

R C 農業水利構造物の力学的性能に関する信頼性評価（プレキャスト構造）

(株)イー・アール・エス 正会員 ○永田 茂
 (財)日本農業土木総合研究所 中島 賢二郎
 (財)日本農業土木総合研究所 長谷川 敬寿
 鹿島建設(株) 正会員 佐々木 義裕
 鹿島建設(株) 正会員 広中 良和

1. はじめに

本研究では、農業水利構造物の設計基準類見直しに資するため、現行基準¹⁾に準拠して設計された開水路の信頼性指標 β を求めた。得られた信頼性指標 β は、設計基準類見直しの際の目標信頼度及び部分係数の設定において重要な資料となる。本報告では、構造物の力学的性能に関する信頼性指標 β の評価結果について報告する。

2. 対象構造物

本研究で対象とする構造物はプレキャストRC構造の開水路であり、幹線クラス、支線クラス、第二支線クラスの標準的な断面をそれぞれ設定した。幹線クラスの断面を図-1に、各クラスの内空断面を表-1に整理する。

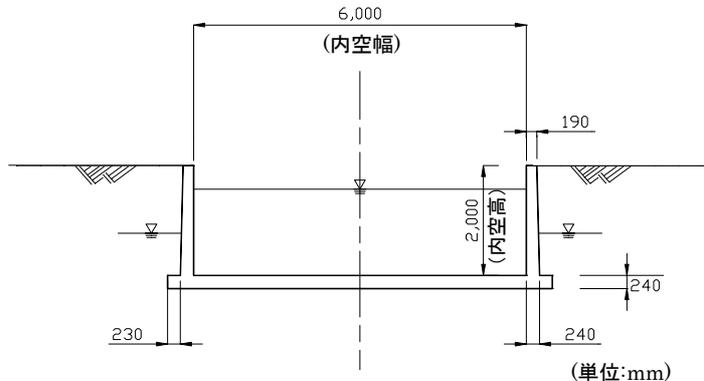


図-1 検討断面図（幹線クラス）

表-1 内空断面

断面種類	内空幅(m)	内空高(m)
幹線クラス (大規模)	6.0	2.0
支線クラス (中規模)	2.5	1.5
第二支線クラス (小規模)	1.0	0.75

3. 対象とする性能と性能関数

本研究では、力学的性能として使用性（常時）及び安全性（常時及び地震時）を対象に信頼性解析を実施した。使用性（常時）としてひび割れを対象とし、安全性（常時）として浮き上がり、安全性（地震時）として曲げ破壊、せん断破壊を対象とした。性能関数は、浮き上がりについては農業水利構造物の現行基準¹⁾を参照し、それ以外の性能についてはコンクリート標準示方書・構造性能照査編²⁾を参照した。

4. 統計値の整理

既往の文献及び試験結果に基づき、設計パラメータに関する統計値を表-2、3のように整理した。本研究では、設計時点で考えられる不確定性のみ考慮することとし、材料強度等の経年変化による不確定性は考慮していない。上載荷重及び地震作用としての静的水平震度 ($k_h=0.2$) は現行基準に準拠し確定値として扱った。同様に内水位も現行基準に準拠し、空水状態及び満水状態を設定した。コンクリートと鉄筋のヤング係数及びかぶり厚は、それらのおぼつきが小さいものと考え確定値とした。

表-2 構造部材の統計値

種類	平均値	変動係数
鉄筋コンクリートの単位体積重量 γ_c (kN/m ³)	24.5	0.5%
鉄筋強度 f_s (SD295)	372	6%
コンクリート強度 f'_c ($f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$)	36.0	5%

表-3 地盤物性値の統計値（埋戻し土）

種類	平均値	変動係数
単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	18	5%
水中重量 γ_w (kN/m ³)	10	5%
内部摩擦角 ϕ (度)	25	15%
壁面摩擦角 δ (度)	$2/3 \phi$	ϕ と連動

キーワード 農業水利構造物, 開水路, プレキャスト, 信頼性指標, 性能規定化

連絡先 〒107-0052 東京都港区赤坂3-11-15 桔梗ビル3F 株式会社イー・アール・エス TEL03-3568-8152

5. 信頼性手法によるβの算定

解析手法として修正1次近似2次モーメント法（AFOSM法）を用いて信頼性指標βの算定を行った。3種類の断面について求めた信頼性指標βを図-2に示す。検討位置は壁中央、壁下端、底版端、底版中央の4箇所である。

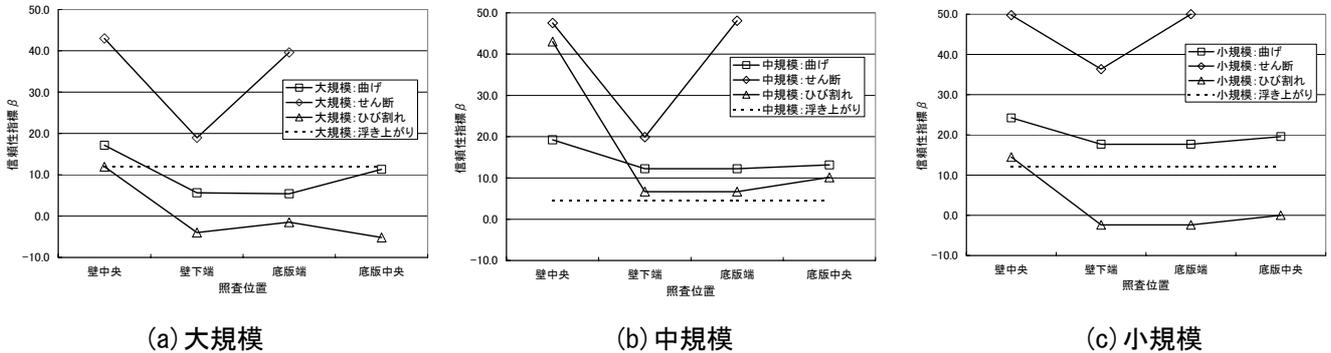


図-2 信頼性指標βの算定結果

全体的にはひび割れに対する検討結果が厳しく、大規模・小規模では負の値をとる結果となった。一方、その他の性能は全て5以上のβを示した。部位別に見ると、壁下端が最も厳しい結果となった。

なお、前述のように、曲げ破壊及びせん断破壊の検討では地震作用を確定値 ($k_H=0.2$) としている。そのため、得られたβもあくまでその条件下におけるβであることを付け加えておく。

6. 感度係数の試算

一例として、曲げ破壊に関する感度係数を図-3に示す。感度係数はβに対する寄与の大きさを表す尺度であり、部分係数法によって荷重係数あるいは抵抗係数を決定する際に重要な値となる。

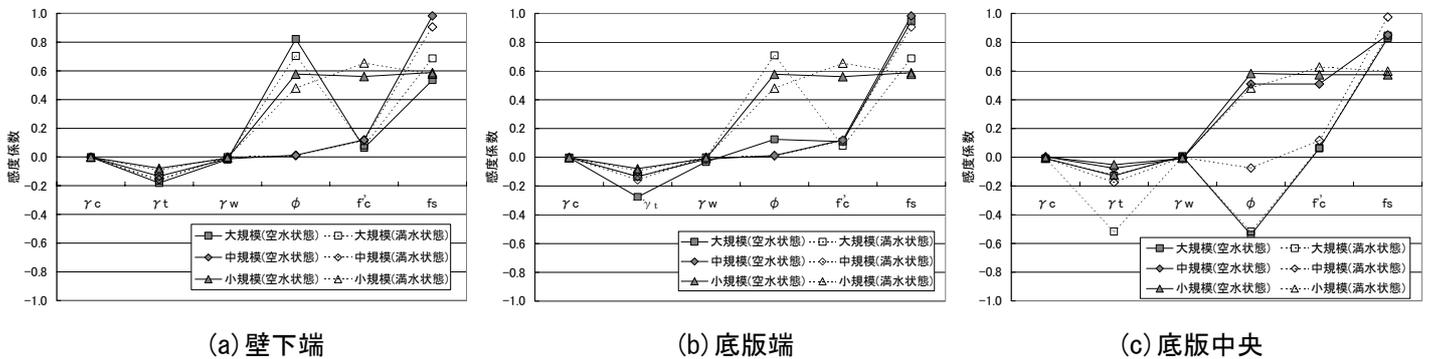


図-3 感度係数の算定結果（曲げ破壊）

いずれの部位においても、大きな感度係数を示したパラメータは内部摩擦角 (ϕ)、コンクリート強度 (f'_c)、鉄筋強度 (f_s) であった。内部摩擦角は土圧を介して荷重側に、コンクリート強度及び鉄筋強度は耐力として抵抗側に働いている。重量に関する設計パラメータ ($\gamma_c, \gamma_t, \gamma_w$) は、変動係数が小さいため影響が小さいことがわかる。また、底版中央部では、荷重条件によって土圧が荷重側と抵抗側に作用する場合があるため、内部摩擦角の感度係数が正と負の値をとる結果となった。

7. おわりに

本研究では、使用性（常時）としてひび割れ、安全性（常時）として浮き上がり、安全性（地震時）として曲げ破壊及びせん断破壊を対象として信頼性指標β及び感度係数を求めた。今回得られた結果は、目標信頼度や部分係数の設定など今後の性能規定化へ向けて有用な知見となるものである。

参考文献

- 1) 農林水産省農村振興局：土地改良事業計画設計基準 設計「水路工」 基準書 技術書，2001.2.
- 2) 土木学会：コンクリート標準示方書 構造性能照査編，2002.3.