

小型三成分コーン貫入試験機の開発と 住宅地盤調査への適用性の検証（その 1）

三成分コーン貫入試験 サウンディング 地盤調査

住友林業(株) 正会員 ○佐藤 隆
(株)設計室ソイル 正会員 高田 徹
(独)建築研究所 国際会員 田村 昌仁

1.はじめに

戸建住宅の地盤調査の中で最も一般的な試験は、スウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS 試験）である。この試験は、簡便かつ低コストで地盤支持力などの評価が可能なることから広く利用されている。ただし地層判別が不得手で問題となる地層に対して圧密沈下や液状化抵抗を正確に判断することができないこと、またはN値 10 以上の硬質地盤では貫入できなくなるといった短所がある。このような場合には、標準貫入試験や土質試験と併用することが望ましいが、コスト面で敬遠されがちなのが現状である。

上記問題点を解決する調査法として、筆者らは、わが国よりも海外で広く用いられている「三成分コーン貫入試験」に注目している。この試験は、土質試料を採取できないが、コーン先端抵抗、周面摩擦力、間隙水圧の3つを電氣的に測定できるコーンを静的に貫入することで、地盤の支持力評価だけでなく簡易な地質判別や液状化判定にも用いられる。わが国では、沿岸部の埋立て地盤の調査などで活躍しているが、住宅の地盤調査での採用事例は少ない。この理由は、

従来の三成分コーン貫入試験機が、比較的大型なため（例えば、トラック搭載式 200kN 貫入装置、クローラ搭載式 100kN 貫入装置）宅地のような狭小地での実施に不向きなこと、調査コストが高い、三成分コーン貫入による地盤評価手法の確立がなされていないこと等が上げられる。一方、住宅の場合は、建物荷重が比較的軽量なため深度 10m 程度（杭基礎を除く）の調査でほぼ間に合うことや、不等沈下の原因となる軟弱層の評価を行いたいことなどを勘案すると、三成分コーン貫入試験は小型貫入装置の開発が進めば、住宅の地盤調査においても適用範囲は拡大すると予想する。

本稿（その 1）では、小型貫入機械の開発概要、（その 2）²⁾ではこの機械を用いて行った結果例をもとに三成分コーン貫入試験の住宅地盤調査への適用性について述べる。

2.システム概要

本体ベースは、クローラ搭載型の小型ボーリングマシンを使用した（写真 1、図 1）。このマシンの自重は約 10kN でアンカーを利用して約 50kN の貫入反力を得ることができる（表 1）。アンカーは径 50 mm のスパイラル型でボーリングマシンを利用して打設し、地表面に設置した固定治具が動かないよう押込み力と回転力を調節しながら地盤を乱すことなく挿入することで、アンカー力を高めている（写真 2、4）。従来のアンカー付き貫入装置は、アンカーが機械に設置されており、表層がレキ等によってアンカーが入らない場合は必然的に調査ポイントを変更する必要があった。一方、本装置はアンカーからワイヤーを介して斜めに引っ張るため、アンカーポイントが多少ずれても調査ポイントを変更することは少なくなり、またアンカー本数は表層地盤の硬さによって決定できるという長所がある。

コーン貫入には、アンカーで抑えられた貫入用油圧ジャッキの複動により行う（ストローク長 30cm）。計測に際しては、貫入ロッドにエンコーダを取り付け、深度 1 cm 毎の三成分測定データを PC にて自動記録させる。

表 1 装置仕様

●本体ベースマシン		●油圧ユニット	
名称	クローラ搭載型地質調査機	圧力	17.2MPa
型式	HBS-21	油量	9.3L/min
寸法	L2140mm × W790mm × 2450mm	●反力アンカー	
重量	1,050kg	名称	スパイラルアンカー
●コーン貫入用油圧ジャッキ		寸法	径50mm × L1500mm
型式	センターホールジャッキ	●測定装置	
圧入力	50kN	最小読取値	1 cm or 1min
ストローク	300mm	機能	qc、fs、udの深度分布測定 過剰間隙水圧消散測定



写真 2 スパイラル式アンカー



写真 1 装置全景

Development of a Small Size Cone Penetrometer and its Application to Soil Investigation of Residential Buildings (№1)

Takata Toru(Soil Design Inc.) Sato Takashi (Sumitomo Forestry Co.,LTD) Tamura Masahito(Building Research Institute)

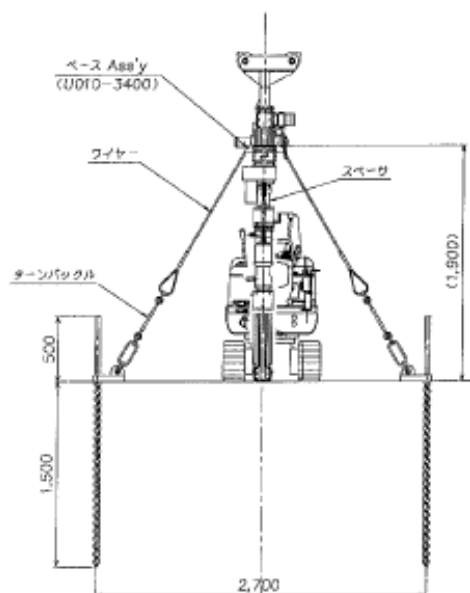


図1 三成分コーン貫入装置



写真3 アンカー設置状況

3.貫入力確認試験

コーン貫入試験時の実際の押込力を確認するため、貫入用油圧ジャッキの油圧を測定し押込力の換算を行った。その結果を図2にコーン先端貫入力とコーン周面摩擦力の和と併せて示す。結果より貫入深度が深くなるにつれ押込力が増えていることが分かる。押込力からコーン先端貫入力とコーン周面摩擦力の和を差し引いた値が貫入ロッドの周面摩擦力に相当する。地質によって異なるがコーン部の押込力に対して押込力が約1～30倍高くなっていた。これは底面積 $1000 \pm 20 \text{ mm}^2$ ($\phi 35.7 \text{ mm}$) のコーン (JGS 規格)¹⁾ に対して $\phi 40.5 \text{ mm}$ ロッドを使用して貫入しているからで $\phi 33.5 \text{ mm}$ ロッドあるいはフリクションカッターの使用により、ロッドの周面摩擦力が低減できるので貫入可能な深度が増すことが予想される。これについては今後の課題としたい。

また、このロッドの周面摩擦力と先端コーン周面摩擦力との比較を試みたが、浅層部での緩みが発生するため、測定深さが深くなるにつれ、相関性が小さくなる傾向にあった。

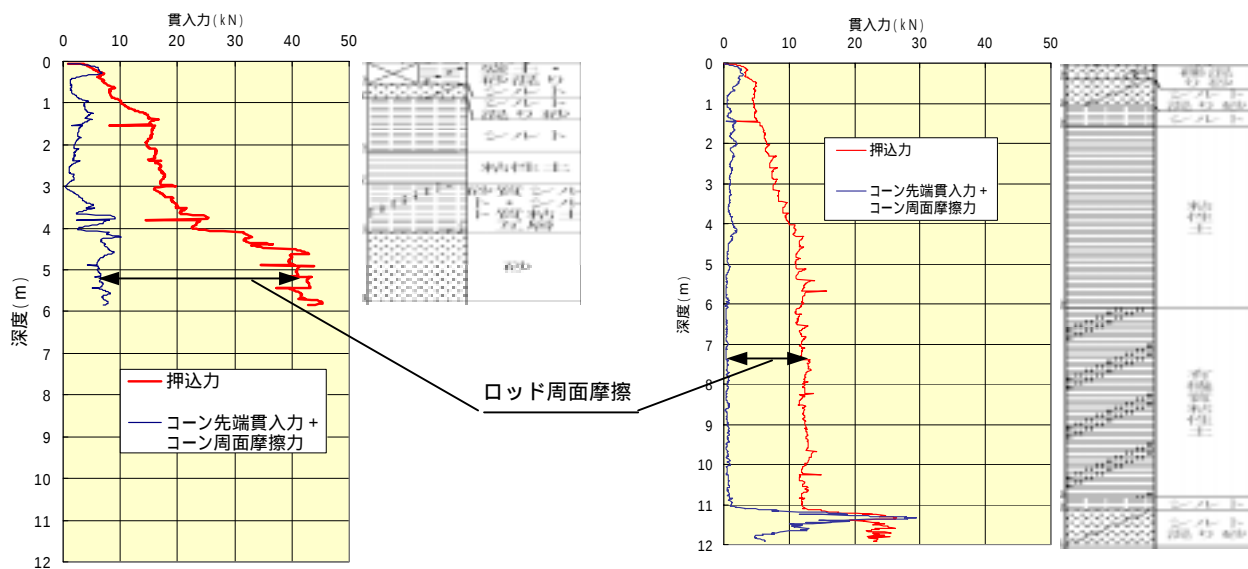


図2 貫入力の測定結果 (左: 茨城県つくば市 右: 神奈川県横浜市)

4.おわりに

本稿では小型貫入機械の開発概要について述べた。今後は、本装置による調査実績をさらに積み重ね、施工性を高めるよう装置改良を加えたいと考える。本装置を用いた住宅地盤の調査結果については(その2)²⁾で報告する。

最後に本報告をまとめるにあたって御協力頂いたH Gサービス(株)、(株)Y B M、(株)A & D(株)の皆様方に深く感謝します。

《参考文献》

1) (社)地盤工学会 (2004) : 地盤調査の方法と解説

2) 高田ら (2006) : 小型三成分コーン貫入試験機の開発と住宅地盤調査への適用性の検証 (その2) ; 第41回地盤工学研究発表会 (投稿中)