浸透による砂質土の内部侵食が強度変形特性に及ぼす影響

日本大学工学部　学生会員　○浦野　智貴
日本大学工学部　正会員　仙頭　紀明

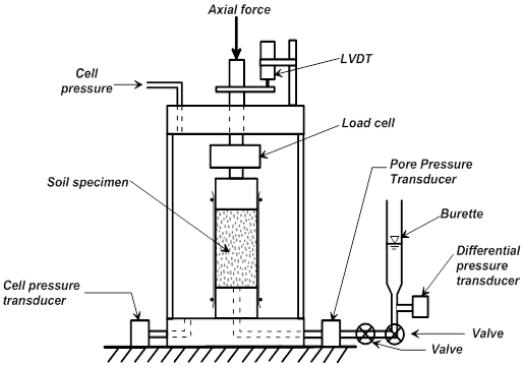
１．はじめに

集中豪雨や台風により河川水位上昇や降雨の浸潤に伴い，河川堤防が決壊する事例が増えている[1)]。決壊した事例では，堤防の基礎地盤でボイリングやパイピングを伴っており，盛土材料の浸透による内部侵食の影響が問題となっている。堤体や堤体基礎地盤内で内部侵食が起こると，堤体の強度低下を引き起こす可能性があり，破壊に至ることが懸念される。

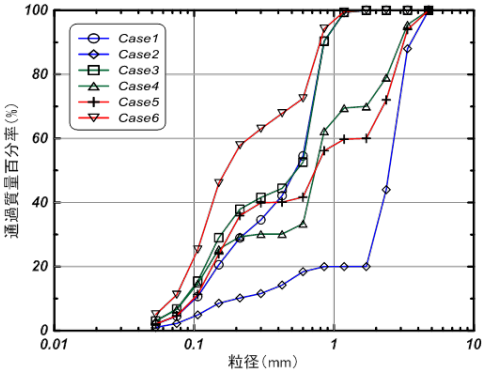
そこで本研究では，粒度特性が異なる砂質土を対象とし，内部侵食有り，無しそれぞれの供試体について圧密排水条件の三軸圧縮試験を行った。実験結果の比較より，浸透による内部侵食が砂質土の強度変形特性に及ぼす影響を考察した。

２．試験方法

試験には図‐１に示す三軸圧縮試験を用いた。供試体の寸法は，直径 5cm，高さ 10cm である。試料は以下の硅砂を用いた。２号（茨城県鹿島産），および 4, 5, 6, 7, 8 号（山形県大石田産）の 6 種類である。後述する Kenny の安定指標[2)]を参考に配合比を決定し，混合砂を作製した。各ケースの粒径加積曲線を図‐２に示す。物理特性を表‐１に示す。図－３に試料のフィルターに関する Kenny の安定評価を示す。内部侵食の安定性評価は，粒径 D に対する通過質量百分率を F(%)とし，その 4 倍の粒径(4D)の通過質量百分率から F を引いた H(%) を求め，それらの比 H/F で判定した[3)]。ほとんどの範囲で H/F ≧ 1 となれば安定，H/F<1 は不安定とし，それ以外を中間とした。供試体の作製方法は，まず，分級が起こらないようにさじで少しずつ試料をモールド内に入れて，相対密度Drが70％になるようにモールド側面をハンマーで叩いて調整した。その後、内部侵食有りのケースでは，CO_2 を流した後，供試体下部より，脱気水を通水した。粒子の移動がおさまり，安定するまで通水し，その後，予備圧密 10kPa を載荷して，さらに脱気水を通水した。内部侵食無しのケースでは，予備圧密(10kPa)した後，CO_2 を30分供試体に流し，脱気水を通水した。背圧は 100kPa とし，圧密応力は 50kPa ，100kPa ，200kPa の 3 種類とした。軸圧縮の載荷速度は 0.5(%/min) とし，軸応力，軸ひずみ，体積ひずみを記録した。



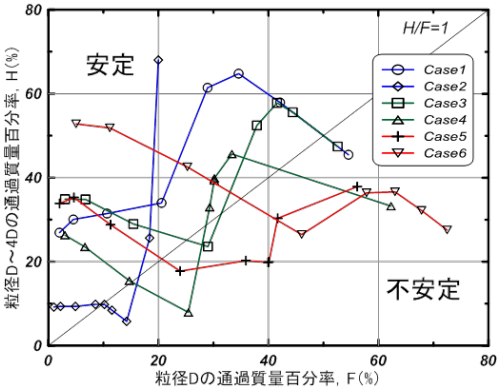
図－1 試験装置概略図



図－2 試験に用いる試料の粒径加積曲線

表－1 試験試料の物理特性

Case	硅砂	配合重量比	Uc	Uc'	Kenny図表による安定評価
1	4,5,6,7,8	5:1:1:1:2	6.50	0.81	安定
2	2,5,8	8:1:1	12.9	7.78	
3	4,5,7,8	5:1:1:3	7.93	0.43	中間
4	2,4,8	3:4:3	9.43	0.79	
5	2,4,7,8	4:2:2:2	17.5	0.18	不安定
6	4,6,7,8	3:1:1:5	3.61	0.65	



図－3 Kenny の安定図表による安定評価

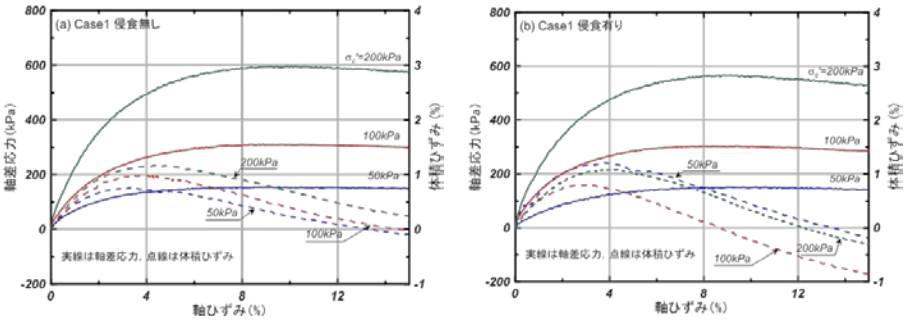
キーワード　浸透　内部侵食　フィルター
〒 963-8642　福島県郡山市田村町特定字中河原 1 番地,TEL 024-956-8710 FAX 024-956-8858

3．試験結果

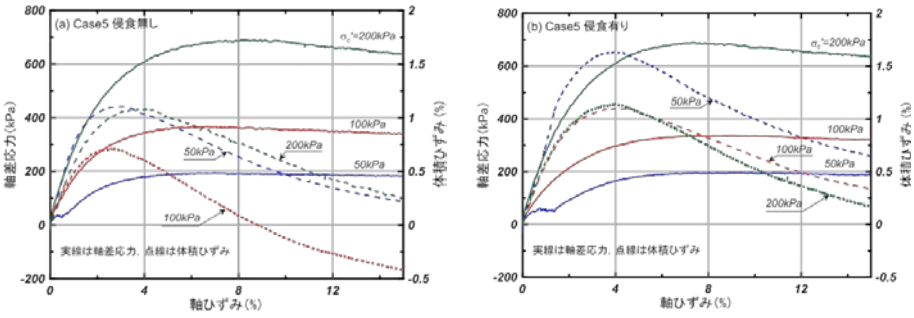
軸ひずみと軸差応力及び体積ひずみ関係を図‐4, 5に示す。ここでは、Kennyの図表で安定と評価されたCase1，不安定のCase5の結果を示す。軸差応力に着目すると両ケースとも，侵食無しの場合に比べて，侵食有りの場合はピークの軸差応力が若干小さいことが分かる。一方，体積ひずみは，Case5では侵食有りの方が若干大きく，収縮(負のダイレンタンシー)しやすくなっている。これは試料内の細粒分が抜けた影響であると考えられる。

Case1では，収縮のピークに着目するとほとんど変化がない。これは安定粒度であったため，細粒分の移動がおさえられ，土骨格の構造変化が少なかったものと考えられる。

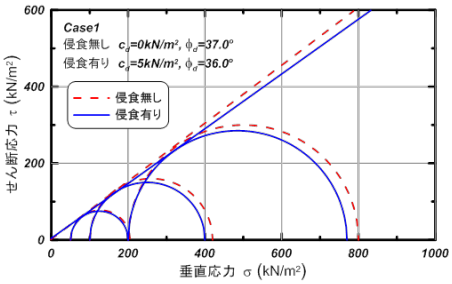
図‐6, 7に，モール・クーロンの破壊基準を示す。侵食有り，無しの強度定数は，Case1，Case5ともに侵食の有無によらず変化はほとんど見られなかった。これは，透水過程で，試料内の細粒分の移動は起こったが，途中で目詰まりを起こし，供試体が膨張し，その後，再圧縮することで強度が回復したため，強度定数に違いが見られなかったと考える。その裏付けとして，試験後の供試体の粒度試験を行ったが，粒度分布はほとんど変化しておらず，内部構造の変化は限定的であったものと推察される。



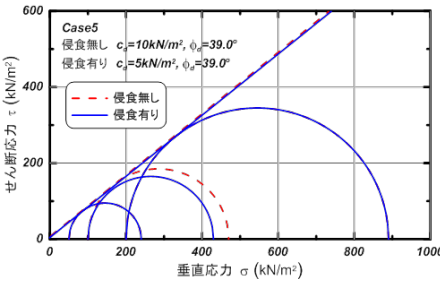
図－4 Case1 侵食有り，無しの軸ひずみに対する軸差応力と体積ひずみの関係の比較



図－5 Case5 侵食有り，無しの軸ひずみに対する軸差応力と体積ひずみの関係の比較



図－6 Case1 における強度定数



図－7 Case5 における強度定数

4．まとめ

今回の試験からは，内部侵食による強度特性，ダイレンタンシー特性の変化は確認できなかった。今後は，供試体作製時における試料の分級の抑制，内部侵食過程における通水の方法を確立することが課題である。

参考文献

1）国土交通省関東地方整備局江戸川河川事務所　河川水の浸透による被害事例：http://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/edogawa00069.html

2） T.C.Kenny and D.Lau (1985) : Internal stability of granular filters, CAN.Geotech.J.Vol.22, pp215-225.

3）杉井俊夫，山田公夫， B.Indraratna (2008) ：粒状性フィルター材の透水性挙動予測に関する試み，第20回中部地盤工学シンポジウム