

京都大学工学部 正員 西原 晃
 兵庫県庁 藤田 宣久
 京都大学工学部 正員 太田 秀樹
 京都大学工学部 正員 畠 昭治郎

1. よえがき

異方圧密地盤の安定解析では非排水せん断強度の異方性が重要な問題となる。これまで、粘土の非排水せん断強度の推定とその安定解析への適用に関して一連の研究^{1),2)}を行い、異方圧密地盤における安定解析法を新しく提案している³⁾が、この安定解析法では圧密応力比とすべり面に沿うせん断強度の基準値として水平せん断面上の非排水せん断強度が重要である。水平せん断面上のせん断強度を求めるには直接せん断試験が考えられるが、応力比も含めて原位位置で水平せん断強度を求める方法としてベーン試験を利用する方法がある⁴⁾。このような観点からすでに正規圧密粘土におけるベーンせん断強度に関して考察を行つてゐるが、本報告ではさらに過圧密粘土に対して室内ベーン試験を行った結果について報告する。

2. 実験の概要

実験に用いた試料は練り返した福井粘土で、その物性を表-1に示す。実験方法は、まず始めに練り返した試料をモールド(内径150mm)内で2kg/cm²の上載圧のもとで圧密し、その後与えられた過圧密比まで膨潤する。膨潤が完了した後、試料に6本のベーンを差し込んで室内ベーン試験機(図-1)にセットし、膨潤時の上載圧で再圧密を行う。せん断は0.1°/secの回転速度で手動により行い、せん断中のトルクはベーン上端に取り付けたアームとロードセルにより測定している。実験に用いたベーンの寸法は表-2に示す6種類であり、それぞれ過圧密比1, 2, 4, 8に対して実験を行つた。なお、ベーン回転軸のフリクションは小さく考慮していない。

3. 実験結果および考察

ベーン上下端面および円筒形の側面におけるせん断応力をそれぞれ τ_v , τ_c とすれば、せん断時のトルクは次のように表される。

$$\frac{2M}{\pi D^2 H} = \tau_v + \alpha \tau_c \frac{D}{H} \quad (1)$$

ここで、D:ベーンの直径、H:ベーンの高さ、 α :ベーンの端面上のせん断応力分布によつて決まる定数で、矩形分布に対して $\alpha = 1/3$ 、楕円分布 $\alpha = 0.3$ 、三角形分布で $\alpha = 1/4$ の値をとる。

表-1 福井粘土の諸物性

Gs	2.75
LL %	68.7
PL %	22.8
PI %	45.9
Cc	0.292
Cs	0.071
Ko	0.49
ϕ' deg.	35.3

表-2 ベーンの寸法

D(mm)	H(mm)	D/H
20	40	0.5
20	20	1.0
20	13.3	1.5
20	10	2.0
15	15	1.0
15	7.5	2.0

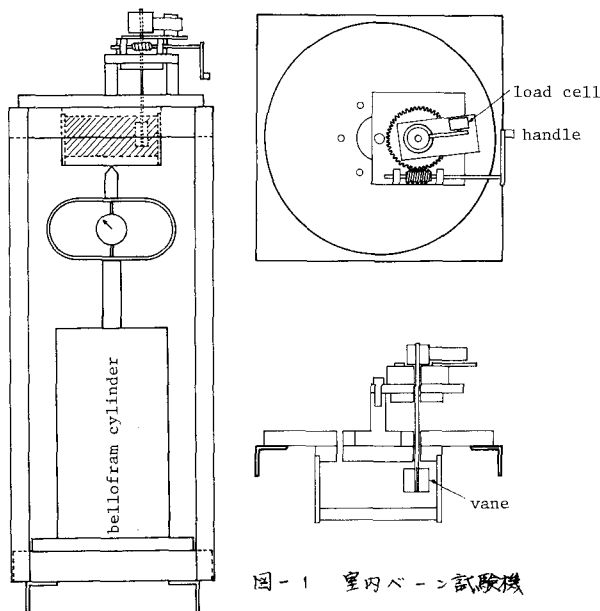


図-1 室内ベーン試験機

図-2は今回の実験結果を、縦軸に $(2M/\alpha H)/\sigma_{vi}$ 、 σ_{vi} : 膨程時の上載圧、横軸に D/H とってプロットしたものであり、式(1)より図-2の各直線の傾きが $\alpha \tau_H/\sigma_{vi}$ 、切片が τ_v/σ_{vi} を与える。表-3は図-2より得られた結果をまとめて示したものである。ただし τ_H を求めるにあたっては $\alpha = 1/3$ (矩形分布)としている。また(5)欄は慣用の計算式($\tau = \tau_v = \tau_H$, $\alpha = 1/3$)によって求めたベーンせん断強度を表している。

正規圧密粘土の場合、ベーンの τ_H と τ_v の比 τ_v/τ_H は静土圧係数に依存する。^{5),6)} 表-3の(6)はそれぞれの過圧密比における K_0 値を示しているが、過圧密粘土の場合、 K_0 値が過圧密比とともにかなり増大するにもかかわらず、 τ_v/τ_H の値はほとんど一定である。また軸試験⁷⁾などでは鉛直および水平方向に圧縮する場合の強度比は過圧密比が大きくなるにつれて1に近づくと、いう結果も報告されているが、今回の実験ではそのような傾向は見られない。

図-3は各せん断強度の値を過圧密比に対してプロットしたものであり、等体積一面せん断試験の結果も合わせて示している。同図より、 $\alpha = 0.3 \sim 1/3$ とすればベーンせん断試験から求められる τ_H が非排水一面せん断強度にほぼ等しくなることが知られる。安定解析例^{3),8)}によれば直接せん断強度は、翼方圧密地盤の安定解析において1つの基準値となり得る値である。今回の実験結果は過圧密地盤においても、ベーンの寸法を変えて試験を行うことにより、原位置で直接せん断強度を求めることができる可能性を示しているといえる。また図-3より過圧密比が4までの軽い過圧密粘土に対しては、ベーン試験から求めるせん断強度はいずれも、過圧密比と両対数紙上でほぼ直線関係にあることがわかるが、このような実験結果は他のせん断試験から求められる非排水せん断強度に関しても報告されている。

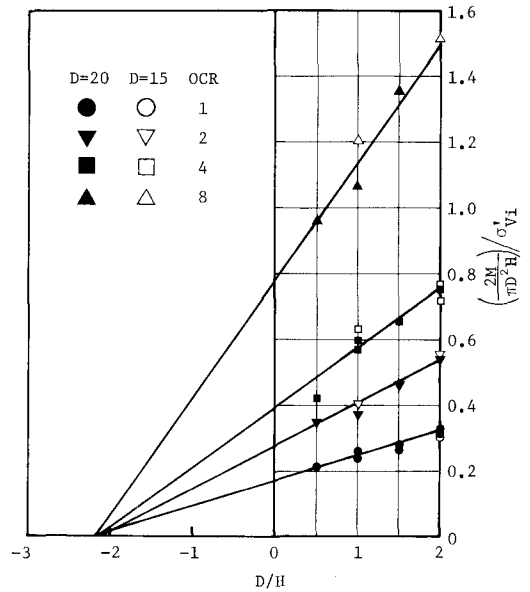


図-2 ベーンせん断試験結果の解析

表-3 ベーンせん断試験結果

OCR	(1) τ_v/σ_{vi}^*	(2) $\tau_v/\alpha \tau_H$	(3) τ_H/σ_{vi}^*	(4) τ_v/τ_H^*	(5) τ/σ_{vi}^*	(6) K_0
1	0.18	2.2	0.24	0.73	0.19	0.49
2	0.27	2.15	0.37	0.72	0.31	0.74
4	0.40	2.1	0.57	0.70	0.46	1.05
8	0.78	2.2	1.06	0.73	0.86	1.40

* $\alpha = 1/3$

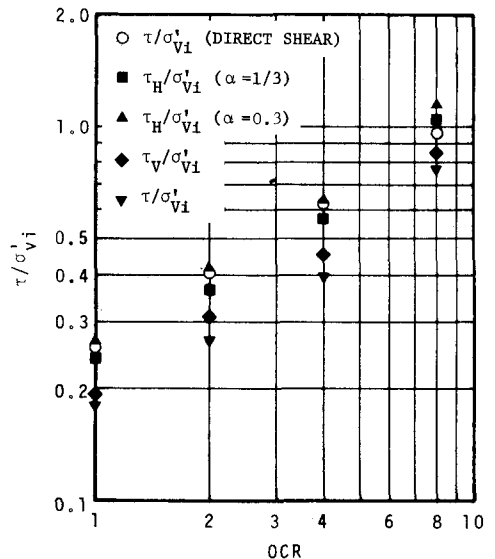


図-3 ベーンせん断強度と過圧密比の関係

1) 太田・西原・畠(1980), 第15回土質工学研究発表会, 449-452

2) 山下・西原・太田・畠(1981), 第16回土質工学研究発表会, 321-324

3) 畠・太田・西原・藤田(198), 第1回土質工学研究発表会

4) Aas(1965), 6th ICSMFE, Vol. 1, 141-145

5) 柴田(1967), 土木学会論文報告集, 第138号, 39-48

6) 藤田・畠・西原(1982), 第37回土木学会, 209-210

7) LADD, FOOT, ISHIIHARA, SCHLOSSER and POULOS(1977),

9th ICSMFE, Vol. 2, 421-494

8) LADD and FOOT(1974), ASCE, Vol. 100, GT7, 763-786