

サンプリングによる砂の相対密度測定誤差と N1 値-Dr 関係の補正

中央大学 正会員 國生 剛治
中央大学 学生 神川 貴史
中央大学 学生会員 横内 英恵

1. はじめに

これまでに千葉県富津火力発電所や新潟県信濃川最下流域から採取した試料について、様々な物理試験を行い、地盤の成層構造などについて調査してきた。N1 値と相対密度については、Meyerhof の関係式とは大きくかけ離れ、同じ N1 値に対して小さな相対密度となった(図-1)。そこで、現地調査での試料採取法が相対密度へ与える影響を調べるため、模型地盤から現場と同様な方法で試料採取し、採取前後の密度変化を調査した。

2. 実験方法

37×28×5 cm (縦×横×高さ) の透明アクリルの矩形土槽にウェットタンピング法により模型地盤を作成する。試料は 1 層ずつ敷き詰め、ランマーで締固める。これを 4 層分繰返し 5cm 厚さの模型地盤とした。サンプリングは図-2(c)に示すようにφ5.8×2.0 cm (内径×高さ) の真鍮リング 6 個を模型地盤表面に配置し地盤に対し垂直に押し込み、リングの回りの砂を取り除き、下から水平にすくい上げ、リングの上下端面を直ナイフで切り取り、乾燥密度を測定した。これは富津・新潟の現地調査で行ったのと同様の試料採取方法である。模型地盤の目標相対密度は 20%, 40%, 60%, 80% に設定して各リングと模型地盤全体の相対密度をそれぞれ測定した。試料はそれぞれ富津と新潟から採取した砂を現地と同程度の含水比 ($w=17\%$) に調整して使用した。図-3 に試料の粒径加積曲線を示す。なお、2 つの砂の最小・最大密度は表-1 に示すとおりである。

3. 実験結果と考察

各目標相対密度に対して、試験は 5 回ずつ行った。図-4 に模型地盤の相対密度(x)と採取した 5 つの試料の相対密度の平均値(y)との関係を示す。実験

で示す傾き 1 の $y=x$ の直線を境に、採取した試料の相対密度の平均値は、全て直線よりも下のエリアに現れ、模型地盤の相対密度よりも小さい値になることがわかる。つまり、採取することで試料が緩くなったと考えられる。また、相対密度が大きくなるにつれてその差もまた大きくなる傾向にあることがわかる。これは相対密度

キーワード 相対密度、模型地盤、サンプリング、ウェットタンピング

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel 03-3817-1799 中央大学理工学部土木工学科土質研究室

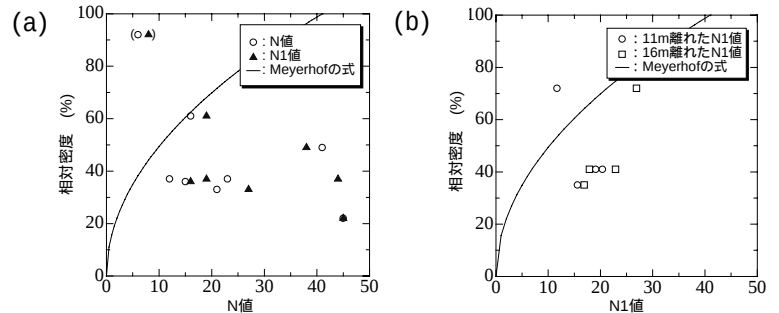


図-1 N1 値と相対密度の関係 ((a):富津 (b):新潟)

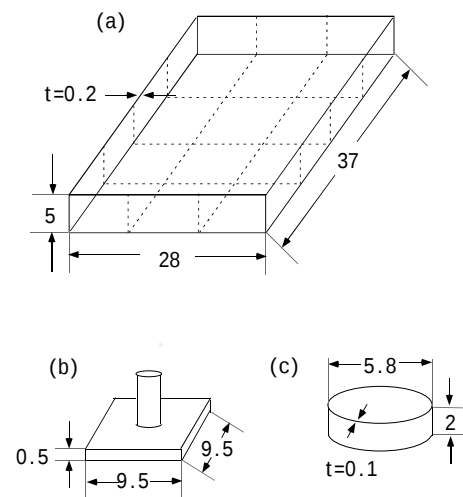


図-2 土槽とランマーと採取用リング (単位: cm)

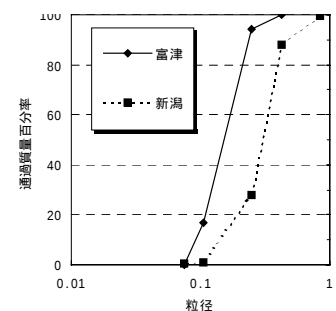


図-3 使用試料の粒径加積曲線

表-1 土粒子密度試験の結果

	富津	新潟
ρ_s (g/cm ³)	2.742	2.737
ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.558	1.653
ρ_{dmin} (g/cm ³)	1.216	1.338
e_{min}	0.760	0.656
e_{max}	1.255	1.046

度が大きくなると、リングを垂直に押し込む際に地盤に加わるせん断応力によって低拘束圧下の砂がダイレイタンスを生じたためであると考えられる。これらの結果より、模型地盤からリングにより採取した試料の相対密度は、模型地盤の相対密度よりも小さくなることがわかった。

以上の実験結果から、以前に富津と新潟の2地点の調査で得られたN1値と相対密度の関係^{1), 2)}をそれぞれ補正する。図-4に点線で示すように今回の実験結果を線形に近似すると、この式は

$$y = 0.73x + 2.33 \cdots (\text{富津})$$

$$y = 0.80x - 18.91 \cdots (\text{新潟})$$

となる。この式と $y=x$ の差がサンプリングによる相対密度への影響である。これより、実測値を補正し、Meyerhofの関係式と比較したものを図-5に示す。まず富津の埋立地盤について比較する。図中の()をつけた点は細粒分含有率が30%程度、○をつけた点は貝殻が30%程度含まれているため、最小・最大密度試験の適用範囲外である。補正値は若干ではあるがMeyerhofの関係式に近づくことがわかる。しかし、補正値は点在しており、関係式よりもかなり小さくなった。この要因として、密度計測用試料の採取地とN値の測定位置が約15m離れているので層構造やN値が多少変化している可能性も考えられるが、富津砂はMeyerhofの関係式と本質的に異なっているとも考えられる。

次に、新潟の試料について比較を行う。この実測値は、相対密度から16m離れたボーリングデータと、11m離れたものである。補正値は富津の結果よりもMeyerhofの関係式にかなり近づいていることがわかる。今回の実験で用いた新潟の試料は、富津のように現地の砂からふるい分けによって貝殻と細粒分を除いた粒径がほぼ均質な砂ではなく、現地の各標高の採取試料(元々きれいな細粒分のみからなる)を混ぜ合わせ使用したものであり、その面からは富津よりも結果の信頼度は高いと言えよう。しかし、補正後にかえって関係式から遠ざかる点も存在する。富津の結果と同様に、試料の採取地とN値の測定位置が離れているため、層構造が変化している可能性がある。

次に、新潟の試料について比較を行う。この実測値は、相対密度から16m離れたボーリングデータと、11m離れたものである。補正値は富津の結果よりもMeyerhofの関係式にかなり近づいていることがわかる。今回の実験で用いた新潟の試料は、富津のように現地の砂からふるい分けによって貝殻と細粒分を除いた粒径がほぼ均質な砂ではなく、現地の各標高の採取試料(元々きれいな細粒分のみからなる)を混ぜ合わせ使用したものであり、その面からは富津よりも結果の信頼度は高いと言えよう。しかし、補正後にかえって関係式から遠ざかる点も存在する。富津の結果と同様に、試料の採取地とN値の測定位置が離れているため、層構造が変化している可能性がある。

4. まとめ

- ・ 模型地盤からリングにより採取した相対密度は、非常に緩い砂でも目標地盤全体の相対密度よりも小さくなることが分かった。また、その差は相対密度が大きいほど大きくなった。
- ・ サンプリングによる相対密度の測定誤差を考慮すると、富津砂ではN1値と相対密度の関係はMeyerhofの関係式をかなり下回るが、新潟砂ではMeyerhofの関係式に近づくことがわかった。しかし、補正した実測値の中には関係式からかけ離れたものも存在した。富津砂、新潟砂ともに、試料の採取地とN値の測定位置が離れているため、層構造などが変化したための誤差も考えておく必要がある。

5. 参考文献

- 1) 國生剛治, 藤田勝久, 伊藤力: トレンチ調査による新潟市液状化地盤の粒度・密度分布, 第36回地盤工学研究発表会
- 2) 國生剛治, 伊藤力, 神川貴史: 埋立地盤での地盤の成層不均質性の調査, 第58回土木学会学術講演会

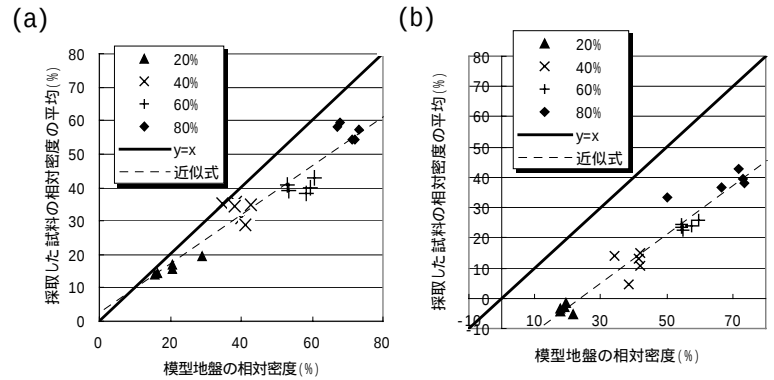


図-4 模型地盤と採取した試料の相対密度((a):富津(b):新潟)

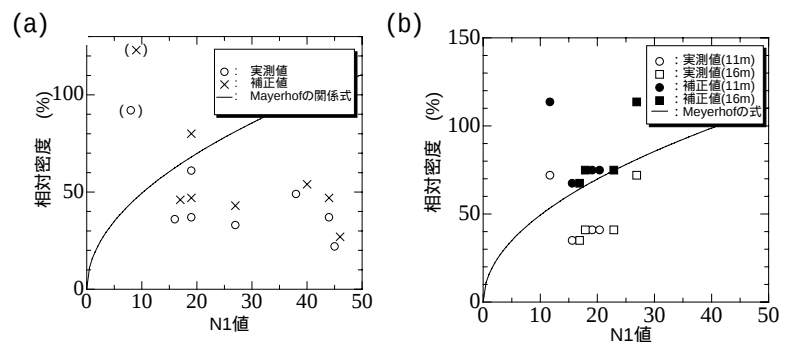


図-5 N1値と相対密度の関係((a):富津(b):新潟)