

重仮設の急速施工化とその災害復旧工事への適用可能性

LIBRA 工法

孝 本 英 俊・衣 笠 正 則

震災の教訓から改めて災害復旧作業の迅速性が求められる現在、起伏に富んだわが国の施工条件において重機作業の前提となる重仮設工の急速化による災害復旧工事の機動方向上とその効果について、栈橋工の急速施工方法として起用される「仮橋・仮栈橋斜張式仮設工法」LIBRA 工法（以下「本工法」という）の運用例を概観し、考察する。

キーワード：事業継続計画（BCP）、栈橋、重仮設、岩盤、ダウンザホールハンマ、急速施工、桁下、鋼管矢板

1. はじめに

現在のわが国の建設業には、東日本大震災の大災害で現実としてつきつけられた「安全・安心の社会」の基盤の脆弱性を早急に克服し、社会・経済の活動を支える基盤を再構築するという、大きな責務が与えられている。

中でも、防災・災害復旧工事においては、現在の東日本の広範な被災のダメージ、震災後のエネルギー制約に加え、グローバル化に伴う競争激化、財政制約、地球環境問題など、かつてない困難に直面するなか、今後はBCP（事業継続計画）の観点からも、格段の急速性が求められることになる。

ここでは、火山帯にある島嶼国のわが国において施工の急速性の必須条件となる重仮設工程の急速化による災害復旧のスピードアップの可能性について、仮橋・仮栈橋工の急速施工技術である、「本工法」のこれまでの施工事例を概観し考察する。

2. 「本工法」開発の背景

平成8年に開発された、仮橋・仮栈橋斜張式仮設工法「本工法」は、栈橋構造をプレハブ化した鋼製の上部工パネルと鋼管杭から成る専用部材で構成し、前記上記パネルを専用の斜張設備を用いて片持ち状に張り出し先行架設し、それをガイドに鋼管杭を打設することで手延べ式架設を行う栈橋工である（写真—1）。

従来の栈橋工は、汎用品のH形鋼を使用する材料調達上のフレキシビリティから、都市や港湾・河川部



写真—1 「本工法」による栈橋架設工



写真—2 在来工法によるダムサイトの栈橋工

を中心に、広く普及している。

しかし一方、山間部の深い峡谷をまたぐ道路橋や、海洋橋梁、ダムサイトなどにおける大規模な工事用道路や作業構台など（写真—2）の重仮設工においては、現場環境の多様性と複雑性が障害となり、関係資料の整備と設計条件の平準化が困難で、定量化できない施工上の問題が多数発生する。

具体的には、高所作業や足場構築作業が多く発生する（写真—3, 4）、急傾斜や河川など水上での支持杭



写真一三 下部工架設作業（はしご吊り下ろし）



写真一六 平場組立作業状況



写真一四 上部工架設作業



写真一五 導材（導杭・導枠）設置工（急斜面）



写真一七 「本工法」による栈橋架設工

の打設作業が困難である（写真一五）、支持層の硬質地盤や岩盤に杭が打ち込めない、など様々な施工障害が生ずる。その大規模な栈橋工の工期遅延の影響が、事業計画全体の遅延におよぶ、といった事例は現在も後を絶たない。

3. 施工方法

上述のような定量化できない現場の諸問題を解決するため開発された、栈橋工の作業に特化した専用の資機材を用いる「本工法」の施工手順を説明する。

(1) 上部工

(地組工)

従来の方法が最後に上部工の架設を行うのに対し、「本工法」ではまず平場で1支間分の組立作業を行う

（写真一六）。

（架設工）

このように地組された1支間分の上部工パネルは、続いて設計位置に架設が行われる（写真一七）。

上部工パネルを、延設方向の杭が打設される以前に工法独特の斜張設備（反力ポール）により設計位置に保持することで、上部工を下部工に先行させることができるようになった。

(2) 杭打設工

片持ち状に架設された上部工パネルには、杭連結部に杭打設の導材となるガイドホールが設けられており（写真一八）、その連結部に鋼管杭及び掘削装置を挿入することで、作業者の負担を減らし容易に「設計位置」を確保し、急斜面の岩盤などの現場条件の影響を抑え、



写真一八 パネル片持ち架設状況（ガイドホール）

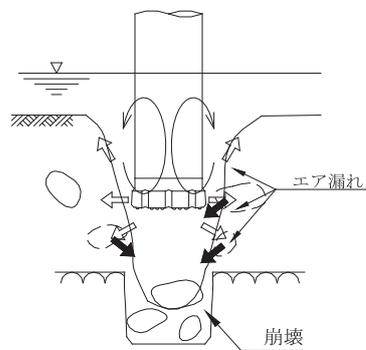


写真—9 杭打設状況

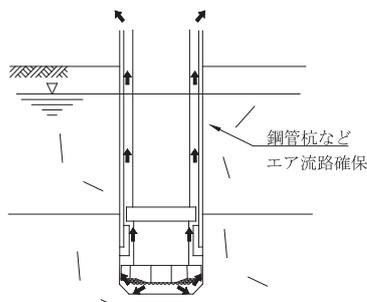
1/300 を上回る高精度の支持杭打設を行えるようになった（写真—9）。

また、硬質地盤や岩盤へ杭を打設するため特殊な拡径式ビット式ダウンザホールハンマ施工により、掘削と同時進行で杭の建て込みを行っている。

この方法により、従来孔壁崩壊や掘削ずりの孔内停滞で掘削障害が発生していた河床堆積層や地下水を含む崖錐層に、掘削と杭建て込みという2工程を1工程にした急速施工が行え、確実に工期を短縮することができるようになった（図—1、写真—10）。

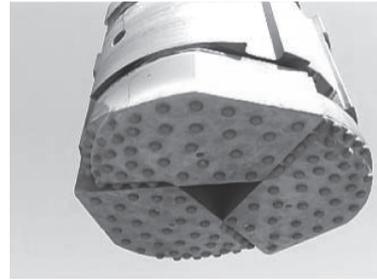


従来の素掘り式掘削



拡径式掘削法

図—1 拡径式ダウンザホールハンマの掘削方法



写真—10 拡径式ビット（ダウンザホールハンマ）

(3) 杭橋脚設置工

更に、支持杭に鋼管を採用することにより、その断面性能の優位から、従来のH形鋼を支持杭とする栈橋と比較すると下部補強材の量を軽減することができた。

また、山の斜面上などの杭心位置に作業者が立ち入る必要がないように、橋面上から懸架するスピードインストールデッキ（簡易作業足場）を設置し、作業者が橋面上から直接アクセスできるようにし、また、下部補強材を取り付ける際十分なスペースで作業ができるようにした（写真—11）。



写真—11 足場設置状況

4. 適用範囲の拡張

山間部の栈橋工を急速化するべく始動した「本工法」は、現在では多様な施工条件で用いられている。

①河川内の非出水期施工の工期短縮

1支間8mを約2日で延伸でき、100mを超える延長の栈橋なら本工法に対し1ヶ月にも及ぶゆとりを創出できる。その結果、例えば、2年かかる多径間の渡河橋の維持補修工事を1年で終えるなど経済効果は高い（写真—12）。

②桁下5.8mの耐震補強工事のための作業構台

低頭用パイプロハンマとテレスコクレーンにより、



写真—12 2つの井筒基礎を施工する作業構台



写真—13 桁下 5.8m の空間で杭打ち作業

4m の杭の吊り込みを可能とし杭溶接を削減し桁下施工を急速化した（写真—13）当技術は、「フェニックスステージ工法」（KK-120021-A）として NETIS に登録されている。

③複合的な重仮設工の急速施工化の事例

SEP（自己昇降式台船）と組み合わせ、河口を渡河する橋梁の7基の井筒基礎を単年度の非出水期に完了させる作業構台として利用された。河口に位置する当現場では台船施工が計画されたが、難度の高い井筒基礎施工に用いる重機足場の構築工程の急速性は必須である一方で、水深が干潮時に1m未満になり台船の常駐が困難な位置があるため、安定した工期で施工可能な方法を検討し、海上から回航したSEP上から栈橋架設を行った。

潮位に影響を受けるクレーン付き台船、スパッド台船等と異なり、SEPは船体と積載物重量をレグで支持でき、満潮時に移動すれば、干潮時でも継続して作業が行える。

実際、計画通り、SEP上では潮位変動や現場の強風に影響を受けることなく、安全に施工を行うことができた（写真—14）。

また、4300m²におよぶ広大な作業構台の鋼材を安定的に供給するため、岸壁には専用の資材ヤードが確保され、遅滞なく現場に資材を投入することができた（写真—15）。

この施工の急速性は、例えば津波発生後の陸上経路



写真—14 SEP上クレーンによるパネル架設



写真—15 埠頭岸壁を利用したストックヤード

が分断され孤立した被災地の物資の搬送路、水上基地や、コンテナやフェリー用埠頭、シーバースなどの港湾設備や、生産設備の復旧や、物流のインフラ機能の復旧を迅速化し、各種復興と、企業活動の再開～本格稼働化の同時平行化を図り、経済的損失の低減に寄与するものと考えられる。

5. これまでの災害復旧への対応事例

「本工法」は現在、鋼材の規格化や、資材備蓄、整備体制が整い、（写真—16）急速施工への確実な対応力から、大規模な災害復旧工事に起用されている。

その多くの事例では、ライフラインの復旧や事業再開を目的とし、過酷な現場条件下においても、悪天候時の作業や昼夜施工も辞さず、高い急速性が求められる。

①平成16年台風第23号被災の鉄道橋復旧の事例



写真—16 「本工法」鋼製パネル部材専用機材センター



写真—17 鉄道橋構築のための棧橋工

落橋した山間部の鉄道橋の復旧の事例では、桁架設のための150t吊りクローラークレーンの作業床を提供するため、2mを超える巨石の堆積する河床下の岩盤層に根入れを確保した杭長最大33.5mに及ぶ作業構台を構築した(写真—17)。

②中越沖地震被災の水力発電所復旧工事の事例

水力発電所の護岸部復旧のための締切を行う作業構台の構築を行った。記録的な豪雪の中、従来工法では1年を超える工期の仮棧橋架設約5700m²、鋼管矢板φ800mm約490本による締切という重仮設工を4箇所から同時に施工開始し、わずか3ヶ月で施工を完了した(写真—18)。



写真—18 4台同時の棧橋架設作業

その結果、施工の河川沿いの農業利水への影響をなくし、また当該発電所の機能回復を早めることにより、経済的損失を軽減することができた。なお、当現場では鋼管杭打設と同様のクレーン吊り下げ式の拡径式ダウンザホールハンマで、直径1mの玉石が堆積する河床に、上記約490本の鋼管矢板を昼夜作業で打設している(写真—19, 20)。

このような土質条件で対象地盤に直接鋼管杭や鋼管



写真—19 夜間の鋼管矢板打設



写真—20 玉石の堆積する河床部

矢板を打設した実績から、地すべりや土石流の発生した際など地盤に著しい変状が生じ既往の資料で定量評価できない災害復旧時の地盤条件下でも杭基礎形式の応急橋や鋼管矢板による各種壁体が構築できることが判る。

③平成23年台風12号被災の復旧事例

震災から半年を待たず発生した台風12号は記録的豪雨となり、西日本を中心として甚大な被害が発生した。その際、橋梁流失のため分断された生活道路を確保する仮橋(写真—21)として活用された。



写真—21 深夜・雨天中のパネル架設

橋梁復旧までの数年河川内に存置されるため、工法初の12.5m支間のパネルにより施工を行った。工法としては異例の河床に重機足場をおく非定常作業だが、雨天の中も昼夜施工を敢行し、延長114m、覆工

面積 822 m² の仮橋をわずか 18 日で施工を完了させることができた。

④急速性確保のための体制の維持と強化

既に見てきたように、急速施工技術を確立した現在、「本工法」は様々な災害復旧の現場において活用されている。

しかし、上述のように災害復旧工事はその工事目的の性質上、悪天候等の過酷な環境下も敢行されるため高い熟練度が必要とされる一方で、本来栈橋工は人力作業が多く、また「本工法」には専用資機材固有の作業手順があり、十分にそれに習熟する必要がある。

従って、「本工法」では機材センターを拡充すると同時に、施工技術者の養成のため、各種仮設作業のトレーニング施設を設け、訓練、教育活動により高度な急速性を維持、強化している（写真—22）。



写真—22 トレーニング施設

6. おわりに

「本工法」LIBRA 工法の施工事例で概観したように、おそらく新技術の多くは、目的を予定調和的に達成するというよりは、様々な応用されることで潜在的な機能が引き出され、それを高めブラッシュアップすることで、技術革新が成され、適用範囲が拡張する。

特に、栈橋工に代表される現場条件の影響を強くうける重仮設プロセスでは、千差万別の環境における様々な困難を克服する過程でノウハウ蓄積と資機材の最適化が図られるのであり、更にはその真価が問われる災害復旧工では、資材、機材、人材の全てをジャストインタイムで供給することが求められる。

今後は更に、LIBRA 工法をはじめとする重仮設プロセスの技術革新を積み重ね、被災のダメージを最小限に留める対策の一助となる技術を提供したいと考えている。

謝 辞

最後に、本工法に深いご理解を賜りご活用頂いた全ての皆様と、技術の向上に日夜尽力頂いている関係者各位に本誌面をお借りして、深く感謝申し上げます。

JICMA

[筆者紹介]

孝本 英俊（こうもと ひでとし）
 株式会社 横山基礎工事
 営業本部
 社長室長



衣笠 正則（きぬがさ まさのり）
 株式会社 横山基礎工事
 企画技術部
 部長代理

