

多数アンカー補強土壁に関する現行設計の信頼性レベルの定量化と荷重・抵抗係数算定

防衛大学校建設環境工学科 学○中山隆史 正 宮田喜壽
岡三リビック 正 小浪岳治

1. はじめに

土構造物の設計法は、他の構造形式と同様、安全率を用いる許容応力度設計法から信頼性ベースの限界状態設計法に移行している。設計と構造物の実際の挙動との関係を定量化し、限界状態設計法に適した設計モデルの構築と合理的な荷重・抵抗係数の算定が課題になっている。本文では、多数アンカー補強土壁¹⁾を対象に、補強材の引抜き破壊を対象に、構造物の挙動データベースから現行設計モデルの不確定性を評価し、これまで用いられてきた許容安全率から目標信頼性を定める。そして、著者らによって限界状態設計法に適するように構築された設計モデルを対象に荷重・抵抗係数を算定した結果を報告する。

2. 基本になる信頼性理論と荷重・抵抗データベース

荷重・抵抗の不確定性が対数正規分布で近似でき、設計モデルの不確定性をバイアス(= 実測値/モデルによる推定値)の平均と変動係数で表せば、破壊確率と一義的な信頼性指標は次式で表される²⁾。

$$\beta = \frac{\ln \left[(\gamma/\phi)(\mu_R/\mu_Q) \sqrt{(1+\text{COV}_Q^2)/(1+\text{COV}_R^2)} \right]}{\sqrt{\ln \left[(1+\text{COV}_Q^2)(1+\text{COV}_R^2) \right]}} \quad (1)$$

ここで、 μ_Q , μ_R : 荷重, 抵抗に関するバイアスの平均, COV_Q , COV_R : 荷重, 抵抗に関するバイアスの変動係数, γ : 荷重係数, ϕ : 抵抗係数。一連の解析では、式(1)をベースにし、著者らによって整備されたデータベース(表-1, 2)を用いて設計の目標信頼性と荷重・抵抗係数を計算した^{3),4)}。

3. 解析結果と考察と

(1) 現行設計法で考慮されている信頼性レベル: 現行設計モデルの概要を表-3 に示す。表-1, 2 のデータベースより評価されるモデルの推定精度を図-1, 2 に示す。現行の設計モデルは安全側であることがわかる。式(1)において、 γ/ϕ は安全率 F_s に等しい。ここに示したバイアス統計量を式(1)に代入すれば、 F_s と β の関係を計算できる。結果を図-3 に示す。現行の設計の $F_s=3$ に対応する β は 2.2 であることが明らかになった。

(2) 荷重・抵抗係数の算定: 著者らは限界状態設計法に適した設計モデルを提案している(参: 表-2)^{3),4)}。表-1, 2 のデータベースより評価されるモデルの推定精度を図-4, 5 に示す。現行設計モデルより精度が改善されていることがわかる。これらの統計量と、2. で評価した現行設計で考慮されている信頼性レベルを式(1)に代入すると荷重係数と抵抗係数の関係を計算できる。結果を図-6 に示す。著者らは超過確率 3%に相当する荷重係数として提案している $\gamma=2.25$ ²⁾に対応する抵抗係数は $\phi=0.88$ となる結果が得られた。

表-1 荷重データベースの概要

壁 高 (m)		Max.: 6.0, Min.: 3.0
盛土材	摩擦角 (deg)	Max.: 38, Min.: 11
	粘着力 (kPa)	Max.: 4, Min.: 0

表-2 抵抗データベースの概要

拘束圧 (kPa)		Max.: 80, Min.: 15
盛土材	摩擦角 (deg)	Max.: 36, Min.: 11
	粘着力 (kPa)	Max.: 18, Min.: 0

表-3 検討に用いた設計モデル

荷重側	現行	$T_{\max} = [K_a \sigma_v - 2c\sqrt{K_a}] S_v S_h$
	修正	$T_{\max} = [(1/2)\alpha K_a \gamma H D_{\max} \Phi_c] S_v S_h$
抵抗側	現行	$R_p = [cN_c + K_a \sigma_v (N_q - 1)] B^2$
	修正	$R_p = S_L [cN_c + K_a S_d \sigma_v (N_q - 1)] S_B B^2$

K_a : 主動土圧係数, σ_v : 鉛直土圧, c : 粘着力, S_v , S_h : 鉛直 or 水平方向敷設間隔, N_c , N_q : 支持力係数, B : アンカープレートの幅, α : キャリブレーション係数, γ : 単位体積重量, H : 壁高, $D_{\max}$: 補強材力の分布関数, Φ_c : 粘着力に関する補正係数, S_L , S_d , S_B : 長さ 敷設深さ, B に関する補正係数

キーワード 多数アンカー, 補強土壁, 限界状態設計法

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 Tel. 046-841-3810 (3527)

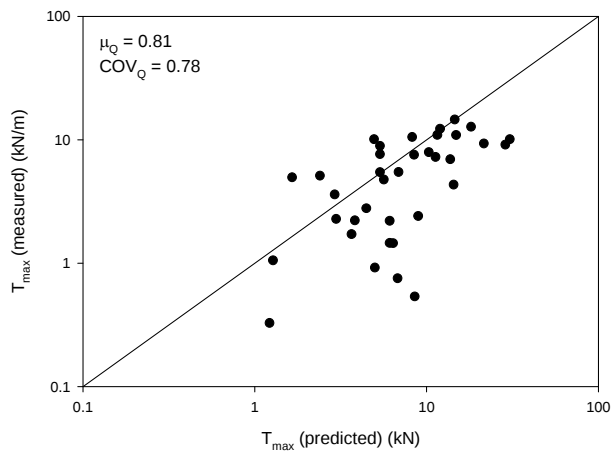


図-1 現行設計モデルの推定精度（荷重）

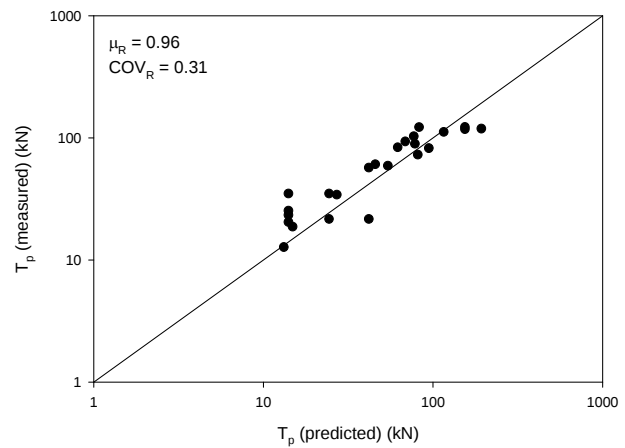


図-2 現行設計モデルの推定精度（抵抗）

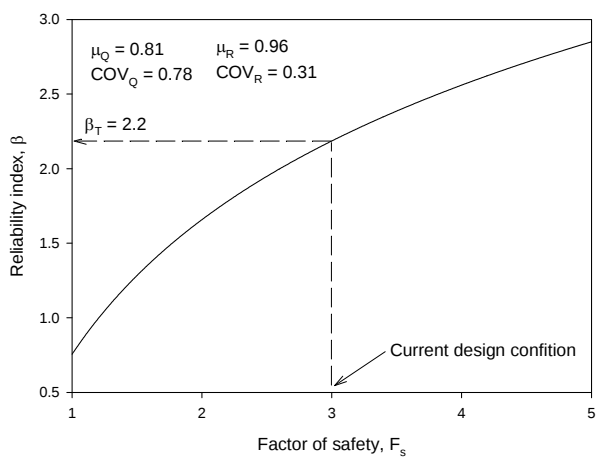


図-3 モデル不確定性を考慮した安全率と信頼性指標の関係

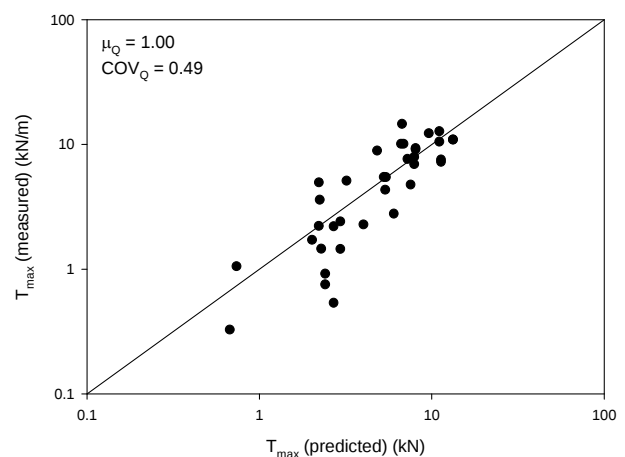


図-4 修正設計モデルの推定精度（荷重）

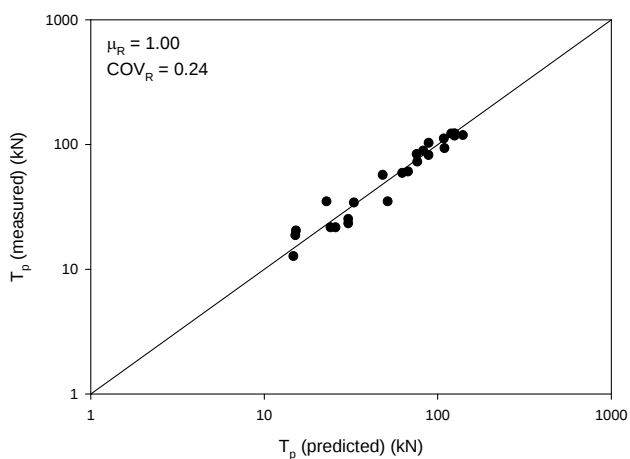


図-5 修正設計モデルの推定精度（抵抗）

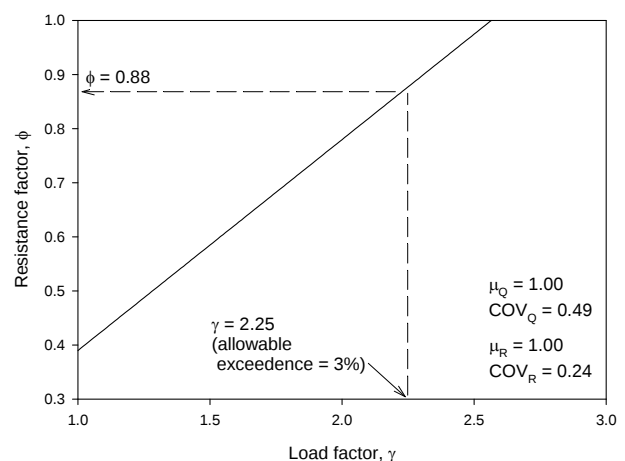


図-6 モデル不確定性と現行設計を考慮した荷重抵抗係数

謝辞 本研究は文部科学省科研費補助金基盤研究(B) 24360195（研究代表者 宮田喜壽）の助成を受けた。

参考文献 1) 土木研究センター：多数アンカー式補強土壁工法設計・施工マニュアル 第3版, 2002. 2) Bathurst et al.: Limit states design calibration for internal stability of multi-anchor walls, S&F 51(6) 1051-1064, 2011. 3) Miyata et al.: Measured and predicted loads in multi-anchor reinforced soil walls in Japan, S&F 49(1) 1-10, 2009. 4) Miyata et al., Evaluation of two anchor plate capacity models for MAW systems, S&F 51(5) 885-896, 2011.