

熊谷川樋門建設における省力化施工

国土交通省 那賀川工事事務所 高井孝明

○松本光央

野本粹浩

杉野史郎

By Takaaki TAKAI, Akihito MATSUMOTO

Tadahiro NOMOTO, Fumio SUGINO

熊谷川樋門は函体規模が7.6m(B)×4.8m(H)×31.8m×6門であり全幅約50mの四国最大規模の柔構造樋門である。四国地方整備局では本樋門の仮設工事および本体工事をそれぞれ「契約後VE方式」で発注した。仮設工事では仮締め切り止水壁の施工にあたり当初の(全旋回掘削+砂置換+SMW)工法をVE提案によりSMWの工程を省き(全旋回掘削+改良体投入)工法で行った。また、本体工事では9分割打設する函体継手部の弾性ゴムの圧縮に際し、当初の(函体引き寄せ)工法をVE提案により(マッチキャスト)工法に変更した。それぞれのVE提案により省力化が図られ、仮設工事では当初工法に比べて約30%の工期短縮、約1%の工事費縮減また本体工事でも約10%の工期短縮、約1%の工事費縮減効果が得られた。

【キーワード】 契約後VE方式、省力化、コスト縮減、工期短縮、品質向上

1. はじめに

熊谷川樋門は徳島県南部を流れる一級河川那賀川中流の無堤地区(吉井地区)を締め切るために新設する四国最大規模の柔構造樋門である。

熊谷川樋門は現在、仮設工事を完了し(H12.2～H13.7)本体工事(H13.10～H16.3)を施工中である。本稿では仮設工事の仮締め切りや本体工事の弾性継手において、受注者(東急建設㈱)からのVE提案により実施した省力化施工について報告する。

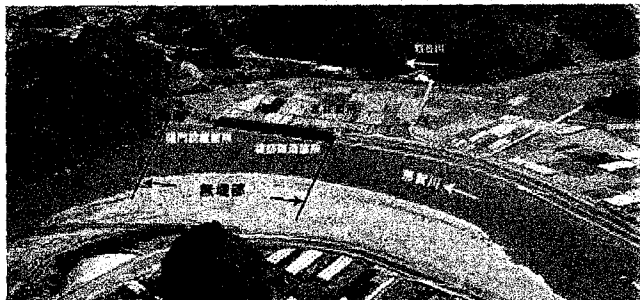


写真-1 吉井地区空中写真



図-1 熊谷川樋門完成予想図

2. 仮設工事

(1) 現場条件

当工事では以下のような現場条件を考慮し、当初は仮締め切りの施工方法として(全旋回掘削+砂置換+SMW)工法を予定していたが、VE提案を採用し、SMWの工程を省いて(全旋回掘削+改良体投入)工法で施工した。

- a) 函体が現場打ちP R C構造であり、床付け面までのドライ施工が不可欠である。
- b) 直下流の南岸堰の堰上げにより河川水位が常時高いことから地下水位も常時高い。

- c) 帯水層の透水係数が高く ($1 \times 10^{-1} \text{ cm/s}$ 程度)、不透水層 (岩盤) までの止水を行わない限り水替えは不可能である。
- d) 帯水層には玉石混じり層が存在し、鋼矢板での締め切りは不可能である。

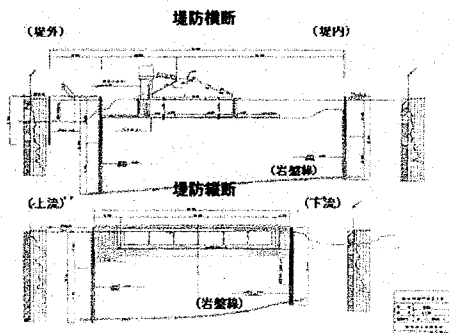


図-2 仮締め切り断面図

(2) 元設計工法とVE提案工法の比較

a) 元設計工法 (全旋回掘削+砂置換+SMW)

止水壁はSMW工法で構築する。ただし、玉石混じり層や岩盤の掘削はSMW工法では不可能なため全旋回掘削機で先行削孔を行い、孔内を砂置換した後に止水壁を構築する。



図-3 元設計工法

b) VE提案工法 (全旋回掘削+改良体投入)

全旋回掘削により削孔された孔内に改良体 (低強度モルタル) を直接投入し止水壁を構築する。

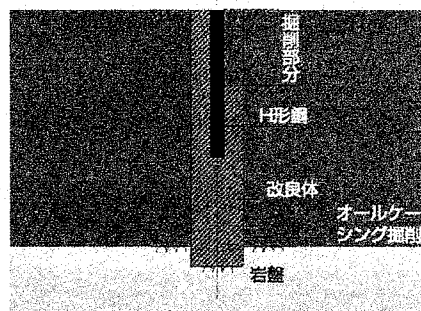


図-4 VE提案工法

(3) 施工管理

a) 改良体の配合

改良体の配合については強度、フロー値、ブリージング率等の目標値を設定した上で最も経済的になるように現場で試験練りを行って決定した。

b) 投入工法

今回の工事では改良体が約 1 万 m^3 必要となるため、現場に製造プラントを設置し、製造された改良体をポンプ車、トレミー管を使用しオールケーシングを引き抜きながら投入した。また、砂の含水比を日々測定して現場配合を決定すると共に、日々の供試体を製作し強度確認を行った。

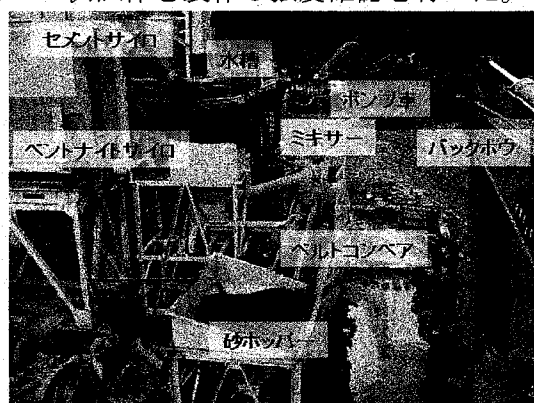


写真-2 改良体投入状況

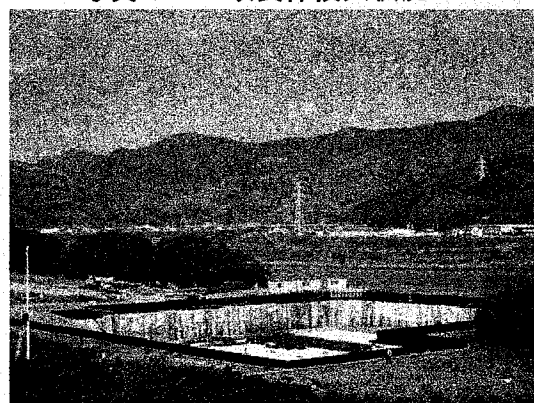


写真-3 仮締め切り完了状況

(4) VE提案の効果

今回の工事は軟弱地盤、玉石層、傾斜した岩盤という厳しい地盤条件下での施工にも関わらず、改良体の直接投入というシンプルかつ合理的なVE提案工法により下記のような効果が得られた。

a) 工期短縮、コスト縮減

現場の努力もあり、オールケーシング掘削と同時に改良体を直接投入することにより工期を30%短縮、工事費を約1%縮減した。

b) 止水効果

工事完了後の揚水試験で止水壁の透水係数は $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 以下となり、当初8本計画していたディープウエルが1本で排水可能となった。

3. 本体工事

(1) 函体の構造

熊谷川樋門は函体規模が $7.6 \text{ m (B)} \times 4.8 \text{ m (H)} \times 6 \text{ 門}$ と大きく、設置地点の地質構成が複雑に変化していることから3次元FEM解析による浅層混合の地盤改良を行い、かつ不同沈下に伴う函体の可とう性を確保するため、その構造は図-5、図-6のとおり縦、横方向に $3 \times 3 = 9$ ブロックに分割打設し、継手部に弾性ゴム等を介してPC鋼材で緊張するPRC構造となっていた。

今回、VE提案を採用した継手部の施工法の内、横方向継手(弾性継手)の施工法について報告する。

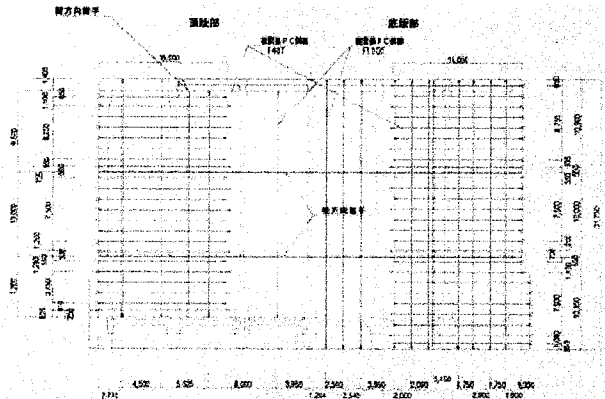


図-5 函体平面図

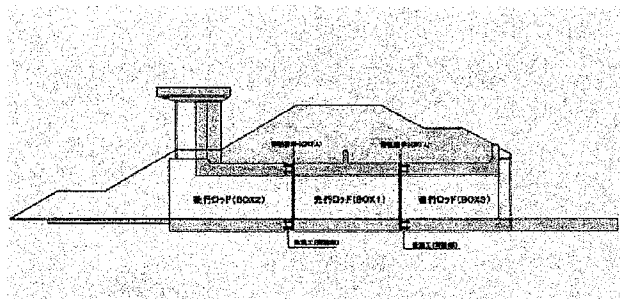


図-6 函体断面図

(2) 元設計工法とVE提案工法の比較

a) 元設計工法 (函体引き寄せ工法)

元設計では弾性ゴムの圧縮方法として端部函体の引き寄せによりゴムの圧縮する函体引き寄せ工法としていた。(図-7)

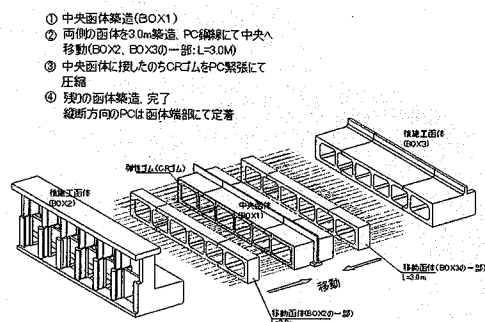


図-7 元設計 (函体引き寄せ) 工法

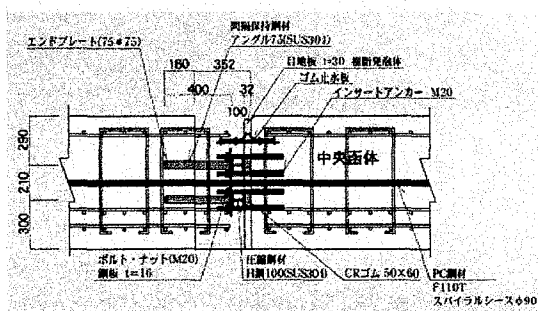
b) 元設計工法の問題点

- ①引き寄せ工法のため函体底部の摩擦係数低減措置や函体の分割打設など仮緊張の工程が多く工期が長くなる。
- ②可とう性や軸力伝達等の弾性継手機能確保のため弾性ゴムの圧縮精度はミリ単位に収める必要があるが、引き寄せによりこの精度を確保するためには接合する函体の製作精度もミリ単位とする必要があり施工が非常に難しい。
- ③引き寄せ工法のため継手部の止水性の確保には後付けが可能で高価な可とう継手を採用しており不経済である。

c) VE提案工法 (マッチキャスト工法)

上記のような問題点を解消するためには引き寄せによらないゴム圧縮の方法を検討する必要がある、VE提案によりシンプルかつ経済的な現位置での打設工法 (マッチキャスト工法) を採用した。マッチキャスト工法の施工手順は次の通りである。

- ①まず、インサート先付けアンカーボルトを型枠にセットして中央函体を打設する。
- ②中央函体に弾性ゴスを張り付け、H型鋼を介してアンカーに挿入したボルトの締め込みにより弾性ゴスを圧縮する。
- ③間隔保持用のL型鋼をH型鋼に溶接・固定し、端部函体を打設する。
- ④最後に端部函体の所要強度が発現した時点でボルトを解放・撤去し、空隙部に発泡目地材を張り付けて間詰め部のコンクリートを打設する。



図－8 VE提案（マッチキャスト）工法

d) 安全性の向上

引き寄せに伴う函体の破損やP C鋼材の破断等のリスクを回避できた。また、工法の単純化に伴う人的安全性の向上も見逃せない。



写真－5 継手部（本施工）

(3) 継手部の試験施工

本体施工に先立ちVE提案の妥当性検証のため試験施工を実施した。試験施工は現場で函体のコンクリート試験体を製作し、主に弾性ゴムの圧縮精度確認を目的として実施した。この結果、厚さ60mm、幅50mm、硬度45の弾性ゴムを所要厚さの35mmまで圧縮し、ゴムの座屈変形もなく鋼材の剛性や施工性、安全性が確認できたため本施工に移行した。



写真－4 継手部の試験施工

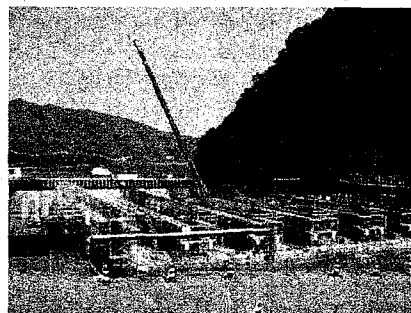
4. おわりに

今回熊谷川樋門新設に際し、仮設工事、本体工事ともに契約後VE方式によりVE提案を採用した。

仮設工事においてはSMWの工程を省き改良体を直接投入することにより工期短縮、コスト縮減を図った。当工法は削孔が難しい転石、玉石層等において岩着して止水壁を築造できることから廃棄物最終処分場や地下ダム等に適用可能と考えている。

また、本体工事においては事例のある引き寄せ工法に変えてマッチキャスト工法を初めて適用したことにより上記の通りトータルな優位性が実証できた。当工法は柔構造樋門の弾性継手の施工に適用可能と考えている。

以上の両VE提案を通じて、設計・施工一括発注方式に見られるように施工者の技術や経験を設計に反映させることが非常に効果的であることを痛感し、今後の工事発注に向けてもVE方式をはじめとする多様な入札・契約方式になお一層前向きに取り組まなければならないと考えている。



写真－6 本体工の施工状況

(4) VE提案の効果

熊谷川樋門は現在引き続き函体の施工中であるがVE提案により下記のような効果が得られた。

a) 工期の短縮

引き寄せの工程を省くことにより工期が約10%短縮できた。

b) 品質の向上

弾性ゴムの圧縮に際し、変形量を目視確認しながらボルト締めする事で圧縮精度が向上した。

c) コスト縮減

引き寄せの工程を省くとともに高価な可とう継手を同等の伸縮能力（沈下量約50mm）があるゴム製止水板に変更可能となったため約1%のコスト縮減が図れた。