

III-508

間隙径を考慮した浸透破壊の発生

中部大学工学部 正会員 ○杉井俊夫
岐阜大学工学部 正会員 宇野尚雄
名工建設(株) 平野貴士
(株)関電工 吉田 敬

1. まえがき

均一砂についてはTerzaghiの限界動水勾配によって浸透破壊の発生条件を判定可能であるが、混合粒径砂については理論値の $1/3 \sim 1/2$ というような小さな値で破壊が発生することが報告されており、混合粒径試料の場合には細粒分が支配的になることがいわれている。そこで、粒度分布を持つ場合の試料の間隙の分布状態を示す平均間隙径に着目し、浸透破壊の発生機構の検討について報告する。

2. 実験方法

平均間隙径は、間隙を円柱管とみなし求められるパラメーターであり、間隙径分布の平均的な間隙径を表し透気試験により求められる。そこで、実験装置は、透気試験と浸透破壊実験を一緒に行うため図-1のような実験装置を用いる。試料には、豊浦標準砂とそれを粉碎しその粉碎度合いの違いによる粉碎砂(GR)を4種類、その粉碎砂を混ぜ合わせることで2種類の混合砂(MX)を作り、ガラスビーズを混合させたデータも含め計12種類を用いる(図-2)。

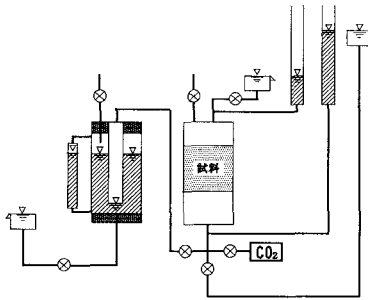


図-1 実験装置

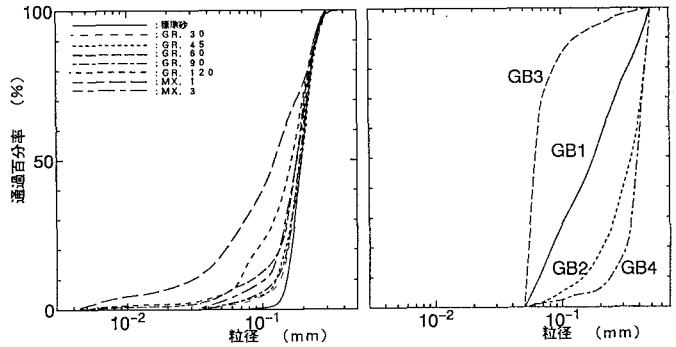


図-2 粒度分布

3. 結果と考察

図-3は均等係数 U_c ～実験の限界動水勾配と理論値との比 I/I_c についての整理で、均等係数が大きいほど理論値を下回る結果が得ていることがわかる。図-4は、平均間隙径と I/I_c の関係を示すが、両者の間には相関がみられない。そこで、平均間隙径 R と最小粒径 D_{min} の關係に着目し、 $D_{min} \leq R$ の場合、試料に平均間隙径より小さい粒子が含まれている割合(含有率)と実験値と理論値との比 I/I_c の関係を整理してみた(図-5)。実験試料の均等係数の範囲は狭いが、この結果より平均間隙径よりも細かい粒子を多く含むほど限界動水勾配が理論値を下回ると傾向がわかる。すなわち、全体破壊が起こる前に、細かい

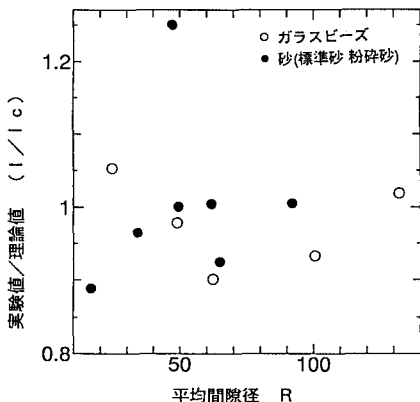


図-4 平均間隙径と I/I_c (実験値/理論値)

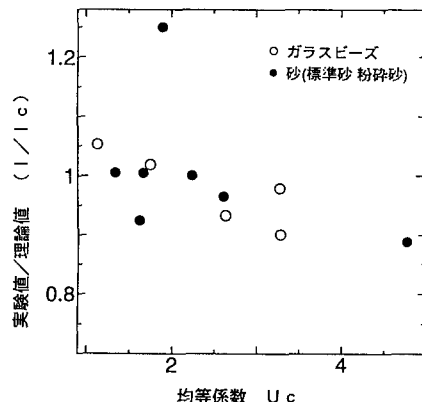


図-3 均等係数と I/I_c (実験値/理論値)

粒子が間隙の中で動き始め、より大きな間隙が生じ、そのため他の粒子まで動き出すことになる。その様な粒子の動きにより、弱部が形成され早期破壊につながることにしていると考察される。Terzaghi式のような土塊としての破壊でなく土塊内での流動が生じ全体破壊に拡大するといったメカニズムであり、Terzaghi式による説明が困難であると考え。これより、粒度分布と締固め等の違いで作られる間隙径分布の関係が早期破壊の発生に起因していると考え、その条件を試算してみた。均等係数 U_c の小さい粒度分布図を図-6のように仮定、平均粒径 D_w （調和平均径）を $m\%$ 粒径に相当するとみなす。

$$D_w = \frac{D_{60} - D_{10}}{60 - 10} (m - 10) + D_{10}$$

$$= \frac{(U_c - 1) D_{10}}{50} (m - 10) + D_{10} \quad \dots (1)$$

R と D_w の関係を次のようにおくと

$$R = \frac{D_w}{a} \quad (a : \text{間隙比 } e \text{ と粒度に依存}) \quad \dots (2)$$

$$= \frac{1}{a} \left\{ \frac{(U_c - 1) D_{10}}{50} (m - 10) + D_{10} \right\} \quad \dots (3)$$

次に最小粒径 D_{min} は図-6から

$$D_{min} = \frac{(U_c - 1) D_{10}}{50} (0 - 10) + D_{10}$$

$$= -\frac{(U_c - 1) D_{10}}{5} + D_{10} \quad \dots (4)$$

$R \geq D_{min}$ のとき式(3)(4)より

$$\frac{1}{a} \left\{ \frac{(U_c - 1) D_{10}}{50} (m - 10) + D_{10} \right\} + \frac{(U_c - 1) D_{10}}{5} - D_{10} \geq 0$$

これを展開することによって

$$U_c \geq \frac{m + 60a - 60}{m + 10a - 10} \quad \dots (5)$$

実験より D_w は均等に近いほど D_{60} に近く、また l は R 、 D_w の関係は2～3であることから $m \approx 50$ とし、

$$a \approx 2 \text{ として } U_c \geq \frac{50 + 60 \cdot 2 - 60}{50 + 10 \cdot 2 - 10} = \frac{110}{60} = 1.833 \quad \text{また、} a \approx 3 \text{ として 同様に } U_c \geq 2.428$$

よって U_c が約2を越えると、 $R \geq D_{min}$ の関係が起り始め、破壊し易くなるということが推察され、実験結果とも一致し説明することができよう。

4. あとがき

均等係数が2を越える試料の場合には、 R 以下の細粒分を含む可能性があり、同時に平均間隙径により理論値よりも小さな値で破壊が生じる危険性に予測につながることが得られた。

【参考文献】林正夫：フィルダム着眼部の安定性向上に関する考察，大ダム，pp. 7-9, 1978.

宇野尚雄・杉井俊夫・服部元：浸透破壊における混合粒径による不均質性の影響，第27回土質工学研究発表会，pp. 1945-1946, 1992.

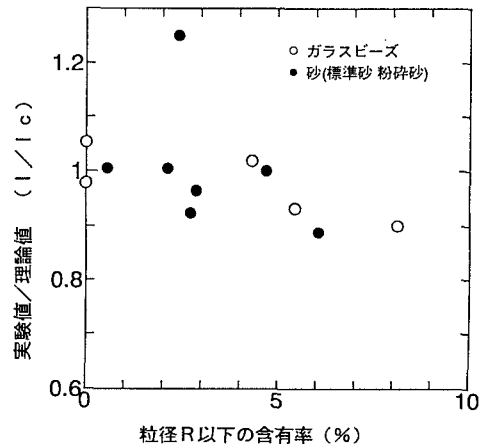


図-5 平均間隙径以下の細粒分含有率と l/l_c (実験値/理論値)

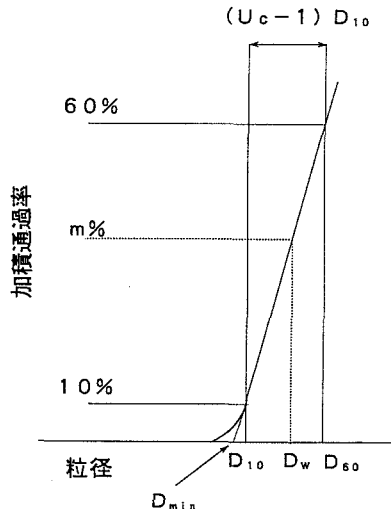


図-6 平均粒径 D_w と最小粒径 D_{min}