

コーン貫入とスパイラル杭引抜試験による廃棄物地盤の簡易強度推定法

長崎大学大学院	学生会員	○出口	資門
長崎大学大学院	正会員	大嶺	聖
長崎大学大学院	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、室内試験と同様に原位置で強度定数を求めることは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粘着力と内部摩擦角を求め、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 スパイラル杭引抜試験

本研究で用いるスパイラル杭は先端が螺旋状になっている金属杭である。スパイラル杭は金属部分の土と接する面積が小さいため土のみの摩擦を計測することが可能である。今回、使用するスパイラル杭の寸法を図1に示す。試験方法は、貫入する深さを変えてそれぞれの引抜力のピーク値を杭の周面積で除して周面摩擦と貫入深さの関係を求める。周面摩擦力は貫入深さの影響を受けるため、貫入深さがゼロに相当する値を地盤の粘着力とする。

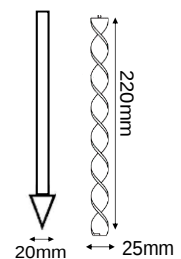


図1 ポータブルコーン・スパイラル杭の寸法

2.2 コーン貫入試験

本研究で用いるコーンは簡易動的コーン貫入試験で用いるポータブルコーンを改造したもので、上部で荷重計と接続可能となっている。図1にコーンの寸法を示す。試験方法は、電子荷重計にロッドとコーンをつけ、表層から50mm 貫入する。数回試験を行い、平均値をコーン断面積で除した値を地表面の支持力とする。

2.3 強度推定方法

コーン貫入試験とスパイラル杭引抜試験から得られた、貫入力 q_c 、粘着力 c を用いて強度定数を算定する。テルツァーギの浅い支持力公式 ($q = \alpha c N_c + \beta \gamma_t B N_r + \gamma_t D_f N_q$) で根入り深さをゼロとして二つの値を代入し支持力係数の逆算からせん断抵抗角を求める。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 : 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

3. 一面せん断試験

原位置試験用の一面せん断試験機を図2に示す。本試験機は、原位置試験を想定したものだが、室内試験機として利用可能である。室内試験では試料をせん断箱（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する。原位置ではせん断箱と同じ大きさの供試体を成形する。せん断はモーターを用いて自動で行い、せん断速さは約1.67mm/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。



図2 原位置一面せん断試験機

キーワード 原位置試験 スパイラル杭 強度定数

連絡先: 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1番14号 長崎大学工学部社会環境デザイン工学コース事務 TEL 095-819-2007

4. 試験結果

今回の対象地盤は、豊浦砂、まさ土（密度3ケース）および廃棄物（室内2ケース、原位置4ケース）にした。廃棄物の組成分析を表1に示す。コーン貫入試験をそれぞれの試料で5, 6回行い平均した結果を表2に示す。まさ土は密度が大きくなると貫入力も大きくなった。廃棄物地盤では場所によっては塊状の廃棄物に当たることがあり貫入力はかなり大きくなった。図3, 4に廃棄物（千葉室内、仙台B区）の引抜試験を一例として示している。このように深さによって引拔力が変化し線形的になっているため近似線を引くことができる。今回は近似線の切片を粘着力として強度推定に用いた。図5に廃棄物（仙台室内）の一面せん断試験のせん断変位と応力関係の結果を示す。廃棄物のせん断応力はピーク値を示さず増加傾向だった。また、体積変化は初期に膨張しその後減少するゆるい砂の負のダイレイタンスーのような変化が示された。引抜試験と貫入試験の結果から算定した粘着力、内部摩擦角を用いて強度推定を行った。コーン貫入・スパイラル杭引抜試験から算定した粘着力および内部摩擦角と一面せん断試験から出た粘着力および内部摩擦角を比較したものを図6に示す。どの試料も多少ばらつきはあるが原位置で迅速に試験できることを考慮すれば概ね推定はできたと考えられる。

5. おわりに

今回、室内で4つ地盤材料、廃棄物地盤の原位置で4つ場所に対して一面せん断試験と貫入引抜試験を行い、強度推定方法から算出した二つの結果を比較した。どの試料もばらつきが現れたが概ね推定は出来た。よって、本研究のコーン貫入・スパイラル杭引抜試験は強度推定方法として適用性があると考えられる。また、実際の現場で試験したとき地盤の強度定数が推定可能であった。これからはコーンやスパイラル杭の大きさを変えて試験に影響が出るのか、地盤によって適切なコーンや杭があるのかを検討していく。

参考文献

- 1) 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1 廃棄物の組成分析結果

	プラスチック(%)	その他繊維(%)	ガラス・登記(%)	れき(%)	木くず(%)	金属(%)	20mm 篩以下(%)
千葉室内	2.66	2.94	10.8	7	0	0	76.6
仙台室内	3.12	2.88	10.7	7.3	0	0	76
千葉2区	10.37	6.90	6.29	6.50	2.86	0.29	66.79
千葉6区	2.68	3.04	15.01	14.79	0.06	0.19	64.24
仙台A区	13.68	17.64	9.14	6.85	0.05	0.63	52.01
仙台B区	13.47	13.68	7.38	7.54	0.16	0.10	57.67

表2 貫入試験結果

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(1.4g/cm ³)	1.40	285.99
まさ土(1.5g/cm ³)	1.51	355.10
まさ土(1.6g/cm ³)	1.60	404.99
廃棄物(千葉室内)	1.46	403.00
廃棄物(仙台室内)	1.31	476.40
廃棄物(千葉2区)	1.46	832.48
廃棄物(千葉6区)	1.35	731.85
廃棄物(仙台A区)	1.08	912.10
廃棄物(仙台B区)	1.19	809.83

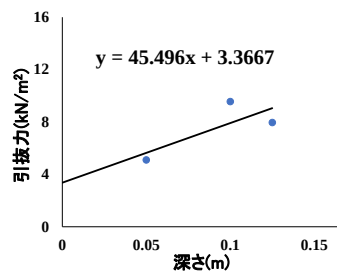


図3 引抜試験結果(千葉室内)

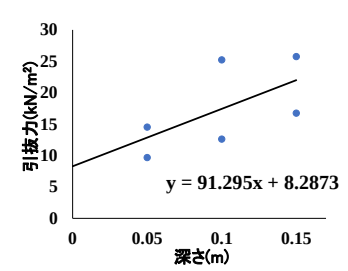


図4 引抜試験結果(仙台B区)

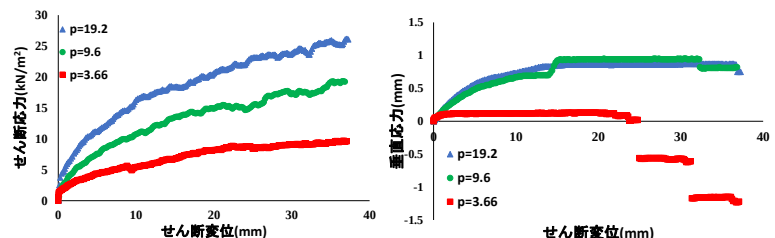


図5 せん断変位と応力・垂直変位の関係(仙台室内)

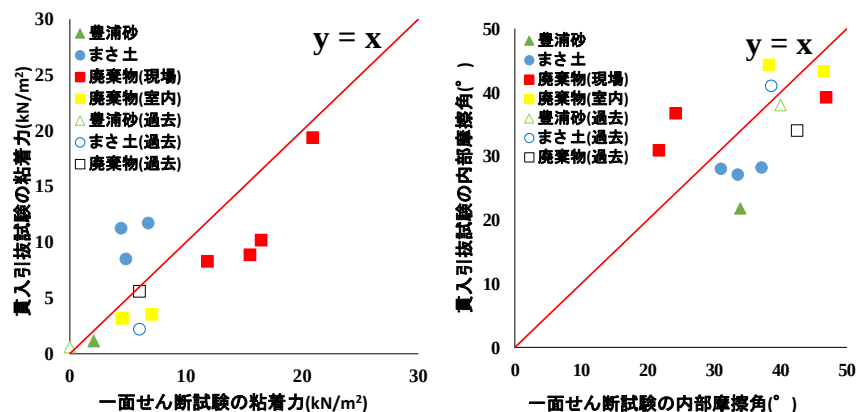


図6 一面せん断試験と貫入・引抜試験の強度定数の比較¹⁾