

現場受働土圧型せん断試験による礫質土地盤の強度定数の推定

名古屋大学 学生員○李 弘揆 正会員 大東憲二 正会員 植下 協

1. はじめに

従来から原位置において、地盤の力学特性を求める試みがいろいろとなされてきたが、試験装置の規模、供試体作製の手間などから礫質土地盤に適用できる簡便で有利な現場試験法があるとは言えない現状である。こうした事情に鑑み、著者らは、現場における礫質土地盤の強度定数 c 、 ϕ を求めるため、受働土圧型せん断試験を試みた¹⁾。この試験法は、地表面を水平に整えた後、30cmの深さに作業用トレンチを掘り、30cm×60cmの鋼製板をトレンチの鉛直壁にあてがい、水平方向に地盤を受働破壊させ、その破壊形状と破壊時の水平荷重から強度定数を逆算するものである。この試験法の結果を現場直接せん断試験の結果と比較したところ、この試験法の有効性を明らかにすることができたので報告する。

2. 受働土圧型せん断試験と土の強度定数との関係

強度定数を逆算する方法として、Rankineの受働土圧と全域対数線法による破壊面とせん断抵抗角 ϕ の関係

Rankineの受働土圧では、高さ H (m) の壁に作用する受働土圧合力 P_p (tf/m) は次式で表される。

$$P_p = \frac{\gamma_t H^2}{2 \tan^2(45^\circ - \phi/2)} + \frac{2cH}{\tan(45^\circ - \phi/2)} \quad \dots(1)$$

仮に単位幅当り P (tf/m) の水平荷重で、破壊面が図-1のように角度 θ で現れたとすると、せん断抵抗角 ϕ と粘着力 c は次式により求めることができる。

$$\phi = 2(45^\circ - \theta) \quad \dots(2)$$

$$c = \frac{P_p \cdot \tan^2(45^\circ - \phi/2) - \gamma_t H^2/2}{2H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)} \quad \dots(3)$$

ただし、Rankineの受働土圧は、鉛直壁と地盤との間に壁面摩擦がないことを仮定している。

全域対数線法による受働土圧²⁾ から強度定数 c 、 ϕ を求める方法は、壁面摩擦を考慮し破壊面の全域を対数線に近似させた受働土圧を利用する方法である。図-2において壁体の右側を対象地盤とし、この状態で壁体は右方に変位して、破壊面BCが発生すると考える。この破壊面は図中のO点を極として、 $r = r_0 \cdot e^{\omega \cdot \tan \phi}$ のような対数線に近似されると仮定する。この方法は、破壊面の形状にはせん断抵抗角 ϕ 、壁面摩擦角 δ が関係して、 ϕ が大きいほど破壊面の地表面上での長さACが長くなり、 δ が大きいほど破壊面BCの曲率が大きくなる。そして、強度定数 c 、 ϕ を求める際には、まず破壊面の形状からせん断抵抗角 ϕ を求め、次にそのせん断抵抗角 ϕ と受働土圧合力 P_p の関係から土の粘着力 c を決定する。

3. 試験結果および考察

今回の試験は、礫質土を盛土材料とした土地造成工事現場の2箇所(試験No.1, 試験No.2)に対して行った。このときの受働土圧合力 P_p は試験No.1では5.79tf/m, 試験No.2では5.00tf/mであった。また、シリコングリスを塗布したビニールシートを用いた載荷板と試験土塊との間の壁面摩擦角を室内試験で調べた結果、3°程度の値が得られた。

図-3(a),(b)には、実際の破壊面を平面に近似し、(2)式の θ を求めた結果を示す。その結果、試験No.1

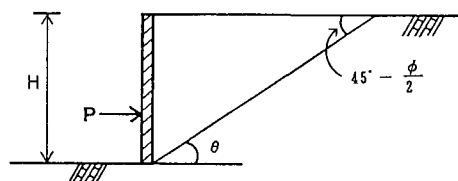


図-1 Rankineの受働土圧論による破壊面とせん断抵抗角 ϕ の関係

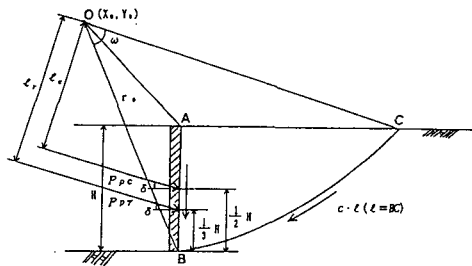


図-2 対数線法による受働破壊面

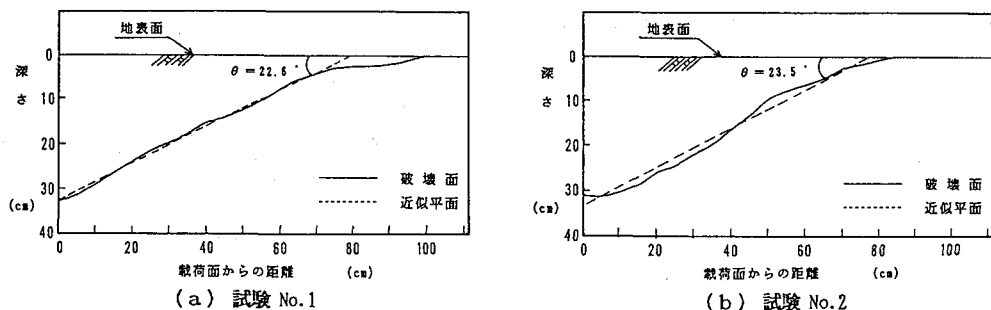


図-3 現場受働土圧型せん断試験の破壊面（鉛直壁中央1/3の平均）とRankineの受働土圧論による近似平面

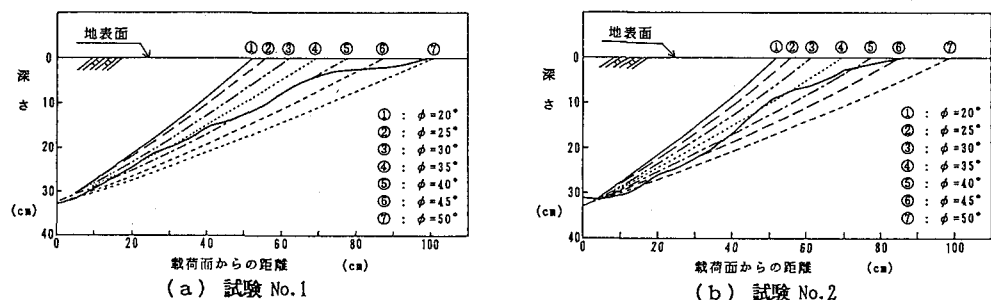


図-4 全域対数らせ線法 ($\delta=3^\circ$ の場合) による破壊面と現場受働土圧型せん断試験の破壊面との比較

ではせん断抵抗角 $\phi = 44.9^\circ$ ，粘着力 $c = 0.32 \text{ kgf/cm}^2$ ，試験No.2ではせん断抵抗角 $\phi = 42.5^\circ$ ，粘着力 $c = 0.28 \text{ kgf/cm}^2$ が得られた。

図-4(a),(b)には，壁面摩擦角 $\delta = 3^\circ$ の場合のせん断抵抗角 ϕ による全域対数らせ線破壊面図と実際の破壊面を示した。その結果，試験No.1と試験No.2でともに計算上の破壊面と実際の破壊面はあまりよく一致していないものの， ϕ は 40° ぐらいと読み取れる。次に， $\delta = 3^\circ$ と仮定して描いたせん断抵抗角 ϕ と粘着力 c と受働土圧合力 P_p の関係を示す図-5より， $\phi = 40^\circ$ と仮定して粘着力 c を求めると試験No.1では $c = 0.31 \text{ kgf/cm}^2$ ，試験No.2では $c = 0.27 \text{ kgf/cm}^2$ が得られた。

同じ箇所で行った現場直接せん断試験（現場供試体寸法：30cm×30cm×18cm）も行った。その結果，せん断抵抗角 $\phi = 43.1^\circ$ ，粘着力 $c = 0.62 \text{ kgf/cm}^2$ が求められた。

このように現場受働土圧型せん断試験から求めた ϕ と c を従来型の現場直接せん断試験による結果と比較してみると，現場受働土圧型せん断試験は全域対数らせ線法よりもRankine法で解析した結果の方が現場直接せん断試験とよく対応している。 c については現場受働土圧型せん断試験結果の方が現場直接せん断試験結果よりも小さいが，試験装置の条件から考えると，むしろ，現場直接せん断試験の c の方が過大な値を示していると思われ，受働土圧型せん断試験結果の方が安全側でもあり妥当な試験結果を示していると考えられる。

参考文献：1)中村吉男・李 弘揆・大東憲二：現場受働土圧型せん断試験の試み，土木学会第47回年次学術講演会，第Ⅲ部，pp. 760～761，1992。2)松澤 宏・山本省吾：全域対数らせ線法による粘着力と内部摩擦を有する土の地震時受働土圧，土木学会第36回年次学術講演会，第Ⅲ部，pp. 520～521，1981。

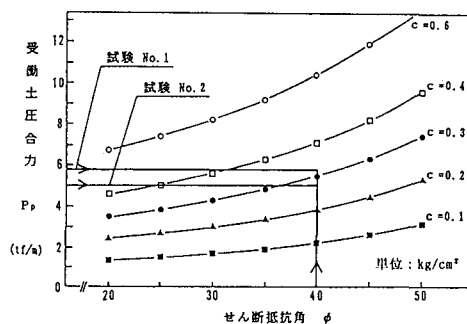


図-5 せん断抵抗角 ϕ と受働土圧合力 P_p の関係 ($\delta=3^\circ$ の場合)