

二次元集中流地盤の異方透水特性

Anisotropic permeability of soil in two dimensional concentrated flow condition

田中 勉・堀井敬之・○土居 央・井上一哉

Tanaka Tsutomu, Horii Keishi, Doi Hisashi and Inoue Kazuya

1. 序論

地盤の異方透水性が浸透流量や水利施設構造物の安定性に大きく影響することが指摘されている。本研究では、まず、透水係数に異方性があると地盤の浸透破壊安定性にどのような影響があるのかを調べるために、二次元集中流のある無限地盤及び実験地盤について有限要素法による浸透流解析と浸透破壊に対する安定解析を行った。そして、地盤の浸透破壊に対する異方透水性の影響について考察した。次に、二次元集中流浸透破壊実験において、実験地盤にほんとうに異方透水性があるかどうかについて調べるために、実際に試料を採取し透水試験を行った。

実験地盤について、これまで 100ml モールドを用いて変水位透水試験を行ってきたが、供試体が小さいので、透水試験結果へのモールド側面の影響や試料の乱れの影響が大きいのではないかと考えた。今回新たに、1000ml モールドを用いた実験装置を試作し、これらの影響を小さくすることを考えた。

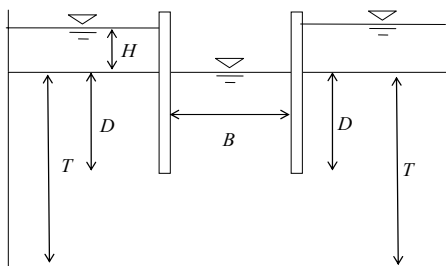


Fig. 1 二次元集中流地盤の概念図

2. 異方透水性の浸透破壊に対する限界水頭差への影響

(1) 半無限地盤における限界水頭差への影響

種々の異方透水性の値についてFEM浸透流解析及び安定解析を行った。Fig.1に示すような掘削のない二次元集中流地盤について考える。ここに、 T 、 D 、 B は地盤の全層厚、矢板の根入れ深

さ、複列矢板の幅である。安定解析では、地盤の土圧係数(応力状態)として、静止土圧係数 K_0 と受働土圧係数 K_p を考えた。これら両者の場合における限界水頭差の値にはほとんど差がなかった。Fig.2に半無限地盤について受働土圧係数を考えたときの異方透水性の値 k_x/k_z と限界水頭差 H_c の無次元化量 $H_c\gamma_w/T\gamma'$ の関係を示す。ここに、

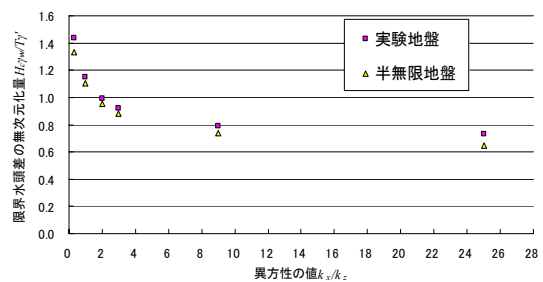


Fig. 2 異方透水性の値 k_x/k_z と限界水頭差の無次元化量 $H_c\gamma_w/T\gamma'$ の関係 ($D/T=0.5$, $B/D=2.0$ の場合)

γ_w は水の単位体積重量、 γ' は土の水中単位体積重量である。Fig.2より異方透水性の値が大きくなるほど $H_c\gamma_w/T\gamma'$ は小さくなり、特に異方透水性の値が大きくなる時 $k_x/k_z=0.33\sim 2$ の範囲で $H_c\gamma_w/T\gamma'$ に急激な減少が見られる。異方透水性の大きさがそれほど大きくないところで限界水頭差に大きな影響があるので注意が必要である。

(2) 実験地盤における限界水頭差への影響

Fig.2には、実験地盤における k_x/k_z と $H_c\gamma_w/T\gamma'$ の関係を同時に示している。Fig.2から、いずれの k_x/k_z に対しても、 H_c の値は実験地盤の方が半無限地盤よりも少し大きいことがわかる。これは、実験地盤は、側方境界が限られ浸透流が少なくなるためだと考えられる。後述の研究結果を参考に、実験地盤($D/B=0.5$, $B/D=2.0$ の場合)について異方透水性の値 k_x/k_z を 1.2 として、浸透流解析及び安定解析を行った。 $k_x/k_z=1$ (等方性) の場合 $H_c=0.368\text{m}$ であったのものが、 $k_x/k_z=1.2$ の場合 $H_c=0.353\text{m}$ となる。 $k_x/k_z=1.2$ の異方性がある場合、 H_c に関して約 3% の減少が見られる。

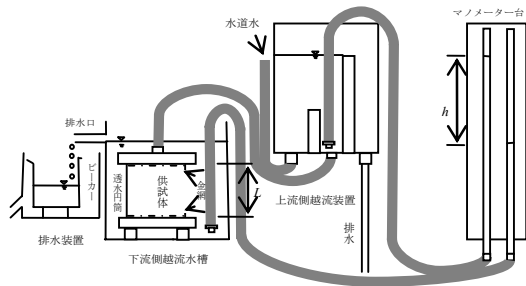


Fig. 3 定水位透水試験装置の概略図(1000ml モールド)

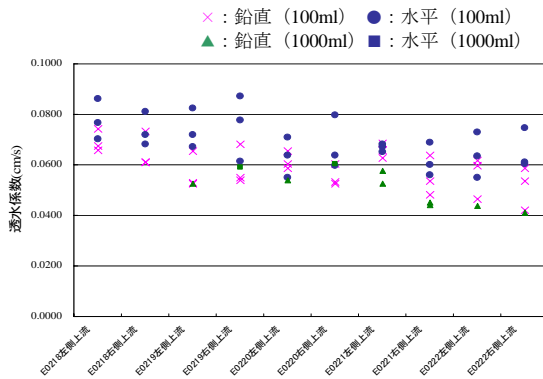


Fig. 4 100ml 及び 1000ml モールド透水試験結果

3. 二次元集中流実験地盤の異方透水性

これまで行った、二次元集中流地盤の浸透破壊実験(E0201～E0222)¹⁾において、目視法と逆解析法から実験地盤には異方透水性があることがわかった。ここでは、実際に、実験終了後、実験地盤から試料を採取し100ml及び1000mlモールドを用いた室内透水試験を行いほんとうに地盤に異方透水性があるのかを調べた。Fig.3に今回新たに考案した1000mlモールドを用いた定水位透水試験装置の概略図を示す。

(1) 100ml 及び 1000ml モールドを用いた透水試験結果 Fig.4 に実験 E0218~E0222 について100ml 及び 1000ml モールドを用いた透水試験結果により得られた透水係数を示す。Fig.4 から、すべての実験地盤について、平均的に水平方向の透水係数が鉛直方向よりも大きいといえる。1000mlモールドによる透水係数には、100mlモールドに比べ小さな値になっているものがあった。その理由については今後の課題である。

(2) 各方法によって得られた異方透水性の値

Fig.5 に、各実験について、目視法、逆解析法、100ml 及び 1000ml モールドを用いた透水試験によって得られた異方透水性の値を示す。Fig.5 より、各方法で得られた異方透水性の値はほぼ同

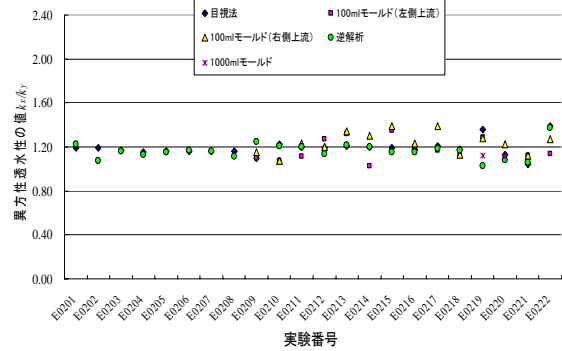


Fig.5 目視法, 逆解析法, 100ml モールド変水位透水試験, 1000ml モールド定水位透水試験により得られた異方性の値

じ値となっており、目視法や逆解析法で得られた異方透水性の値は妥当であると考えられる。1000ml モールド定水位透水試験により得られた異方透水性の値は、他の方法によるものとはほぼ同じ値であることから妥当な値であるといえるが、さらに詳しい考察のためには実験データの追加が必要である。地盤の異方透水性の値は、目視法、逆解析法、100ml 及び 1000ml モールドを用いた透水試験によるものを平均すると 1.18 となる。

4. 結論

(1) 異方透水性の浸透破壊に対する限界水頭差への影響 異方透水性の値 k_x/k_z が大きくなるほど限界水頭差は小さくなり、特に k_x/k_z が 0.33~2 の範囲で限界水頭差に急激な減少が見られる。また、実験地盤について、 k_x/k_z が 1.2 の場合、等方性($k_x/k_z=1$)に比べて、限界水頭差に関して約 3% の減少が見られる。

(2) 二次元集中流実験地盤の異方透水性 すべての実験地盤において、平均的に水平方向の透水係数が鉛直方向よりも大きい。また、各方法で得られた異方透水性の値はほぼ同じ値となっており、透水試験結果から目視法や逆解析で得られた異方透水性の値は妥当であると考えられる。

(3) 実験地盤の異方透水性の値 k_x/k_z k_x/k_z はすべての方法によるものを平均すると 1.18 となる。

参考文献

- 1) 田中 勉・ファム・ティ・ハン・チャン、上村宣博・井上一哉 (2006): 二次元集中流地盤の浸透破壊実験と考察, 第 41 回地盤工学研究発表会, pp.1199~1200.