

(株) 鴻池組 正員 大北 康治
 大阪大学工学部 正員 伊藤 富雄
 大阪大学工学部 正員 松井 保

1. まえがき

原位置ベーン試験によって得られた非排水せん断強度は、軟弱地盤上に築堤をする際の安定解析に用いるのに有効であると言われているが、そのせん断機構は十分解明されているとは言えない。前報告では、有効応力の立場に立ってベーン試験のせん断機構を解明しようと、せん断面上の間げき水圧と全応力とを同時に測定できる室内ベーンせん断装置を作製し、せん断面上の応力状態を実測した。しかし、ベーン試験のように応力状態が一様でない試験のせん断機構を、数箇所の実測値からのみ解釈することには多くの困難がともなう。

本報告では、有限要素法による解析値によって実測値の不十分な所を補い、また、実測値によって解析値の有効性を確かめ、ベーン試験のせん断機構を解明した。

2. 実験装置

実験装置および実験方法の詳細はすでに報告済みなので、ここでは使用したベーン羽根を図-1に示す。超小型の土圧計と間げき水圧計を埋め込んであり、図-1(b)に示す20個の取り付け溝に、4枚1組のベーンブレードを付け変えることによって、相対的に測定位置を変えるようになっている。

3. 解析方法

解析は平面ひずみ問題と仮定し、間げき水圧を考慮する方法で非排水解析を行った。応力-ひずみ関係は双曲線近似的を用い非線形弾性解析とした。解析領域はベーン羽根が90度の位相を持つことより1/4の部分を対象としている。図-2に要素分割と境界条件を示す。破線はせん断面の位置を示し、せん断面上の要素はせん断にともなう乱される効果を考慮し、その剛性を周囲の1/5に低下させている。斜線をほどこした要素はその剛性を非常に大きくして、ベーンブレード取り付け枠を考慮している。材料定数はカオリンのせん断強度をベーン試験で求め $C_u = 9.7 \text{ g/cm}^2$ とし、初期接線係数は、圧密非排水三軸試験から得られた、 $E_s/C_u = 176$ という関係を用いて $E_s = 17.066 \text{ kg/cm}^2$ とした。ポアソン比は $\nu = 0.33$ 、破壊比は $R_f = 0.94$ としている。

4. 実測値と解析値の比較および考察

図-3はせん断面上の過剰間げき水圧分布を比較したものである。実測はせん断速度を変えて 0.1 deg/sec と 1.0 deg/sec の2種類を行った。点線がせん断速度 0.1 deg/sec の実測値を示し、破線は 1.0 deg/sec の実測値を示している。なお、有限要素法による解析値は実線で示している。解析値・実測値ともに、ベーンブレードに押される側(圧縮側)では正の過剰間げき水圧が発生し、引張られる側(伸張

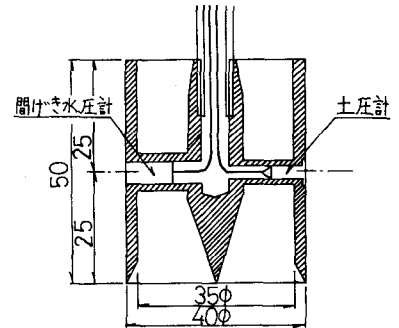


図-1(a) A-A断面図

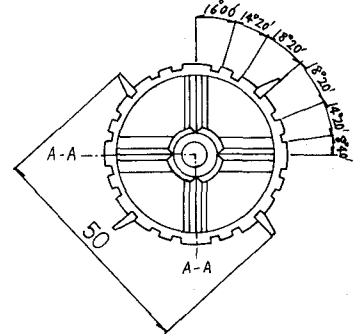


図-1(b) 平面図

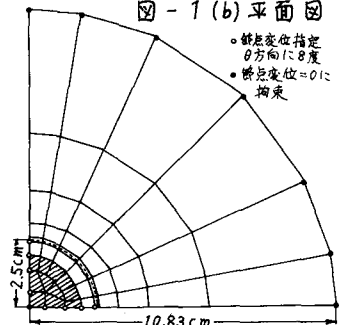


図-2

側)では負の過剰間けき水圧が発生し比較的良好一致している。

図-4は、せん断による直応力の増減のせん断面上の分布を示している。せん断速度が1.0dag/secのものの方が解析値とよく一致している。これは解析方法が非排水条件なので、せん断速度の早い方が解析条件に近いことによるものと考えられる。

図-5は、せん断による有効直応力の増減のせん断面上の分布である。せん断速度が1.0dag/secのものは圧縮側で有効直応力の増加・伸張側で有効直応力の減少が見られる。せん断速度の遅いものでは逆にになっている。解析値は余り実測値と一致していないが、有効直応力が直接求め得るパラメーターでなく、間けき水圧と全直応力のそれぞれの測定誤差の和を含んでいることを考えれば一応妥当な値を示していると考えられる。いずれにしても、有効直応力の増減を全せん断面にわたって平均すれば解析値も実測値もほぼ0になっているので、せん断による有効直応力の増減がせん断強度に与える影響は少ないものと思われる。

以上の解析値と実測値の比較によって、本解析法がベーン試験のせん断機構を解析するのに有効であるという事が確かめられた。

図-6は、せん断によって増加した最大および最小主応力の大きさとそれらの方向を図示したものである。この図から分かるように、せん断面から離れた所では、単純せん断に近い応力状態が生じ、せん断面付近では、ベーン羽根回転方向へ順に、圧縮→単純せん断→伸張といった応力状態が生じている。

一方、軟弱地盤上に築堤をする際の安定解析において、図-7のようにせん断破壊時の最大主応力が円現すべり面上で変化し、すべり方向へ順に、圧縮→単純せん断→伸張といった応力状態が生じている。この場合、各応力状態のせん断強度はそれぞれ異なったせん断試験によるねばならない。しかし、ベーンせん断試験の場合、実際のすべり面に対した応力状態と同様な応力状態が生じている。これは、安定解析にベーンせん断試験の結果を直接使用してもかなり有効であることに對する根拠を与えている。

なお、本研究は昭和49年度文部省科学研究費の補助を受けて行なわれたことを付記し謝意を表する。

(参考文献)

(1) Bjerrum, L; Embankment on Soft ground, Proc. A.S.C.E. Specialty Conf. Performance of earth and earth-supported structures, Vol. II, pp. 1~54 (1972) (2) 伊藤・松井・大北; 「ベーン試験のせん断機構に関する一実験」 関西支部 (1976) (3) Christian, J. T.; Undrained stress distribution by numerical methods, A.S.C.E. vol. 94, No. SM6 (1968)

