

三成分コーン貫入試験による宅盤調査事例 (液状化判定)

地盤調査, コーン貫入試験, 液状化

(株)設計室ソイル 正 高田 徹, 正 長坂 光泰
正 真島 正人, 正 若命 善雄
(株)ミサワホーム総合研究所 正 松下 克也
東海大学 国 藤井 衛

1. はじめに

戸建住宅で用いられる代表的な地盤調査法は、スウェーデン式サウンディング試験(SWS)である。SWS は短時間に 3 ~ 5 ポイントの調査が可能で、宅地内の地盤の硬軟傾向を経済的に把握できる唯一の調査法とも言える。しかし SWS には古くから種々の問題点の指摘がある¹⁾。これらの多くは簡便な調査法ゆえの指摘ともとれるが、利用者はその指摘や調査限界をふまえて結果を解釈すべきである。一例として、2007 年 7 月、新潟県中越沖地震により木造家屋の全壊など数多くの被害が見受けられたが、中には SWS 結果に基づき建設され液状化によって不同沈下した半壊状態の家屋も少なからず存在した。これは一般の設計用地震動よりも大きな地震動が実際に生じたからと言える。しかし対象区域や調査目的を十分に理解すれば、液状化の恐れのある区域では液状化判定を行って対策を施す必要があり、通常の SWS では必要十分な判定はできず、しかるべき追加調査を行うことが望まれる。

上記の背景に対し、筆者らはこれまで宅盤調査へ三成分コーン貫入試験(CPT)を導入してきた²⁾。本稿は、CPT を宅盤調査に導入する利点を概説するとともに、宅盤で CPT を行った液状化判定例を報告するものである。

2. CPT のメリット

宅盤調査に CPT を適用する利点は、液状化から圧密、支持力問題で必要な地盤情報を連続的にかつ迅速に取得できることである。CPT データは全て電子データであり、現場から事務所へデータ転送すれば、調査した日に基礎設計まで可能となり、業務全体の簡略化・省力化に繋がる。また調査費用においても、例えば液状化判定を目的として標準貫入試験(SPT)や粒度試験を行うのに比べ、CPT であればその半額程度と廉価に行える。宅盤の追加調査法には、短時間に有用な地盤情報が得られ、かつ経済的な手法が望まれているが、CPT はその手法の一つと言える。

3. CPT による液状化判定例

液状化の判定方法は、一般に地盤調査・土質試験から液状化抵抗比 R を、設定した地震力からせん断応力比 L を求め、これらより液状化安全率 $F_L (=R/L)$ によって判定する簡易法がよく利用される。地盤中の任意の深さにおける液状化抵抗比 R を求めるには各種の方法があるが、日本建築学会発行の“建築基礎構造設計指針”(基礎指針)³⁾では、信頼性の高い方法として以下の 2 種類を示している。

方法(1): SPT による N 値と粒度試験による細粒分含有率(F_C)から液状化抵抗比 R を推定する方法。

方法(2): CPT による貫入抵抗 q_t 、周面摩擦力 f_s 、間隙水圧 u から液状化抵抗比 R を推定する方法。

また SWS 結果に基づいた簡便な液状化判定法も提唱されている⁴⁾。ただし土質(粒度)の調査は、別途、試験孔に簡易サンプラーを挿入し土質試料を採取して粒度試験を行うが、このサンプラーは通常の SWS では実施しない。加えて粒度試験を要するため、2. で述べたように迅速な対応はできない。

今回調査した場所は新潟県柏崎市にある宅盤である(図 1)。本調査は既存住宅があり、新潟県中越沖地震で液状化により著しく填砂が見られた宅地で、事後調査として実施した。建物は 3.5m の柱状改良がなされており、当地震($M:6.8$, 推定最大加速度 400gal)により約 50mm の不同沈下が見られていた。なおここでは CPT の他、ボーリング調査(SPT, 粒度試験), および建物周辺で SWS を実施した。図 2 に各調査結果を示す。また図 2(c)には、CPT から推定した土質分類, F_C , N 値⁵⁾を併記した。

図 3 に方法(1),(2)による液状化判定結果を示す。これらの判定手法はいずれも基礎指針³⁾に準じている。図 3 より両調査結果に基づく F_L 値はほぼ類似した分布傾向を示し、損傷限界検討に用いた地震力では細砂層(GL-4.8m ~ -10.5m)の F_L 値は概ね 1 以上となるが、終局限界時の F_L 値は両調査とも 1 を下回り、液状化層と判定される。また建物全体に及ぼす液

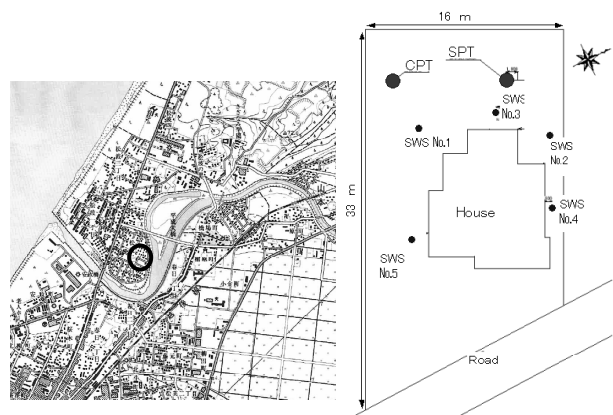


図 1 調査位置図

Research example using by cone penetrometer in housing site (liquefaction)

Toru Takata, Mitsuyasu Nagasaka, Masato Majima, Yoshio Wakame, (Soil Design Inc.),

Katsuya Matsushita, (Misawa Homes Institute of Research and Development Co., Ltd.), Mamoru Fujii (Tokai University)

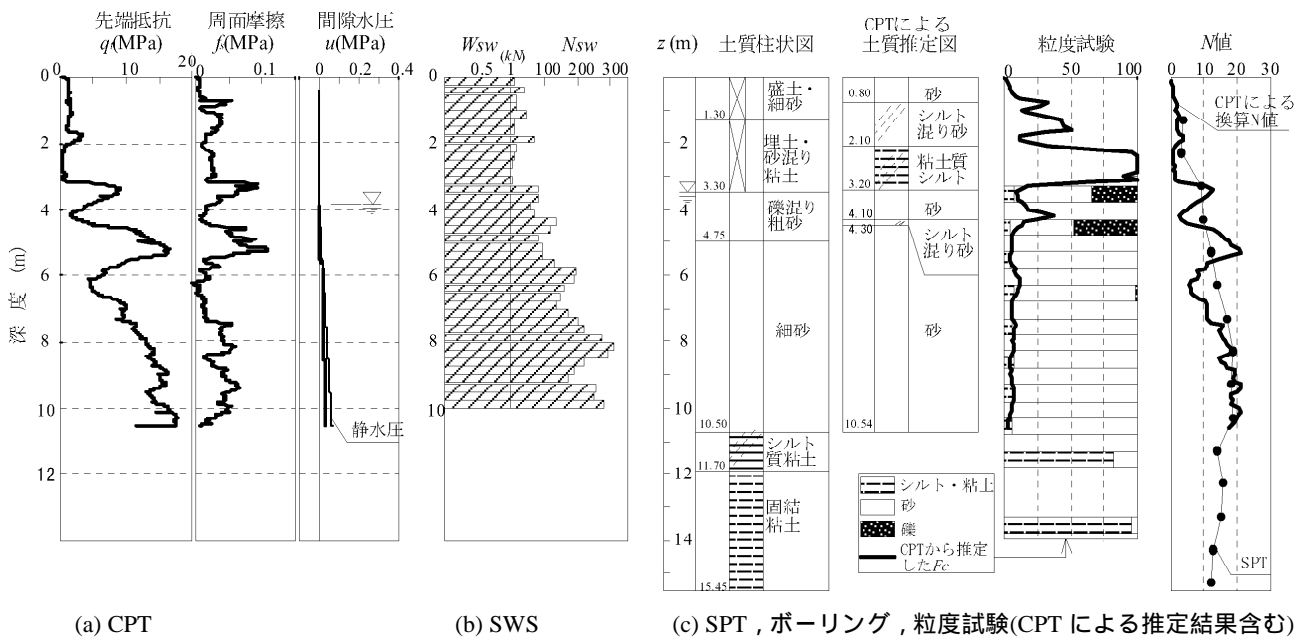
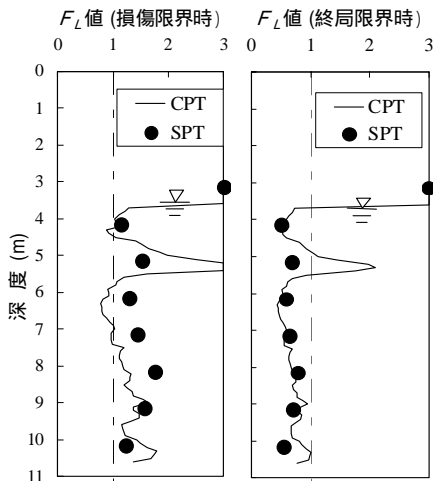


図2 地盤調査結果



判断指標		P_L 値		D_{cy} (cm)	
		SPT	CPT	SPT	CPT
損傷限界	値	0	1.2	0.0	1.0
	評価	被害小	被害小	なし	軽微
終局限界	値	10.0	13.2	8.0	9.2
	評価	被害大	被害大	小	小

備考: P_L 値による評価 …3段階: 小, 大, 甚大
 D_{cy} による評価 …6段階: なし, 軽微, 小, 中, 大, 甚大
 入力条件: マグニチュード: 6.8,
 地表面水平加速度:(損傷限界) 200cm/s²,
 (終局限界) 350cm/s²

図3 液状化判定結果

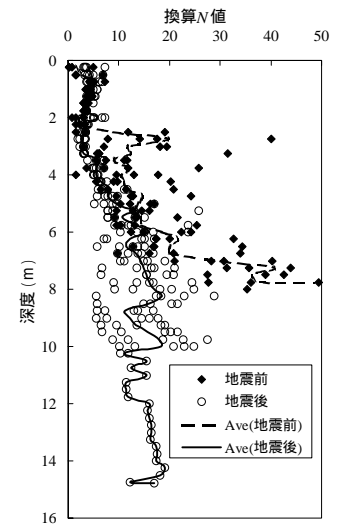


図4 地震前後のSWS結果

状化程度を評価する手法として、 P_L や D_{cy} を用いる指標があるが、基礎指針では後者を提唱している。図3に示す D_{cy} は、方法(1)と(2)で1cm程度の差はあるものの、液状化の程度は両者とも“小(終局限界)”となり、大差なく評価できている。これらは図2(c)で示したように、CPTから推定した F_c や N 値が粒度試験やSPT結果と類似していることが液状化判定の一致に繋がっていると考えられる。

図4に地震前後におけるCPT調査建物建設時に調査したSWSと今回のSWS調査結果の比較を換算 N 値にて示す。なお両調査で用いたスクリーポイントや貫入機は同じものを使用した。この比較は、すなわち液状化地盤における地震前後の調査比較であるが、地震前に比べて地震後の方が低い値を示していた。これより本宅地では再度液状化する可能性が示唆される。

4. おわりに

本調査は、新潟県中越沖地震で液状化によって不同沈下した宅地において、CPTによる液状化判定の実施例である。その結果としてCPTによる液状化判定は、SPT・粒度試験を用いた判定法とほぼ類似した結果が得られることが確認できた。宅盤調査は他の一般構造物向けの調査よりも調査自身の経済性や省力化が要求される。今後、調査データを蓄積し、さらなる宅盤調査の高精度化へ繋がりたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 安川郁夫:調査・診断の現状(問題点)と解決方法(スウェーデン式サウンディング試験), 建築技術, No. 678, 2006.
- 2) 高田徹, 佐藤隆, 田村昌仁: 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, 2), 第41回地盤工学研究発表講演集, pp.151~152, 2006.
- 3) 日本建築学会:建築基礎構造設計基礎指針, 2003.
- 4) 小規模建築物のための液状化マップと対策工法, ぎょうせい.
- 5) 實松, 鈴木:コーン貫入試験結果と地盤物性との関係(その1土質判別と標準貫入試験の N 値の評価), 第40回地盤工学研究発表講演集, pp. 59~60, 2005