

九州産業大学 正 員 石 堂 稔

○ 関 直三郎

野間 明 義

1. はじめに 地盤工学、土質力学の分野へ有限要素法を適用する場合、地盤内の初期応力状態をどのように定めるか、土の力学的、構造的な性質をどのように数式的に表現するか、問題点が多い。一般に土は弾塑性の挙動を示す。通常、土の弾性的な部分は小さいものと無視することが多い。しかし、微小変形や拘束圧に対し、外力が小さい時の変形と扱ったり、繰返し載荷時の変形を取り扱う場合は、弾性的部分がむしろ塑性部分を示すより大きなウェイトを占めるように思われる。ここでは、相馬砂及びシラスの応力-ひずみ特性について実験考察したものである。

2. 実験概要 乾燥した相馬砂、城山産のシラスを用い、圧密排水条件下で、三軸圧縮試験を行った。諸元を示すと下表のようになる。

	相馬砂	シラス(城山)
比重 G_s	2.644	2.38
有効径 D_{10}	0.6	0.027
均等係数 C_u	1.26	10.2
初期閉ゲキ比 e_0	0.86, 0.82, 0.76, 0.70, 0.65, 0.60	1.64, 1.50, 1.38, 1.26, 1.16
初期乾燥密度 γ_{d0}	1.42, 1.45, 1.50, 1.55, 1.60, 1.65	0.9, 0.95, 1.00, 1.05, 1.10

3. 応力-ひずみ曲線 実験結果から代表的な曲線が図-1, 2のように示される。

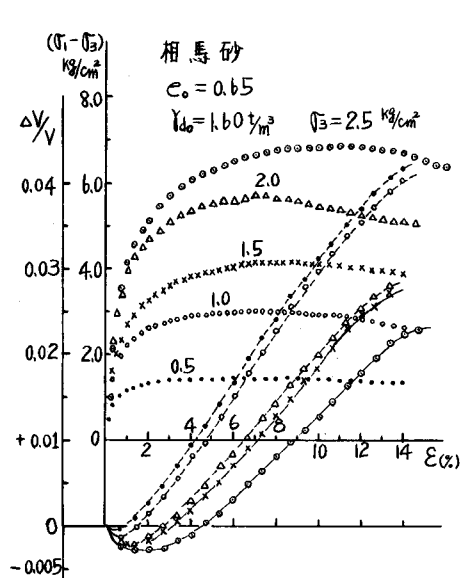


図-1. 相馬砂

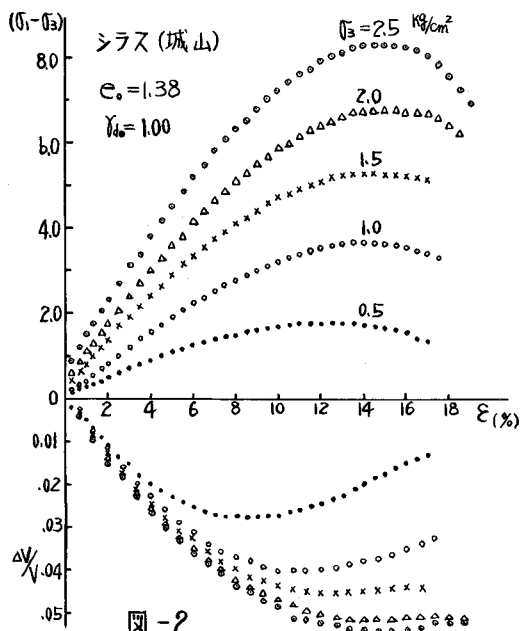


図-2.

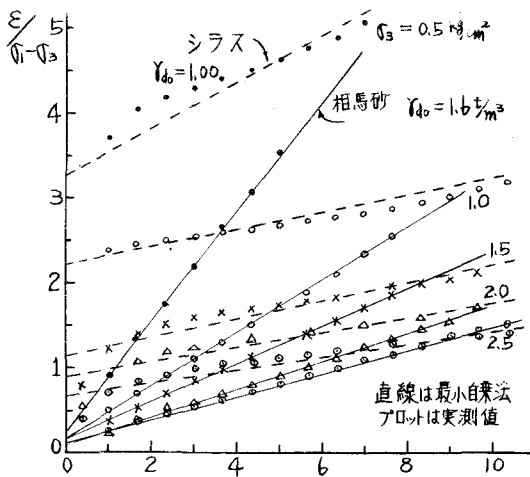


図-3 Kondner の表示法による ε / σ_3

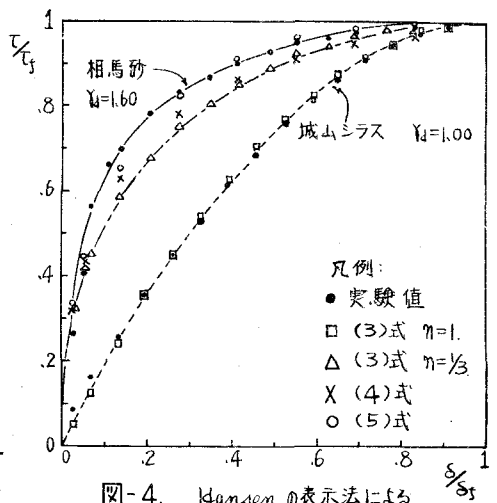


図-4. Hansen の表示法による τ / τ_3

Kondner が提案した応力-ひずみ曲線の双曲線表示法 $\sigma_1 - \sigma_3 = \varepsilon / (a\varepsilon + b) \dots\dots (1)$

$\varepsilon / (\sigma_1 - \sigma_3) = a\varepsilon + b \dots\dots (2)$ に従い、縦軸が $\varepsilon / (\sigma_1 - \sigma_3)$ 、横軸が ε の座標上に応力-ひずみの関係をプロットすると、 a, b が σ_3 がわかれば一本の直線に近似できる。(図-3)

他方、Brinch Hansen の表示法によると、図-4 のように描ける。但し、 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ を τ 、 ε を δ と表示する。すなわち、Hansen の終局式を示すと、 $\tau / \tau_3 = (\delta / \delta_3) + (\delta / \delta_3)^\eta - (\delta / \delta_3)^{\eta+1} \dots\dots (3)$ と、 η を 1, 1/2, 1/3 とすると、それぞれの上の種類の適合した $\tau / \tau_3 \sim \delta / \delta_3$ 曲線が描けるとして、 $\eta = 1$ のとき「soft clay」、 $\eta = 1/2$ で「loose sand」、 $\eta = 1/3$ のとき「dense sand」に合致していることを述べている。更に、Hansen が推し進めた式を示すと、 $\tau / \tau_3 = \sqrt{[4\delta / (3\delta + \delta_3)]} \dots\dots (4)$

$\tau / \tau_3 = 2 \sqrt{\delta \delta_3 / (\delta + \delta_3)} \dots\dots (5)$

これらと我々の実験値と比較すると、相馬砂については、(5) 式がかなりの近似とみせ、シルスは (3) 式で $\eta = 1$ としたときとに匹敵する。これは ε, σ_3 を変えても、曲線はほとんど変わらない状態を示す。砂の場合、 $\delta = 0.05 \delta_3$ で $(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5 (\sigma_1 - \sigma_3)_s$ を示すのに対し、シルスは、 $\delta = 0.3 \delta_3$ で $(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5 (\sigma_1 - \sigma_3)_s$ と大きな差を生じている。砂は弾性度が高いことを示し、シルスはかなり粘土に近い曲線形になると言えよう。これから応力-ひずみ関係は、土粒子自体に受けることが多く、外的条件には、前述したことからほとんど影響されない。

4. あとがき 応力-ひずみ関係で土の物性表現を試みた。不十分なため、今後、ひずみ-体積変化関係も併せ考え、変形係数、ポアソン比、体積変化比等を表示したい。終りに本実験に尽力された平藤生、森本、柳の両君に対し、謝意を表するものである。

参考文献

江刺靖行 「砂レキの力学的諸定数の数式表示法」 電機中央研究所、研究報告 No. 69095.

J. Brinch Hansen 「Some Stress-Strain Relationships for Soils」

第6回土質と基礎工学の国際会議 II, (P.231~234) Canada 1965.