

細粒な土の土槽貫入実験（実験結果）

飛島建設 正会員 沼田 淳紀 飛島建設 正会員 嶋本 栄治
飛島建設 染谷 昇 中央大学 正会員 國生 剛治

1. はじめに

海岸埋立地に代表される若齢な地盤を主な対象とし、液状化強度に対する粒径の影響を明らかにすることを目的に土槽貫入実験を行った。前報¹⁾では、実験の背景、目的、方法を示した。ここでは、土槽貫入実験結果について示す。

2. 標準貫入試験結果

既往の研究では、液状化強度に対する細粒分含有率や粒径の影響について検討する際に、相対密度を統一して比較する場合が多い。しかしながら、最大最小間隙比は粒度組成の影響を受けるので、特に細粒な土を扱う場合にはこのような方法は必ずしも合理的ではない。そこで、ここでは液状化強度を比較する時に、同一のN値で比較することを考えた。

図-1に、土槽地盤の相対密度が64~73%の時の、標準貫入試験の打撃回数と貫入量の関係を示す。ここで、相対密度は、細粒な土に対しても適用できるように新たに定義したもので、最大間隙比はJIS法に準拠して求めているが、最小間隙比は締固め試験により物理的に得られる最小の間隙比とした^{2),3)}。打撃回数と貫入量の関係にはばらつきが認められるが、これは密度の差によるものと考えられる。相対密度のほぼ等しい函館シルトと北海道T砂ではこの関係が全く一致している。

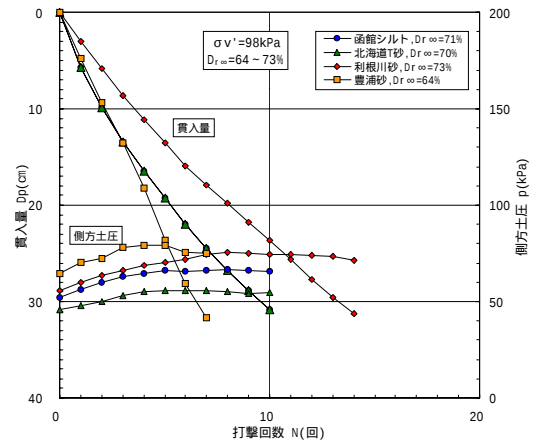


図-1 打撃回数と貫入量の関係の一例

図-2に、相対密度とN値の関係を示す。図中には、参考のためにMeyerhofが示した関係式⁴⁾とGibbs and Holtz⁵⁾が示した関係式を示した。ただし、Gibbs and Holtzの関係式は上載圧が138kPaである。粒径の異なる土であるが、相対密度とN値の関係は、粒径に関係なくほぼ同一の関係にあり、Meyerhofが示した関係式に比べN値はかなり小さく、Gibbs and Holtzが示した関係式に近いことがわかる。Gibbs and Holtzは、飽和砂を振動によって一定密度になるまで締固めるか、突固めによって求めた密度のうち密な方を最小間隙比としている。この方法は、ここで定義した方法に似ており、Gibbs and Holtzが実験に用いた50%粒径0.3mmの砂からここで用いたシルトの範囲では、相対密度とN値との相関は高いことがわかる。

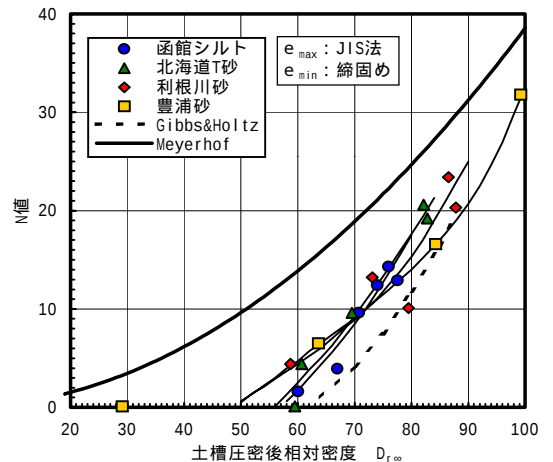


図-2 相対密度とN値の関係

3. 繰返し非排水三軸試験結果

図-3は、三軸供試体の相対密度と液状化強度の関係である。液状化強度は、繰返し非排水三軸試験より求められた繰返し回数20回で両振幅ひずみDA=5%にいたる繰返しせん断応力比とした。相対密度は先ほどと同様に新しく定義したものである。図中には、佐々木ら⁶⁾が豊浦砂について求めた関係を破線で併記した。ただしこの関係は、繰返し回数10回に対する値である。

佐々木らの結果と豊浦砂の結果はほぼ一致していることがわかる。相対密度が70%以下の範囲では粒径の影響は少なく液状化強度がほぼ

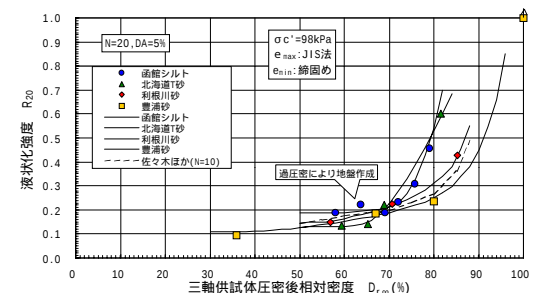


図-3 相対密度と液状化強度の関係

キーワード：埋立地盤、液状化、標準貫入試験、細粒分、相対密度

連絡先：〒270-0222 千葉県東葛飾郡関宿町木間ヶ瀬 5472, TEL 0471-98-7553, FAX 0471-98-7586

同じであり、70%を越えると50%粒径の大きい豊浦砂や利根川砂より、細粒な函館シルトや北海道T砂の方が液状化強度が若干大きくなっている。このようなわずかな違いは認められるが、粒径が異なる土であっても相対密度と液状化強度の関係はほぼ同一の関係にあることがわかる。

4. N 値と液状化強度の関係

図-4に、N 値と液状化強度の関係を示す。図中、太い実線および破線、点線は道路橋示方書⁷⁾に示される関係である。道路橋示方書との関係は、函館シルト、北海道T砂、豊浦砂のそれぞれの細粒分含有率に対応する関係式を示した。細い実線は、図-2に示した相対密度とN 値の関係と、図-3に示した相対密度と液状化強度の関係をそれぞれ図中に示す実線のような関係式に仮定し、得られた両者の関係より相対密度を消去しN 値と液状化強度の関係を求めたものである。図-2および図-3ともにはばつきがあるので、このような関係式を仮定することで平均的な関係が得られる。

このように求められた関係式は、50%粒径の大きい豊浦砂と利根川砂がほぼ同じで、細粒な函館シルトと北海道T砂がほぼ同じで、前者の2つが後者の2つより若干液状化強度が小さい。しかしながらその差は僅かで、N 値が約10以下では、4者とも違いはほとんど認められない。道路橋示方書と比較すると、函館シルトの細粒分含有率に対応する関係式よりも実験結果はかなり小さいことがわかる。

5. 細粒分含有率と液状化強度の関係

図-5に、N 値が7, 10, 15に対する細粒分含有率と液状化強度の関係を示す。それぞれの値は、仮定した関係式より平均的な値として求めたN 値が10以下の小さな範囲では細粒分含有率の違いによる液状化強度の差はほとんど認められず、液状化強度は同程度だといえる。N 値が15の場合は、細粒分含有率が25%程度までは液状化強度が0.15程度増加するが、それ以上では頭打ちとなっていることがわかる。

以上より、海岸埋立地に代表される若齢な地盤では、均等粒径で粘土分含有率が10%で非塑性な土に対して、細粒分含有率が変化しても特にN 値が10以下の緩い地盤では、細粒分含有率が例え80%近くあっても豊浦砂のような砂と液状化強度がほとんど変わらないこと、また、N 値が10以上の場合は細粒分含有率が増加すると若干液状化強度が増えるが、0.15程度の増加であることが明らかになった。

6. まとめ

4種類の細粒な土を用いて土槽貫入実験を実施し、以下が明らかになった。

- (1) 相対密度とN 値の関係は、粒径に関係なくほぼ一義的な関係である。
- (2) 相対密度と液状化強度の関係は、 D_{r0} が70%以上で細粒な土の液状化強度がやや大きい、ほぼ同一の関係である。
- (3) N 値と液状化強度の関係は、N 値が約10以下では粒径の違いによる液状化強度の差は認められず、N 値が10以上では細粒なものの液状化強度がやや高い。ただし、細粒分含有率が多い場合には道路橋示方書に示される液状化強度よりも実験結果はかなり小さい。
- (4) N 値の小さな範囲では粒径による差は認められず、シルトが80%近くあっても液状化強度は豊浦砂と同じである。

謝辞

実験を実施するにあたり、電力土木技術協会の須田嘉彦氏はじめ関係各位に大変お世話になった。シー・アール・エスの吉田保夫氏には実験方法の指導をして戴いた。中央大学の諏訪正博氏および渡邊圭氏には実験に協力していただいた。ここに記して心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 嶋本 栄治, 沼田 淳紀, 染谷 昇, 國生 剛治: 細粒な土の土槽貫入実験(実験方法), 土木学会第56回年次学術講演会, 第 部門, 投稿中, 2001.10.
- 2) 沼田 淳紀, 染谷 昇, 嶋本 栄治, 國生 剛治: 細粒な土の相対密度(試料の諸特性), 第36回地盤工学研究発表会, 投稿中, 2001.6.
- 3) 沼田 淳紀, 嶋本 栄治, 染谷 昇, 國生 剛治: 細粒な土の相対密度(定義方法), 第36回地盤工学研究発表会, 投稿中, 2001.6.
- 4) 地盤工学学会: 第2章標準貫入試験, 地盤調査法, pp.193-207, 1995.9.
- 5) Gibbs, H. J. and Holtz, W. G.: Research on determining the density of sand by spoon penetration test, Proc. 4th ICSMFE, Vol. , pp.35-39, 1957.
- 6) 佐々木 勉, 龍岡 文夫, 松村 正重, 関 真一: 振動三軸試験における試験条件が砂の液状化強度に及ぼす影響, 第16回土質工学研究発表会, pp.597-600, 1981.5.
- 7) 日本道路協会: 7.5 砂質地盤の液状化の判定, 道路橋示方書・同解説 耐震設計編, pp.91-95, 1996.12.

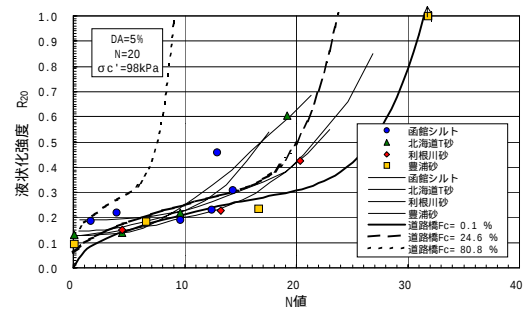


図-4 N 値と液状化強度の関係

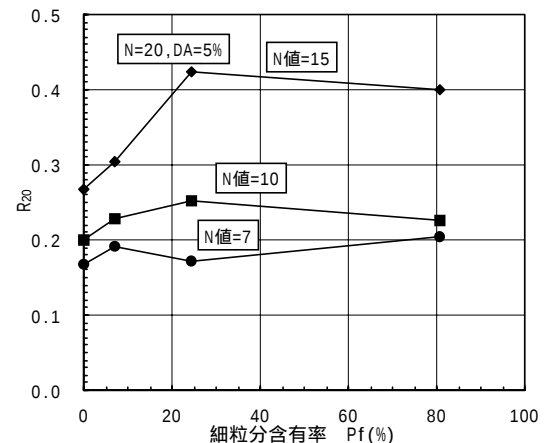


図-5 細粒分含有率と液状化強度の関係