

一次信頼性設計における部分安全係数に影響を及ぼす要因分析

鳥取大学大学院 学生員 ○山本 昌伸
鳥取大学工学部 フェロー会員 上田 茂
近畿地方整備局 正会員 杉本 徹

1. はじめに

近い将来、港湾構造物の設計は信頼性理論に基づいて実施されることになっているが、多くは一次信頼性設計法による。一次信頼性設計においては、構造物に作用する荷重と構造物の強度に係わる部分安全係数を、それらの確率分布に基づいて定める。本研究では、荷重作用や構造物強度の確率分布特性の変化が部分安全係数に及ぼす影響について検討する。

2. 対象構造物の性能関数

本研究では図-1 に示すケーソン式防波堤について検討する。防波堤の破壊モードは①滑動破壊、②転倒破壊、③支持力破壊が考えられるが、ここでは滑動安定性について検討を行う。

防波堤の滑動安定性に対する性能関数 Z は次式で表される。

$$Z = f_k \left(\sum_i V_i \rho_{ik} - PB_d - PU_k \right) - PH_k$$

ここで、 f : 摩擦係数、 V_i : 堤体構成材料（無筋($i=c$)・鉄筋コンクリート($i=rc$)、中詰砂($i=s$)）の体積、 ρ_i : 堤体構成材料の単位体積重量、 PB : 浮力、 PU : 揚圧力、 PH : 水平波力
また、添字の k は特性値、 d は設計用値を表す。

なお、浮力は $PB_d = \rho_w g B(h' + dh_k)$ と潮位で表す設計用値とする。

ここで、 ρ_w : 海水密度、 B : 堤体幅、 h' : 堤体水深、 dh : 設計偏差 ($H.H.W.L. - H.W.L.$)

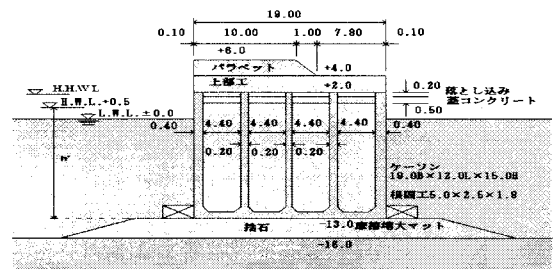


図-1 検討対象とする防波堤断面

3. 設計要因の確率分布

ケーソン式防波堤の信頼性設計法に関する研究は、すでに長尾ら¹⁾が行っているので、設計要因の確率分布はそれを利用した。ケーソン式防波堤の設計要因の確率分布は長尾らに基づいた。表-1で、 ξ は平均値と設計用値の比、 V は変動係数である。

なお、設計用値は、摩擦係数は 0.7、単位体積重量は、無筋コンクリート 22.6kN/m³、鉄筋コンクリート 24.0kN/m³、中詰砂 20.0kN/m³、沖波波高 13.1m、L.W.L.=±0.0m、H.W.L.=+0.5m、設計偏差 0.25m とする。

表-1 設計要因の確率分布¹⁾

	ξ	V	確率分布
摩擦係数	1.06	0.15	正規分布
単位体積重量			
無筋コンクリート	1.02	0.02	正規分布
鉄筋コンクリート	0.98	0.02	正規分布
中詰砂	1.02	0.04	正規分布
波力			
沖波波高推定精度	1.00	0.10	正規分布
波浪変形推定精度	0.97	0.04	正規分布
砕波変形推定精度	0.87	0.10	正規分布
波力算定式推定精度	0.91	0.19	正規分布
潮位	1.00	0.20	正規分布

4. 感度係数 α への影響

表-2 は長尾ら¹⁾が表-1 の設計要因について算出した部分安全係数である。ここでは、表-1 に示す設計要因の変動係数の変化による部分安全係数 γ への影響を調べる。いま、ある変数の変動係数が 80% または 60% に変化したとして、感度係数 α および部分安全係数 γ への影響を調べた。なお、変動係数は①平均値が一定で標準偏差が変化した場合と、②標準偏差が一定で平均値が変化した場合について検討した。

図-2 は、変動係数が変化した場合の感度係数 α の変化を示したものである。ここでは、感度係数 α の値が大きい摩擦係数と、感度係数 α の値の小さい無筋コンクリート単位体積重量について、それらを①のように標準偏差を変化させて求めたものである。また、摩擦係数については②のように平均値を変化させた場合も示した。元の感度係数 α の値の大きいもの程変化が大きく、小さいものはほとんど変化しなかった。

表-2 部分安全係数 γ

	V_X	β_T	α_X	γ_X
f	0.151	2.450	0.723	0.733
ρ_C	0.017		0.035	0.999
ρ_{RC}	0.019		0.030	0.999
ρ_S	0.037		0.191	0.983
dh	0.200		-0.010	1.005
P_U	0.164		-0.147	1.059
P_H	0.164		-0.682	1.274

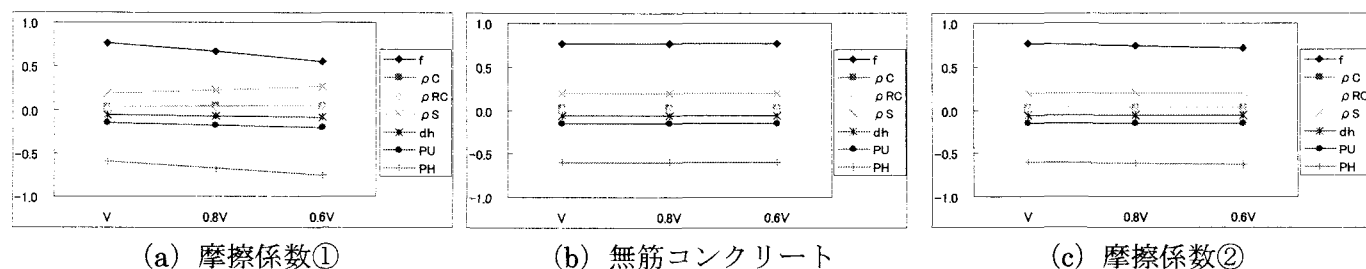


図-2 感度係数 α の変化

5. 部分安全係数 γ への影響

4. と同様に部分安全係数 γ への影響を調べた。図-3 は、変動係数が変化した場合の部分安全係数 γ の変化を示したもので、図-2 と同様、(a)、(b) は、摩擦係数と無筋コンクリート単位体積重量を①のように標準偏差を変化させて求めたもので、(c) は、摩擦係数を②のように平均値を変化させて求めたものである。感度係数 α への影響と同じく、元の感度係数 α の値の大きいもの程変化が大きく、小さいものはほとんど変化しなかった。しかし、平均値を変化させた場合には (c) に示すように変化があった。

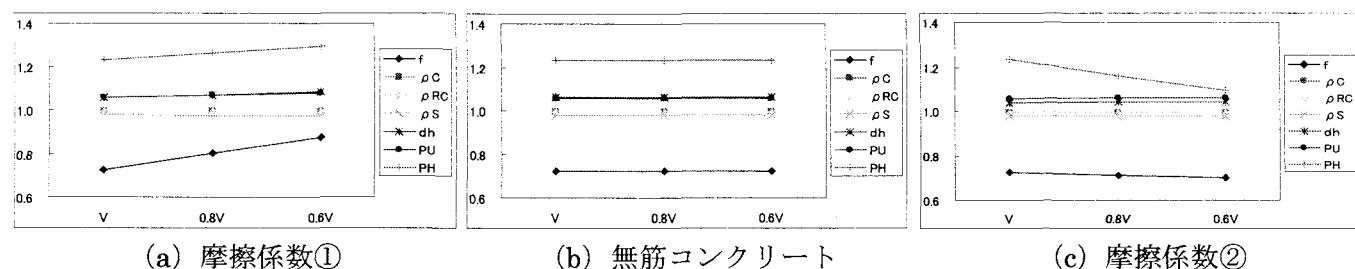


図-3 部分安全係数 γ の変化

6. まとめ

- ① 部分安全係数 γ が変化するのは感度係数 α の値の大きい確率変数である。
- ② 標準偏差が変化した場合に部分安全係数 γ への影響が大きい。
- ③ 感度係数 α の部分安全係数 γ に及ぼす影響の定量的評価はできなかったが、今回のケースでは $|\alpha| > 0.682$ で部分安全係数 γ に変化があった。

参考文献

- 1) 長尾毅：ケーソン式防波堤の外的安定に関する信頼性設計手法の提案，2002