

III-414 凍上変位吸収孔に関する室内モデル実験(1)

株式会社 精研 正 伊豆田久雄 正 松岡 啓次 仲山 良隆

1 まえがき

凍上性の大きい地盤を凍結すると、凍結膨張によって既設構造物に土圧増加や変位をもたらす場合がある<sup>1)</sup>。この土圧増加および変位を減少させる対策工の一つである変位吸収孔<sup>2)</sup>の効果に関する室内実験に着手した。

本報告では、変位吸収孔の基本特性の把握をするために行った、最も単純な条件下における厚肉円筒粘土の変形実験と、変形モデルとの比較結果を述べる。

2 実験方法

1) 試料土と供試体：試料土は、風乾の藤の森青粘土である。スラリー状態にした後に、圧密試験機によって3日間圧密し、直径100mm、高さ100mmに整形する。以下で述べる変形試験における側面圧力Pに対して過圧密状態にするために、最大のPより大きな種々の先行側面圧力Ppによって、側面を排水面とする二次元圧密を行う。粘土の中心軸に沿う直径25mmの部分抜き取り、これを変形試験の供試体とした。

2) 試験装置および手順：単一孔抜き取り土の変形試験装置を模式的に、図1に示す。厚肉円筒型の供試体は、軸方向の変位が完全に拘束され、側面はゴム・スリーブを介して加圧液と接している。中心の抜き取り部(変位吸収孔)を水で満たした後に、図2に例示したように、側面圧力Pを数時間毎に階段状に増加させ、その間に抜き取り部から排出する水の量の経時変化をビュレットによって測定した。なお、排水量はPによって抜き取り部に押し出されてきた土粒子と圧密によって排出されてきた水の総体積であり、以下では変形量ΔVとする。

3 実験結果

1) 変形量の経時変化：変形量ΔVの経時変化例を、Pp = 8 kgf/cm<sup>2</sup>の場合について、図2に示す。すべての側面応力Pにおいて、ΔVの増加は始めの1時間までは顕著であるが、その後緩やかになる。また、図2の場合、P = 3 kgf/cm<sup>2</sup>(図中のd)で急速かつ顕著なΔVの増加が生じるとともに、変形試験後には、供試体側面で部分的な陥没が認められまた抜き取り部は粘土で満たされていた。

2) 全間隙量Vvと側面圧力Pの関係：抜き取り(白矢印)やPの増加による全間隙量Vvの変化例を、先行側面圧力Pp = 3、5、8 kgf/cm<sup>2</sup>の供試体について、図3に示す(

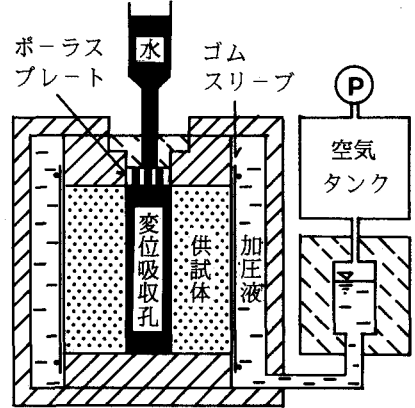


図1 単一孔抜き取り土の変形試験装置の模式図

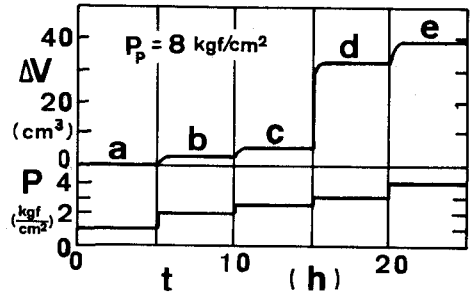


図2 側面圧力P、変形量ΔVの経時変化例

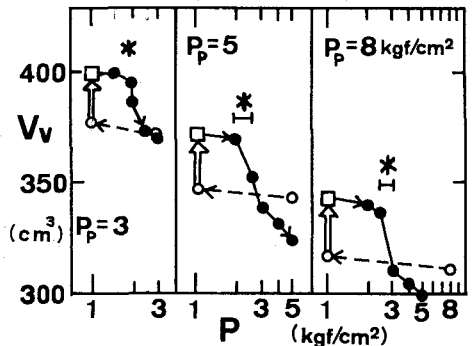


図3 全間隙量Vvと側面圧力Pの関係

(抜取り前は白丸、後は黒丸)。Vvは、供試体中のすべての間隙(抜取り孔の容積も含む)の合計であり、抜取り前の粘土部分の間隙量、抜取り量および $\Delta V$ から算出した。

すべてのPpの供試体において、Pを階段状に上げると、はじめはPの増加によるVvの減少は小さいが、ある値からはVvの減少が大きくなる。Vvの顕著な減少を挟む前後のP間に、変位吸収孔が潰れる側面圧力P\*が存在すると考えられる。

4 変形モデルと実験値の比較

1) 変形モデル: 図2および図3から、以下のことが考えられる。

- a)  $P < P^*$ : 厚肉円筒の外圧による弾性変形<sup>3)</sup>+圧密
- b)  $P = P^*$ : 円筒内面でせん断破壊が起こる +圧密
- c)  $P > P^*$ : せん断変形が継続する +圧密

本報告では、a)とb)について、モデルから算出される計算値と実験値の比較を行った。

2) 計算で用いる定数: 圧密応力の異なる粘土の一軸圧縮試験を行って、弾性係数Eおよびせん断強度 $\tau$ (=一軸圧縮強度の1/2)と間隙比eの関係を求めた(図4)。eの増加によって、E、 $\tau$ はともにほぼ直線的に減少した。圧密試験(一次元)より、eと粘土の体積圧縮係数、圧密係数、透水係数などの関係を求めた。供試体中の粘土部分のeから計算で用いる種々の定数を決定した。

3)  $P < P^*$ における比較: Pが1 kgf/cm<sup>2</sup>からP\*になる間に供試体内の間隙が減少する量 $\Delta V v^*$ と先行側面圧力Ppの関係についての、実験値と計算結果を図5に示す。Ppの増加によって  $\Delta V v^*$  が大きくなる傾向は概ね一致する。

4)  $P = P^*$ における比較: P\*とPpの関係についての実験値と計算結果を図6に示す。P\*の計算値は実験値と概ね合うが、少し小さい。計算で用いたモデルでは供試体内面のせん断応力がせん断強度に等しいときに破壊が生じるとしたが、供試体内部も含めた破壊の検討が必要と思われる。

5 まとめと今後

過圧密状態の土の一部を抜き取ると、小さい側面圧力では僅かな弾性変形と圧密が生じるのみであるが、ある側面圧力からせん断変形が顕著に起こることが分かった。その側面圧力P\*は、先行側面圧力Ppが大きくなるにつれて、増加した。今後は、さらに長期間の変形実験を行い、圧密および塑性流動による変形を調べる必要があると考えられる。

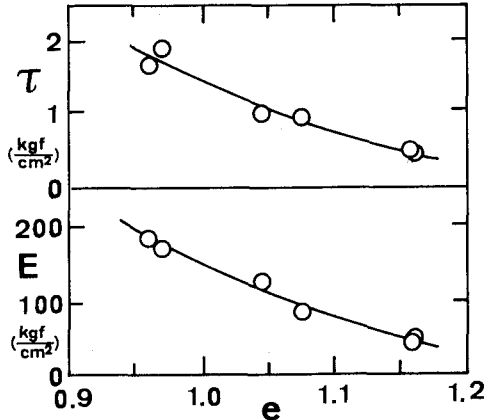


図4 弾性係数E、せん断強度 $\tau$ と間隙比eの関係

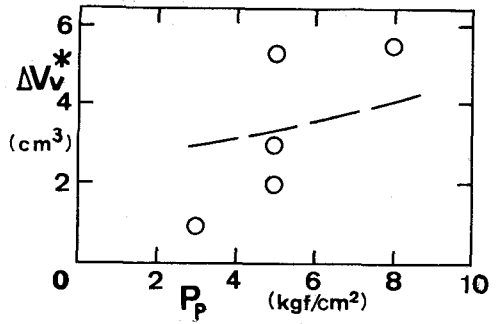


図5 降伏側面圧力P\*までの間隙の減少量 $\Delta V v^*$ と先行側面圧力Ppの関係(破線は計算結果)

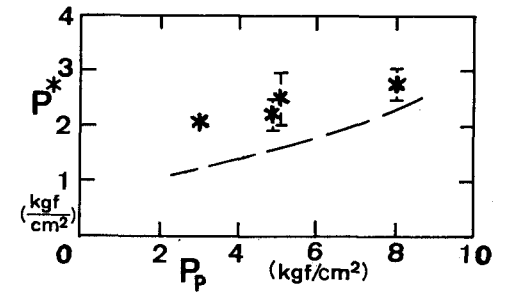


図6 降伏側面応力P\*と先行側面圧力Ppの関係(破線は計算結果)

文献 1) 高志他(1972)、土木学会論文報告集、200.

2) 榎戸・山田(1978)、土木学会論文報告集、272. 3) 湯浅(1954)、材料力学、コロナ社.