

III-437 Weald clay の C U 試験結果より得られる降伏曲線の考察

鹿兒島大学工学部 学 〇赤塚芳弘
同 上 正 三隅浩二

1. はじめに

カムクレイモデル¹⁾では C U 試験は限界状態パラメータ M を決めるために実施されるが、本報告では、C U 試験よりさらに降伏曲線の形までも決定することができることを示す。Weald clay の三軸試験結果はカムクレイモデルを誕生させた有名な実験データである。ここでは、Weald clay の C U 試験結果を解析して降伏曲線の形を考察している。

2. ダイレイタンスー挙動より決定される降伏曲線の考察

正規圧密粘土の体積ひずみ ε_v は式(1)に示すように、平均有効主応力の変化によって発生する成分 ε_v^o と負のダイレイタンスーの成分 ε_v^d の和で表すことができる。まず ε_v^o は圧縮指数 λ を用いて式(2)で求められる。ここに p_{v0} は等方圧密完了時の p' の値すなわちせん断開始時の硬化パラメータを意味する。一方 ε_v^d は塑性ひずみ増分比 ϕ と応力比 η' の関係が未知であるとき式(3)で表されるが、先に ε_v^o が得られていれば $\varepsilon_v^d = \varepsilon_v - \varepsilon_v^o$ より間接的に求めることができる。 $\varepsilon_v^d \sim \eta'$ 関係が得られれば式(4)に示すように、限界状態($\eta' = M$)における勾配 $d\varepsilon_v^d/d\eta'$ を測ることによりパラメータ $D = (\lambda - \kappa)/(1 + e_0)/M$ を求めることができる。また、 $\phi \sim \eta'$ 関係は式(5)より決定できる。さて、式(6)は ϕ と η' の関係が未知であるときに成り立つ降伏曲線の形を表す式である。 p_y' は $\eta' = 0$ のときの降伏曲線の p' の値で硬化パラメータである。式(3)を考慮すれば $q/p_y' \sim p'/p_y'$ 関係は結局 D , M , ε_v^d より決定することができる。以上の議論は C D 試験でも C U 試験でも一般的に成り立つ。今回の C U 試験の解析に対しては $\varepsilon_v = 0$, $p' = p - u$ と置いている。

表1に Weald clay の C U 試験結果²⁾から読み取られた概略のデータを示す。参考文献3に掲げられた4点のデータに今回新しく読み取った3点のデータを追加している。欄外の λ は等方圧密段階の正規圧密曲線より得られた値である。 M は Schofield らの主張する値を採用している。図1のプロットは表1のデータを使って求められた $\varepsilon_v^d = -\varepsilon_v^o$ ($\because \varepsilon_v = 0$) の挙動を示している。ラインは実験公式、式(7)をプロットにあてはめた結果を示す。この図より限界状態時に D が得られる。 D , M , e_0 , λ より式(4)を用いて $\kappa = 0.047$ が得られる。図2は降伏曲線の形を示している。図中にはカムクレイモデルの降伏曲線も示している。これより Weald clay の挙動はカムクレイモデルに従っていないことがわかる。どちらかといえばモディファイドカムクレイモデルに近い形を示している。

3. おわりに

体積ひずみはオイラーひずみでなくラグランジュひずみを考えているが、降伏曲線の形はどちらを考慮しても関係なく同一のラインが得られる。なお今後は、降伏曲線の逆算を通じて応力径路依存性について考察してゆきたい。今回割愛したせん断ひずみデータの解析は他の機会に紹介したい。

参考文献

- 1) Schofield, A. and Wroth, P.: Critical State Soil Mechanics, McGRAW-HILL, pp. 89-166, 1968.
- 2) Bishop, A. W. and Henkel, D. J.: The Measurement of Soil Properties in the Triaxial Test, Edward Arnold, London, 1962.
- 3) 石原研而, 木村孟: 土木工学体系8土質力学, 彰国社, pp. 93-95, 1980.

表1 Weald clay のCU試験結果

間隙比 e	軸差応力 q (kgf/cm ²)	間隙水圧 u (kgf/cm ²)	平均有効主応力 p (kgf/cm ²)
0.64	0.00	0.00	2.12
0.64	0.30	0.19	2.03
0.64	0.60	0.42	1.90
0.64	0.90	0.70	1.72
0.64	1.00	0.80	1.65
0.64	1.15	1.00	1.50
0.64	1.22	1.12	1.41

$$G_s = 2.75, \quad \lambda = 0.109, \quad M = 0.865$$

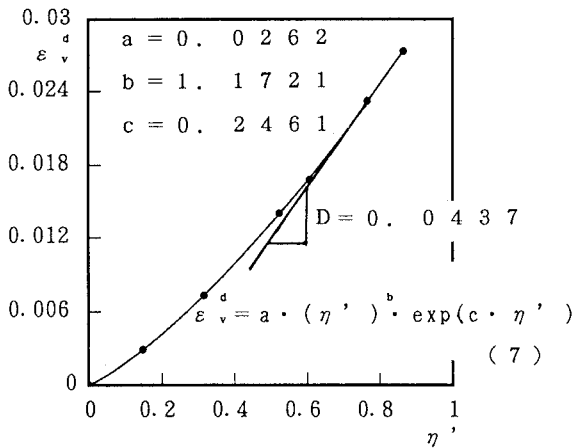


図1 ダイレイタンスー挙動

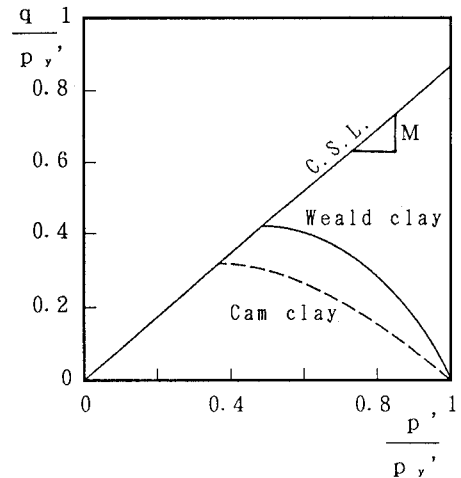


図2 降伏曲線の形

$$\varepsilon_v = \varepsilon_v^c + \varepsilon_v^d \quad (1)$$

$$\varepsilon_v^c = \frac{\lambda}{(1 + e_0)} \ln \frac{p'}{p_{v0}}, \quad \varepsilon_v^d = \frac{\lambda - \kappa}{1 + e_0} \int_0^{\eta'} \frac{d\eta'}{\phi + \eta'} \quad (2)$$

(3)

$$\frac{d\varepsilon_v^d}{d\eta'} \text{ at } \eta' = M = D, \quad \phi = \frac{DM}{\frac{d\varepsilon_v^d}{d\eta'}} - \eta' \quad (4)$$

(5)

$$\frac{p'}{p_v'} = \exp \left(- \int_0^{\eta'} \frac{d\eta'}{\phi + \eta'} \right) = \exp \left(- \frac{\varepsilon_v^d}{DM} \right) \quad (6)$$

$$\frac{q}{p_v'} = \frac{p'}{p_v'} \cdot \eta'$$