

国道7号府屋大橋におけるECIを活用した耐震補強工事について

住友 拓哉・田嶋 史人・三浦 士元

羽越河川国道事務所 道路管理課 (〒959-3196 新潟県村上市藤沢27-1)

国道7号府屋大橋の橋脚耐震補強工事では、施工においては多くの制約条件があり、一般的な施工が困難であることから、ECI方式を活用して工事を行った。本報告ではECI方式を活用した経緯、活用概要、結果について報告する。

キーワード ECI契約方式、技術協力・施工タイプ、橋梁耐震補強、府屋大橋

1. はじめに

二級河川大川に架かる国道7号府屋大橋(写真-1)は、1981年に竣工した橋長136m、4径間の単純PCポス텐T桁橋である。本橋では耐震補強対策として3基の橋脚にRC巻立て工を実施する必要があった。非流水部に位置するP1橋脚およびP2橋脚については既に施工が完了していたが、流水部に位置するP3橋脚は厳しい施工条件下での施工が求められた。このため、本工事では施工者の技術力を設計段階から活用できるECI契約方式を採用した。本報では、令和5年度から令和7年度にかけて実施したP3橋脚耐震補強工事について、その概要とECI方式活用の効果を報告する。

2. ECI契約方式について

契約方式は、施工者が設計段階から参画し、施工に関する技術的知見やノウハウを設計へ反映する発注方式であり、品確法に基づく「技術提案・交渉方式」の一類型である。本工事で採用した「技術協力・施工タイプ」は、技術提案の評価により優先交渉権者を選定し、施工者が設計段階から施工方法、仮設計画、工程計画等の技術協力を行った後、価格等の交渉を経て工事契約を締結する方式である。

本工事では、P3橋脚が流水部に位置し、河川管理上の制約や魚類遡上期間への配慮、波浪対策、玉石混じり地盤への対応など多くの施工上の課題を有していた。このため、施工者の技術提案を設計段階から反映できるECI方式を採用し、STEP工法やMJP工法などの技術を活用することで、安全性の向上と効率的な施工を実現した。

3. ECI契約方式の導入目的

P3橋脚は流水部に位置しており、出水期における河川

内作業の制限やサケ・サクラマスの上り期間における環境保全上の制約(図-1)を受けるなど、施工可能期間が限定される現場条件であった。

また、河口部に近接しているため(写真-2)冬期には波浪の影響を受けやすく、仮設構造物の安全性確保が課題となっていた。

さらに、河床部には玉石を多く含む地盤が分布しており、桁下空間の制限から一般的な鋼矢板打設工法の適用が困難であった。このため、仮締切工を含む施工方法については、従来の設計段階であらかじめ仕様を確定することが難しく、施工者の高度な技術力や施工ノウハウを

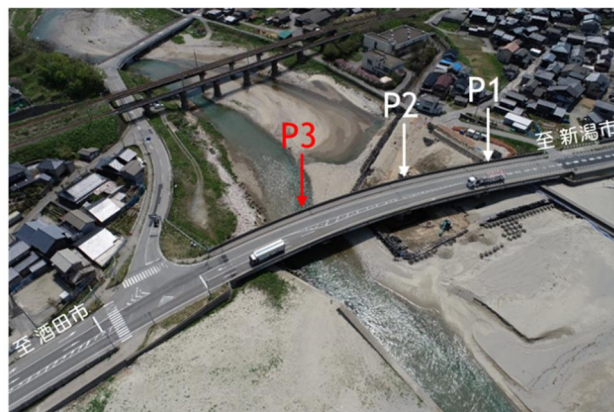


写真-1 府屋大橋全景(1)

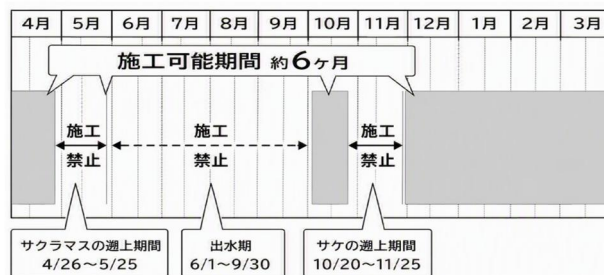


図-1 施工時期の制限

活用した検討が必要であった。

そこで本工事では、設計段階から施工者が参画し、現場条件を踏まえた技術提案を反映できるECI契約方式を導入した。ECI方式の活用により、厳しい施工条件を満足する仮設工法および施工方法の選定を行うとともに、施工リスクの低減、工程短縮、安全性の向上を図ることを目的とした。

特に、流水部施工に適した仮締切工法の選定や、限られた施工期間内で確実に工事を完了させるための施工計画の立案を重視し、発注者と施工者が技術協力を行いながら最適な施工方法を構築することを目的としてECI方式を採用した。

4. 仮設, 施工での問題点と課題

P3橋脚は流水部に位置しており、P1橋脚およびP2橋脚の施工実績から得られた知見を踏まえると、施工にあたっては河川環境、地盤条件および施工空間に起因する複数の課題が存在していた。

(1) 河川管理上の制約による施工期間の制限

P3橋脚は常時流水部に位置しているため、河川管理者との協議により出水期（6月～9月）の河川内作業が制限されていた。また、漁業協同組合との協議により、サケおよびサクラマスの上り期間中は濁水の発生や大きな騒音・振動を伴う作業が制限されていた。

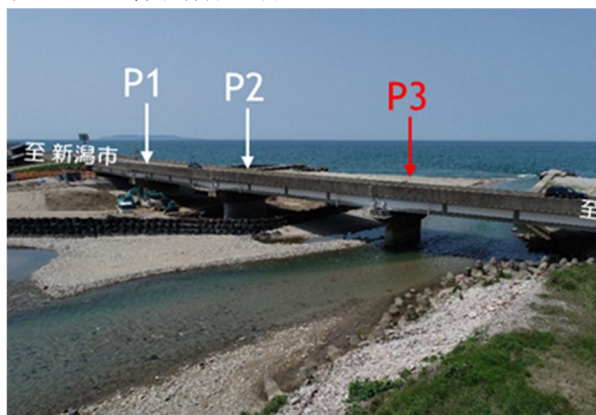


写真-2 府屋大橋全景(2)



写真-3 波浪状況(P1橋脚)

このため施工可能期間が限定され、仮設工の構築から掘削、RC巻立て施工および撤去までを短期間で完了させる必要があり、効率的な施工計画の立案が課題となった。

(2) 冬期波浪による仮設構造物への影響

施工箇所は河口部に近接しており、冬期には日本海からの波浪の影響を受けやすい環境であった。P1橋脚施工時には大型土のうによる仮締切を採用したが、一部が流出し掘削範囲内へ海水が流入する事象が発生した(写真-3)。また、P2橋脚では、鋼矢板を高い位置まで設置し消波ブロックや袋詰玉石等により対策を行った(写真-4)。そのためP3橋脚では、冬期波浪に対する十分な安全性と安定性を確保できる仮締切構造を検討する必要があり、波力を考慮した仮設計画が課題となった。

(3) 玉石混じり地盤による仮締切施工の困難性

地盤に、径が10cm～20cm程度の玉石が河床部にも広く分布しており、鋼矢板等の打設は、玉石混じり地盤および桁下高の制限により困難であった。

そのためP2橋脚では低空頭スライド工法により、玉石が混入する鋼矢板打設地盤を直径1.5mで掘削し、掘削部を砂に置き換えてから鋼矢板を打設した。(写真-5)

このため、P3橋脚では、STEP工法を活用する方針とした。

(4) 仮締切内掘削における玉石処理

仮締切内掘削ではMJP工法を採用したが、河床部には



写真-4 波浪状況(P2橋脚)



写真-5 鋼矢板打設地盤の砂置換え(P2橋脚)

吸込ホース径を超える大きさの玉石が多数存在していた。そのため、玉石が吸込口を閉塞し掘削効率を低下させることが懸念された。

また、大型玉石については人力および天井クレーンを用いて逐次撤去する必要がある、掘削作業の進捗管理が課題となった。

(5) 掘削土砂の長距離圧送

当初は右岸側に設置した沈砂池へ掘削土砂を排出する計画であったが、河川管理者との協議により左岸側の堆砂部への排出に変更となった。

これにより圧送距離は約120mまで延長され、高欄上への配管設置に伴い揚程も増加した。その結果、当初計画のMJP設備では十分な圧送能力が確保できず、掘削効率の低下が懸念されたため、圧送設備の増強が必要となった。

(6) 狭隘な施工ヤードでの設備配置

橋梁上および橋梁周辺の施工ヤードは限られており、STEP工法設備、MJP設備、水タンク、クレーン設備および発電設備など多数の機材を配置する必要があった。

特に圧送能力確保のため中継ポンプを追加設置したことで設備規模が増大し、限られた施工空間の中で安全かつ効率的に機材配置を行うことが課題となった。

(7) 課題の総括

P3橋脚は、「施工期間の制限」、「波浪による影響」、「玉石混じり地盤への対応」、「掘削土砂の長距離圧送」および「狭隘な施工ヤードでの施工」という複数の課題が複合的に存在していた。これらの課題に対し、従来工法のみで対応することは困難であったため、施工者の技術提案を設計段階から取り入れることが可能なECI方式を活用し、最適な仮設工法および施工方法の選定を行った。

5. ECI方式の活用結果

ECI方式の活用により、設計段階から施工者の技術的知見を反映した検討を行った結果、流水部施工に適した仮締切工法としてSTEP工法を採用するとともに、仮締切内掘削にはMJP工法を採用した。これにより、施工条件に起因する各種課題に対応しながら効率的な施工を実現

することができた。

(1) STEP工法の採用

P3橋脚は流水部に位置し、河床部には玉石が混在していることから、従来の鋼矢板による仮締切工法では施工性や安全性に課題があった。そこで施工者からの技術提案によりSTEP工法を採用した。

STEP工法とは、圧入式の鋼製パネル仮締切工法で、分割された締切鋼板（鋼製パネル）を構造物の周りに組み立て、河床に沈設し、圧入ジャッキにより必要な深度まで圧入し、圧入と併用して締切鋼板内の土砂を掘削し、止水処理・支保工を設置後、締切鋼板内を排水してドライな作業空間を確保する工法である。

本工法の採用により、

- ・玉石混じり地盤においても施工が可能
- ・流速の速い流水部での施工が可能
- ・鋼矢板打設に伴う大型機械が不要
- ・仮締切構築期間の短縮

などの効果が得られた。

また、冬期波浪に対しては消波ブロックを配置することで仮締切の安定化を図り、安全な施工環境を確保した。

(2) MJP工法による仮締切内掘削

仮締切内の掘削には、ウォータージェットにより土砂



写真-6 STEP工法

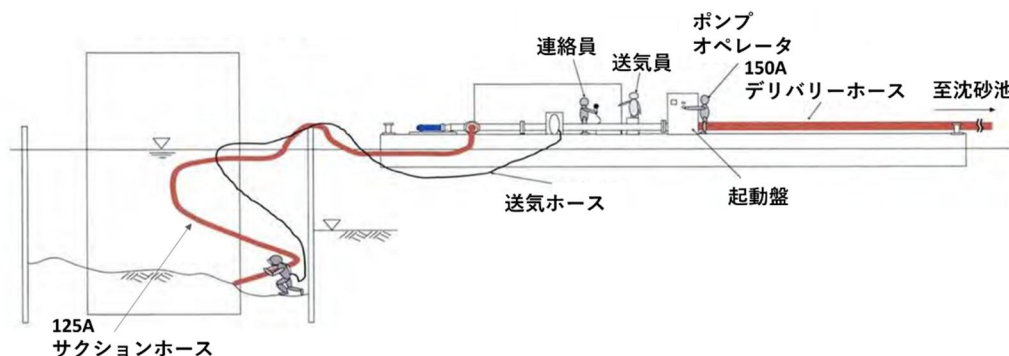


図-2 混気ジェットポンプ(MJP工法)配置図例

を切削・吸引するMJP工法を採用した。本工法は、狭隘な施工空間や橋梁下においても施工性に優れ、既設構造物を損傷することなく掘削できることから、本工事に適した工法であった。

一方、橋脚周辺には吸込ホース径を超える玉石が多数存在しており、掘削効率の低下が懸念されたが、作業員の配置と天井クレーンによる玉石撤去を併用することで円滑な施工を実施した。

また、掘削土砂の排出では、河川管理者との協議により排出先を右岸側沈砂池から左岸側堆砂部へ変更したため、圧送距離が約1.7倍、揚程が約2倍となった。この課題に対しては、中継ポンプを追加配置することで対応し、安定した排土を確保した。

(3) 掘削土砂圧送における課題への対応

当初は右岸側に設置した沈砂池へ掘削土砂を排出する計画であったが、河川管理者との協議の結果、左岸側堆砂部へ排出する計画に変更された。

これにより、圧送距離が約120m、最大揚程が約8.0mとなり、当初計画の設備構成では十分な圧送能力を確保できなかった。

特にMJPポンプを吊足場上に設置していたため、高欄架台まで約5mの揚程が必要となり、圧送能力の低下が顕著となった。

そこで高欄架台上に中継用MJPポンプを追加設置し、ポンプを直列配置とすることで圧送能力を増強した。その結果、左岸側堆砂部までの長距離圧送が可能となり、

掘削作業を継続して実施することができた（写真-7、8）。

6. まとめ

本工事では、流水部に位置するP3橋脚の耐震補強工事において、河川管理上の制約、魚類遡上期間への配慮、冬期波浪の影響、玉石混じり地盤への対応など、多くの施工課題を有していた。このためECI方式を採用し、設計段階から施工者の技術的知見を反映しながら施工計画を検討した。

その結果、STEP工法による仮締切およびMJP工法による掘削を採用し、厳しい施工条件下においても安全かつ効率的な施工を実現した。また、施工中に生じた掘削土砂の圧送距離増加にも、中継ポンプの追加配置により対応した。

ECI方式の活用により、施工前に課題を抽出し、その解決策を設計へ反映することで、施工性の向上、安全性の確保および工程リスクの低減を図ることができた。

以上より、ECI方式は施工条件が厳しい工事において有効な発注方式であることを確認したことから、今後、より多くの工事への活用が期待される。



図-3 掘削土砂排出先(当初計画)



図-4 掘削土砂排出先(変更後)

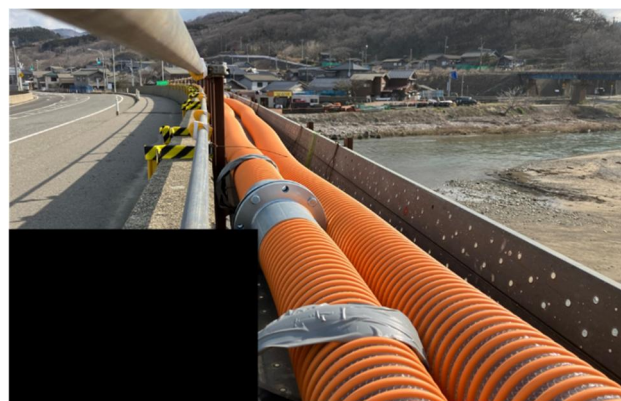


写真-7 中継用MJPの設置状況



写真-8 掘削土砂排出状況