

Ⅲ - 3

浸透破壊実験における破壊条件の考え方に関する検討

日本大学工学部 ○学生会員 小坂田英明
 同 上 正会員 森 芳信
 同 上 正会員 梅村 順

1. 目 的 現在、浸透破壊の判定基準として、Terzaghiの限界動水勾配式とJustinの限界流速式が用いられている。しかし、限界動水勾配実験では、破壊条件の違いにより、実験値は理論値よりも大きくなると言われている。また、限界流速実験では、破壊とする時の破壊形態が明確でない。そこで、破壊形態に着目し鉛直一次元浸透破壊実験と鉛直流流動化実験を行って、2つの浸透破壊判定基準式の問題点を検討した。

表-1. 試料の土粒子密度

試 料	土粒子密度
標準砂	2. 6 3 4
ローム	2. 7 1 1
まさ土	2. 6 5 0

2. 試料及び供試体作製方法 実験に用いた試料は、標準砂、ローム、まさ土、しらすの4種類である。表-1に各試料の土粒子密度を示す。また、各試料を、ふるいを用いて105~125, 210~250, 425~500, 850~1000, 1700~2000 μm の粒径範囲に分け、図-1に示す粒径範囲別土粒子密度を求めた。まさ土は気乾し、500gずつ袋に入れ1.5mの高さから50回落下したものを、しらすは気乾したものをを用いた。標準砂以外は、それぞれ105 μm 以下の土粒子を水洗いをして除去した。鉛直一次元浸透破壊実験は、標準砂、ローム、まさ土を対象に行った。また、鉛直流流動化実験は、ローム、まさ土、しらすを対象に行った。供試体の作製方法は、鉛直一次元浸透破壊実験の場合は、各試料の締固め特性を考慮しながら締固めた。供試体の飽和は、標準砂では、供試体作製時に煮沸した試料を用いることにより行い、ロームおよびまさ土では真空脱気法を用いて行った。鉛直流流動化実験の場合は、実験装置に水をはり、煮沸した試料を水中落下させ、約2~3cmの厚さになるように作製した。

3. 実験方法 鉛直一次元浸透破壊実験では、動水勾配を所定の増加割合で段階的に増加させ、供試体の破壊形態を観察すると共に、流量を測定した。一方、鉛直流流動化実験では、浸透流量を徐々に増加させて、土粒子の移動形態を観察すると共に、流量を測定した。

4. 実験結果・考察 鉛直一次元浸透破壊実験における3分間浸透流量と動水勾配および破壊形態の関係を図-2, 3, 4に示す。図から、標準砂

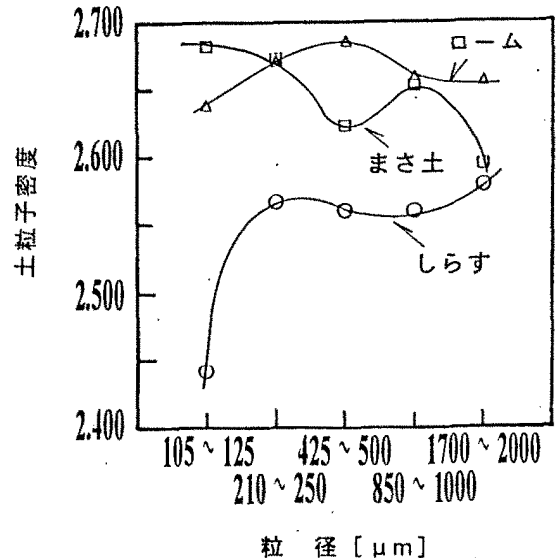


図-1. 粒径別土粒子密度

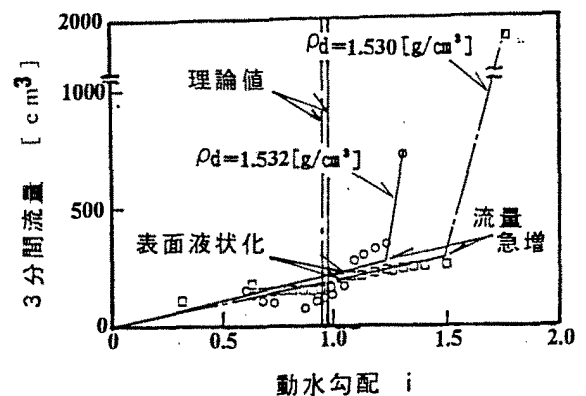


図-2. 鉛直一次元浸透破壊実験結果（標準砂）

表－ 2. 鉛直流流動化実験における破壊形態と実流速の関係
まさ土 (105~125 μ m)

破壊形態	供試体の状態	実流速 (cm/s)
噴 砂	試料表面に噴砂が生じた時	0.03373
表面膨張	試料表面が膨張した時	確認されず
全体膨張	試料全体が伸びた時	確認されず
水 み ち	はっきりとした水みちが見られた時	0.1133
対 流	土粒子が上昇・下降している時	0.1483
浮 遊	試料全体が浮かび上がった時	実験装置の性能上計測不能
上 昇	試料全体が上昇した時	実験装置の性能上計測不能

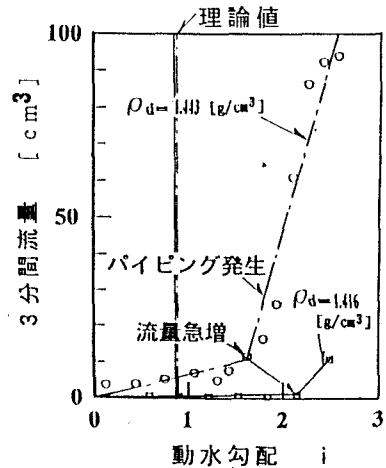
では、表面が液状化する現象と流量の急増が、ロームとまさ土では流量の急増とパイピングの発生が見られた。このことから、標準砂は噴砂、ロームとまさ土では、水みちが浸透による破壊とみなすことができる。また、図－ 2, 3, 4 からTerzaghiの理論値は実験値よりも大きくなる傾向にあった。一方、鉛直流流動化実験で確認された破壊形態を挙げると、表－ 2 の様であった。まさ土 (105~125 μ m) を例に、その時の実流速を同じ表に示す。実験では、破壊形態がはっきり確認でき、しかも、全ての試料に唯一共通して確認された対流を破壊形態としてみなすことにした。図－ 5 にその結果を示す。図－ 5 から、Justinの理論値は実験値よりも最大粒径で4~6倍、最小粒径で20~30倍大きな値となった。また、破壊形態として、その他の状態を取ると、表－ 2 から判断できるように、実験値と理論値の差はより大きなものとなることわかる。

6. 問題点のまとめ ①Terzaghi式は、土塊と土塊に作用する水の釣り合いをモデルとして考えていると解され、図－ 6 に示すアップリフトクラックの様な破壊形態を想定していると思われるが、実際には、アップリフトクラックの様な破壊形態は認められない。②Justin式は、図－ 7 に示す噴砂を破壊形態として考えていると解されるが、実際には、噴砂が認められなかったり、水みちや対流といった破壊形態が認められた。 ③以上の様に、実際には、理論式の考えている破壊形態とは異なった破壊形態が認められるために、理論値は実験値と離れたものとなるといえる。従って、より実際の現象に近い破壊形態を考えるなどの検討が必要である。

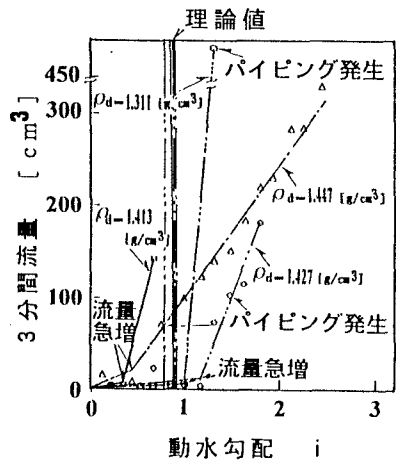


図－ 6. 破壊形態模式図 (アップリフトクラック) 図－ 7. 破壊形態模式図 (噴 砂)

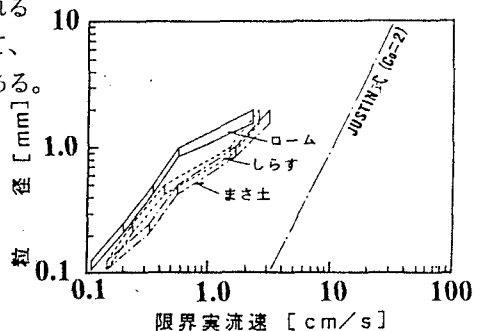
- 【参考文献】 1) 長瀬迪夫：浸透破壊に関する考え方と破壊発生条件、応用地質年報No. 9, pp43~pp124 (1987)
2) 長瀬迪夫：浸透破壊に関する考え方と破壊発生条件 (その2)、応用地質年報No. 15, pp1~pp29 (1993)
3) 杉井俊夫・佐藤 健・宇野尚雄・山田謹吾：浸透破壊の発生プロセスと土の非均質性、土と基礎vol. 37No. 6, pp17~pp22 (1989)



図－ 3. 鉛直一次元浸透破壊実験結果 (ローム)



図－ 4. 鉛直一次元浸透破壊実験結果 (まさ土)



図－ 5. 鉛直流流動化実験結果