

シルト質砂における N 値と密度，静止土圧係数の関係

東京電機大学 学生会員 丹羽俊輔
 東京電機大学 正会員 安田 進
 不動建設(株) 正会員 原田健二
 東京電機大学 大河原功 小川紀幸

1.はじめに

サンドコンパクションパイル工法によって締め固められた地盤では砂杭の打設により杭間の地盤内の静止土圧係数 K_0 が増加する。 K_0 が増加すれば，液状化強度が増加するはずであり，また N 値自体も増加する可能性がある．このため， K_0 の増加効果がこれらに与える影響を定量的に把握するために，筆者らは豊浦砂に対し室内模型土槽実験を行ってきた¹⁾．これに引き続き，ここではシルト質砂について同じ室内模型土槽実験をいくつかの条件で行って，飽和地盤における N 値に及ぼす K_0 の影響を調べた．

また，シルト質砂などの細粒分を含んだ試料を用いて水中落下法で模型地盤を作製する場合，分級作用により比較的粒径の大きいものと細粒分が交互に堆積してしまい，均一な地盤を作製することは難しい．そこで，2重のトレミー管を用いて均一地盤作成方法に関する研究を行った．

2.均一な地盤の作製方法

今回用いた2重トレミー管の断面図を図-1に示す．これは，内管の内部に土を投入すると舞い上がった細粒分が穴から再び内管に入り，上部から投入する試料と交じり合うことで，分級が避けられるといったものである．均一地盤を作製するための実験で用いたトレミー管の組み合わせは，標準貫入試験実験土槽との兼ね合いから，内管と外管の組み合わせは45mmと75mm，45mmと115mm，75mmと115mmの組み合わせとした．また，内管と外管の高さの差(内管をどれだけ上部にずらすか)によっても堆積状況は変わってくるため，この差を0mm，20mm，40mmの3種類とし，計9種類の条件とした．実験は，試料の堆積状況が確認できるように小型の透明なアクリル土槽を使用し，試料を堆積させた後，側面から堆積状況を確認することでそれぞれの条件ごとの評価を行った．この結果，試料を最も均一に堆積させることが出来たのは内管75mm，外管115mm，内管と外管の差20mmのものであった．以下の標準貫入試験では，この2重トレミー管を用いて実験を行った．

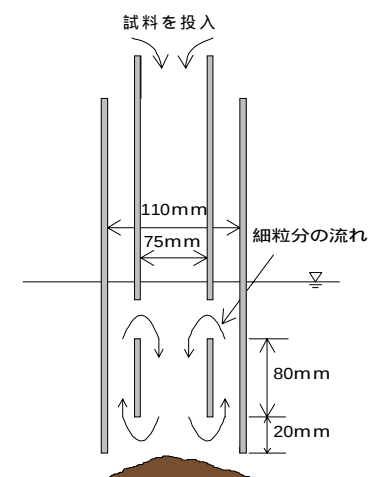


図-1 最適な2重トレミー管の断面図

3.標準貫入試験装置および試料

室内SPT装置および土槽を図-2に示す．SPT装置はサンプラーにノッキングヘッドを取り付ける際，ロッドカップリングを用いて直結してある．この長さは50mmである．土槽は，内径770mm，深さ921mmの鋼製の円形型土槽である．任意の K_0 条件を再現するために，模型地盤に対する水平および鉛直応力を土槽周面および底面のメンブレンを介して水圧により独立に作用させている．今回の実験では K_0 は鉛直応力を98kPaで一定とし，水平応力を変化させる

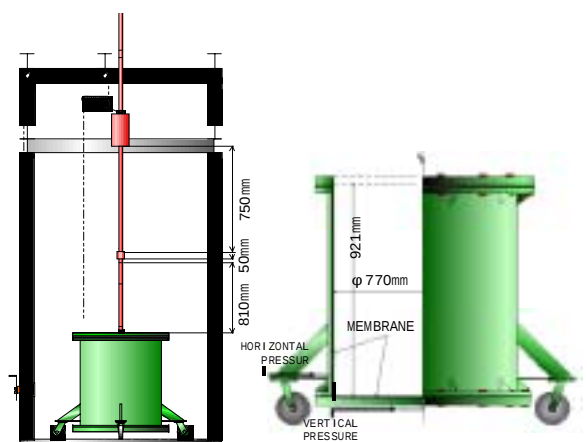


図-2 室内標準貫入試験装置および土槽

キーワード：標準貫入試験，シルト質砂，液状化対策工，静止土圧係数，

連絡先：350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂 電話 0492-96-2911(2748) FAX 0492-96-6501

ことで調整した。模型地盤は飽和地盤とし、試料には千葉県高浜から採取したシルト質砂($FC=17.7\%$, $D_{50}=0.17\text{mm}$, $G_s=2.688$, $e_{\max}=1.207$, $e_{\min}=0.677$)を用いた。

4.実験方法

模型地盤は水中落下法で前述した2重トレミー管を用いて作製した。密度は3種類とし、試料落下後手を加えないもの(緩詰め)、地盤上部に土嚢を置き圧密させたもの(中密)、地盤を3層に分け側面からの振動と突き固めによって締め固めたもの(密詰め)とした。 K_0 は0.5, 1.0, 1.5, 2.0の4種類とし、密度の条件と合わせ計12種類の実験を行った。模型地盤作成後は、所定の水平・鉛直応力を加えて、それによる圧密が終了した後、土槽上部にSPT装置を設置して標準貫入試験を行った。その際、土槽中央付近でのN値を得るために30cmの予備打ちを行った。本打ちでは、一打撃ごとに拘束圧の確認をして K_0 の値が一定値になるように調整した。また、間隙水圧計を土槽の中心である深さ方向45cmの位置に設置して貫入試験中の間隙水圧を求めた。重錘の落下方法はトンビ法とした。

4.実験結果

各 K_0 条件での圧密後相対密度 D_r' とN値の関係を図-3に示す。N値はサンプラーを30cm貫入させるのに必要な打撃回数であり、累計貫入量から比例換算して求めている。ロッド長さや打撃効率による補正は行っていない。水圧の記録から残留間隙水圧の値に注目し、平均的な値を取らないものに関しては算出した相対密度に補正を加え、シフトする方向を矢印で示した。また、貫入深度10cm以下で一打撃ごとの貫入量が大きくなる場合があったが、これは地盤が部分的に目標相対密度よりも緩く堆積したものと考え、貫入深度10cmから30cmの打撃回数を1.5倍することでN値を補正した。補正したN値および相対密度より、シルト質砂における K_0 と D_r' , N値の関係についての提案曲線を同図中に示した。これより、 D_r' が大きくなるとN値が増加することがわかり、また D_r' が等しい場合には K_0 が大きいほどN値は大きくなっていることがわかる。

地盤作成方法別に K_0 の増加とN値の関係についてまとめると図-4となる。密な地盤では、 K_0 が1.0を超えるとN値が大きく増加していることがわかる。また、 K_0 が小さい領域においてN値が増加しないのは、地盤作成時の締め固めによるためと考えられる。また、豊浦砂との実験結果を比較検討するために豊浦砂を用いた場合の各 K_0 条件における D_r' とN値の関係を図-5に示す。相対密度の違いから直接比較することは出来ないが、この図と図-3より、ほぼ同じような傾向を示していることが分かる。

5.まとめ

シルト質砂を用いて作製した模型飽和地盤で K_0 , 密度を変えてSPTを行った結果、以下のことがわかった。豊浦砂の場合と同様に、密度が増加するとN値が増加する。また、 K_0 の増加にはN値を増加させる効果がある。豊浦砂の場合と同様に、 K_0 のN値を増加させる効果は改良前の地盤の密度や K_0 によって異なってくる可能性がある。

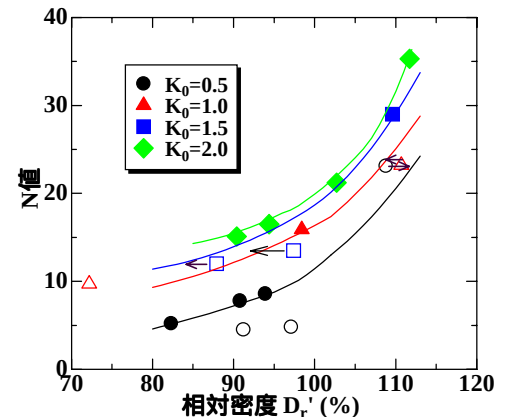


図-3 K_0 - D_r' - N 値関係

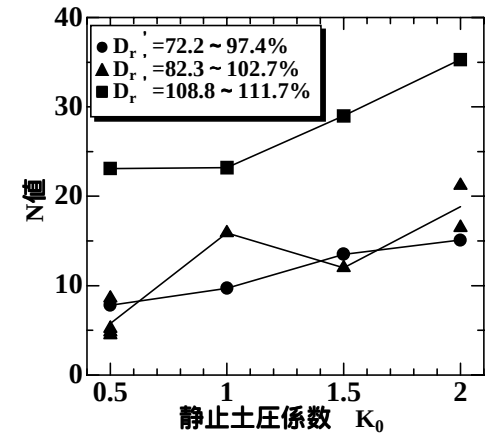


図-4 K_0 - N 値の関係

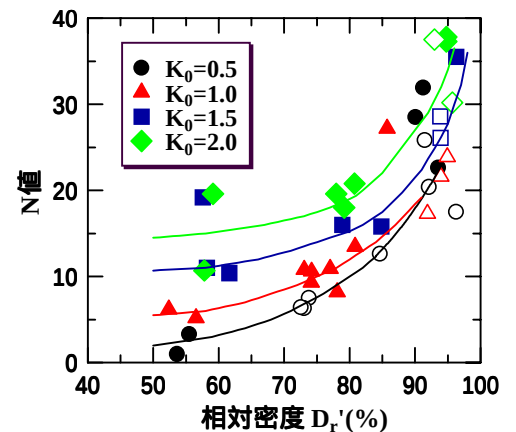


図-5 豊浦砂の K_0 - D_r' - N 値関係

『参考文献』1)荒井大介 他：飽和地盤におけるN値と密度、静止土圧係数の関係，第35回地盤工学研究発表会，pp.1435-1436，2000