

III-B 260 気泡を混入した軽量土の破壊基準推定法に関する一考察

鉄建建設(株)技術研究所 正会員 矢島 寿一
鉄建建設(株)技術研究所 正会員 丸尾 茂樹
長岡工業高等専門学校 正会員 小川 正二

1. はじめに

近年、擁壁・橋台・ケーソンの裏込め材や軟弱地盤上の盛土材として気泡を混入した軽量土（以下軽量土と呼ぶ）を用いる事例が増えてきている¹⁾。このような軽量土を用いた土構造物の設計法に用いるせん断力(τ)は軽量土をセメント改良土の一種とみなし一軸圧縮強さ(q_u)より $\tau=q_u/2$ として求めているのが現状である。しかしながら、一般的な良質土と強度的に同等（一軸圧縮強さが数 kgf/cm^2 ）の軽量土や改良土では強度の拘束圧依存性がみられMohr-Coulombの破壊基準が適用できることが判明しており^{2, 3)}、これを設計法に取り入れればより合理的な設計法になるものと考えられる。そこで本文では、著者ら⁴⁾が明確にしてきた気泡の混入率を変化させた軽量土の破壊基準をもとに、母材の破壊基準、軽量土の一軸圧縮強さ、間隙比をファクターとして軽量土の破壊基準を推定する方法について考察している。

2. 軽量土の破壊基準と初期間隙比・一軸圧縮強さの関係

軽量土の $q \sim p'$ 関係での破壊基準は図-1に示すように最大応力と残留応力状態での2つの破壊線で示されることが判明している²⁾。これらの関係は、

$$q=(M_m)p'+\alpha_m \quad (\text{最大応力状態}) \quad \text{----- (1)}$$

$$q=(M_r)p'+\alpha_r \quad (\text{残留応力状態}) \quad \text{----- (2)}$$

で表される。そこでここでは、(1),(2)式の係数 M, α について次のように考えた。係数 M は土粒子間の摩擦成分を意味することから、間隙比(e)と一軸圧縮強さ(q_u)の関数と考え、係数 α は粘着力成分を意味することから一軸圧縮強さ(q_u)の関数と考えた。

そこで、係数 M と軽量土の初期間隙比(e_0)_Lの関係と係数 M と軽量土の一軸圧縮強さ(q_u)の関係を示すと図-2, 3のようになる。ここで、軽量土の初期間隙比(e_0)_Lは母材の初期間隙比(e_0)_Vで正規化し、係数(M_m)_L, (M_r)_Lについても母材の係数(M)_{YCSL}で正規化している。これより、図-2では軽量土の一軸圧縮強さが $q_u \approx 2 \text{ kgf/cm}^2$ と一定の場合、最大応力状態の係数(M_m)_L、残留応力状態の係数(M_r)_Lは初期間隙比(e_0)_Lの増加に伴い直線的に低下し、軽量土の(e_0)_Lが母材の(e_0)_Vの2倍となると(M_m)_Lは(M)_{YCSL}の7割、(M_r)_Lは(M)_{YCSL}の8割となることがわかる。一方、図-3では軽量土の初期間隙比が $e_0 \approx 2.4$ と一定の場合、係数(M_m)_L、(M_r)_Lは q_u の増加に伴い直線的に増加することがわかる。

次に、係数 α_m について α_m を図

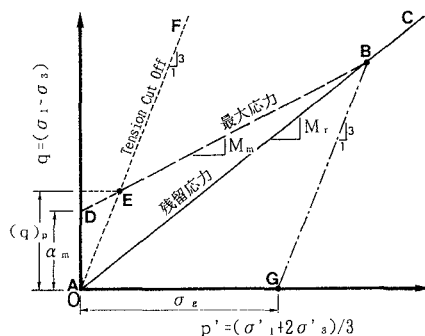


図-1 軽量土の破壊基準

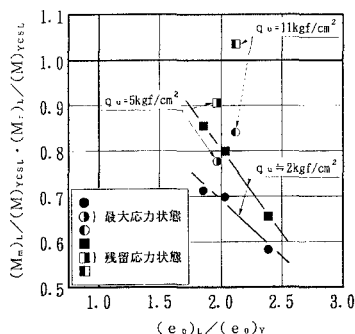


図-2 係数 M と e_0 の関係

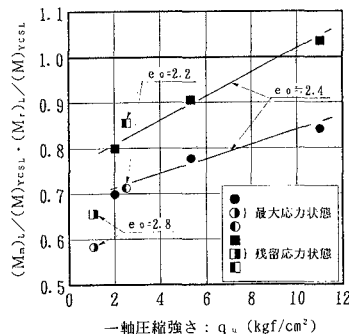


図-3 係数 M と q_u の関係

－1に示す式(1)の破壊線とTension Cut Off線の交点Eの q 軸の値(q_p)とし、(q_p)と軽量土の一軸圧縮強さ(q_u)の関係を示すと図－4のようになり、(q_p)と q_u の関係は、

$$(q)_p = q_u \text{ ----- (3)}$$

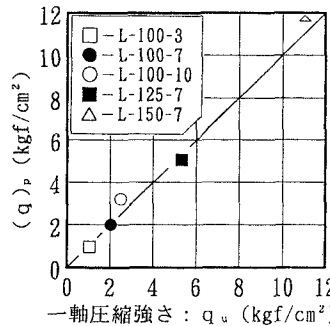
で表される。また、(1),(2)式が交差する点Bの排水経路の初期の点Gに相当する p' 軸の値(σ_g)と圧密降伏応力(σ_y)の関係を示すと図－5のようになり、 σ_g と σ_y の関係は、

$$\sigma_g = \sigma_y \text{ ----- (4)}$$

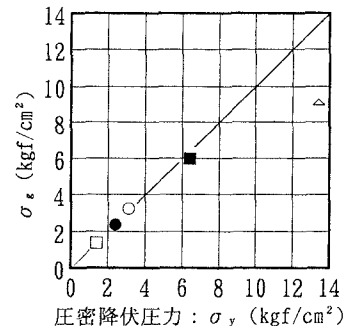
で表される。そして、軽量土の圧密降伏応力(σ_y)と一軸圧縮強さ(q_u)の間には一次的な関係があることが知られており⁴⁾、 σ_y と q_u の関係は、

$$\sigma_y = 1.2q_u \text{ ----- (5)}$$

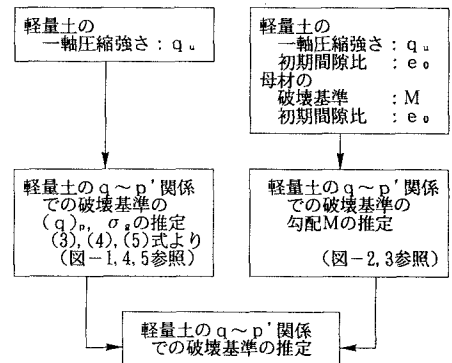
で表される。



図－4 (q) $_p$ と q_u の関係



図－5 σ_g と σ_y の関係



図－6 軽量土の破壊基準推定法

3. 軽量土の破壊基準の推定方法

前章より、軽量土の $q \sim p'$ 関係での破壊基準を推定する方法は図－6に示すように、軽量土の一軸圧縮強さ(q_u)が求まる

ことによって(3),(4),(5)式より軽量土の $q \sim p'$ 関係（図－1）での破壊基準の(q) $_p$ と σ_g が求まり、軽量土の q_u 、初期間隙比(e_0)、母材の破壊基準、初期間隙比(e_0)が求まることにより図－2, 3から軽量土の $q \sim p'$ 関係での破壊基準の係数 M が求まる。したがって、軽量土の $q \sim p'$ 関係での破壊基準が推定されることになる。

4. まとめ

以上のことから本研究をまとめると、

(1) 軽量土の最大応力および残留応力状態の破壊線の係数 M は q_u が一定であれば、 e_0 が増加すると直線的に低下する。一方、 e_0 が一定であれば、 q_u が増加すると直線的に増加する。

(2) 軽量土の $q \sim p'$ 関係での破壊基準は図－1に示すようになり、図中の点E, Gに相当する(q) $_p$ 、 σ_g は一軸圧縮強さより決定できる。

(3) 上記のことから、軽量土の $q \sim p'$ 関係での破壊基準は軽量土の一軸圧縮強さ、初期間隙比、母材の破壊基準、初期間隙比がわかれば推定できる。

本研究で対象とした軽量土は気泡の混入率のみを変化させた場合の成果であり、今後、母材の種類、セメント量等の変化させた場合についてもデータを収集し検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1)たとえば、及川ほか：岸壁背後土圧軽減のための各種セメント処理土の特性、セメント系安定処理土に関するシンポジウム 発表論文集, pp.103-110, 平成8年2月, 地盤工学会
- 2)矢島ほか：気泡を混入した軽量土のせん断特性, 土木学会論文集, No.499/Ⅲ-28, pp.197-205, 1994.9
- 3)善ほか：事前混合処理法による処理土の強度・変形特性, 港湾技術研究所報告, 第29巻, 第2号, pp.85-118, 1990.6
- 4)矢島ほか：飽和軽量土のせん断特性への気泡混入率の影響, No.511/Ⅲ-30, pp.173-180, 1995.3