

## ため池におけるプレキャスト階段式洪水吐の水理模型実験 Hydraulic Model Experiment of Precast Stepped Spillway in Reservoir

○小菅 達也\*, 松浦 正一\*, 野田 康太郎\*  
○KOSUGE Tatsuya, MATSUURA Masakazu, NODA Koutaro

### 1. はじめに

平成30年7月豪雨により、多くの農業用ため池が決壊し、人的被害を含む甚大な被害が発生したことを受け、防災重点農業用ため池に係る防災工事等を集中的かつ計画的に推進することを目的として「防災重点農業用ため池に係る防災工事等の推進に関する特別措置法（令和2年10月1日施行）」が制定された。

このことを踏まえ、プレキャスト（以下、Pcaと表記）化による迅速なため池改造技術の開発が求められており、この一環として、洪水吐のPca化に向けた技術開発では、放水路部においてPca部材を斜面上に設置することが課題とされ、Pca部材を階段状に設置することで容易に据付けることが可能となる。但し、階段式放水路の水理設計手法は確立されておらず、土地改良事業設計指針「ため池整備」<sup>1)</sup>等に記載されていない。

本報では、階段式放水路の流下状況について、水理模型実験にて確認した結果を報告すると共に、水理設計手法の設定への取組み状況について紹介する。

尚、本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）」によって実施した成果の一部である。

### 2. 模型実験の概要

- 1) **相似律**：本実験においては、放水路の流れが重力の影響に支配的であり、粘性や表面張力等の影響は非常に小さいと考え、フルードの相似律を適用した。
- 2) **模型縮尺**：模型縮尺は、給水の安定が確保できる流量規模等から、縮尺1/11で模型を製作した。また、Pca部材の粗度係数を0.014とすると、フルードの相似律の場合、1/11模型に要求される粗度係数は0.009となる。本実験では、片側側面をアクリル板、対側面・底版をペイント塗装で平滑に仕上げ、粗度係数を再現した。
- 3) **放水路全体形状**：模型再現は、設計実績を参考に、以下の条件を持たせた放水路をモデル化した。条件①：設計事例の多い正面越流式を想定し、放水路線形は直線形とした。水路勾配*i*は1:1.5, 1:2.0, 1:2.5とした。条件②：放水路の高低差は、階段式放水路における空気混入による水面膨張等の現象を発現させる高低差として模型値で1.5mとした(実寸値で16.5m(=模型値1.5m×縮尺11)であり、ため池の最大堤高15mを包括する範囲とした)。
- 4) **放水路階段形状**：Pca部材の据付け時の重量制約から、階段水平部を0.073m、段差を0.048cm(*i*=1:1.5), 0.036cm(*i*=1:2.0), 0.029cm(*i*=1:2.5)を模型値とした。
- 5) **実験流量**：実験流量は、設計実績より単位幅流量*Q*は0.5, 1.0, 2.5, 3.5(m<sup>3</sup>/s/m)とした。

---

\*NTC コンサルタンツ株式会社, NTC CONSULTANTS Co., Ltd.

【キーワード】管・開水路流れ、二次製品、排水施設

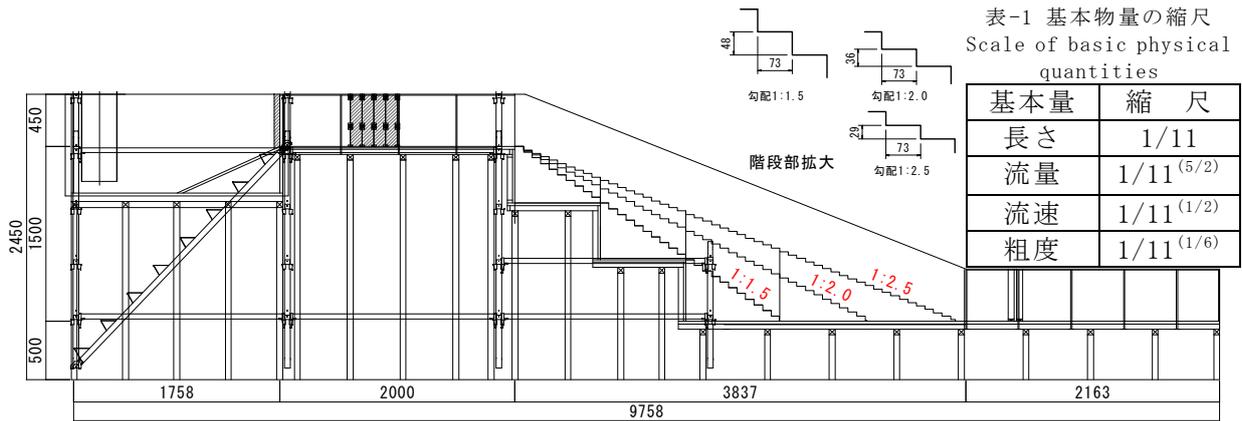


図-1 実験模型縦断面図

Longitudinal view of the experimental model

### 3. 実験結果

洪水吐の水理設計では、放水路を含め、算出される水面高に余裕高を見込み、溢水しない壁高さを決定する<sup>1)</sup>ことから、実験では水面の変動状況に着目した。実験の結果、Fig-2(水路勾配  $i=1:2.5$ , 単位幅流量  $Q=3.5$  (m<sup>3</sup>/s/m)) を例示に示す通り、空気混入による水面膨張 (Aerated flow), 飛沫が認められ水面が安定しない。空気混入, 飛沫には、次の傾向が認められた。

表-2 空気混入発生位置

Air mixing occurrence location

①空気混入位置は、単位幅流量が大きいほど下流側に移行し、この傾向は水路勾配が緩くなるほど顕著であった (Table-2)。

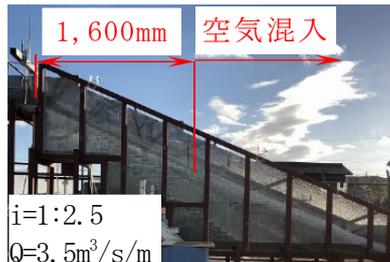


図-2 水理模型実験結果

②水面膨張範囲の水 面高は、従来の直線式放水路の必要壁高さと同様、もしくはそれ以上 (溢水状態) となった。③飛沫は、落下流の衝撃, 気泡の破裂により下流斜め上方に生じ、本実験における放水路勾配, 単位幅流量の組み合わせ全てのパターンで必要壁高さを大きく上回る飛沫が確認され、飛沫範囲は発生頻度の高い少流量が広がる傾向であった。

| 水路勾配  | 単位幅流量 (m <sup>3</sup> /s/m) | 放水路始点から空気混入発生位置までの水平距離 (mm) |
|-------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1:1.5 | 0.5                         | 70                          |
|       | 1.0                         | 下流側 220                     |
|       | 2.5                         | へ移行 440                     |
|       | 3.5                         | 510                         |
| 1:2.0 | 0.5                         | 70                          |
|       | 1.0                         | 下流側 360                     |
|       | 2.5                         | へ移行 660                     |
|       | 3.5                         | 1,160                       |
| 1:2.5 | 0.5                         | 70                          |
|       | 1.0                         | 下流側 440                     |
|       | 2.5                         | へ移行 1,160                   |
|       | 3.5                         | 1,600                       |

### 4. おわりに

階段式放水路の水理模型実験結果にて確認された空気混入による水面膨張、飛沫については数値計算が困難であり、これらに対する水理設計の対応が課題である。特に飛沫に対しては、対象としている正面越流式の放水路は、ため池 (アースフィル) 堤体の下流斜面に設置することも多いことから堤体への影響についても配慮が必要である。一方で、本工法は従来の現場打ちコンクリートに比べ、大幅な工期短縮が期待でき、迅速なため池改造に対し優位性のある工法と考えられる。

今後、Pca 部材の底板を平滑斜面する等、水理上の課題を改善し、実装に向け本研究を進めることが重要と考えている。

【参考文献】1) 土地改良事業設計指針「ため池整備」公益社団法人農業農村工学会発行 (平成 27 年 5 月)