

補強土を対象にした二軸圧縮試験における拘束効果パラメータ

九州大学大学院 学 金重 正浩
 九州大学大学院 F 落合 英俊 正 安福 規之
 九州大学大学院 正 大嶺 聖 正 山田 正太郎

1.はじめに

現行の補強土工法は定量的評価が可能な引張補強効果のみで評価されている。これまでに、補強効果は引張補強効果とそれ以外の効果である拘束効果との和で表されることが明らかになっている。この拘束効果を現行の設計法に導入できればより合理的な設計が可能になる。著者らはこれまでの一連の研究¹⁾で、補強土構造物の一部分を想定した要素試験により、土の内部摩擦角や補強材の形状によって拘束効果の発現度合いを表すことができる拘束効果パラメータを定義し、拘束効果を現行の設計法へ導入した。本研究では、拘束効果を設計法に導入させるため、土中の土被り圧に着目して補強土を対象にした二軸圧縮試験を行い、拘束効果の発現特性を考察し、土被り圧と拘束効果パラメータの関連性を調べる。

2.ジオグリッドを用いた補強土における拘束効果パラメータ

これまでの研究¹⁾で、補強土擁壁の一部分を想定したすべり面設定型のせん断試験を行ってきた。その代表的な結果を図-1に示す。これは、補強材引張力を変化させた実験から得られたせん断強度 τ とすべり面上の垂直応力 σ_n の関係を示している。これより無補強土は、原点を通る傾き $\tan\phi$ の直線で表される。一方補強土では、ジオグリッドの引張力に応じて縦軸に切片 C_T を与えて表現している。また、線の傾きは無補強土に比べ増加している。この傾きの増加は、拘束効果によるものと考えられるので、拘束効果パラメータ β を用いて $\beta\tan\phi$ と表した。つまり、 $\beta\sigma_n\tan\phi$ が拘束効果の発現度合いを表している。この拘束効果パラメータ β を決定する影響因子を見つければ、拘束効果を考慮した設計法を一般化させることができる。

3.補強土を対象にした二軸圧縮試験における拘束効果の発現特性

これまでの研究²⁾で、土被り圧が拘束効果にどのような影響を与えるのか検討するため、補強土を対象にした二軸圧縮試験を行った。ここで、補強効果は、軸差応力の増加分としてとらえて評価した。その結果、二軸圧縮試験においても、補強効果には引張補強効果以外の効果が存在するということが確認できた。この効果は、補強材を土中に敷設することで周辺地盤の自由な変形を拘束し、結果として周辺土塊の拘束圧が見かけ上増加し、

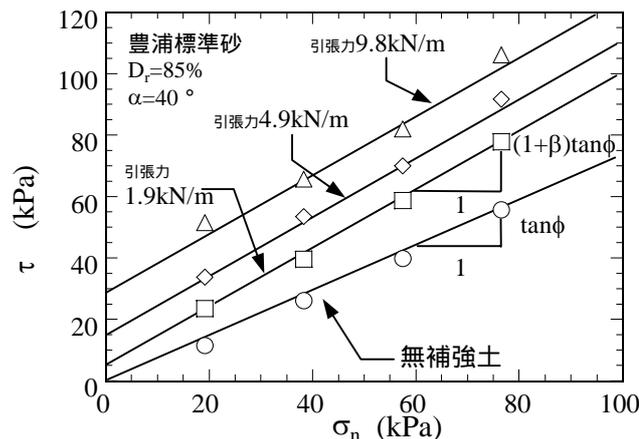


図-1 ジオグリッド補強土のせん断強さ

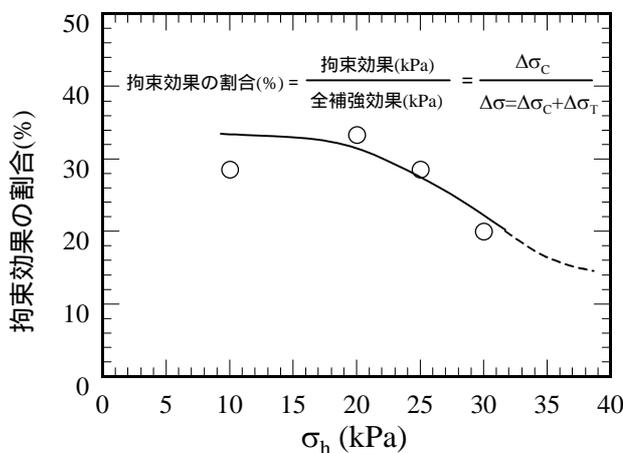


図-2 拘束圧と拘束効果の割合

キーワード 拘束効果、補強土、拘束圧、拘束効果パラメータ、拘束効果の割合

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 TEL092 - 642 - 3284

土塊の平均化した強度が増す効果であるいわゆる拘束効果と考えている。

この拘束効果を、拘束圧に着目して補強土を対象にした二軸圧縮試験を行うことで評価した。この実験で得られた結果を図-2に示す。拘束効果の割合は、拘束圧が増加すると減少する傾向にあるという結果が示されている。ここに、拘束効果の割合は、全補強効果($\Delta\sigma=\Delta\sigma_C+\Delta\sigma_T$)に対して、軸差応力の増加分として現れた拘束効果($\Delta\sigma_C$)がどの程度含まれているのかを示している。

4. 軸差応力の増加分として現れる拘束効果と拘束効果パラメータ

拘束圧 σ_h 一定の条件下、軸方向に鉛直応力 σ_a を与えて圧縮した二軸圧縮試験から得られた実験結果をもとに図-3を描く。この図で、軸差応力の増加分として現れた全補強効果は、 $\Delta\sigma=\sigma_{a2}-\sigma_{a0}$ と表され、軸差応力の増加分として現れた拘束効果は、 $\Delta\sigma_C=\sigma_{a2}-\sigma_{a1}$ と表される。ここで、全補強効果に対する拘束効果の割合を $\Delta\sigma_C/\Delta\sigma$ と表す。すると、拘束効果パラメータ β を用いて以下のような関係式を立てることができる。

$$\frac{\Delta\sigma_C}{\Delta\sigma} = \frac{\sigma_h \{ (\sqrt{(Z^2+1)+Z}) + 2C_T - \sigma_{a1} (\sqrt{(Z^2+1)-Z}) \}}{\sigma_h \{ (\sqrt{(Z^2+1)+Z}) + 2C_T - \sigma_{a0} (\sqrt{(Z^2+1)-Z}) \}} \quad \text{ここに、} \quad Z = (1+\beta) \tan\phi \quad \text{である。} \dots$$

C_T = 引張補強効果

(また、 σ_{a0} と σ_{a1} は、内部摩擦角 ϕ と引張補強効果 C_T が既知であれば、求めることができる。)

この関係式は、内部摩擦角 ϕ と引張補強効果 C_T が既知のとき、図-2の結果を用いれば拘束効果パラメータ β は拘束圧 σ_h によって決定されることを示している。次にこの関係式と図-2を用いて、拘束効果パラメータ β を求めると図-4のようになる。拘束圧が増加すると拘束効果パラメータ β が減少する傾向にある。また、二軸圧縮試験においても、これまでの研究結果に近い拘束効果パラメータ β の値が得られ、その値は $\beta=0.1\sim 0.3$ の範囲内にあることが分かる。

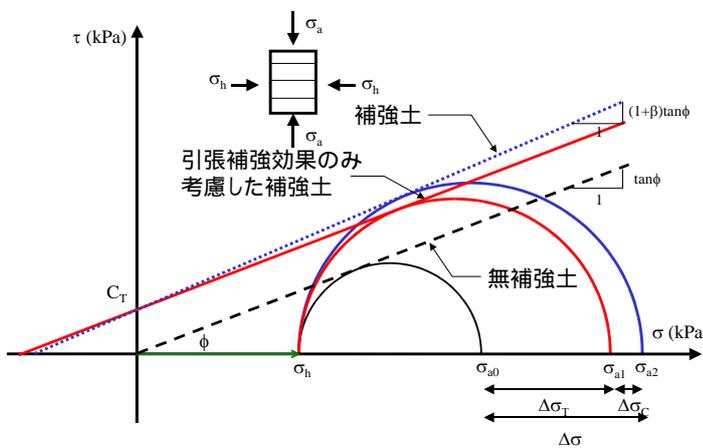


図-3 拘束効果を考慮したモール・クーロン

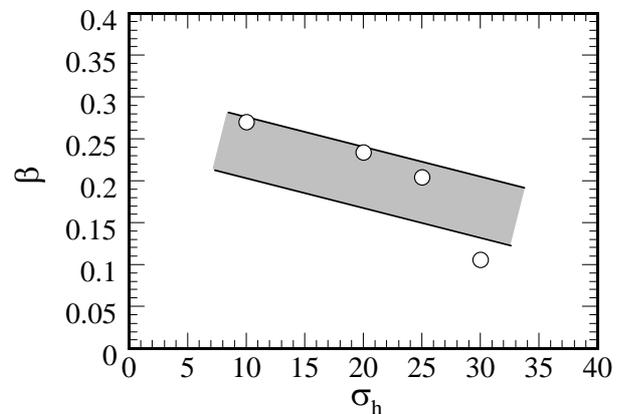


図-4 拘束圧 σ_h と拘束効果パラメータ β の関係

5. まとめ

- (1) 軸差応力の増加分として現れる拘束効果を考慮したモール・クーロンの破壊包絡線と拘束効果パラメータ β を関連付けた。
- (2) 内部摩擦角 ϕ と引張補強効果 C_T が既知のとき、この結果を用いれば拘束効果パラメータ β は拘束圧 σ_h によって決定されることが分かった。
- (3) 拘束圧 σ_h が増加するに従い、拘束効果パラメータは減少する傾向にある。
- (4) 今回の実験においてもこれまでの研究結果と良い対応が見られた、またその値は $\beta=0.1\sim 0.3$ の範囲内にあることが分かる。

【参考文献】1)河村ら、ジオグリッド補強土の拘束効果と補強材形状について、ジオシンセティックス論文集 pp.306~pp.305、1998年 2)金重ら、拘束圧に着目した二軸圧縮条件下での補強土の拘束効果について、第38回地盤工学研究発表会(投稿中)