

# 機械式コーン貫入試験による小規模建築物の宅地地盤評価への適用性

## その1 地盤調査法の概要と新たな宅地地盤調査法開発の狙い

小規模建築物 コーン貫入試験 土の分類

日建ラボ 正会員 ○菅澤才幸  
日建ラボ 正会員 若命省吾  
M地盤技術者事務所 正会員 松下克也

### 1. はじめに

小規模建築物を対象とした宅地の地盤調査方法として、スクリーウエイト貫入試験（以下、SWS 試験）が一般的である。SWS 試験は、安価で、敷地条件の制約を受けにくいこと、短時間で複数点調査できること、深度方向に連続して地盤抵抗が確認できること、軟弱な地盤を判別する感度が高いことなどの利点と告示 1113 号で地盤の許容応力（支持力）度が示されたことを背景に、広く利用されてきた。一方で、SWS 試験のみでは、土質の判別や杭状地盤補強の支持層確認が困難なことなども指摘されている。今後、これらの欠点を補うべく宅地地盤調査の高度化が求められており、安価で作業効率の良い新たな調査法の開発が急務である。

### 2. 現状の宅地地盤調査方法の種類と特徴

現状では、小規模建築物の宅地地盤の評価のための地盤調査方法としては、①SWS 試験、②動的コーン貫入試験、③電気式（三成分）コーン貫入試験（以下、CPTU）、④標準貫入試験などが挙げられる。小規模建築物の宅地地盤の評価は、支持力度、沈下および液状化の検討が必要となるため、小規模建築物に特化した地盤調査法の観点から、それぞれの特徴を以下に述べる。

#### 2.1 SWS 試験

主に、地盤の長期許容支持力度（告示上は、長期許容応力度）の算定に使用され、概略の地層構成が確認でき、測定点毎のバラツキが相対的に判断できる。一方、試料採取が困難であることや貫入力不足等、適用限界がある。

#### 2.2 動的コーン貫入試験

高い貫入力があるため、SWS 試験の短所を補う追加試験として用いられている。また、標準貫入試験の代用として、小口径鋼管工法等の支持層確認を目的として利用されることもある。ただし、試料採取ができないため土質判別はできない。

#### 2.3 電気式（三成分）コーン貫入試験（CPTU）

貫入ロッド重量や周面摩擦の影響を受けない試験法で、コーンの先端抵抗と間隙水圧、周面摩擦の深度分布が得られる。土質分類、地下水位の推定ができることから、SWS 試験の追加調査として、地盤強度の他、圧密、液状化などの評価に利用されることもある。ただし、調査者の熟練が必要で、機材損料が比較的高い。

#### 2.4 標準貫入試験

調査としては一般的であるが、小規模な宅地に対しては一か所の試験となることから、沈下傾斜の判定ができない。また、深度方向に連続的に結果が得られないことから、小規模建築物の宅地地盤調査で採用されることは稀である。

### 3. 新たな宅地地盤調査法開発の狙い

現状の調査方法、主に SWS 試験で得られる情報の不足分としては、土質判別や地下水位となる。これらの情報は、圧密沈下や液状化危険度判定などに不可欠である。これらを補うには、ボーリング・標準貫入試験の追加調査が必要となる。コスト面での制約を考慮すると、現状では、先に述べた通り、CPTU の採用が最も有効である。CPTU は、粘性土の非排水せん断強度を経験式から推定する提案が多くされているほか、地盤定数を求めるための関連式の提案も多い。反面、センサーを扱うのでキャリブレーションが重要となるとともに、調査者の熟練が必要となる。そこで、コストと作業性を考慮し、類似した機械式コーン貫入試験が、CPTU に代わる試験法として採用可能かどうかを検証することを目的とし、近年、国内では調査の実施例が極めて少ないため、採用に向けた知見を収集する。

Applicability of Mechanical Cone Penetration Test to Evaluation of Building Grounds for Small-Scale Buildings  
(Part 1 Overview of the ground investigation method and the aim of developing a new residential land ground investigation method)

SUGASAWA Toshiyuki and WAKAME Shogo, Nikken Rabo  
MATSUSHITA Katsuya, M Ground Engineer Office

#### 4. 機械式コーン貫入試験 (CPTM)

機械式コーン貫入試験は、先端部がコーン形状の貫入装置を地盤へ静的に圧入し、その際のコーン貫入抵抗を測定する調査法で、JIS A 1220 に規定されており、オランダ式二重管コーン貫入試験（通称、ダッチコーン）と呼ばれてきた。地盤に貫入させるロッドは、先端にコーンが付いた内管とそれを覆う外管との二重管構造となっており、ロッド周囲に作用する摩擦力の影響を受けずに、深さ方向に連続した貫入抵抗が測定できる。本試験は、操作が容易で個人差が少ない利点もあり、小規模建築物の宅地地盤調査に適していると考えられる。図 - 1 に試験装置、図 - 2 に貫入先端およびロッドの概略を示す。

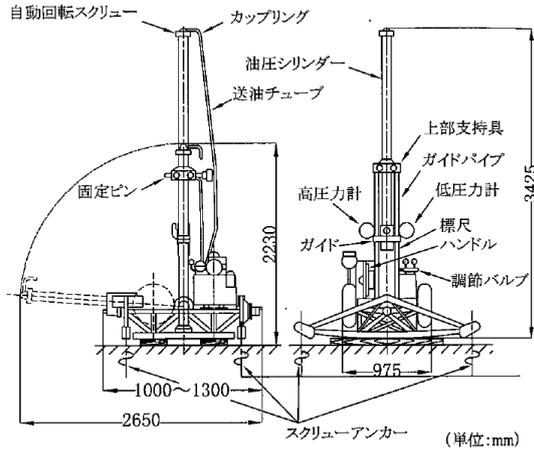


図 - 1 試験装置

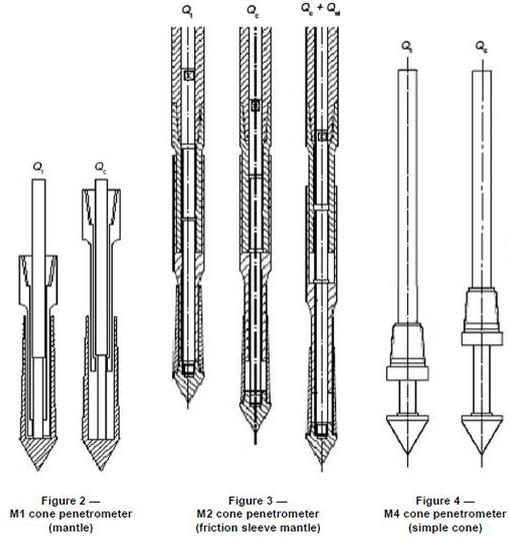


図 - 2 貫入先端およびロッド

貫入先端のコーン形状や試験方法は、CPTU と同一で、深さ方向に連続して純粋なコーン貫入抵抗( $qc$ )とコーン周囲摩擦( $fs$ )が測定できるため、土質分類指数 ( $Ic$ ) による土質分類<sup>1)</sup>が可能となる。また、 $qc$  から粘性土の粘着力( $Cu$ )と砂質土のせん断抵抗角( $\phi'$ )が求められるので、 $Ic$  による土質分類と合わせて確認することで、より精度の高い土質判別が可能となることが期待できる<sup>2), 3)</sup>。

$$Ic = \{ (3.47 - \log Qt)^2 + (\log Fr + 1.22)^2 \}^{0.5} \dots\dots(1)$$

$Qt$ : 基準化先端抵抗  $\{ = (qt - \sigma_{vo}) / \sigma_{vo} \}$

$Fr$ : 基準化フリクション比  $\{ = fs / (qt - \sigma_{vo}) \times 100 (\%) \}$

$\sigma_{vo}$ : 鉛直有効応力

$$Cu = qt - \sigma_{vo} / N_{kt} \dots\dots(2)$$

$Cu$ : 粘着力

$\sigma_{vo}$ : 総土被り圧

$N_{kt}$ : コーン係数

表 - 1 土質分類指数 ( $Ic$ ) による土質分類<sup>1)</sup>

$Ic$	土質分類
1.31 以下	礫質土
1.31~2.05	砂~シルト質砂
2.05~2.60	シルト質砂~砂質シルト
2.60~2.95	砂質シルト~シルト質粘土
2.95~3.60	シルト質粘土~粘土
3.60 以上	有機質土

$$N_q = \frac{qc}{\sigma'_{vo}} = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi'}{2}) \cdot e^{(\frac{\pi}{3} + 4\phi') \tan \phi'} \dots\dots(3)$$

$Nq$ : 支持力度

#### 5. まとめ

小規模建築物の宅地地盤調査では、地盤の許容応力度の他、地盤補強の設計や液状化危険度評価などにおいても土質の判別が急務である。コストを掛けず、簡易に土質の判別を可能とする調査方法として、CPTM の可能性に期待し、CPTU の他、SWS 試験等各種調査法との比較検証を行っていく。

#### 参考文献

- 1) Jefferies, M. G. and Davies, M. P.: Use of CPTu to estimate equivalent SPT N60., ASTM, Geotechnical Testing Journal, Vol. 16, No. 4, pp. 458~467, 1993.
- 2) T. Lunne, H.P. Christoffersen; Interpretation of Cone Penetration Data for Offshore Sands; Proc. 15th OTC, Houston, Vol. No.1, pp.181-192; 1983.
- 3) 岡慎太郎, 宮坂享明他: CPTデータを利用した設計強度定数の推定 その2砂質土の内部摩擦角について, 第45回地盤工学研究発表会, C-03, pp31-32, 2010年8月.