

東京電機大学理工学部

安田 進

同上

○ 小林利雄

同上

吉田喜忠

1. はじめに

わが国では、液状化予測の調査法として主に標準貫入試験が行われている。これに対して、スウェーデン式サウンディング試験は簡易であり、また、試験装置の運搬が手軽で、狭い場所でも行うことが可能である。さらに作業時間も短時間で済み、大変安価で行える。ところが、スウェーデン式サウンディング試験結果を用いた液状化予測方法は、まだ確立されていない。

そこで本研究では、スウェーデン式サウンディングを用いた液状化の予測方法の開発に関する研究の一環として、スウェーデン式サウンディング結果と相対密度の関係について、室内実験を実施し、検討を行った。

2. 実験概要

2.1 土槽・試料

実験に用いた土槽は、内径約730mm、深さ約925mm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および鉛直方向へ独立に拘束圧を加えるようになっている。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。

2.2 模型地盤作製法・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30%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て作製した。さらに、相対密度70%以上は、前述の方法で10cm詰める毎に60kg荷重を乗せた。一方、相対密度20%以下は、試料を湿潤状態（不飽和、含水比1.7%）にして、2層から成るふるいで作製した。これらの方法により、相対密度が0、40、60、70%の地盤を作製した。地盤作製後、土槽の蓋を取付け、鉛直・水平拘束圧を加えた。拘束圧の値として、鉛直方向に0、0.5、1.0、1.5kgf/cm²の4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）したものに加えた。また、鉛直・水平拘束圧を逆に加えた（ $K_0=2.5$ ）も行った。

2.3 スウェーデン式サウンディング試験

スウェーデン式サウンディング試験はJIS A 1221に準拠して行った。ただし、土槽深さを考慮して 1)半回転数Naの測定を貫入量10cm毎に行い、 2)最終貫入深さを75cmとし、 3)非常に締まった模型地盤においては、 $N_{sw}=500$ 程度で終了とした。

3. 実験結果

スウェーデン式サウンディング試験結果の一例を図-1に示す。貫入抵抗は貫入深さが増すと増加したが、50cmを越えた付近からは、ほぼ一定の値となった。この傾向はほとんどの試験に共通している。但し、相対密度と拘束圧が低い試験においては多少異なった。貫入深さに伴う拘束圧変化の一例を図-2に示す。圧力変化は、貫入深さにかかわらず水平圧・鉛直圧ともほぼ一定値を

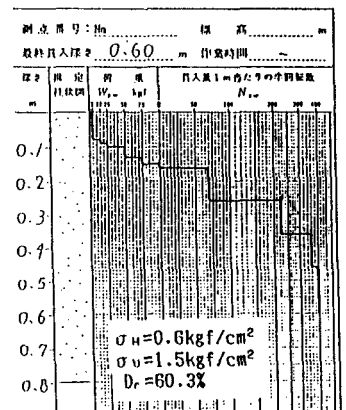


図-1 試験結果例

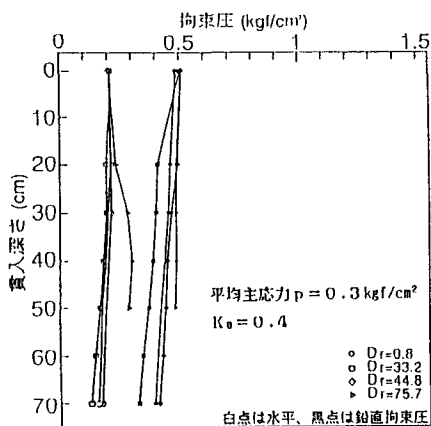


図-2 貫入深さに伴う拘束圧の変化
 図-1に示すように50cm程度の深さから貫入抵抗が一定となるので、この貫入深さ50cmにおける貫入抵抗値と相対密度の関係を示すと図-3となった。図をみると、相対密度30%までは密度とともに少し貫入抵抗が大きくなるだけとなった。これに対し、相対密度30%以上では密度とともに、貫入抵抗は大幅に増加する傾向となった。また、拘束圧が高いほど貫入抵抗は大きくなった。そこで、相対密度が増すにつれて貫入抵抗が指数関数的に増加する傾向にあるものとみなし、貫入抵抗と相対密度及び拘束圧の関係を $Dr = c(N_{sw} - a)^b$ という関数形と仮定して、定式化を試みた。その結果、

$$Dr = (2.0 p' + 6.6) (N_{sw} - 85.7 p' + 25.7) (-0.13 p' + 0.48)$$

となった。この式と実験結果との比較をしたものを図-4に示す。この図にみられるように、式はかなり良く近似された結果を得た。

4. まとめ

拘束圧を加え得る土槽を用い、スウェーデン式サウンディングでの貫入抵抗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が行えた。

なお、本研究は(財)地震予知総合研究振興会での研究委員会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。

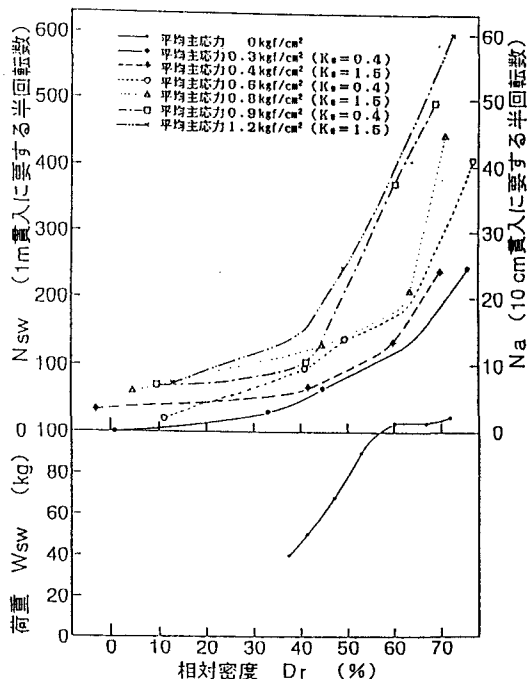


図-3 貫入深さ50cmにおける $N_{sw} \cdot W_{sw}$

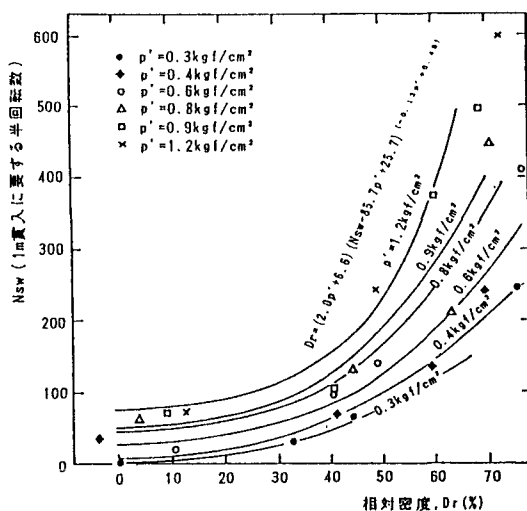


図-4 近似式と実験結果の対比