

III-360

現場受働土圧型せん断試験の試み

株式会社 アイコ 正会員 中村吉男
 名古屋大学工学部 学生会員 李 弘揆
 名古屋大学工学部 正会員 大東憲二

1. まえがき

礫を含む土地の造成工事において、締固めた礫質土地盤の力学的性質の検討が必要となってきた。しかし、礫質土地盤から乱さない試料を採取することは簡単でなく、しかも粒径の大きな礫を含む礫質土の場合には、現在の土質試験法では、礫質土の力学的性質を正しく求めることは難しい。

本研究では、こうした実情に鑑み、原位置において簡便的に、かつ迅速に粘着力 c とせん断抵抗角 ϕ を求める方法として、Rankineの土圧論を解析に適用する新しい現場受働土圧型せん断試験を試行し、その試験結果と、原位置せん断箱（一面せん断）試験によって得た試験結果とを比較することで、この試験法の有効性について検討した。

2. 試験方法および試験装置の概要

今回の現場受働土圧型せん断試験は、礫質土の盛土によって造成された工場用地内の現場において行った。このせん断試験方法は、地盤を受働破壊させ、その破壊面の角度から強度定数 (c, ϕ) を求めようとするものである。試験装置の概略図は図1(a), (b), (c)に示す通りであり、現場において事前に供試体 (30cm×60cm×180cm) を整形し、フリクションカット板 (内側から順に、ウレタン系充填材、シリコングリスを塗布した2~3枚のビニルシート、ベニヤ板) を設置した後に溝を埋め戻した。載荷板 (鋼製, 30cm×60cm) は鉛直に設置し、載荷板と供試体の間には摩擦を少なくするためにシリコングリスを塗布したビニルシート (5cm×5cm) を何枚も重ね合わせて挟み込んだ。せん断荷重の載荷方法は変位制御 (せん断速度 = 1mm/min) とした。また、試験終了後の破壊面形状を知るために、地表面を基準とした破壊面までの深さを5cm 間隔の平面格子上で測定した。

3. 結果および考察

強度定数 (c, ϕ) を求めるには、Rankineの受働土圧の式を用いることが最も容易であるため、試験結果の解析にはRankineの土圧論を用いた。Rankineの土圧論では、高さ H (m) の壁に作用する受働土圧 P_p (tf/m) は次式で表される。

$$P_p = \int_0^H \sigma_p dz = \frac{\gamma H^2}{2} \frac{1}{\tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})} + 2cH \frac{1}{\tan(45^\circ - \frac{\phi}{2})} \quad (1)$$

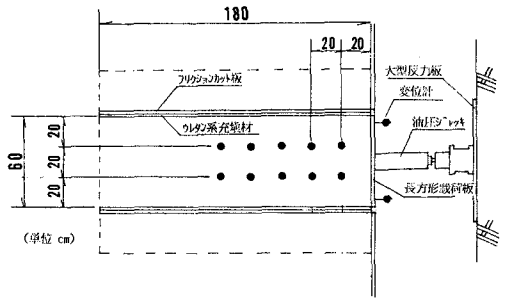


図1(a) 現場受働土圧型せん断試験装置の平面図

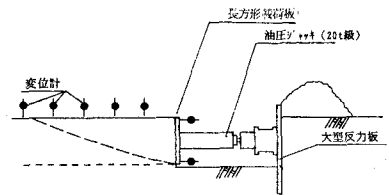


図1(b) 現場受働土圧型せん断試験装置の断面図

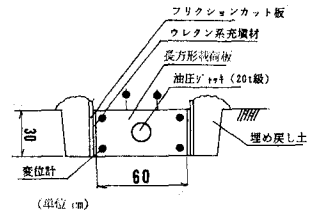


図1(c) 現場受働土圧型せん断試験装置の正面図

今、単位幅当り P (tf/m) の水平荷重で地盤が受働破壊し、破壊面が図2に示すように角度 θ で現れたと仮定すると、せん断抵抗角 ϕ は次式より求めることができる。

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

せん断抵抗角 ϕ が求まれば、式(1)より粘着力 c が次式で求められる。

$$c = \frac{P \cdot \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2}) - \frac{\gamma H^2}{2}}{2H \tan(45^\circ - \frac{\phi}{2})} \quad (3)$$

ただし、Rankine の土圧論は、厳密に言えば理想的な粉体についてのみ成立するものである。鉛直壁(ここでは載荷板のこと)に壁面摩擦が生じたり、壁が鉛直でない場合には、破壊面は平面とはならない。そのため、本試験では可能な限り壁面摩擦をなくすための対策を施し、現れた破壊面を平面に近似して θ を決定することとした。図3(a),(b)に $X=30\text{cm}$ における破壊断面 ($Y-Z$ 断面)を示した。

また、同じ地盤に対して原位置せん断箱(一面せん断)試験(30cm×30cm×18cm)も実施した。原位置せん断箱(一面せん断)試験と現場受働土圧型せん断試験の両者から得られた垂直応力 σ とせん断応力 τ の関係を図4に示す。現場受働土圧型せん断試験の結果は、垂直拘束圧がほとんどないために σ の非常に小さい位置にプロットされる。これより、この地盤は、垂直拘束圧が小さい範囲においても比較的大きなせん断抵抗角 ϕ を発揮していることが分かる。また、側面摩擦の影響が比較的小なかったと思われる現場受働土圧型せん断試験(No.1)の結果と原位置せん断箱(一面せん断)試験の結果を比較すると、前者は σ が小さい範囲で後者よりせん断抵抗角 ϕ が大きいことが分かる。この現象は、不飽和土に一般的にみられる破壊線の特徴であり、現場受働土圧型せん断試験が、地盤の強度定数を求める妥当な試験法であることが裏付けられた。

4. あとがき

現場受働土圧型せん断試験は、特別な反力装置を必要としないため、試験装置が簡便であり、短時間で数多くの試験を行うことができる。また、せん断面積が大きいため、碟の影響を受けにくく、碟質土地盤の強度定数を把握するのに有効な試験法である。今後、この試験法を改良し実用化できるようにする予定である。

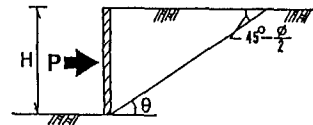


図2 Rankineの土圧論による受働土圧と破壊面

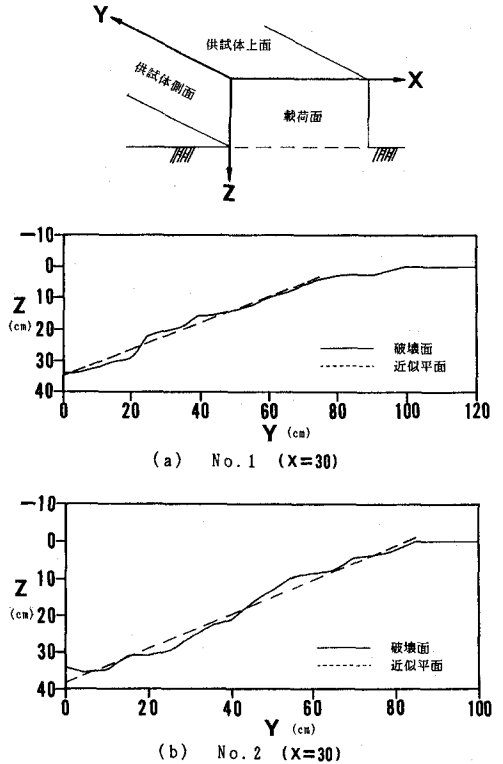


図3 現場受働土圧型せん断試験による破壊面とその近似平面 ($Y-Z$ 断面)

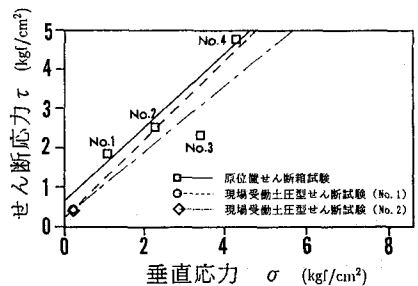


図4 原位置せん断試験から求めた $\tau-\sigma$ 図