

『農業用ため池「貝ヶ沢口池」におけるプレキャスト底樋の設計事例』

株式会社フジヤマ 都市・地域創造部

内 山 智 貴

1. はじめに (概要も含む)

農業用ため池「貝ヶ沢口池」は、静岡県掛川市高瀬地内に位置する堤高 8.3m、総貯水量 19,600m³、かんがい受益面積 24ha の防災重点農業用ため池である。

江戸時代以前に築造され、昭和 55 年度の団体営ため池等整備事業において、堤体工、洪水吐工及び取水設備工を改修した経緯がある。

しかし、平成 29 年度に実施された耐震診断の結果、堤体はレベル 1 地震動に対して耐震性能不足であること、取水設備は緊急放流能力を有していないことが判明したため、耐震対策に向けてため池改修設計を行うこととなった。

本投稿では、ため池改修設計の中でも取水設備工(特に底樋)の設計に焦点を当てて、記述するものとする。



図-1 業務位置(出典：国土地理院地図)

表-1 ため池概要

ため池名称	貝ヶ沢口池
堤体型式	傾斜遮水ゾーン型
堤高	8.3 m
堤頂長	50.7 m
総貯水量	19,600 m ³



図-2 航空写真(出典：国土地理院地図)

【業務概要】

- (1) 業務名：「令和 3 年度 ため池群整備ため池群 菊川水系掛川地区貝ヶ沢口池設計委託」
- (2) 発注者：静岡県中遠農林事務所
- (3) 場 所：掛川市高瀬地内
- (4) 履行期間：[着手日] 令和 3 年 9 月 6 日
[完了日] 令和 4 年 2 月 28 日

【業務目的】

本業務は、貝ヶ沢口池において底樋の改修を合わせた耐震対策を伴うため池改修設計を実施し、ため池の耐震性を確保することで、周辺地域の安心安全を確保することを目的とする。

2. 現状の整理と底樋設計上の課題

(1) 取水設備工(斜樋・底樋)の現状整理

現況取水設備(斜樋・底樋)は、現地調査や現況照査、管理者へのヒアリング等を通じて、以下に列挙する問題点を有していることが確認された。

① 斜樋が緊急放流機能を満足していない

ため池には、地震発生直後等の堤体保全を目的に、緊急放流施設の設置が求められる。しかし、現況取水設備(斜樋)は、ため池内水位を24時間(1日)で所定水位に安全に降下させる緊急放流能力を有していない状況であった。

表-2 緊急放流機能の現況照査結果

使用ゲート	放流時間	判定	備考
・現況第1孔φ150	61.3 hr	OUT	1日以内に放流不可

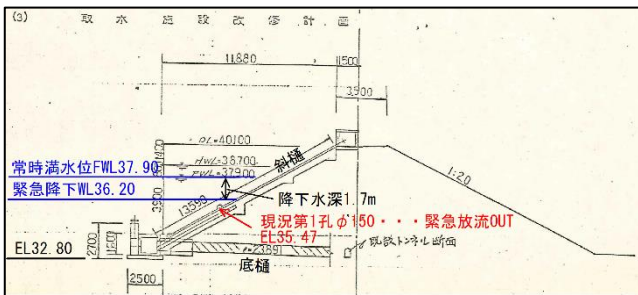


図-3 現況取水設備工(斜樋・底樋)の構造図

② 底樋の維持管理が困難である

現況底樋管φ600は、人が管内に入るための安全管理上の大きさ(φ800以上)を有していない。また、平面形状は市道掛川高瀬線下で90度(45度×2)に屈曲しているため、日常管理が困難であるとともに、土砂堆積やゴミ詰まり等による緊急放流水の流下機能に懸念がある状況であった。



図-4 現況底樋平面図

(2) 底樋設計上の課題

前項の問題点を踏まえ、底樋設計を行うにあたり、水管理方式や施工制約に係る課題が生じた。

以下に、底樋設計上の課題を列挙する。

課題①：用水路パイプライン化への対応

下流受益地の用水路は、直近3ヶ年において用水路のパイプライン化(クローズドタイプ)が実施されている。そのため、パイプライン化への対応に向けて、底樋を圧力管として設計する必要が生じた。よって、許容内水圧及び止水性が高い構造型式を選定することが課題となった。

課題②：耐震性への対応

地震発生後の緊急放流水を流下させる底樋は、堤体と同様にレベル1地震動の耐震性能を満足する必要があった。そのため、地震時の安全性向上に向けて、堤体の変形や地盤の不同沈下に追従可能な柔構造型式を選定することが課題となった。

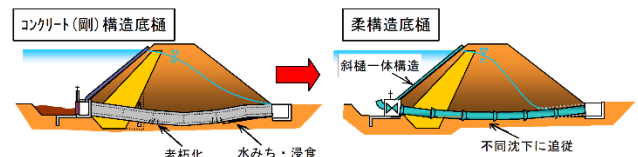


図-5 柔構造底樋の概要図

課題③：短期施工への対応

施工時期は、落水可能な非灌漑期(11~3月)に制限されるとともに、次年度の灌漑期に向けて池を貯水するため、堤体開削を伴う底樋工事は、堤体耐震工事と同年度内に行う必要があった。そのため、単年度内の工事完了に向けて、迅速な施工が可能となる構造型式を選定することが課題となった。

3. 課題への対応策と波及効果、設計上の留意点

(1) 設計基本方針

前項の問題点及び課題により、現況取水設備を活用した改修計画を立案することは困難であった。そのため、取水設備工は底樋の設置位置変更も含めた全面改修を計画するものとした。

取水設備工の設計にあたっては、現況と同様かつ緊急放流時の操作性に配慮して、堤体天端から

ゲート操作が可能な斜樋・底樋型式を採用した。

【斜樋の設計基本方針】

- ・取水兼緊急放流ゲート φ300×1孔(新設)

【底樋の設計基本方針】

設置位置は、堤軸に対して直角かつ直線形となるように堤体中央部とする。堤体中央部に設置することで、下流受益地からの往来がスムーズとなり、取水操作及び維持管理の容易化が期待できる。

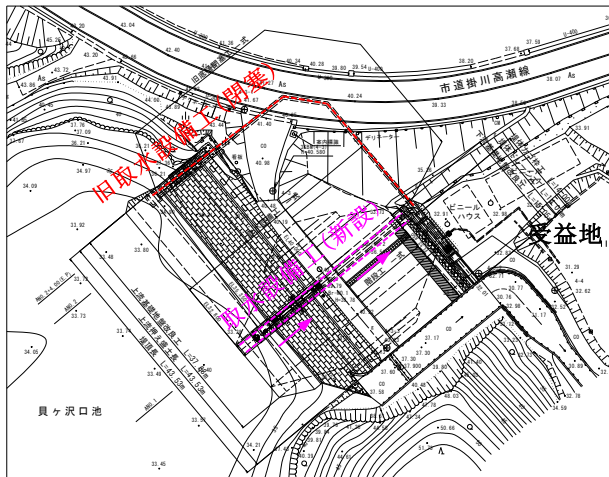


図-6 取水設備工の計画平面図

(2) 課題への対応方針

前項に列挙した課題を解決するためには、従来の「現場打ち工法」やダクタイル鋳鉄管等の「既製管工法」の他に、施工性に期待できる新技術工法「プレキャスト底樋」を加えた構造型式の比較検討を行うことが重要と考えた。

(3) 具体的な対応策（底樋構造型式の選定）

底樋構造型式は、以下の候補案から選定する。なお、管径は緊急放流能力の確保及び維持管理を考慮してφ800とした。

- 第1案「ヒューム管+C0全巻」(現場打ち工法)
- 第2案「ダクタイル鋳鉄管」(既製管工法)
- 第3案「高耐圧ポリエチレン管」(既製管工法)
- 第4案「プレキャスト底樋」(PC製品工法)

比較検討の結果、前項で列挙した課題(止水性・耐震性・施工性)を全て解決できる案は、第2案と第4案であることが判明した。そこで、二次選定として経済比較した結果、経済性に優れた第4案

「プレキャスト底樋」を選定した。

一次選定 候補案	課題①への対応	課題②への対応	課題③への対応
1案「ヒューム管+C0全巻」 (現場打ち工法)	○ (対応可能)	× (対応不可)	× (対応不可)
2案「ダクタイル鋳鉄管」 (既製管工法)	○ (対応可能)	○ (対応可能)	○ (対応可能)
3案「高耐圧ポリエチレン管 ^{※1} 」 (既製管工法)	○ (対応可能)	○ (対応可能)	× (対応不可)
4案「プレキャスト底樋」 (PC製品工法)	○ (対応可能)	○ (対応可能)	○ (対応可能)

※1:高耐圧[※]PE管の基礎材は、水みちの発生抑制や管材への付着性を考慮し、流動化処理土とする



二次選定 候補案	底樋製品の据付費	施工期間中の水替費	直工費合計
2案「ダクタイル鋳鉄管」 (既製管工法)	3,830千円	280千円	4,110千円
4案「プレキャスト底樋」 (PC製品工法)	2,970千円	40千円	3,010千円

図-7 底樋構造型式の選定結果

(4) プレキャスト底樋の特徴・波及効果

プレキャスト底樋とは、現場で施工される従来の底樋を製品化したものである。一般に製品長は1.5mで、受口・挿口構造の継手部には耐震性ゴムリングが装着されている。本製品を採用することで、以下に列挙した波及効果が期待される。

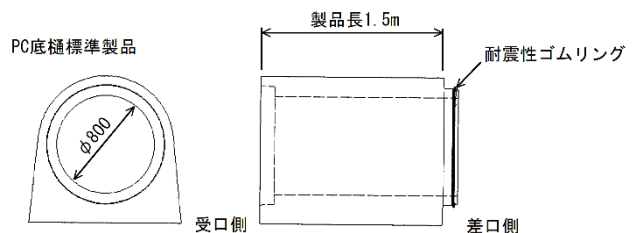


図-8 プレキャスト底樋の構造図

特徴①：高い止水性能

本製品の継手部には水密性に優れるジョイント工法(TSKJ工法)を採用しているため、従来工法と比較し、高い止水性能が期待できる。また、TSKJ工法の建設技術審査によれば、許容内水圧は0.2MPaであり、自然圧形式の低圧パイプラインにおいては、十分に適用可能である。

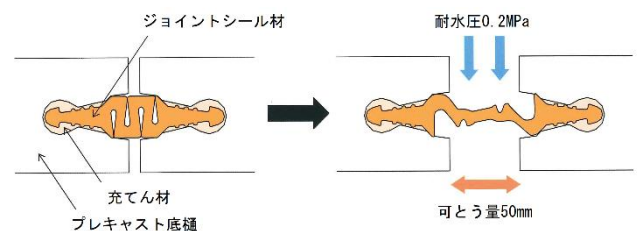


図-9 底樋の継手形状

特徴②：耐震性能と地盤の追従性

工場で製作される本製品は、安定した品質と耐

久性を有しており、想定する地震動に対して有効である。また、継手部のゴムリングにより、ため池堤体の沈下に対しても追従可能である。

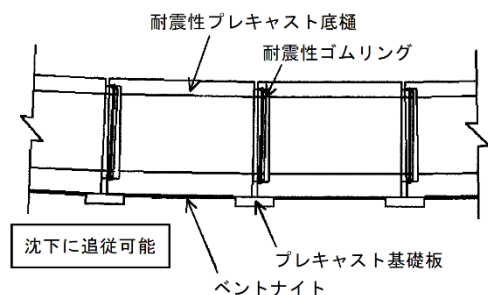


図-10 底樋の製品割付概略図

特徴③：工期の短縮

従来の現場打ち工法は、鉄筋組立やコンクリート打設等により、20日程度の施工日数を要する想定となる。しかし、本製品を採用した場合、施工日数は3日程度となり、大幅な工期短縮が期待できる。そのため、今後懸念される建設現場の労働者不足やため池内における自然環境保全の観点からも有益な工法と考える。

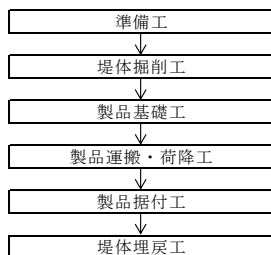


図-11 施工フロー



図-12 底樋据付の様子

(5) プレキャスト底樋設計上の留意点

本地区の設計事例を踏まえて、プレキャスト底樋を設計する際の留意点を以下に列挙する。

留意点①：基礎地盤の支持力調査・検証

本製品の据付にあたっては、基礎地盤における必要地耐力の有無を検証する必要がある。しかし、堤体盛土下に設置される底樋は、設計段階において平板載荷試験等の原位置調査を行うことは困難である。そのため、設計の際はボーリング調査結果等からコア状況やN値等の地質情報を正確に把握することが重要と考える。

留意点②：製品据付・運搬等の施工方法

本製品は、1個当たりの重量が約2.7tであり、

バックホウ(0.45m³)で施工可能となる一方で、運搬・搬入の際にはトラッククレーンが必要となる。特に、中山間地域におけるため池工事では、池までの運搬路に制約を受ける場合が多いことから、トラックの規格や運搬日数等に配慮した施工計画を検討することが重要と考える。

4. おわりに

(1) 検討結果のまとめ

底樋設計上の課題(止水性・耐震性・施工性)を解決するため、構造型式の比較検討を行った結果、課題への適応性、施工性及び経済性に優れるプレキャスト底樋を採用した。また、プレキャスト底樋を採用することで、多方面で利点があることを確認できた。

よって、今後のため池底樋改修においては、プレキャスト底樋の採用を検討することが望ましいと考える。

(2) 今後の課題・展望

プレキャスト底樋は、止水性、耐震性、工期短縮など多くの効果が期待されるため、静岡県内に限らず、設計・施工される事例は今後増加することが予想される。

このため、モデル工事の施工を通し、設計・施工の妥当性確認、各種パラメータや管理規格値の妥当性評価、品質や安全性の向上等に関する情報の集積を図る必要があると考える。そして、現場条件に応じた設計・施工手法の確立と効率化・汎用性の向上を目指したい。

引用文献

- 1) 国土開発技術センター：柔構造樋門設計の手引き (1998)
- 2) 農業・食品産業技術総合研究機構：鉄筋コンクリート製 柔構造耐震性プレキャスト底樋 設計・施工マニュアル(案) (2019)
- 3) 公益社団法人 日本下水道新技術機構：建設技術審査証明 報告書「TSKJ工法」 (2019)