式	40.0m	71%	0.91
		57.0m	62%	0.90

RC橋脚を施工した場合の直接工事費や工期をそれぞれ1.00と仮定

特に3Hパネル方式では約半分の工期で完了しており、施工期間に制約のある現場では極めて有効な工法である。

3.2 コスト縮減

コスト縮減の実績として、RC橋脚との比較結果を表-2(前掲)に示す。洞泉橋や三瀬での実績にあるように、昇降式移動型枠を用いた場合は、RC橋脚に比べて直接工事費が6~10%縮減されている。また、橋脚が高くなるほど縮減の割合は大きくなっている。

一方、3Hパネル方式で施工を行った飯牟礼2号橋の場合、RC橋脚に比べて直接工事費が約6%高くなっている。しかし、大幅な工期短縮が図られており、このことによる間接工事費の低減、及び早期の供用開始による経済効果等を考慮すると、トータルコストの縮減は可能と考えられる。

4. 知的財産権の運用

本技術には、2件の特許権が設定されている。特許登録番号と発明の名称は、「特許第3463074号；塔構造物の構築方法及び塔構造物の構造」及び「特許第3424012号；構造物における鋼材の接合構造」である。

前記特許権は共同開発者13者で共有しているため、本技術を採用したい受注者が実施権を迅速に取得できるよう、(財)先端建設技術センターが13者を代表して実施権の付与を行う体制を構築し、運用している。

実施権の付与は、工事受注者より提出される特許実施権付与申請書とそれに添付された施工実績から、13者が予め合意した許諾条件(技術力の評価等を含む。)を満足するか否かについて同センターが確認し、実施許諾とライセンス契約の締結を行っている。

5. 技術支援

土木研究所と3H工法研究会(共同研究終了後、研究フォローアップを目的として先端建設技術センター及び民間の共同開発者により設立)は、図-4に示すスキームにより、本技術の普及に努めている。

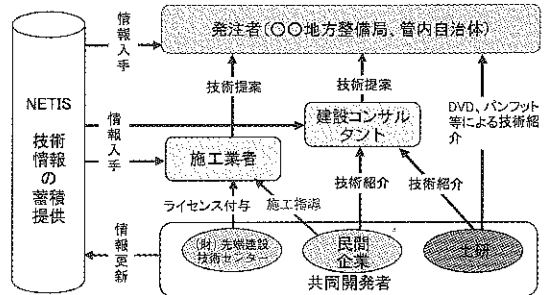


図-4 普及のための連携スキーム

5.1 マニュアル類の改訂及び技術改良等

土木研究所と3H工法研究会は、共同研究報告書として取りまとめた設計・施工マニュアル等を道路橋示方書の改訂等にあわせて改訂を行っている²⁾。

また、さらなるコスト縮減や施工合理化を図るため、模型実験によりH形鋼のせん断耐力への寄与分を確認し、せん断補強筋量の削減可能性を検討したり、3Hパネルの接合方式を鋼材による添接板から鉄筋による機械式継手へ変更する等、技術改良にも取り組んでいる。なお、これらの成果については、前述の各種マニュアルに反映させ、利用者が最新の技術情報を利用できるようにしている。

5.2 発注者、コンサルタント等への説明会

土木研究所が主催する土研新技術ショーケースや地方整備局等で開催される建設技術フェア等に出展し、施工事例の紹介や設計の考え方など、参加者とFace to Faceでの技術に関する意見交換も行っている。さらに、施工事例を掲載したパンフレットを作成・配布し、周知を図っている。その際、5.1で述べた技術の改良状況等についても積極的に紹介し、本技術の優位性について更なる理解を得られるように努めている。

5.3 現場見学会を通じた技術の周知

平成17年11月18日に土木研究所主催の現場見学会を、佐賀県道路公社発注の「三瀬トンネル有料道路(2期)事業」(場所；福岡市早良区)で採用されている本工法を対象として、3H工法研究会及び佐賀県道路公社の協力を得て開催した。

見学会には、九州管内の建設コンサルタントや発注機関等より約40名の参加を得た。本技術の概要説明の他、写真-7に示すように施工中の高橋脚へ登り施工最前線を見学し、断面構造や施工法

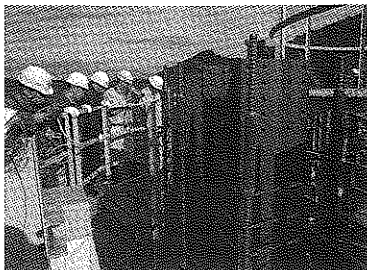


写真-7 3H橋脚の施工最前線を見学する参加者

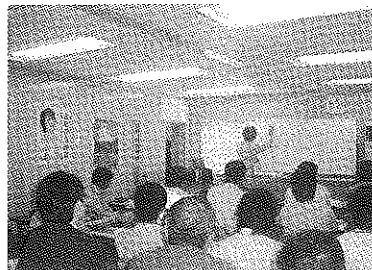


写真-8 施工業者への技術指導の様子

等の理解に繋げた。また、本技術の適用が効果的な条件等について参加者と開発者との意見交換を行い、本技術の優位性等について周知を図った。

5.4 施工業者に対する施工指導

本技術で開発したスパイラルカラム、3Hパネルの施工は、RC橋脚の施工と大きく異なる部分があり、初めて3H橋脚を施工する業者から施工に関する細かな問合せ等がある。

このような場合は、3H橋脚の施工実績を有する共同開発者が主体となり、写真-8に示すように施工業者への技術指導や施工説明会を実施している。例えば、スパイラル筋とH形鋼の固定方法、スパイラルカラムの基礎との定着方法や鉛直施工精度の管理方法等、種々の施工上の詳細事項について、実際に施工を行う作業員を交え意見交換を行い、安心して施工ができるようなサポートも行っている。

6. おわりに

本技術は、山岳部に建設する高規格幹線道路等やダム付替道路等における高橋脚の建設に有用な技術である。

本技術の採用・施工にあたっては、共同開発者との連携により、迅速なライセンス付与やきめ細かな技術指導等を行う体制を整備している。

今後とも、このようなきめ細かい技術支援を行うことにより新技術の普及促進に努め、より良い

社会資本の整備・管理に貢献していきたい。

参考文献

- 1) プレハブを用いた山岳部橋梁の下部工の設計・施工技術の開発に関する共同研究報告書—研究開発報告書—土木研究所、共同研究報告書第223号、1994.4
- 2) プレハブを用いた山岳部橋梁の下部工の設計・施工技術の開発に関する共同研究報告書—3H工法設計・施工マニュアル（案）改訂版—土木研究所、共同研究報告書第261号、2001.3

菊地 稔*



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部 主任研究員
Minoru KIKUCHI

児玉法彰**



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所技術推
進本部 研究員
Houshou KODAMA

福井次郎***



独立行政法人土木研究所
つくば中央研究所構造物研究
グループ長
Jiro FUKUI

吉田 正****



国土交通省総合政策局建設
施工企画課施工環境技術推
進室長（前 財）先端建設技
術センター普及振興部長）
Tadashi YOSHIDA

笹谷諱勝*****



(株)フジタ 技術センター土
木研究所
Terukatsu SASAYA

原 夏生*****



前田建設工業(株) 技術研究
所土木技術グループ、工博
Dr. Natsuo HARA