

Ⅲ-17

ベーンせん断試験時のベーン周囲の土の変形について

東海大学土木工学科	正会員	綿引 恵一
東海大学大学院		勝浦 和人
東海大学大学院		小林 正人
東海大学大学院	学生会員	川崎 亨

1. はじめに

筆者等は、土のコンシステンシーに関する研究を行い、その一部を発表している^{1),2)}。それらの報告において、土のコンシステンシーと強度の関係を求めるために、ほぼ飽和している粘性土の強度を求める方法の中で、軟弱な土に対して用いられる事の多いベーンせん断試験を行った。ベーンせん断試験については非常に多くの研究が行われているが、まずASTMのSTP1014を代表的な資料として示す³⁾。このSTPの内容は多岐にわたるが、概念的に示せば、ベーンせん断試験によって得られた抵抗値は、いかなる条件下における土の強度なのか、ベーンの周辺土はどのような応力状態、ひずみ状態にあるのか、ベーンせん断と他の強度試験から得られた強度との間には、どのような関係があるのか、などに関するものと、ベーンせん断試験装置、方法に関するものが主流を占めている。次に、ベーンせん断試験の理論的モデルを構築する試みの一つとして、Morris等の研究がある⁴⁾。ベーン貫入時の土の乱れは無い、回転速度の影響は無視する、その他、有効応力や間隙水圧に関するいくつかの仮定、さらに破壊面形状、破壊領域などに関する仮定などを行い、ベーンせん断によって得られる抵抗力と土の強度を関係づけている。ベーンせん断強度とコンシステンシーの関係を吟味した研究の成果が田中によって示されている⁵⁾。まずBjerrumの補正係数についての考察を行い、最終的には I_p とベーンせん断強度との関係について詳細な検討を行い結論を導いている。以上に述べたように、ベーンせん断試験についての研究は多く、その結果も多岐にわたっている。筆者は、ベーン周囲の土がベーンの挿入、回転に伴い、どのように変位するのかが、ベーンの強度を理解する上で大きな要因となると考えた。このような試みは、上述したASTMのSTPにM.Roy等やP.L.M.Veneman等が研究の成果を示している。しかし破壊面の形状や変位の範囲が、筆者等の過去の実験時に見られた状態と異なるように思えたので、今回は非常に初歩的な方法ではあるが、ベーン周囲の土の変位について観察を行い、その結果を報告する。

2. 試料、供試体、実験方法など

試料は、カオリン粘土 ($\gamma_s=2.73 \text{ g/cm}^3$, $PL=31\%$, $LL=51\%$) を用いた。初期含水比50%で十分に練り返し厚さ5mm、一辺10cmの板状にしたものを20数枚作成する。この時、半数には食紅で色を付けておく。これを冷凍して固まった状態にしたものを一辺10cmの立方体の容器の中に色の付いたものと付いていないものとを交互に積み重ねた後、冷蔵庫中で解凍したものを供試体とする。積み重ねの方向は水平に順次積み重ねたもの（縦層が水平で上下方向の変位の観察：横層）と、それとは直角の方向に層を作ったもの（回転時の水平方向の土の変位の観察：縦層）の2種類とする。

ベーンは、一枚の羽の大きさが幅1cm、高さ4cmのものを用いた。このベーンを供試体にベーン上部が供試体表面から3cmの深さになるまで挿入し、ゆっくりと回転し、回転角とトルクの関係を求め、変位を観察する数点を選定する（本報告では、縦層で、回転角0、20、40、50、70、90度。横層で0度）（図-1参照）

供試体を準備し、ベーンを挿入し、選定した所定の回転角までベーンを回転し、そのままの状態でも凍結する。供試体を容器から取り出し、観察する面まで削り出す。

縦層では水平に切断し、断面の写真を撮る。切断位置はベーンの上端から1cm上、ベーン上端、ベーン中央、ベーン下端、ベーン下端の1cm下の5断面である。

横層では、切断面は鉛直面となる。位置はベーンの軸から4cm、2cm、1cm、0cmの4断面とし写真を撮る。

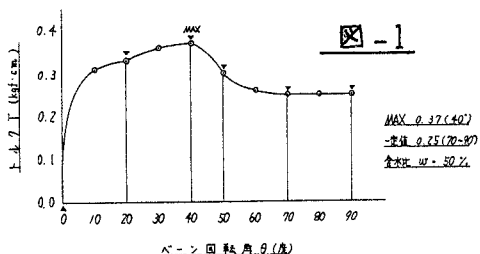
3. 結果

得られた結果の一部を、写真-1の(A)(B)および図-2の(A)(B)（以上、横層の結果）と、図-3の(A)(B)(C)(D)（縦層の結果）に示す。

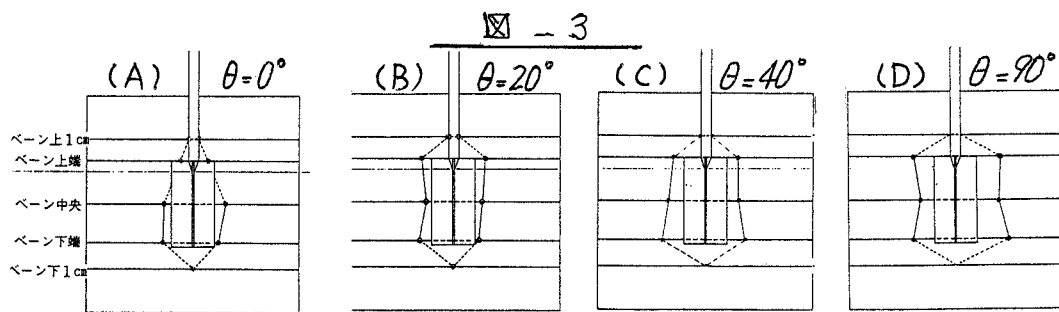
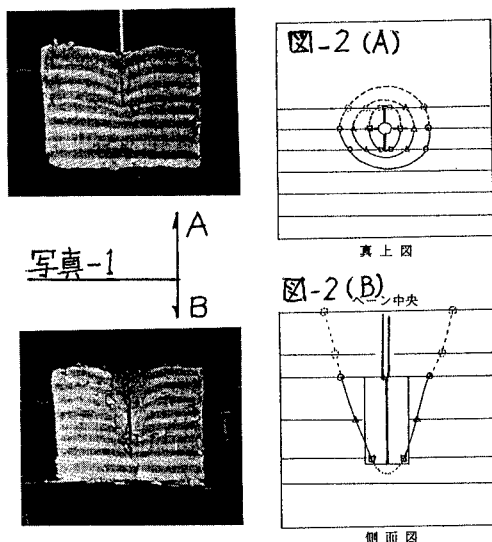
写真-1は、ベーンを挿入した時の変位を示している。(A)は、ベーンの軸から1 cm離れた位置で(B)は、ほぼベーンの軸の位置における状態であるが、ベーン周囲の土のベーンの挿入による変形が明確に示されている。図-2の(A)(B)は、写真から変位が明確に生じた位置を示したものである。ベーンの挿入によって、迂り破壊面的に土が変位し、乱されている様子が示されている。

図-3は、ベーンの回転に伴うベーン周囲の土の変位を、図-2と同様に写真から読み取った結果を示したものであり、(A)(B)(C)(D)は各々回転角が0、20、40、90度の時のものである。ベーンの下半分においては、回転していない状態においても水平方向に変位が生じている。回転角の増加に伴い、ベーン周囲に生じる変位の領域は増加している。最大抵抗トルクを示す40度と残留安定状態に到達した90度を比較しても、変位が生じる領域が増大していることがわかる。

今後、試験法を検討して、より詳細な観察、計測を継続してゆく予定である。



横層 内部断面の影響範囲



- 1) 綿引恵一：カオリン粘土のコンシステンシーに関する考察：東海大学紀要工学部，Vol.32, No.1, 1992 pp.161-169
- 2) カオリン粘土に対するフォールコーン試験とベーンせん断試験の結果とその比較 第48回発表講演集（川崎共著）1993：紙を混合した土に対するフォールコーン試験とベーンせん断試験の比較第49回発表講演集（川崎共著），1994：フォールコーン試験とベーンせん断試験の比較（カオリン粘土と砂の混合土に対して），第29回発表講演集（川崎共著）1994
- 3) A.F.RICHARDS edit. Vane Shear Strength Testing on Soils .ASTM . STP1014 .1988
- 4) P.H.Morris et. : A New Model of Vane Shear Strength Testing in Soils :Geotechnique Vol.43 No.3 , pp489-500 ,1993
- 5) H.TANAKA : VANE SHEAR STRENGTH OF JAPANESE MARINE CLAY AND APPLICABILITY OF BJERRUM'S CORRECTION FACTOR : SOILS AND FOUNDATION Vol.34 No.3 ,pp39-48 ,1994