

(III-5) 全沈下量と有効応力経路

群馬大院 学○川浦文子 (機建設企画C 正 白子博明
金沢工大 正 外崎 明 東海大 正 赤石 勝

1. まえがき

局所荷重を受ける軟弱地盤の全沈下量は、せん断変形に伴う即時沈下量と間隙水の排出による体積変形に伴う圧密沈下量の和として求められる。^{1),2)} 沈下量の算定に用いる土質定数は、一般的に地盤内有効応力変化量の中央付近の有効応力に対応する値が採用される。しかし、有効応力変化量が等しくとも圧密中の有効応力経路の違いは、全沈下量の大きさに影響すると考えられる。

この報告は、修正 Cam Clay Model を用いた数値計算から、有効応力変化量を等しくした有効応力経路の異なる三軸供試体の非排水そして排水せん断によって発生する軸ひずみ量を全沈下量と想定して現行設計法の全沈下量算定法の考え方を検討した。

2. 土質定数と計算法

修正 Cam Clay Model と仮想粘塑性法を用いた三軸試験の再現計算に採用した土質定数を Table-1 に示した。また、平均有効応力 p' によって変化する弾性係数 E は、式(1)から求めた。

全ひずみ増分 $\delta \epsilon$ は、弾性ひずみ増分 $\delta \epsilon^e$ と粘塑性ひずみ増分 $\delta \epsilon^p$ の和と仮定し、粘塑性ひずみは、式(2)で表される粘塑性流動則から計算した。

ここに、 F と $Q(F)$ は修正 Cam Clay Model の降伏関数と塑性ポテンシャル、 γ は時間効果を考えないため任意の定数(この報告では、1 とした)である。

応力制御試験：土要素に全応力増分 $\delta \sigma$ を作用させ、対応する弾性ひずみ増分 $\delta \epsilon^e$ を計算する。非排水条件の場合は、その前に式(3)より間隙圧増分 δu を計算し、有効応力増分 $\delta \sigma'$ の計算が必要である。

ここに、 δp は平均応力増分、 K は体積弾性係数、 δv^p は粘塑性体積ひずみ増分である。

ひずみ制御試験：全ひずみ増分 $\delta \epsilon$ によって載荷されるが、当初粘塑性ひずみはゼロで、弾性ひずみ増分は全ひずみ増分に等しい。弾性ひずみ増分によって計算された有効応力増分によって粘塑性ひずみ増分が計算されると、その分弾性ひずみ増分は減少させる。 $F=0$ となるまで粘塑性ひずみが計算される。非排水条件の場合は、式(4)より平均有効応力増分を求め、間隙水圧増分は式(5)から計算する。

ここに、 δv は全体積ひずみ増分である。

3. 計算結果と考察

Fig. -2 の有効応力経路図に示すように c 点 (1.5 kgf/cm²) 等方圧密した供試体に排水せん断は、 c 点から軸方向応力のみ増加した。有効応力

Table-1 Cam Clay model parameters

λ	κ	ϕ (degree)	E (kgf/cm ²)	ν	e_0^*
0.200	0.030	36.5	107	0.288	1.519

* Effective mean stress $p_0 = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$

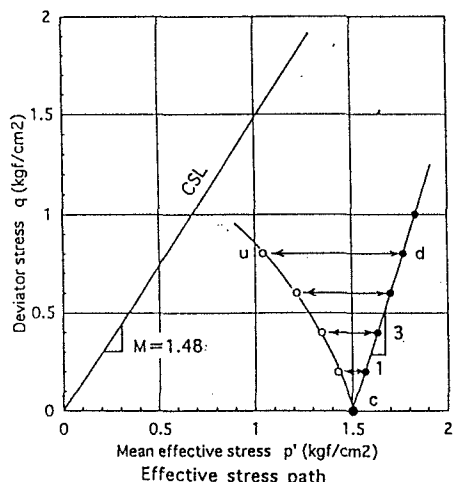
$$E = 3(1-2\nu)(1+e_0)p' / \kappa \quad (1)$$

$$\delta \epsilon^p = \gamma \langle F \rangle \partial Q / \partial \sigma' \quad (2)$$

$$\delta u = \delta p + K \cdot \delta v^p \quad (3)$$

$$\delta p = K(\delta v - \delta v^p) \quad (4)$$

$$\delta u = \delta p - \delta p = \delta q/3 - K(\delta v - \delta v^p) \quad (5)$$



は od 線上にある。また、非排水条件で軸方向応力のみ増加させた場合の cu 線上の有効応力から排水条件に変更し共通の有効応力増分とした。共通の有効応力増分では有効応力経路の違いとひずみの関係を調べた結果が Fig.-3 と Fig.-4 である。非排水せん断後に排水条件にして大きな有効応力比 $\eta (=q/p')$ を経験した供試体の方が体積ひずみ、軸ひずみとも大きい。Fig.-5 の A 点で異方圧密後排水条件下で最大応力比 η_{max} 1.3-0.62 の範囲で軸方向有効応力が等しくなる BC 線まで载荷、その後半径方向有効応力を増加し、最終的な有効応力を B 点とした場合の有効応力経路の違いとひずみの関係を調べた結果が Fig.-6 である。Fig.-2 の計算と同様大きな有効応力比を経験した供試体ほど体積ひずみ、軸ひずみとも大きくなる。Fig.-5 の計算の方が有効応力経路の違いが軸ひずみにおよぼす影響が大きい。両計算結果の軸ひずみを局所载荷を受けた軟弱地盤の全沈下量と考えると全沈下量の予測には異方圧密中の有効応力経路を適切に評価する必要がある。

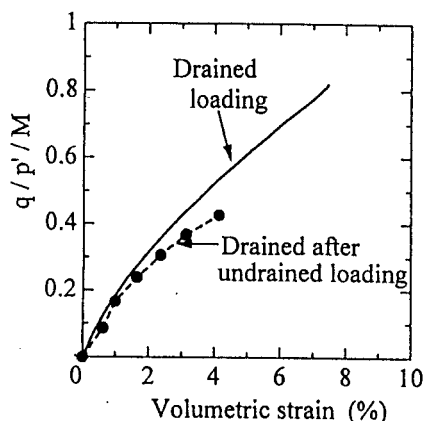


Fig.-3 Calculated volumetric strain for anisotropic consolidation test

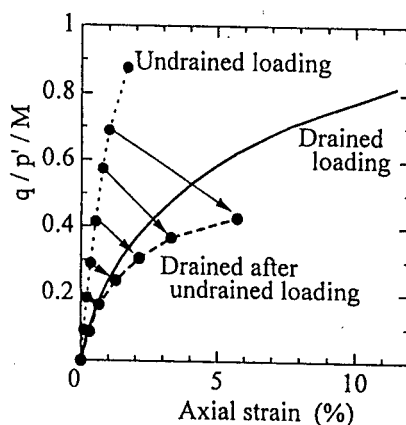


Fig.-4 Calculated axial strain for anisotropic consolidation test

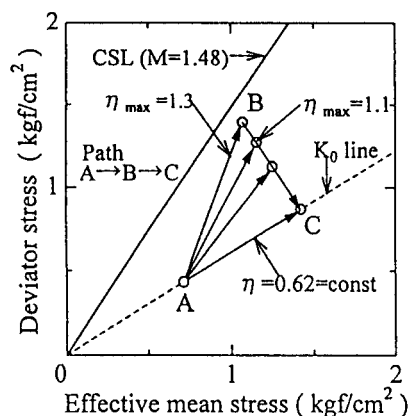


Fig.-5 Effective stress path

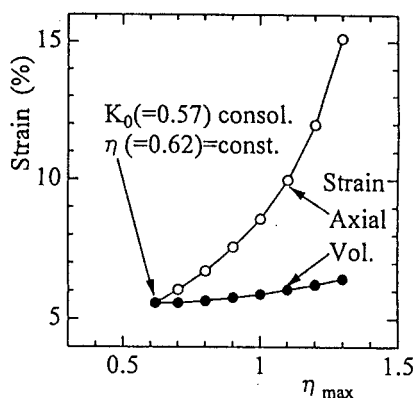


Fig.-6 Relations of stress ratio and strain

4. むすび

局所载荷速度が極端に緩速でない限り軟弱地盤内各地点の有効応力経路は、 K_0 線から離れ限界状態線近づき、全沈下量は現行設計法による予測より大きくなると思われる。今後室内試験ならびに現場観測データによる検討が必要である。

参考文献

- 1). 日本道路協会：「道路土工 軟弱地盤対策工指針」，日本道路協会（昭和 61 年）
- 2). Skempton, A. W. and Bjerrum, L.: A Contribution to the Settlement Analysis of Foundation Clay, Geotechnique, Vol. 7 (1957) pp. 168-178