

# コーン貫入試験結果の解釈－土質分類及び液状化判定について－

コーン貫入試験	○ ジャパンホームシールド	正会員	中平 尚樹	地盤試験所	国際会員	宮坂 享明
土質分類	ジャパンホームシールド	正会員	井上 博	地盤試験所	正会員	西村 真二
液状化判定	日本工業大学	国際会員	桑原 文夫	地盤試験所	正会員	岡 信太郎
	地盤試験所	正会員	Efren Cortez	地盤試験所	正会員	岩本 勝大

## 1. はじめに

液状化地盤の側方流動や鉛直方向の沈下が住宅建物に甚大な被害を及ぼす危険性があることは周知の通りである。そのため、地盤調査の段階で地盤の液状化判定や液状化地盤における鉛直方向の沈下予測が重要となっている。近年国内において、電気式コーン貫入試験に関わる試験装置が大幅に改善され、試験費用もかなり下がったことにより、実務経験が徐々に蓄積され、建築分野においても地盤調査手法としての適用が広がりを見せている。

本報文は東北地方においてある戸建て住宅の地盤調査手法としてコーン貫入試験を適用した例を紹介し、試験データに基づいて液状化判定や液状化による鉛直方向の沈下予測の結果について述べる。

## 2. 多成分コーン試験概要

1) 試験装置 今回使用した圧入機は、図-1に示すアースアンカー方式簡易反力機構を備えた16t小型圧入機66DTである。この圧入機の特徴としては、アースアンカー反力方式のほか、パーカッションおよびボーリング機能などが挙げられる。また、プローブはVertek社製サイスミックコーンを付加した5成分で、許容先端抵抗応力度が100MPaのものを使用した。



図-1 CPT試験圧入機

2) 試験内容 土質分類や液状化の判定、液状化による影響として液状化指数(P1)及び地表水平変位(Dcy)を検討するためにコーン貫入試験を実施した。

3) 試験手順 コーン貫入試験は調査地点においてアースアンカーを設置して、静的圧入により試験を実施した。試験途中で硬い層により静的貫入ができなくなった場合は、まずはパーカッションに切替える。パーカッションでも抜けない場合はボーリングを行う手順で、硬い地層を貫通する。硬い地層を通り抜けてから静的貫入を再開する手順で試験した。

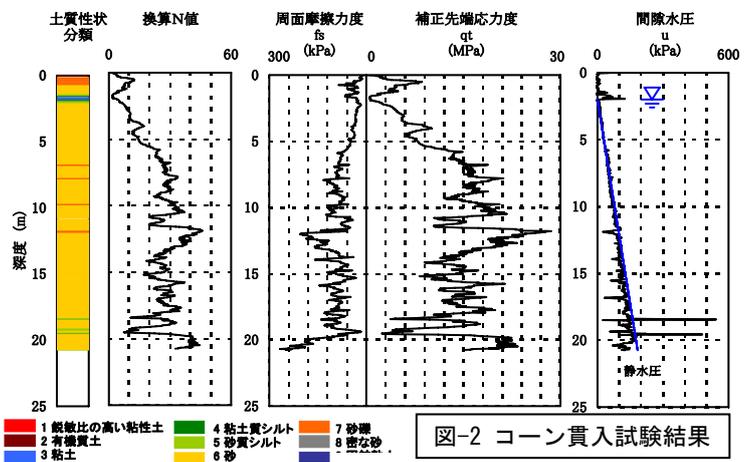


図-2 コーン貫入試験結果

## 3. 試験結果

### 1) 3成分試験結果および土質分類

コーン貫入試験結果、換算N値を図-2に示す。換算N値はJefferies and Davies(1993)が提唱した方法により算定した。今回の試験においては最大先端抵抗qtが約25MPaで、最大換算N値が45程度になっている。過剰間隙水圧は殆どなく静水圧を示す。

土質分類結果を図-3に示す。表層(GL-2.0mまで)が埋め土で、それ以深は砂層であることがわかる。

### 2) 液状化判定

液状化の判定は、P. K. Robertson & C. E. Fear(1996)が提案した方法を用いる。

その手順を以下に示す。

a 地震時の繰返しせん断応力比(CSR)を算定

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0.1(M-1) \frac{\alpha_{max}}{g} \frac{\sigma_o}{\sigma'_{vo}} r_d$$

$$r_d = 1 - 0.015z \quad z: Depth(m) \quad \alpha_{max}: 2.0m/s^2 \quad M = 7.5$$

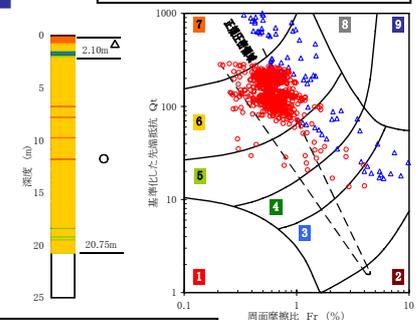


図-3 土質分類結果

Interpretation of Cone Penetration Test: Soil Classification and Liquefaction Assessment

NAKAHIRA Naoki<sup>1)</sup>; INOUE Hiroshi<sup>1)</sup>; KUWABARA Fumio<sup>2)</sup>; MIYASAKA Takaaki<sup>3)</sup>; NISHIMURA Shinji<sup>3)</sup>; OKA Shintaro<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Japan Home Shield Co., Ltd.; <sup>2)</sup>Nippon Institute of Technology; <sup>3)</sup>Jibanshikenjo Co., Ltd.

b 液状化抵抗比(CRR)を算定

1) 正規化コーン先端補正抵抗( $q_{c1N}$ )を算定する。

$$q_{c1N} = \left( \frac{q_c}{P_{a2}} \right) C_Q = \frac{q_{c1}}{P_{a2}} = \left( \frac{q_c}{P_{a2}} \right) \left( \frac{P_a}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

$$P_a = P_{a2} = 0.1 \text{ (MPa)} \quad q_c: \text{実測コーン先端抵抗 (MPa)}$$

2) 土質性状タイプ指標( $I_c$ )を算定する。

$$I_c = \left[ (3.47 - \log Q)^2 + (\log F + 1.22)^2 \right]^{0.5}$$

$$\text{ここに、} Q = (q_c - \sigma_{v0}) / \sigma'_{v0} \quad F = [f_s / (q_c - \sigma_{v0})] \times 100\%$$

$f_s$ : 実測周面摩擦抵抗

3) 細粒土含有率(FC)を算定する。

$$FC(\%) = 1.75 I_c^3 - 3.7$$

4) 正規化コーン先端補正抵抗( $q_{c1N}$ )の補正值( $\Delta q_{c1N}$ )を算定する。

$$\Delta q_{c1N} = 60 \quad \text{if } FC \geq 35\%$$

$$\Delta q_{c1N} = 0 \quad \text{if } FC \leq 5\%$$

$$\Delta q_{c1N} = 2(FC - 5) \quad \text{if } 5\% < FC < 35\%$$

5) クリンサンドの正規化コーン先端補正抵抗( $q_{c1N}$ )<sub>cs</sub>を算定する。

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N}$$

6) 液状化抵抗比(CRR)を算定する。

$$CRR = 93 \left( \frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right)^3 + 0.08$$

$$\text{ここに、} 30 < (q_{c1N})_{cs} < 160$$

c 液状化安全率( $F_L$ )を照査

$$F_L = \frac{CRR}{CSR} > 1.0 \text{ OK}$$

図-4に液状化判定結果を示す。図-4をみると地表に3.5 m程度、GL-18mから1.5 m程度の液状化層があることがわかる。特に地表部の液状化層は液状化が発生した場合に大きな影響を及ぼす可能性がある。その影響を検討するために、液状化指数及び地表水平変位を計算してみた。その結果を図-5および図-6に示す。図-5をみると地表部における液状化指数が6.4で、影響が大きいと判定される。一方、図-6をみると地表部における液状化による地表変位(鉛直、水平共に)が7.2cmで、影響が小さいと判定される。両者合わせるとこの地盤において液状化が発生した場合、上の建物に対する影響度は中程度と思われる。しかしながら、GL-18mの液状化層の上に厚い非液状化層があるため、地表部の液状化層のみ検討すればよいということになる。よって今回の地盤においては、液状化による影響は軽微または小さいと判断される。

4. まとめ

土質分類や液状化の判定、液状化による影響として液状化指数(P1)及び地表水平変位(Dcy)を検討するためにコーン貫入試験を実施した。今回の試験により、次の結論が得られた。

- ①コーン貫入試験により、地盤構成や液状化の判定ができた。
  - ②液状化指数(PL)により今回の地盤が液状化した場合上部建物に及ぼす影響が大きいと判定される。
  - ③地表変位(Dcy)により今回の地盤が液状化した場合上部建物に及ぼす影響が小さいと判定される。
  - ④液状化指数および地表変位をもって判定すると、液状化影響度は中程度と判定される。
  - ⑤非液状化層が厚いため、地表部の液状化層のみ検討すればよいということになる。よって今回の地盤においては、液状化による影響は軽微または小さいと判断される。
  - ⑥コーン貫入試験は土質分類や液状化判定、液状化影響の検討として、有効な調査手法である。
- 今後は液状化模型実験を行い、地盤の液状化が建物に及ぼす影響を検証してゆきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 建築基礎構造設計指針, 日本建築学会 2001年改訂
- 2) 岡信太郎, 山崎貴之, 丸山修, 青木一二三, 瀧山清美, 剣持芳輝, 宮坂享明: 多成分コーン貫入試験結果 その1 土質成分分類や換算N値について, 第41回地盤工学研究発表会発表講演集, No.75, 2006.

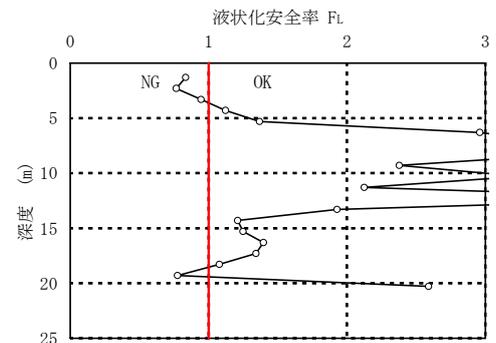


図-4 液状化判定結果

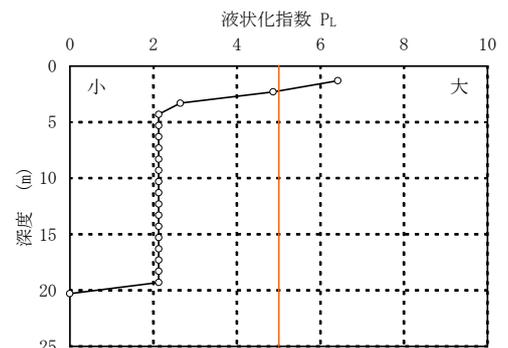


図-5 液状化指数

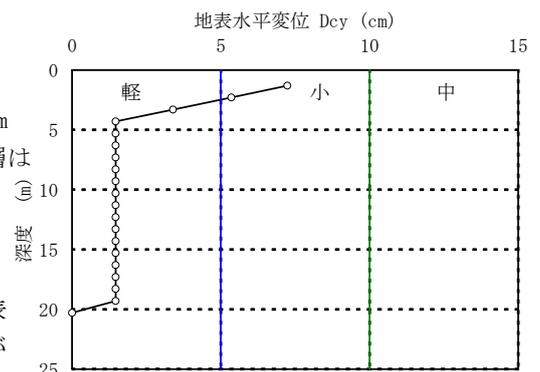


図-6 地表変位