

廃棄物地盤における簡易的引抜・貫入試験の適用性

長崎大学工学部 学生会員 ○出口 資門 長崎大学大学院工学研究科 正会員 大嶺 聖
 長崎大学大学院工学研究科 フェロー会員 蔣 宇静 正会員 杉本 知史

1. はじめに

現在，日本では廃棄物の最終処分場において急勾配に廃棄物が盛られたことにより崩壊する恐れがある場所が多々存在している．そのため，斜面安全性評価法の確立が求められている．従来の評価方法は一面せん断試験や三軸圧縮試験で粘着力と内部摩擦角の強度定数を求めることが行われている．しかし，原位置で簡易的に強度定数を求めることは原位置で比較検証していく上で非常に重要である．本研究では，簡易的に表層地盤の強度定数を推定するために開発したスパイラル杭を用いて，室内・原位置にてスパイラル杭引抜試験ならびにコーン貫入試験を行い，一面せん断試験の結果と比較し，その適用性について検討を行う．

2. 試験方法

2.1 スパイラル杭引抜・コーン貫入試験

引抜・貫入試験に用いるスパイラル杭（土と金属部分の接触率：15％）とポータブルコーンの寸法を図1に示す．本研究で使用するスパイラル杭は，簡易動的コーン貫入試験に用いられるロッドと組み合わせて作られて，先端が螺旋状に形成されている金属杭である．通常の金属杭だと引き抜きの際に杭と土との間に摩擦抵抗が発生してしまうことが考えられるが，スパイラル杭では金属部分の接する面積が小さいことから土のみの摩擦を計測することが可能である．対象地盤は，豊浦砂，まさ土(密度3ケース)および廃棄物(4ケース)にした．廃棄物の組成分析を表1に示す．まず，深さを3ケース設定しスパイラル杭を，試料をつめた容器（直径30cm，高さ30cm）に貫入手動で引き抜き，得られた値から引抜力（杭の周面摩擦）を算定する．本研究では引抜力のピークを摩擦力とし，3ケースの杭の深さと各引抜力の関係から，杭の長さがゼロに相当する部分を粘着力 c とした．また，コーン貫入試験はスパイラル杭と同様に簡易動的コーンを改良したもので荷重計と接続することができる．使用するコーン（先端コーン長さ75mm，断面積 314mm^2 ，角度 30° ）の寸法も図1に示す．荷重計に接続したものを引抜試験と同様に試料を詰めた容器に手動で5cm貫入しピーク値から貫入力を算定する．そして，引抜試験で求めた粘着力 c と貫入試験の貫入力 q に代入し，支持力係数から内部摩擦角 ϕ を算定し一面せん断試験から出た強度定数と比較することで相関の有無について検討を行う．その際に，下記のテルツァーギによる浅い基礎の支持力式（式1）¹⁾を用いた．

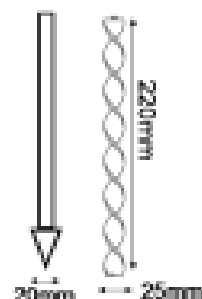


図1 ポータブルコーン・スパイラル杭の寸法

表1 廃棄物の組成分析

	プラスチック	その他繊維	ガラス・陶器	れき	木くず	金属	20mm 篩以下	合計(%)
千葉2区	10.37	6.90	6.29	6.50	2.86	0.29	66.79	100
千葉6区	2.68	3.04	15.01	14.79	0.06	0.19	64.24	100
仙台A区	13.68	17.64	9.14	6.85	0.05	0.63	52.01	100
仙台B区	13.47	13.68	7.38	7.54	0.16	0.10	57.67	100

た容器（直径30cm，高さ30cm）に貫入手動で引き抜き，得られた値から引抜力（杭の周面摩擦）を算定する．本研究では引抜力のピークを摩擦力とし，3ケースの杭の深さと各引抜力の関係から，杭の長さがゼロに相当する部分を粘着力 c とした．また，コーン貫入試験はスパイラル杭と同様に簡易動的コーンを改良したもので荷重計と接続することができる．使用するコーン（先端コーン長さ75mm，断面積 314mm^2 ，角度 30° ）の寸法も図1に示す．荷重計に接続したものを引抜試験と同様に試料を詰めた容器に手動で5cm貫入しピーク値から貫入力を算定する．そして，引抜試験で求めた粘着力 c と貫入試験の貫入力 q に代入し，支持力係数から内部摩擦角 ϕ を算定し一面せん断試験から出た強度定数と比較することで相関の有無について検討を行う．その際に，下記のテルツァーギによる浅い基礎の支持力式（式1）¹⁾を用いた．

$$q = \alpha c N_c + \beta \gamma_t B N_r + \gamma_t D_f N_q \quad (1)$$

ここで， q ：全般せん断の極限支持力度 B ：基礎底面の最小幅 D_f ：基礎根入れ深さ c ：粘着力 γ_t ：土の単位体積重量 N_c, N_r, N_q ：全般せん断破壊の支持力係数 α, β ：形状係数

2.2 一面せん断試験

原位置試験用に開発された一面せん断試験機を図2に示す．本試験機



図2 一面せん断試験機

は、原位置で使用することを想定したもののだが、通常の室内一面せん断機試験機として利用可能である。各試料をせん断箱（幅 300mm、奥行 300mm、高さ 150mm）の内部に敷き詰め、ランマーを用いて 3 層に分け締固めを行い、所定の密度に調整して供試体を作製した。現場ではせん断箱と同じ大きさの供試体を成形した。せん断はモーターを用いて自動で行い、せん断速度は約 0.88mm/min とする。せん断応力がピークを示さない場合は、JIS A 1216:2009 に準拠し、せん断変位 35mm のせん断変位とする

3. 実験結果・考察

貫入試験の結果を表 2 に示す。貫入試験はそれぞれの地盤に数回貫入して平均をとった。廃棄物地盤は貫入するときに廃棄物にあたってしまうことが多く、ほかの地盤に比べて大きな値を示した。図 3 にまさ土の締固め 1 回の引抜試験結果を一例として示している。少しばらつきはあるが、近似線の切片から粘着力を求めることが出来ている。図 4 にまさ土締固め 1 回の一面せん断試験の変位と応力関係の結果を一例として示す。図 5 に一面せん断試験と貫入引抜試験を比較したものを示す。まず、豊浦砂に関して粘着力は近い値を示している。しかし、内部摩擦角は算定された値に差が出た。まさ土に関しては豊浦砂とは逆で内部摩擦角は近い値を示し、粘着力は近い値を示さなかった。千葉はごみの割合は全体の約 3 割で土砂やれきの多い地盤であった。千葉 6 区はプラスチック、その他繊維の割合が低く貫入力がほかの廃棄物地盤に比べて小さくなっている。仙台に関してはごみの割合が約 5 割でプラスチックとその他繊維が多く、特に A 区ではその割合が一番大きく貫入力が大きくなっている。

4. おわりに

今回、室内で豊浦砂とまさ土に対して一面せん断試験と貫入引抜試験を行い、二つの結果を比較した。どの試料もバラつきのある結果になった。現場で行った廃棄物地盤もバラつきがあった。引抜・貫入試験は場所しだい値が大きく変わっていたためバラつきが出たと考えられる。また、引抜試験の際に地表面が破壊されることがあったことから引抜力が大きくなったと考えられる。今後の現場や室内の試験で多くのデータをさらに比較し検討していく。

参考文献

- 1) 常田賢一：「土質力学」，理工図書，pp,220-221,2010
- 2) 田中ら：コーン貫入試験とスパイラル杭の引抜試験による地盤材料強度の簡易推定法，平成 28 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 (CD-ROM),pp,401-402,2017

表 2 引抜試験結果

材料名	湿潤密度 (g/cm ³)	貫入力 (kN/m ²)
豊浦砂	1.41	28.26
まさ土(1回)	1.40	285.99
まさ土(2回)	1.51	355.10
まさ土(3回)	1.60	404.99
廃棄物(千葉 2 区)	1.46	832.48
廃棄物(千葉 6 区)	1.35	731.85
覆土(千葉 6 区)	1.59	983.01
廃棄物(仙台 A 区)	1.08	912.10
廃棄物(仙台 B 区)	1.19	809.83

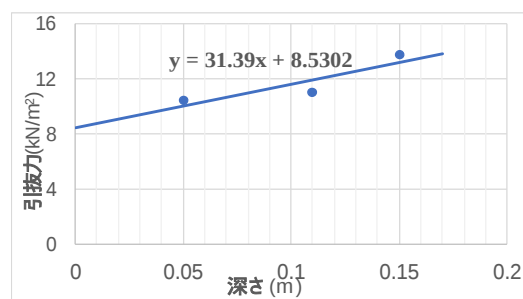


図 3 まさ土の引抜試験

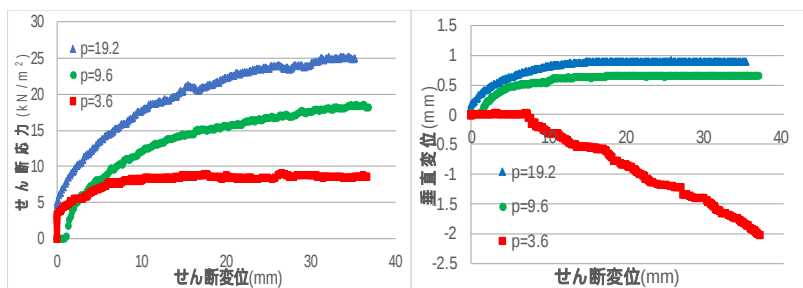


図 4 せん断変位と応力・垂直変位の関係

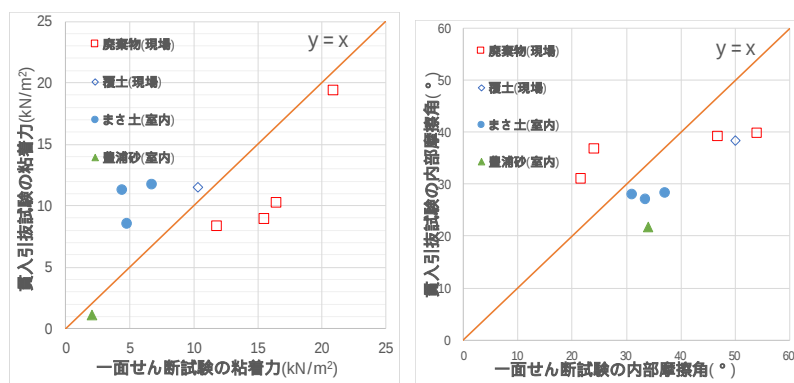


図 5 一面せん断試験と貫入・引抜試験の強度定数の比較