リスクを含む LCC による防波堤設計の代替案比較法

中央大学大学院 学生会員 井上 修一
中央大学理工学部 正会員 佐藤 尚次

1. はじめに

近年公共事業においてもリスクに対する関心が高まっている。同時にサービスの質の向上を目的として、PFI 方式のような事業形態も増えつつある。このような場合には官公庁が単体で事業を行っていくのとは異なり、契約当事者間でのリスク分担が不可欠となる。つまり、リスクとコストの分担が求められる時代となっている。ところが、公共事業の場合リスクの構成要素として構造物の被災に関するものの占める割合は大きいにも関わらず、必ずしもこれらが定量的に評価されているとは言い難い。

一方、近年 ISO2394、国交省『土木・建築にかかる設計の基本』を契機として、信頼性設計法の導入が期待されている。信頼性設計法では破壊の可能性を定量的にコントロールすることが可能であるため前述の問題点に対して有効な設計法であるといえる。

このようなことをふまえると、今後は設計の段階で構造物リスクを明確することと、意思決定者である発注者が設計代替案の合理的な比較ができる方法が必要であると考えられる。そこで本研究では代表的な構造物である防波堤を対象に、耐震設計で考えられているような性能マトリクスを含む形で防波堤の設計を位置付け、設計代替案の定量的比較検討方法を提案することを目的とする。性能マトリクスの形で設計代替案の比較を行った際に、最終的な意思決定の基準としてライフサイクルコスト(LCC)最小化が考えられる。このため、防波堤の全体系安定性に最も影響の高い滑動量に着目し変形量に応じて LCC の算定も行う。

2. 滑動限界状態の性能マトリクスの提案

耐震設計などで知られている性能マトリクスは図 1 のように表される。これは構造物が健全な状態であるときにある荷重が作用したときの荷重レベルと損傷の度合いとが 1 対 1 で表現されている。耐震を考えるような構造物は基本的には損傷を受けた時点で修復をするという考えに基づいて作られている。

一方、防波堤はいったん建設してしまえば基本的にメン

目標性能 荷重の規模	損害無し 修復 不要	損害有り 修復 必要	機能不全 間接費用 小	機能不全 間接費用 中	機能不全 間接費用 大
1年間最大規模	●	●	●	●	●
10年間最大規模	●	●	●	●	●
耐用年数中最大規模	●	●	●	●	●

図 1 耐震性能マトリクスの例

目標性能 想定期間	限界滑動量 に達しない	限界滑動量を 一回上回る	限界滑動量を 二回上回る	限界滑動量を 三回上回る	限界滑動量を 四回上回る
10年間	●	●	●	●	●
25年間	●	●	●	●	●
供用期間	●	●	●	●	●

図 2 防波堤の滑動量に対する性能マトリクスの例

テナンスフリーである。しかしながら、毎年繰り返し高波を受けた場合、わずかずつではあるが滑動量(損傷)を確実に蓄積する。このような耐震設計とは異なった損傷の考え方にはそれに応じた性能マトリクスが必要であると考えられる。本研究では防波堤の滑動性能について図 2 のような性能マトリクスを提案する。

つまり、損傷無しの状態である供用開始直後からの期間に対して防波堤がどのような滑動性能を持つのかを表現するというものである。

3. 期待滑動量の計算

上記の性能マトリクスを作成するにあたっては、防波堤ケーソンが供用期間中のどの時期にどのような滑動が生ずるのかを追う必要がある。また、滑動量の発生は高波の規模や材料特性など確率的要因によるものであるから、それらを反映したものである必要がある。そこで本研究では下迫・高橋(1998)¹⁾の方法を参考に期待滑動量を計算しこれによってある期間における滑動性能を表すこととした。

4. LCC の算定

防波堤の LCC は次のような式によって表すことができる。

$$LCC=C_i+E\left[\sum_{j=1}^{50}\frac{C_{fj}}{(1+r)^j}\right] \dots(1)$$

ここに、

C_i : 初期建設費, C_{fj} : j年目の被災時コスト, r : 社会的割引率

キーワード: 性能設計, 性能マトリクス, ライフサイクルコスト

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科設計工学研究室 :03-3817-1816