

スウェーデン式サウンディング貫入抵抗に及ぼす砂質土の最大・最小間隙比の影響

大成建設株式会社(元東京理科大学大学院) 正会員 ○清水良純
東京理科大学 正会員 石原研而 塚本良道
日本舗道株式会社(元東京理科大学) 大場淳雄
日本国土開発株式会社(元東京理科大学) 小門律樹

1. はじめに

スウェーデン式サウンディング試験は、簡便、経済的で装置の運搬が手軽であるため、広範囲で多くの地点をきめ細かく調査することができる。また地震等によって被害を受けた地域を調査する際、直接地盤性状を知る手段として有効であると考えられる。しかし、スウェーデン式サウンディング貫入抵抗と土の物理特性との関係についての研究がまだ十分になされていないため、これらの情報を正確に得ることができていないのが現状である。そこで本研究では、最大・最小間隙比とスウェーデン式サウンディング貫入抵抗との関係について、4種類の乾燥砂質土を用いて模型実験を実施し、検討を行った。また模型実験から得られた式を実際に原位置試験データに適用してその妥当性を検討した。

2. 試験方法

本研究に用いた土槽は、内径約780mm、深さ約920mmの鋼製の蓋付き容器であり、底面及び内周面に圧力室を設けている。この圧力室に満たされた水に圧力を作用させることにより、鉛直応力、水平応力を独立に作用させることが可能である。なお本研究では正規圧密状態で上載圧を25～150kPaに調節して行なった。試料は乾燥豊浦砂、稲毛砂、小見川砂、成田砂を用い模型地盤は小型ホッパーを用いた空中落下法で作製した。各試料の粒径加積曲線及び物理特性を Fig-1、Table1 に示す。

Table1 試料の物理特性

	Toyoura sand	Inage sand	Omigawa sand	Narita sand
Fines content Fc(%)	0	23.8	10.7	29.1
Specific Gravity Gs	2.657	2.546	2.698	2.691
Maximum void ratio e_{max}	0.973	1.021	1.495	1.76
Minimum void ratio e_{min}	0.607	0.509	0.884	0.995
$e_{max}-e_{min}$	0.366	0.512	0.611	0.765

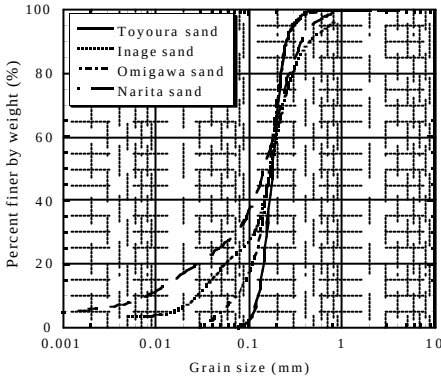


Fig.1 粒径加積曲線

3. 試験結果と考察

Fig.2 に豊浦砂における $\sigma_v'^{0.5}$ と N_{sw} の関係を相対密度別に示す。 $\sigma_v'^{0.5}$ で整理する理由は、SPT 試験において上載圧の平方根で正規化して土被り圧を考慮する方法¹⁾が用いられているので、本研究でも同様に整理を試みたためである。図から各相対密度において $\sigma_v'^{0.5}$ と N_{sw} には線形性があることが分かり、その関係は原点を通る直線で近似できた。またこの傾向は、他の試料についても同様であった。次に上載圧で正規化した貫入抵抗として N_{sw1} を次式のように定義し、この N_{sw1} と Dr^2 の関係を Fig.3 に示す。

$$N_{sw1} = (98/s_v')^{0.5} N_{sw} \cdots \textcircled{1}$$

図から各試料において Dr^2 が増加するに従って N_{sw1} が増加し、Fig.2 と同様線形性が見られ各々原点を通る直線で近似することができた。

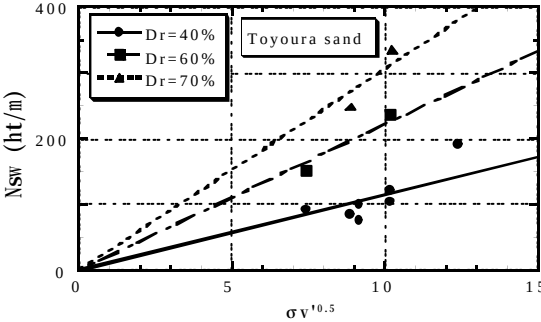


Fig.2 σ_v' と N_{sw} の関係

スウェーデン式サウンディング試験 砂質土 最大・最小間隙比 相対密度
〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学土質研究室 TEL0471-24-1501 (内) 4056

ここで Fig.3 における各プロット点の原点からの傾き $C'_D = N_{sw1}/Dr^2$ と $(e_{max}-e_{min})$ の関係を Fig.4 に示す。図から C'_D と $(e_{max}-e_{min})$ には累乗の関係があることが分かり、その関係として $C'_D = 21(e_{max}-e_{min})^{-3.2}$ が得られる。ここから、

$$Dr = [N_{sw} (98/\sigma_v')^{0.5} (e_{max}-e_{min})^{3.2} / 21]^{0.5} \dots \textcircled{2}$$

となり、 $(e_{max}-e_{min})$ をパラメータとして相対密度を N_{sw} から予測できることが分かる。②式のような関係式は標準貫入試験においても求められており²⁾、次式が得られている。

$$Dr = [N (98/\sigma_v')^{0.5} (e_{max}-e_{min})^{1.7} / 9]^{0.5} \dots \textcircled{3}$$

②,③式で相対密度 Dr を消去すると、

$$N = 0.43(e_{max}-e_{min})^{1.5} N_{sw} \dots \textcircled{4}$$

となり、 N 値と N_{sw} の関係を $(e_{max}-e_{min})$ をパラメータとして示すことができた。

以上から、室内試験レベルにおいて N_{sw} から相対密度、 N 値を予測する式を提案することができた。

4. 原位置試験における適用性の検討

3.で得られた⑥式を用いて実際に原位置で得られた標準貫入試験とスウェーデン試験の結果を土質分類別(砂質土、細粒土、シルト)に Fig.5~7 に示し、Fig.8 に砂質土、細粒土、シルトにおける関係式と現在広く用いられている福田式、三木式を比較して示す。図から本研究で得られた関係式が概ね原位置試験データと良い相関性を持っていることが分かり、原位置において本関係式が適用できると考えられた。

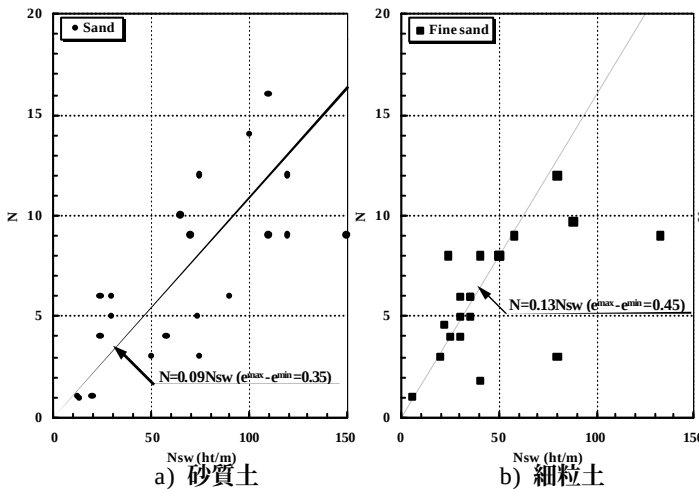


Fig.5 原位置試験結果と関係式の比較

5. まとめ

N_{sw} と相対密度、 N 値の関係式を土質特性である $(e_{max}-e_{min})$ をパラメータとして示すことができ、原位置においてもこの関係を適用できると考えられた。またこの関係式を用いることによって原位置で標準貫入試験の補間を簡便なスウェーデン式サウンディング試験で正確に行なうことができると考えられた。今後はさらに室内試験および原位置試験を行ない、これらの関係式をより精度の良いものにすることが必要であると考えられる。また W_{sw} に関しても同様の検討を行なうことも必要であると考えられた。

参考文献

- 1) Liao, S.C. & Whitman, R.V. (1986): Overburden Correction Factors for SPT in Sand, ASCE Journal of Geotechnical Engineering, Vol.112, No.3, pp.373-377
- 2) Cubrinovski, M & Ishihara, K (1999): Empirical correlation between SPT N-value and relative density for sandy soils, Soils and Foundations, Vol.39, No.5, pp.61-71

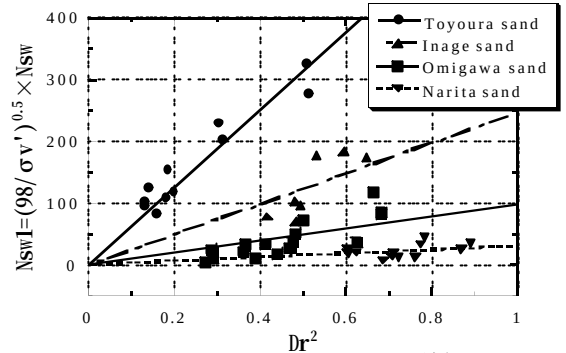


Fig.3 Dr^2 と N_{sw1} の関係

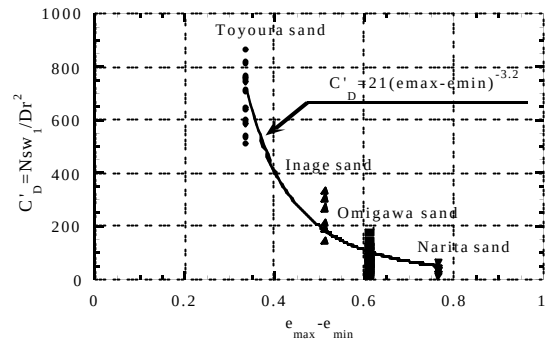


Fig.4 $(e_{max}-e_{min})$ と C'_D の関係

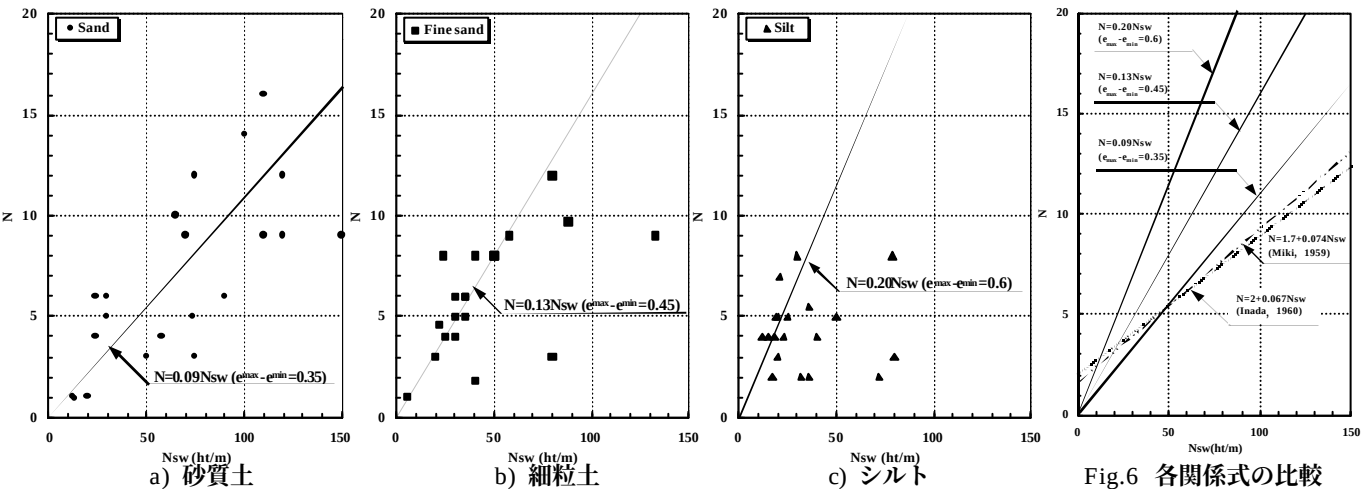


Fig.6 各関係式の比較