

東海大学大学院 学生員 ○ 岩田 尚親
 (株) オオバ 正会員 山田 道男
 東海大学 正会員 杉山太宏・赤石 勝

1. まえがき

孔内載荷試験は削孔後すみやかに実施しなければならないが、硬質土と岩盤の試験では試験数回分までの先行削孔を行った後、孔内載荷試験を実施してよいとされている¹⁾。削孔に伴う地盤内応力の解放で試験孔周辺土が吸水膨張するとその後の載荷試験結果に影響するため、削孔直後の試験が必要とされていると思われる。

また、地盤調査法では予想最大加圧力の 1/10 以下の荷重増分を加え、各載荷圧力段階で一定圧力を 1 分間保持することが必要とされている¹⁾。この載荷速度では砂質土の場合には排水条件、粘性土の場合には非排水条件下の孔内載荷試験が実施されている可能性が高い。しかし、地盤調査法には孔内載荷試験から得られる変形係数や降伏圧力などに排水条件の区別は記述されていない。また、削孔直後と先行削孔後の孔内載荷試験では、試験位置周辺土の拘束条件が異なり試験結果にその影響が含まれると思われる。

そこでこの報告は、有限要素法を用いた孔内載荷試験の再現計算によって載荷速度と地盤の透水係数（排水条件）が試験結果におよぼす影響について検討している。

2. 計算条件

弾塑性有限要素解析に用いた要素図を Fig.1 に示した。図中 A で示した深度 20m の地点で孔内載荷試験の再現計算を実施した。ボーリングを想定した要素の除去割合によって A 点はボーリング底部の場合と先行削孔された孔の任意の深度となる。地盤は過圧密された関東ローム地盤を想定し、計算に用いた変形係数は、計算結果の図中に示した。

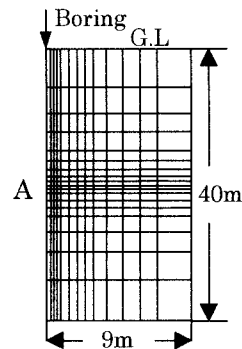


Fig.1

3. 計算結果と考察

3.1 非排水・排水有限要素解析

ボーリング孔中央深度で実施した結果の変位を示したのが Fig.2 である。また同図中には、計算に用いた変形係数 E_0 と孔内載荷試験の再現計算から得られた変形係数 E_C を示してある。実線で示した排水解析の方が非排水解析より孔壁変形量が大きく、2.4 倍程度大きい変形係数が得られている。また計算に用いた変形係数 E_0 より排水解析で 1.57 倍、排水解析で 3.79 倍の変形係数 E_C が得られた。孔内載荷試験の載荷時間と載荷部近くの地盤の透水係数にもよるが、通常行われている実際の試験では、排水・非排水解析の中間の排水条件と考えられる。

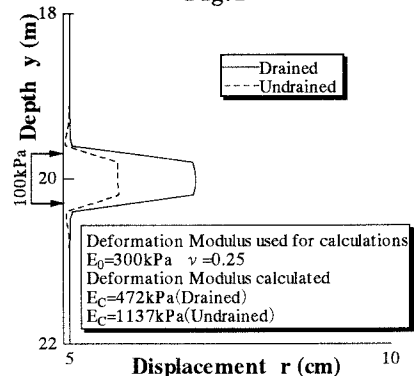


Fig.2

キーワード：孔内載荷試験，排水条件，有限要素法

連絡先 〒259-1207 平塚市北金目 1117 Tel 0463(58)1211

3.2 圧密有限要素解析

載荷試験中試験位置周辺土に圧密現象が発生している場合、得られる変形係数は、非排水・排水解析から得られる変形係数の中間に位置すると考えられるため、Fig.2 と同じ位置で透水係数を変化させた圧密解析を実施した。載荷増分 10 とし、10 分間で載荷を完了、そのまま長時間載荷を継続した場合の孔壁水平変位の経時変化を示したのが Fig.3 である。載荷部分を中心に変位は上下対称なので、縦軸は深さ方向の半分を示し、横軸は排水解析の最大変位を 1 とした時の変位を示した。また、載荷を完了した 10 分後における半径方向の過剰間隙水圧分布を示したのが Fig.4 である。透水係数 k が $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$ の場合、Fig.4 から明らかのように地盤内に大きな過剰間隙水圧が残留している。Fig.3 より 10 分後以降載荷を継続すると圧密によって孔壁の変位は時間とともに増加する様子が観察される。 $k=10^{-4} \text{cm/sec}$ の場合、時間とともに孔壁変位は増大し、約一週間後 (10^4min) に排水解析とほぼ同じ変位量になった。 $k=10^{-7} \text{cm/sec}$ では、10min まで圧密は進行せず非排水解析に近い変位量である。これらの計算結果から孔内載荷試験により得られる変形係数は、排水（あるいは圧密）条件に応じ明確に判断する必要性が指摘される。

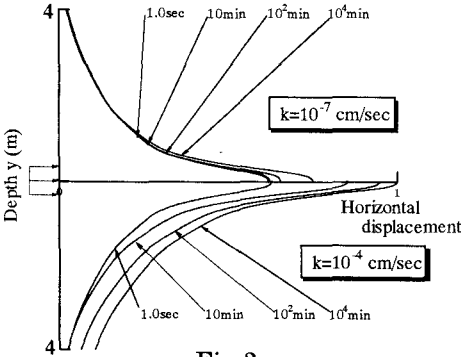


Fig.3

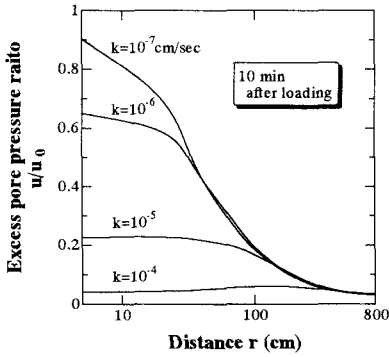


Fig.4

3.3 試験実施位置の影響

A の深度で排水条件下の孔内載荷試験の再現計算を実施した結果を Fig.5 に示した。ボーリング孔の掘削により深いところほど孔壁に大きな変位が発生しボーリング孔が小さくなっている。掘削孔底面から 0, 10, 20cm 離れた位置で載荷した場合の孔壁の変位が Fig.5 に示されている。先行削孔後の孔内載荷試験と削孔直後孔底部では拘束条件の違いがあるが、変形係数の影響は少ないと思われる。

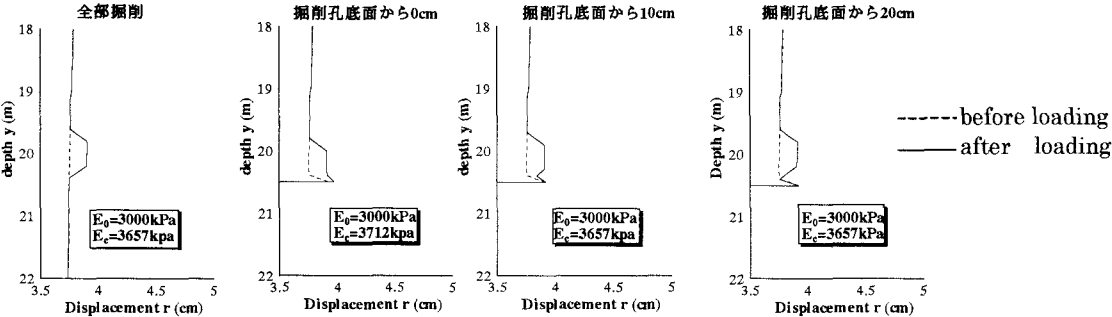


Fig.5

4. むすび

透水係数の小さな粘性土地盤における孔内載荷試験から得られる変形係数は、圧密の影響により異なる値が得られることを有限要素解析の再現計算によって示した。東海大学校内で行ったローム地盤における載荷時間間隔の異なる K 値試験でも類似の結果が得られているので講演会当日報告する。

参考文献 1) 地盤工学会編：地盤調査法, pp.249-257, 1995