

砂の浸透破壊の実験的考察

岐阜大学工学部 正員 宇野尚雄
 同 正員 杉井俊夫
 同 学生員 ○山田諱吾

1. はじめに

浸透破壊の発生・成長機構に関する研究は数多いが、それらの根底には必ずTerzaghi理論が存在して決してその域を越えるものではない。しかし、実際には最も取扱が簡便な鉛直1次元場における浸透破壊実験において理論限界動水勾配 i_{cr} よりも1割から2割増し程度の値に達しなければいわゆるクイックサンド現象は発生しない。また、破壊過程の形態についてはほとんど報告されていないのが実情である。

したがって本研究においては、鉛直1次元浸透破壊実験装置を用い、浸透破壊現象におけるTerzaghi理論の位置づけと破壊過程形態の二点に注目して実験的考察を行ったのでここに報告する。

2. 実験装置、試料及び方法

2-1 実験装置 鉛直1次元浸透破壊実験装置は、アクリル製パイプ(内径5.23cm)、定水頭を保つための上・下流側の給水・排水の各タンクから成っている。

Table 1 試料の比重, 粒径

名 称	比重Gs	粒径(μm)
豊浦標準砂(標準砂)	2.645	105~250
ガラスビーズ(GB1)	2.498	105~250
ガラスビーズ(GB2)	2.491	250~420

2-2 実験試料 試料としてTable 1に示す3種類の均一材料をそれぞれ乾燥単位重量 γ_d を変えて試料とした。ここで試料長さは概ね30cmとし、6層に分けて各層を均一に締め固めた。

2-3 実験方法 試料セット後、水頭差0cmの状態から上流側タンクを段階的に上昇させ水頭差を与えた。上昇の割合は理論限界水頭差 H_{cr} 付近までは5cmづつ、それ以後は1cmづつの割合で上昇させた。各段階において流量が一定に落ち着くまで待ち、これを流量Qとして測定した。併せて試料長さ、粒の動きを目視により観測・観察した。

3. 実験結果及び考察

3-1 破壊過程形態 Table 1に示した3種類の材料における破壊過程形態は、概ねFig. 1に示す各形態が水頭差の増大に伴い次のように逐次変化して破壊に至った。

標準砂の場合 : ① → ②(③) → ③(②) → (④+⑥+⑦) → (④+⑦+⑧)

GB 1の場合 : ②(③) → ③(②) → (⑤+⑥+⑦) → (⑤+⑦+⑧)

GB 2の場合 : ②(③) → ③(②) → (②+③+⑤) → (⑤+⑥+⑦+⑧)

→ (⑤+⑦+⑧+⑨)

この結果から次のことが分かった。水みちが発生する場合、標準砂では、ら線状を呈するのに対して、GB 1, GB 2では、直線状に発生する。これは粒子の形状の相違によるものと考えられる。また、標準砂, GB 1においては、GB 2で観測された局所的な糸状水みちや粒の動きは観測されなかった。これは粒径の相違によるものと考えられる。もう一つ分かったことは、破壊後には試料が対流していることである。

3-2 I'~Q関係 ここでI'とは各段階における試料長さL'に対する動水勾配である。Fig. 2, Fig. 3は共にI'~Q関係であり、Fig. 2は標準砂とGB 1、Fig. 3はGB 1とGB 2とをそれぞれ比較するための図である。これらの結果から、GB 1より標準砂、GB 1よりGB 2の方が共に破壊が遅延されることが分かる。これも粒子の形状, 粒径の影響によるものと考えられる。また、両図において破壊後にはI'が概ね1となった。このことから破壊前には理論値 i_{cr} を上回っていたI'が破壊後には i_{cr} に近づくのではないかと考えられた。

そこでFig. 4 に示す標準砂の $e' \sim I'$ 関係を描いた。ここで e' は各段階における間隙比である。しかし、この図において破壊前後の I' が理論限界動水勾配曲線に対してほぼ平行に変化するだけであり、破壊後においてもTerzaghi理論は成立していないことが分かった。これはGB1, GB2に対しても同様の結果を得た。このことは先に述べた破壊後における水みちや対流による影響ではないかと考えられる。

4. おわりに

今回の実験の結果・考察から、浸透破壊に対するTerzaghi理論には土質材料の粒径、形状が考慮されていないために実際には適合し得ないと考えられる。今後は粒子の粒径、形状に対する検討を行う予定である。

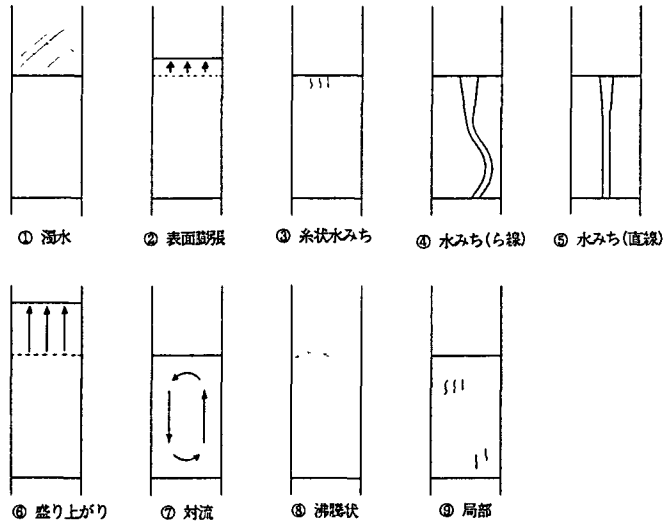


Fig. 1 破壊過程形態

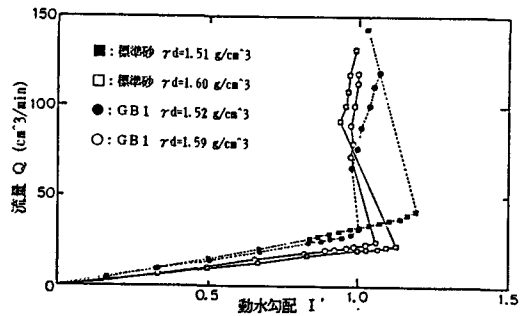


Fig. 2 $I' \sim Q$ 関係 (標準砂とGB1)

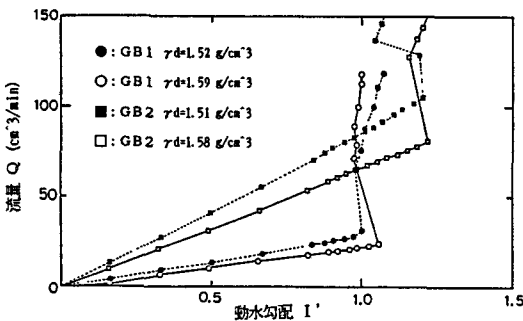


Fig. 3 $I' \sim Q$ 関係 (GB1とGB2)

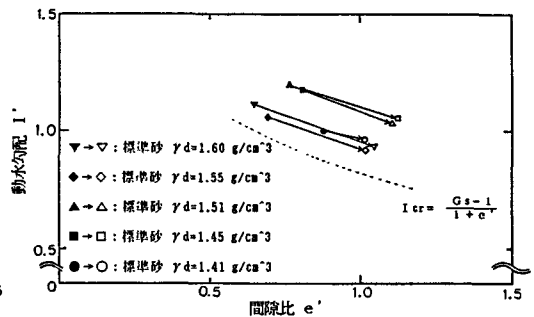


Fig. 4 $e' \sim I'$ 関係