

III-A 145

相対密度とN値の関係に関する模型実験

東京電機大学 学生会員 ○西川 修
 東京電機大学 正会員 安田 進
 東京電機大学 正会員 小林利雄
 東京電機大学 浅香寛之・内藤福隆

1. 目的

液状化層の推定方法としてN値を用いる簡易判定方法がよく用いられている。これらの方法を導くに当たってはN値と相対密度の関係が利用されているものが多い。ところが、既往のこの関係は特にゆるい砂を対象にされてきてはいない。そこで本研究では、ゆるい砂に対するN値と相対密度の関係を調べるために標準貫入試験を行った。

2. 実験概要

2-1 土槽・試料

実験に用いた土槽は、図-1に示すような内径730mm、深さ925mmの円筒型である。内周面及び底面に設けてあるゴム製メンブレンを介して、土槽内の地盤に対して水平及び鉛直方向へ独立に拘束圧を加えられるようになっている。また、貫入試験は上盤に設けた穴から行うようになっている。なお、実験に用いた試料は豊浦標準砂で、 $G_s=2.65$ 、 $D_{50}=0.155\text{mm}$ 、 $e_{\max}=0.985$ 、 $e_{\min}=0.611$ である。

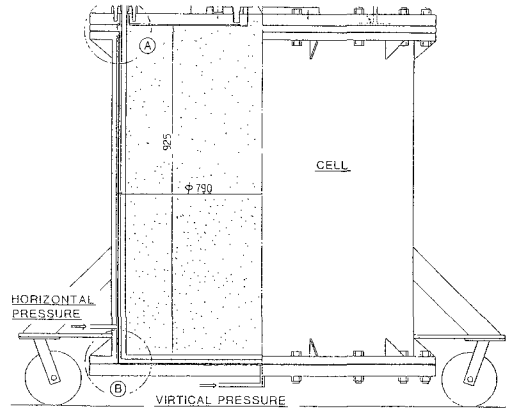


図-1 土槽

2-2 模型地盤作成方法・実験方法

実験は種々の地盤密度、拘束圧に対して行った。相対密度20%以上の場合は、多重ふるい落下装置（ふるいは5層構造で上部のみ1mm、他は3mm）を用いて、目標落下高さを調整しつつ乾燥した豊浦砂を落下させて作成した。一方、相対密度20%以下の場合は、試料を湿潤状態（不飽和、含水比1.7%）にして、2層からなるふるいで作成した。地盤作成後、土槽のふたを取り付け、鉛直・水平拘束圧を加えた。鉛直拘束圧の値として、0.5、1.0、1.5kgf/cm²の3つの条件で加えた。その際、水平方向には0.4倍（ $K_0=0.4$ を仮定）したものを加えた。

2-3 標準貫入試験

標準貫入試験はJIS A 1219規定に準拠して行った。ただし、予備打ちを30cm、本打ちを30cmとした。本打ちにおいては、打撃1回ごとに累計貫入量を測定し、このときの拘束圧の変化をデジタルひずみ測定器で約1秒後に測定した。また、特に必要のない限りN値50を限度とし、そのときの累計貫入量を測定した。

3. 実験結果

貫入深さに伴う拘束圧の変化を、平均主応力0.6kgf/cm²を例として図-2示す。この図より、相対密度が低い場合はサンプラーが貫入するごとに拘束圧が減少しているのが分かる。これはサンプラーを介したハンマーの衝撃が砂地盤に対して負のダイレイタンスを引き起こしたためだと考えられる。それに対して相対密度が60%前後以上ある地盤ではサンプラーが貫入するごとに拘束圧が増加している。これはさきほどとは逆に正のダイレイタンスにより砂地盤の堆積が膨張したためだと思われる。なお、他の拘束圧でもこの傾

向は同様であった。

標準貫入試験によって得られたN値と相対密度の関係を図-3に示す。この図に見られるように相対密度が高くなるほどN値は増加し、また、同じ相対密度でも拘束圧が高い方がN値が大きいうことがわかる。そこで相対密度が増すにつれてN値が指数関数的に増加する傾向にあるものとみなし、N値と相対密度及び拘束圧の関係を

$$N = a(Dr + b)^c \quad \dots (1)$$

という関数形と仮定していくつかのbに対して定式化を試みた。その結果 $b=60$ 、つまり $Dr=-60\%$ を原点とする

$$N = (-2.25 \times 10^{-6} p' + 3.37 \times 10^{-6}) \times (Dr + 60)^{(0.477p' + 2.95)} \quad \dots (2)$$

ここに N：N値 Dr：相対密度(%) p'：平均主応力(kgf/cm²)

という式が適切と考えられた。この式と実験結果を比較したのも同時に図-3に示す。

さらに、本実験で得られた式と国生らおよび Meyerhof による式について、 $\sigma_v'=1.0(\text{kgf/cm}^2)$ の場合を例として比較した。その関係を図-4に示す。この図に見られるように、本実験で得られた式と国生らによる式および Meyerhof による式は、相対密度が 40% から 70% の間でほぼ一致しているのがわかった。

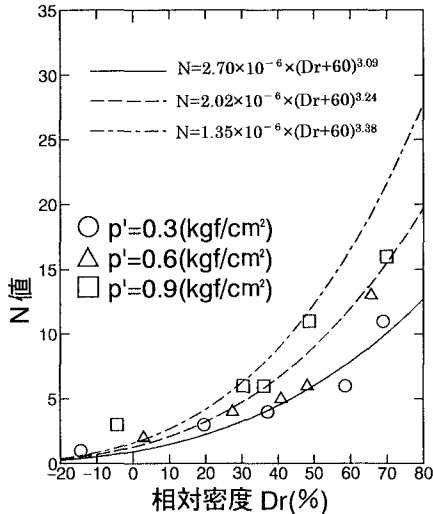


図-3 相対密度とN値の関係および近似式と実験結果の比較

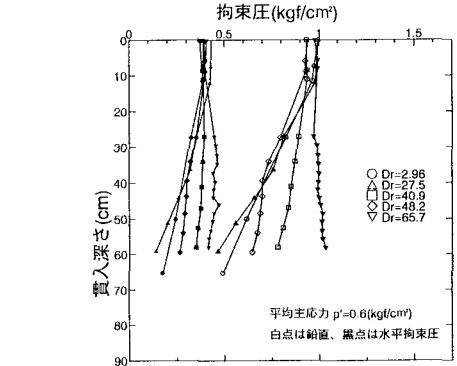


図-2 貫入深さに伴う拘束圧の変化
平均主応力 $p'=0.6\text{kgf/cm}^2$

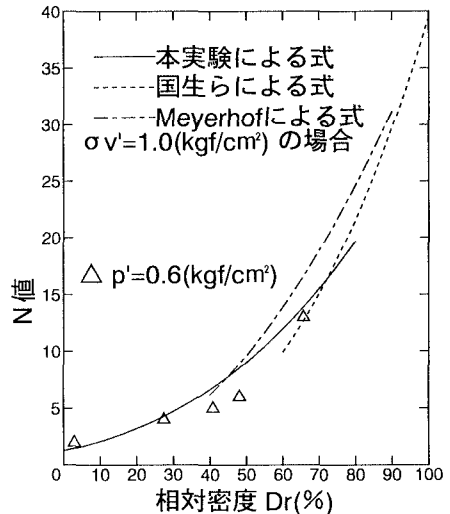


図-4 本実験での式と国生らおよび Meyerhof による式の比較

4. まとめ

拘束圧を加え得る土槽を用いて、標準貫入試験によるN値と地盤の相対密度、拘束圧の関係を求めた。その結果、これらの関係に関する定式化を行うことができた。また、今回は豊浦標準砂を用いて実験を行ったが、粒径や粒度分布が違う試料ではどのような特性を示すか、さらには、スウェーデン式サウンディング試験による N_{sw} とN値の関係はどうか、ということを今後検討していきたいと考えている。なお、本研究は(財)地震予知総合研究振興会の研究活動の一環として行ったものである。関係各位に感謝する次第である。

【参考文献】 1)国生剛治・吉田保夫・長崎清：密な砂地盤のN値による液化判定法，第19回土質工学研究発表会講演概要，pp.559-562，1984。