

国道49号釣浜橋における ECIを活用した耐震補強工事について

上野 恒雄¹・大河 滉典¹・柴田 遥大¹

¹新潟県国道事務所 管理第二課 (〒950-0912 新潟県新潟市中央区南笹口2丁目1-65)

近年、地球温暖化による気候変動の影響により自然災害が激甚・頻発化し各地で大きな被害を与えている。切迫する大規模地震に対処するため国土交通省では災害に強い道路ネットワークの構築を図り、緊急輸送道路における橋梁の耐震補強や無電柱化等を進めている。しかし、本工事について一般的な施工方法に比べ、限られた現場条件で施工をする必要があった。本報告では、ECI方式を活用までの経緯や活用概要等について報告する。

キーワード 耐震補強, ECI, 釣浜橋, D-flip工法, 阿賀野川, 施工時期の制約, 国土強靱化

1. はじめに

近年、激甚化・頻発化する気象災害、切迫する大規模地震等に対応するべく、国土交通省では、災害に強い国土幹線道路ネットワーク等を構築するため、防災・減災、国土強靱化の取組を推進しており、緊急輸送道路での耐震補強工事等を進めている。

新潟県国道事務所は、一般国道7号、8号、49号、113号、116号の5路線を管理しており、そのうち一級河川阿賀野川を渡河する一般国道49号『釣浜橋』の耐震補強工事を実施している。出水期、サケ・アユの漁期等により年間の施工可能期間が6ヶ月に限定される厳しい工程、遊覧船の安全な航行の確保及び河積阻害率の課題などがあり、一般的な施工方法では困難であった。そこで、現場条件に対応した仮設（仮締切）工法や施工方法を立案し設計に反映させるため、施工者の高度な技術力の活用ができる『ECI方式』（Early Contractor Involvement）を活用することとした。

本報告では、ECI方式を活用するにあたっての経緯や活用概要等について報告する。



図-1 釣浜橋の位置

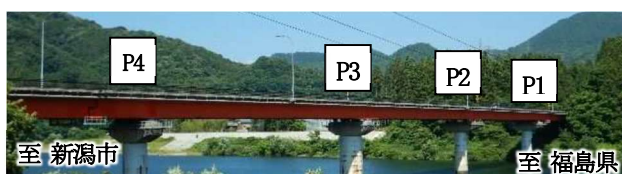


写真-1 釣浜橋の全景

2. 施工計画検討上の課題

(1) 耐震補強工事の概要

釣浜橋は、新潟県と福島県を繋ぐ一般国道49号の、阿賀野川に架かる橋梁であり、2006～2007年度に『橋梁耐震補強3箇年プログラム』により、P1・P2・P3・P4橋脚の段落し部の補強とA1・A2橋台への落橋防止システムを設置している。

【橋梁諸元】

橋梁名 ; 釣浜橋
橋長 ; L=272.000m
支間長 ; 41.000m+9.400m+3@56.800m+9.400m+41.000m
有効幅員 ; W=10.000m
(両側歩道 1.500m+車道 7.000m)
活荷重 ; TL-20
上部工構造 ; 鋼5径間連続非合成鈹桁橋
下部工構造 ; 控え壁式橋台、張出式橋脚（円柱）
基礎形式 ; H鋼杭、ニューマチックケーソン基礎
斜角 ; 72° 30'
地盤種別 ; II種地盤
交差物件 ; 一級河川 阿賀野川
架設年次 ; 1968年
適用基準 ; 1964年鋼道路橋示方書（竣工時）
2002年道路橋示方書（耐震補強時）



図-2 本工事による補強対象箇所

図-4 阿賀の里発着周遊コース
出典) 道の駅「阿賀の里」ホームページ

3. ECI方式の導入について

(1) 施工計画の立案について

前述の制約条件を踏まえた設計を行うには、施工者の高度な技術力を活用し、制約条件に対応できる工法の選定が必要となったことから、『ECI方式』を採用することとした。

【技術協力業務に要求した技術提案の内容】

- 1) 技術協力業務の実施に関する提案
- 2) 施工期間に制約を受ける河川内の耐震補強において、有効と思われる仮締切などの仮設工法（施工方法含む）の提案
- 3) 施工時の安全の確保に有効な対策の提案

(2) ECI方式

ECI方式は、国土交通省の直轄工事において、仕様の確定が困難な工事に対し、技術提案の審査及び価格等の交渉により仕様を確定し、予定価格を定めることを可能とする「技術提案の審査及び価格等の交渉による方式（技術提案・交渉方式）」の内の1つの契約方式である。設計段階から施工者が関与する方式で、プロジェクトの設計段階から施工者（建設会社）の技術力を設計内容に反映させることでコスト縮減や工期短縮を目的とした方式である。

技術提案に基づき選定された優先交渉権者と技術協力業務の契約を締結し、別の契約にて実施している詳細設計業務に技術提案内容を反映させながら価格等の交渉を行い、交渉が成立した場合に施工の契約を締結するものである。

ECI方式の活用により、先述した設計・施工上の課題解決に向けた技術協力を施工者に求め、詳細設計成果に反映させた。

(3) ECI方式の活用効果（課題①対応）

先述の課題①に対して対応できる仮設工法として『D-flip工法』が提案された。

D-flip工法は、橋脚に取付けた吊り足場上で仮締切設備を組立て、水中に降下して設置する工法である。仮締切材の河床等地盤への貫入が不要なため、地盤の硬さや護床工など、河床条件に左右されない。また、部材の分割化により人力施工が可能で、大型重機を使用せず設置できる。

仮締切設備の組立てをHWLより上に設置した吊作業床上で行うため、非出水期前からの仮設準備が可能となり、止水壁撤去、橋脚耐震補強の本施工期間をより多く確保することができる。

STEP1：吊り作業床上での仮締切り設備組立



STEP2：作業床の開口と仮締切り設備の吊降し



STEP3：仮締切り設備の沈設と固定、止水・水替え



写真-2 仮設STEP（例）

D-flip（ディーフリップ）工法（任意深度定着型仮締切り工法）

【NETIS登録：HR-230011-A，Made in 新潟 新技術登録】

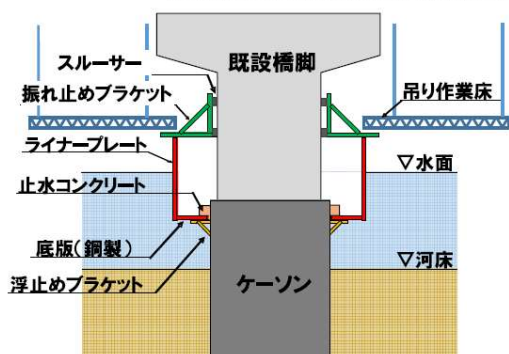


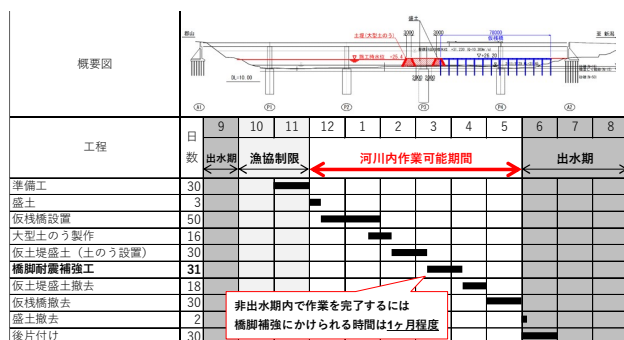
図-5 構造概略図（断面図）

当初計画されていた「仮栈橋」と「大型土のうによる仮締切」による施工方法では、全工種が河川内作業となることから、出水期及び漁協制限期間後に着工することになるため、施工が12月以降になるとともに、非出水期内で作業を完了するには橋脚補強にかけられる時間が1ヶ月程度しか確保できないスケジュールとなる。

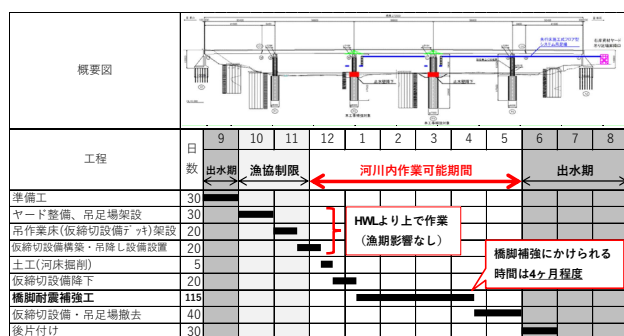
これに対し、仮設工法をD-flip工法による仮締切とすると、流水に関わらない工種（吊足場等）は、漁協制限期間中も作業が可能であるため、橋脚補強にかけられる時間が4ヶ月程度確保することができる。

表-3 作業工程の比較

仮栈橋と大型土のうによる仮締切による場合)



(仮設工法をD-flip工法による仮締切とする場合)



(4) ECI方式の活用効果 (課題②対応)

施工者の技術協力により現場条件に対応できるよう施工方法等の見直しを行ったが、その効果は以下の通りである。

橋脚の耐震補強工法の効果

橋脚の耐震補強工法を『鋼板巻立て工法』(未補強部分への継足し補強)とすることで、『乾式吹付工法』及び『RC巻立て工法』で実施する場合と比較し、経済的に優位であること、施工日数が短いこと、巻立て厚が現況と変わらないため、河積阻害率が現況と変わらないことが確認された。

なお、2022年度に実施した定期点検結果では、既設鋼板が損傷しているとの記録が挙がっていたが、その後に確認した結果、特に板厚減少等、機能低下につながる損傷は確認されていない。(写真-3参照)。ただし、継足し補強を行う際、腐食の処理(ケレン、再塗装)を行った。

【新旧鋼板の一体化方法】

- 1) 開先形状の確保及び溶接方法: 現地でガウジング処理を行い、溶接を行う。
- 2) 裏当金の設置: 既設補強鋼板は無収縮モルタルが充填されていることから、所定の溶接を可能とするため、無収縮モルタル部分を70mm程度はつり、裏当金を設置する。
- 3) 既設補強部分へのモルタル注入: 既設鋼板部分に確実にモルタルが充填されたことを確認するため、既設補強鋼板部分に排気孔を設ける。

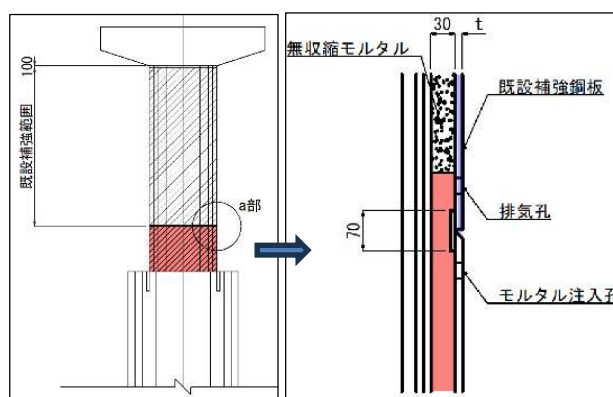


図-6 継足し補強イメージ



写真-3 P3橋脚の状況 (2024年度目視結果)

4. 施工計画の概要

(1) 施工条件

施工計画を検討するにあたっての条件を以下のように整理した。

【施工計画検討上の条件】

- 1) 施工期間：非出水期(10月1日～5月31日)の内、サケの漁期(10月1日～11月30日)の低水敷内の作業は禁止であることから、橋脚補強工事の施工可能期間は12月1日～5月31日までとする。
- 2) D-flip 工法の仮締切による既存止水壁撤去及び鋼板巻立て工法による橋脚補強の施工は、対象2橋脚(P2橋脚、P3橋脚)で1年/1基毎施工とする。
- 3) P1～P2 橋脚間を航行する遊覧船の安全を確保するた

(2) 施工期間

前述で整理した条件を基に、工事期間を第Ⅰ期（河川内施工期間を2025年12月～2026年5月に設定、対象はP2橋脚）、第Ⅱ期（河川内施工期間を2026年12月～2027年5月に設定、対象はP3橋脚）と計画した。

(3) 施工順序

計画した施工ステップは以下の通り（図-7参照）。

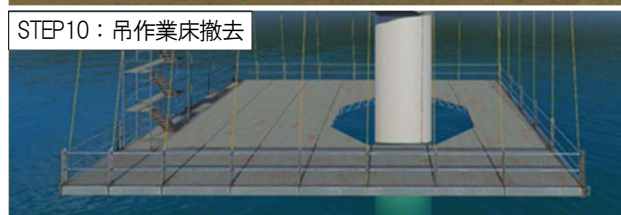
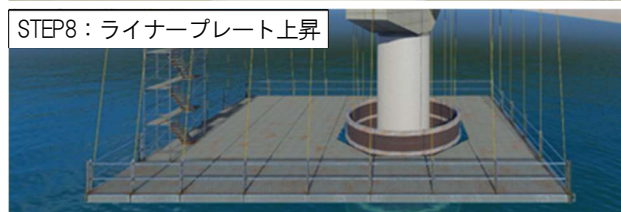
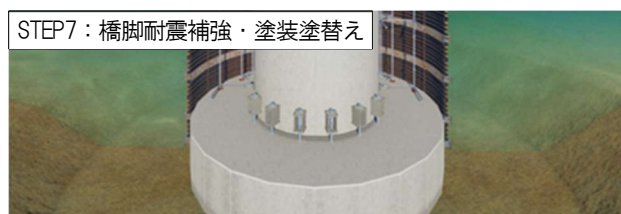
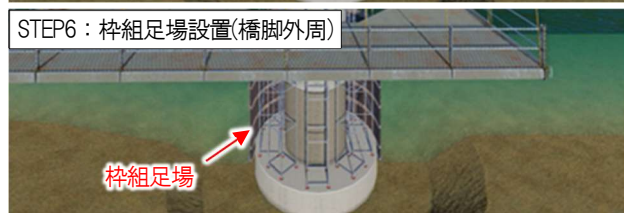
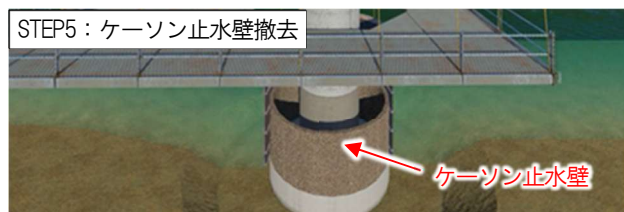
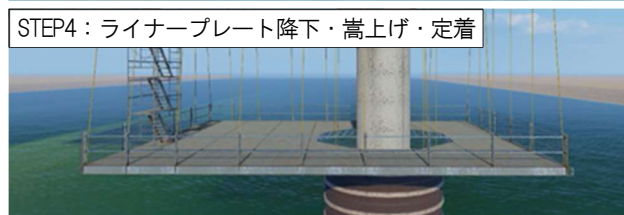
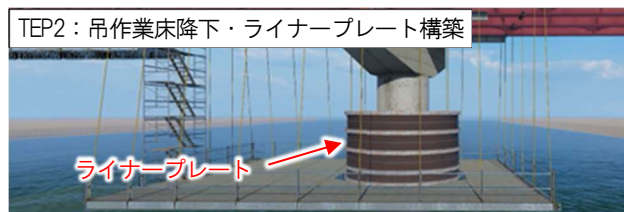


図-7 施工ステップ

5. 考察

(1) ECI方式活用の有効性

ECI方式により設計段階から施工者が参画し、発注者・設計者・施工者が協議を重ねることで、現場条件に適した補強工法や施工計画を立案することができた。

(図-8参照)

特に本工事では、施工時期の制約や河川内施工に伴う厳しい条件があったことから、施工者の知見を早期に取り入れたことが、工事の仕様の決定に大きな役割を果たしたと考える。

具体的には、施工者の技術協力により仮設工法や施工手順の見直しを行った結果、河川内で施工可能な約6ヶ月の期間内に工事を完了できる見通しが得られた。

また、耐震補強工法についても、従来工法と比較して工事費の大幅な縮減と施工日数の短縮が可能となり、経済性および施工効率の向上につながった。

さらに、設計段階で施工方法を具体化したことで、工事着手後の設計変更や手戻りを抑えることができた点も大きな効果である。

(2) ECI方式が有効となるケースについて

今回の事例から、ECI方式は次のような工事において特に有効であると考ええる。

【ECI方式が有効となるケース】

- 1) 施工時期や作業空間に制約がある場合
- 2) 仮設工法や施工手順を設計段階で確定することが難しい場合
- 3) 施工方法の違いが工期や安全性に大きく影響する場合

当該工事はこれらの条件がすべて該当しており、ECI方式の効果が明確に表れた事例であるといえる。

また、従来の設計・施工分離方式では、設計時に想定した条件と実際の施工条件に差が生じた場合、設計変更や工程の見直しが必要となることがある。

このように施工条件の影響が大きい工事では、設計段階から施工者が関わるECI方式の採用が、信頼性の高い計画を立てることができると思う。

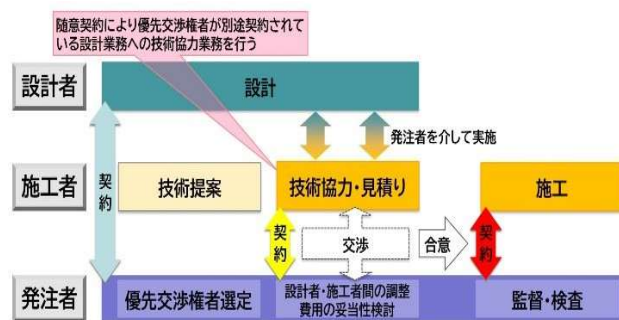


図-8 ECI方式のイメージ

(3) ECI方式の活用における留意点

一方で、ECI方式には、関係者間の調整や合意形成に時間を要するといった課題があるため、すべての工事に適用するのではなく、工事の条件や難易度、課題の内容に応じて適切に使い分けることが重要である。

6. まとめ

本稿では、ECI方式を活用した釣浜橋の耐震補強工事について、その適用の流れと効果を整理した。

本工事では、施工時期の制約や河川内施工といった厳しい条件のもとで、仮設工法および施工方法の検討が重要な要素であった。当初の仮設橋および大型土のうによる仮締切に対し、ECI方式により施工者の技術を設計段階から取り入れることで、D-flip工法による仮締切を採用し、施工期間の確保が可能となった。

また、耐震補強工法についても、RC巻立て工法に代えて鋼板巻立て工法を採用することで、工事費の削減と施工日数の短縮を図るとともに、河積阻害の増加を抑えることができた。

これらのように、施工者の知見を反映した工法選定と施工計画の具体化により、工期内の施工の成立、コスト縮減、手戻りの防止につながった。

以上より、施工条件に制約の多い工事においては、ECI方式は有効な手法であり、今後の橋梁補修工事等においても有効な活用が期待される。

謝辞：本報文の作成にあたり、関係者の皆様より資料や写真、図面等の提供ならびにご指導をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。



図-9 工事完了（P2橋脚）