

Ⅲ - B 235

ばらつきを考慮した表層改良地盤の曲げ強さの評価

九州大学大学院 正○大嶺 聖 フェロ 落合英俊

1. はじめに

セメントなどの固化材を用いた混合処理工法は、一般に混合方法や攪拌時間によって混合の程度が異なるため、比較的大きな強度のばらつきが生じる。このようなばらつきを有する改良地盤については、小さな供試体の強度からマスとしての強度を評価する手法が問題となる。その一つとして寸法効果に着目した検討がなされている。著者らはこれまで破壊確率モデルに基づく強度の算定法として、最弱リンクモデル (Weakest link model) と束モデル (Bundle model) の両方の特性を合わせた Combined モデルを提案している¹⁾。本文では、その破壊確率モデルを表層改良地盤に適用し、曲げ強さの評価を行う。

2. ばらつきを考慮した強度の評価法に関する考え方

原位置セメント改良土は比較的大きな強度のばらつきが生じるため、設計強度の算定法が検討課題となっている。例えば、サンプリング供試体の強度試験から得られる平均値をマスの強度として用いると過大評価するため、設計強度 = (平均値) - $\alpha \times$ (標準偏差) とする考え方がある (ここで、 α は定数)²⁾。また、寸法効果について束モデルを用いた数値シミュレーションを行い、最低確保される強度を算出し、設計強度 = $0.5 \sim 0.7 \times$ (平均値) とする考え方も提案されている³⁾。しかしながら、改良地盤には杭状のものから平板状のものまで様々なタイプがあるため、より合理的な評価を行うためには改良体の形状の違いを考慮することが必要である。

本研究では改良体の大きさだけでなく形状の違いも考慮した破壊確率モデル (Combined model) を用いて表層改良地盤の曲げ強さを考察する。まず、このモデルを奥行き方向に細長い実際の表層改良地盤に適用し、改良地盤の曲げ強さに及ぼす長さの影響を明らかにする。さらに、この評価式から得られる表層改良地盤の下限値としての曲げ強さについて述べる。

3. 曲げ試験における強度の寸法効果

Combined Model を曲げ供試体に適用すると、高さ H 、長さ B 、幅 L を有する改良土の曲げ強さは次のように表される。

$$s = \left\{ (1-c) \left(\frac{L}{L_0} \right)^{-1/\beta} + c \left(\frac{HB}{H_0B_0} \right)^{-1/\beta} \right\} s_0 \quad (1)$$

ここで、

s_0 : 標準サイズの供試体の曲げ強さ

$$c = (\beta - 1)^{-1/\beta} \exp(-1/\beta)$$

$$\omega = \sqrt{\Gamma(1+2/\beta) - \Gamma^2(1+1/\beta)} / \Gamma(1+1/\beta)$$

ω : 変動係数, β : 均一性係数, Γ : ガンマ関数

実験から得られたセメント改良土の曲げ強さと供試体の高さの関係を図-1に示す。改良土の曲げ強さは供試体寸法が大きくなるほど減少する。提案された Combined model は実験結果の傾向を比較的良好に表している。

4. 表層改良地盤の曲げ強さの評価

Combined model を表層改良地盤に適用するための概念図を図-2に示す。標準サイズの供試体をもとに、高さと幅に対して Weakest link model を、奥行き方向に Bundle model を用いると、表層改良地盤の曲げ強さの評価式は、式(1)の曲げ供試体と同様に次のように表される。

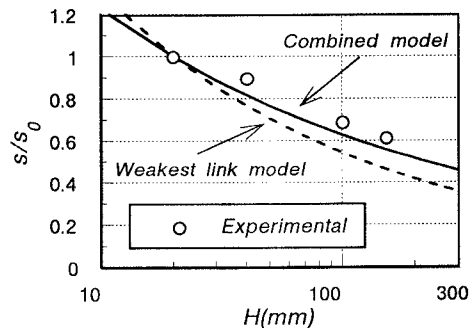


図-1 曲げ強さにおける寸法効果

$$s = k_B k_W s_0$$

$$= k_B s_{L0} \quad (2)$$

ここで、

$$k_B = (1 - c) \left(\frac{L}{L_0} \right)^{-1/\beta} + c : \text{改良地盤の長さ}$$

方向に対する強度低減係数

$$k_W = \left(\frac{HB}{H_0 B_0} \right)^{-1/\beta} : \text{改良地盤の深さ } H \text{ と}$$

幅 } B \text{ に対する強度低減係数}

$$s_{L0} = k_W s_0 : 1 \text{ 分割ブロック（深さ } H,$$

幅 } B, \text{ 長さ } L_0 \text{）の曲げ強さ}

k_B は Bundle model から得られる寸法効果
効果を, k_W は Weakest link model から
得られる寸法効果を表している。ま
ず*, 改良地盤の長さ方向に対する寸法

効果の程度を明確にするために, 強度低減係数 k_B と改
良地盤の長さの関係を図-3 に示す。 k_B は長さとともに
に次第に減少し, ある一定値に収束するため, 改良地盤
のマスとしての曲げ強さは下限値を持つことになる。し
たがって, 式(2)において $L \rightarrow \infty$ とすると, 強度低減係数
 k_B の下限値は次式のように表される。

$$k_{B(Lower)} = c \quad (3)$$

ここで, 強度の下限値を表すパラメータ c は式(1) で示
されるように, 変動係数によって与えられる。このとき
の強度低減係数と変動係数の関係を図-4 に示す。最弱
リンクモデルでは改良地盤の寸法が無大になると強度
がゼロになるが, 提案モデルでは表層改良地盤の強度の
下限値が算定される。すなわち, 表層改良地盤の曲げ強
さの下限値は, 式(3)を用いて表すことができる。この
下限値がばらつきを有する改良地盤の設計強度の一つの
指標になると考えられる。

4. まとめ

ばらつきを有する表層改良地盤の曲げ強さを推定する
ための考え方を示し, 任意の長さを有する改良地盤の曲
げ強さの評価式を提案した。さらに, 細長い形状を持つ
表層改良地盤の設計強さとして, 変動係数をパラメータ
として求められる強度の下限値が一つの指標となり得る
ことを示した。

参考文献 1) 大嶺ら：強度のばらつきを考慮した破壊確率モデルの提案, 土木学会第53回年次学術講演集, pp.566-567, 1998年, 2) 能登ら：深い改良地盤の実際と問題点を考える, 土と基礎, Vol.31, No.7, pp.73-80, 1983年, 3) Honjo, Y. (1982): A probabilistic approach to evaluate shear strength of heterogeneous stabilized ground by deep mixing method, S&F, Vol.22, No.1, pp.23-38.

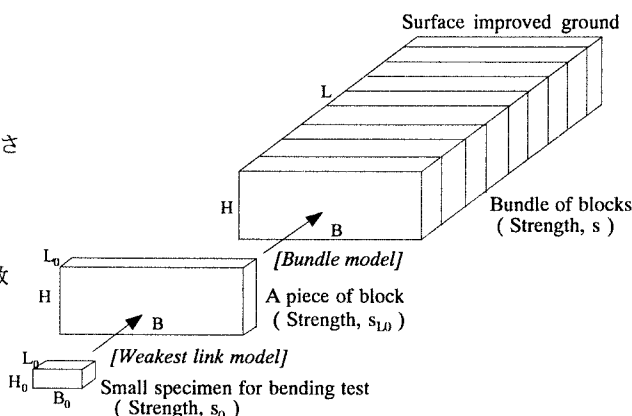


図-2 Combined model の表層改良地盤への適用

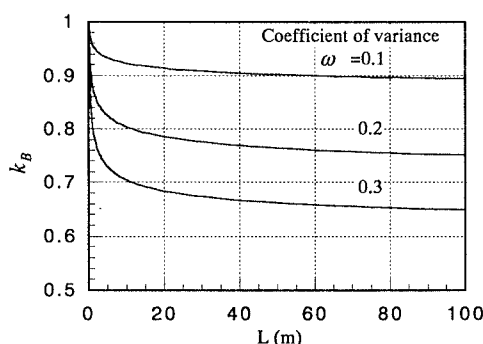


図-3 表層改良地盤の長さ方向に対する強度低減係数

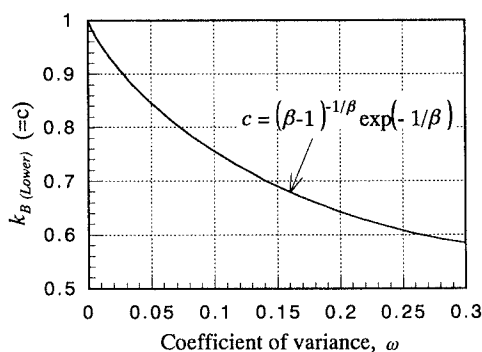


図-4 強度低減係数の下限値と変動係数の関係