

III-A 375

スウェーデン式サウンディング試験による液状化判定

石川島播磨重工業 正会員 朝倉 功次
 東京工業大学 正会員 桑野 二郎
 栗田工業 正会員 木村 隆之
 東京理科大学 学生会員 天満 稔

1. はじめに

スウェーデン式サウンディング試験は、機材がコンパクトでポータブルなうえ試験方法が簡便な割に貫入力があり、また、深さ方向に比較的細かくデータが得られるといった長所がある。従って、10m程度までの地盤の比較的浅い部分の問題となる場合や、多数の地点をきめ細かく調査する必要のある宅地地盤の液状化調査に適した方法と考えられる。本研究では、スウェーデン式サウンディング試験を用いて宅地地盤を対象にした液状化判定を試みた。

2. 試験概要

本研究では室内実験として千葉県君津産の山砂を用いて、図-1に示す内径78cm高さ93cmの加圧型土層に地盤を作製しスウェーデン式サウンディング試験を行った。この加圧型土層は側面および底面にメンブレンが敷設して有り、内壁とこのメンブレンとの間に満たした水に圧を与えることにより、等方応力状態およびK₀状態を再現できる。本研究ではより実際の地盤状態に近いK₀条件で相対密度53, 87, 95%の乾燥砂地盤および相対密度59, 86, 94%の飽和砂地盤を作製し、上載圧0.5、1.0、1.5kgf/cm²を加え試験を行った。またスウェーデン式サウンディング試験はJIS A-1221(1993)に基づき行い、5~100kgfのおもりによる沈下量測定と25cmの回転貫入を行い、1m貫入当たりの半回転数N_{sw}を求めた。

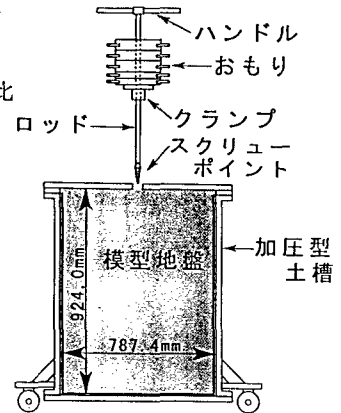


図-1 装置図

3. 結果と考察

室内試験結果より相対密度Dr(%)と1m貫入当たりの半回転数N_{sw}(ht/m)と上載圧σ_v'(kgf/cm²)との間に式(1)のような結果(図-2)を得た。

$$Dr = 55 \log(N_{sw}/\sigma_v') - 45 \quad (1)$$

式(1)に液状化強度と相対密度の関係を表した龍岡の式(2)を加味し、式(3)に示す液状化強度とN_{sw}の関係(図-3)を得た。

$$(\sigma_{a1}/2\sigma_o')_{20} = 0.00042Dr + 0.225 \log(0.35/D_{50}) \quad (2)$$

ただしD₅₀=0.2mm

$$(\sigma_{a1}/2\sigma_o')_{20} = 0.236 \log(N_{sw}/\sigma_v') + 0.225 \log_{10}(0.35/D_{50}) - 0.190 \quad (3)$$

式(3)を用いることでスウェーデン式サウンディング試験による液状化強度の推定が可能である。そこで式(3)を用いて、日本海中部地震(1983)において液状化の被害のあった秋田県若美町および千葉県東方沖地震

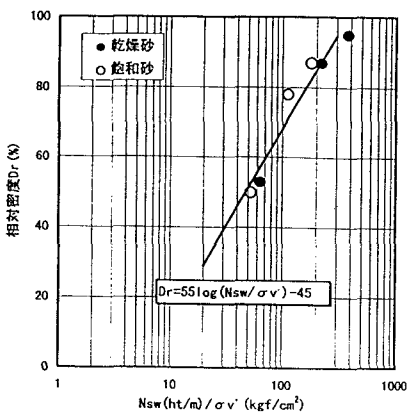


図-2 相対密度とN_{sw}/σ_v'の関係

(1987)において被害のあった茨城県東村で行われた深さ5mまでのスウェーデン式サウンディング試験結果(桑野ら, 1992)を用いて液状化判定を試みた。液状化判定はスウェーデン式サウンディング試験により推定された液状化強度 $(\sigma_{d1}/2\sigma'_v)_{20}$ と、地表面加速度のピーク値などから求められる地震時に生じるせん断応力比 τ_{max}/σ'_v の比を取り液状化安全率 F_L を求めて行う方法とした。

$$F_L = \frac{(\sigma_{d1}/2\sigma'_v)_{20}}{\tau_{max}/\sigma'_v} \quad (4)$$

液状化安全率が1.0以上の地点においては液状化の可能性が小さく、液状化安全率が1.0より小さい地点では液状化の可能性が大きいと考えられる。本試験では、この液状化安全率を1つの調査地点につき25cm毎に求めることができる。液状化安全率により液状化の可能性が有ると判定された地点においても地盤の構成状態などにより、その被害が地上に現れない場合がある。そこで液状化安全率が1.0以下の地点に、非液状化層 H_1 、液状化層 H_2 と液状化被害の関係(石原, 1985)を用い液状化の被害判定を行い、若美町は図-4、東村は図-5のようになった。図中○●は聞き取り調査に基づく。

上記の方法で行った被害判定より、若美町では全21地点中15地点で被害の可能性が有り6地点では無いと判定され、東村では全28地点中17地点で被害の可能性が有り11地点では無いと判定された。ここで判定結果と現地における聞き取り調査により報告された実際の被害とを比較すると、若美町では全21地点中18地点で一致し良い対応を示したが、東村では全28地点中20地点での一致にとどまった。これは地震発生時と調査時期に差があり、住民の被害に対する記憶、印象が変化していることや、東村の方が細粒土との互層で地盤が複雑なことなどによるものと思われる。

4. まとめ

- ・加圧型土槽を用いた室内実験より液状化強度と N_{sw} の関係式を求め、スウェーデン式サウンディング試験による液状化強度の推定式を提案した。
- ・上記提案式と現地聞き取り調査をもとに地盤の液状化判定を行い、両者は比較的良好に一致した。

<参考文献>

- ・ Kuwano, J, et al: Simplified Method of liquefaction hazard evaluation for subsurface layers, Proc. of the 10th WCEE, vol. 3, 1431-1434, 1992
- ・ K. Ishihara: Stability of natural deposits during earthquakes, Proc. 11th ICSMFE, vol. 1, 321-376, 1985
- ・ Tatsuoka, et al: Standard penetration tests and soil liquefaction potential evaluation. Soils Fdns, 20, No. 4, 95-111, 1980

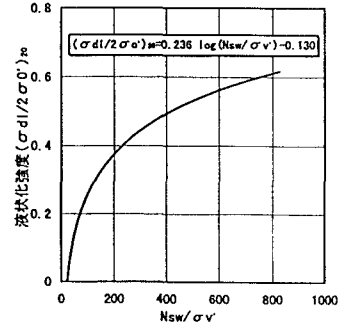


図-3 N_{sw}/σ'_v と液状化強度の関係

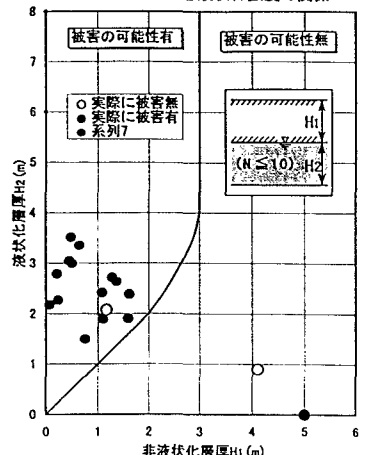


図-4 H_1, H_2 と液状化被害の関係(若美町)

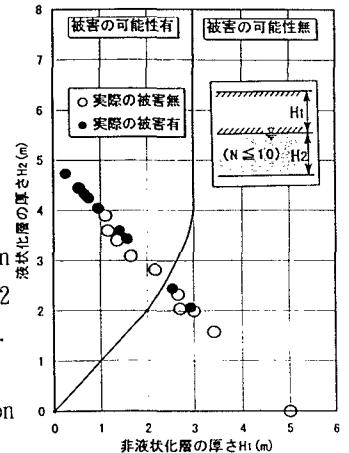


図-5 H_1, H_2 と液状化被害の関係(東村)