

### III-424 浸透破壊現象の室内実験及びF E M解析

岐阜大学工学部 正員 佐藤 健  
 岐阜大学工学部 正員 宇野 尚雄  
 岐阜大学工学部 学生員○立松 秀和  
 若築建設(株) 正員 鈴木 哲史

#### 1. まえがき

一次元透水場では、Terzaghiの限界動水勾配法により全体破壊的な浸透破壊現象は、概ね予測できそうなことが知られている。二次元、三次元透水場、また、内部侵食等による進行性破壊形態が顕著な浸透破壊現象に対しては、なお未解明な部分が多く残されている。

本研究は、二次元透水場での浸透破壊を考察したものである。筆者らは、土の局所的な非均質性ととも、土中の応力状態も浸透破壊現象を特徴づける大きな要因と考えている。今回は、二次元透水場での浸透破壊現象を、室内実験により再現し、その発生形態と破壊域の拡大、進行を詳細に観察し、F E M解析により浸透破壊に至るまでの土槽各部の応力状態を調べた結果について報告する。

#### 2. 実験方法

Fig(1)のような装置により実験を行った。土槽内に給水口を介して水を満たし、試料を水中落下させ、振動を与えながら所定の密度になるように詰めた。地表面支持力を探るための針金(長さ15cm,重さ1.2g)を根入れ2cmで土槽中央とその左右5cmの所に3本立てた。

給水口の水頭の上昇速度は、2cm/10分で一定にする。10分ごとに浸透流量とピエゾ水頭(P1, P2, P3, P4, P5, P6の位置)を測定していく。給水口に空洞、水みちが発生すると同時に、土槽及びピエゾ水頭の変化をビデオ撮影し、水みち進行、拡大にともなう水頭変化を調べた。

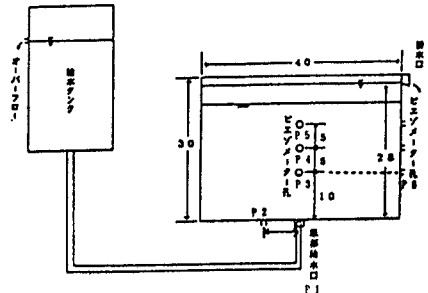
#### 3. 実験結果

①給水口のピエゾ水頭(P1)上昇にともなって各ピエゾ水頭とも上昇する(Fig(2))。空洞、水みちが拡大し、水みち先端がピエゾメーター設置箇所付近につれ、ピエゾ水頭が上昇しつづけ、通過直前にピークに達し、通過後は低下する。したがって、水頭のピーク時刻には、設置箇所によりずれが生じている。

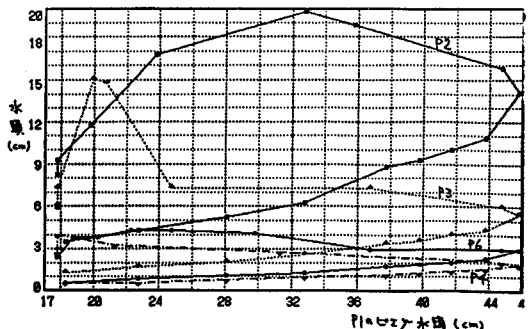
②給水口の水頭上昇にともなって流量も増加し、空洞が発生する直前に流量が急増する傾向にあった。

③地表面上に設置した針金は、空洞発生直前かほぼ同時のかなり早い段階に、傾斜が認められた。

④ガラスビーズの空洞、水みちの形状は、丸みのある楕円状で、豊浦砂の空洞は角ばっていて、形状も複雑であった。水みちの進行速度もガラスビーズに比較して、豊浦砂の進行速度はかなり遅いことがわかった。



Fig(1)



Fig(2)

#### 4. 解析方法

土槽各部の応力状態を探る意味で二次元平面歪み状態での応力-変形-浸透流解析を行った。土をモール・クーロンの破壊仮説に従う弾完全塑性体と仮定して解析を行った。

土槽と同じ密度になるように供試体を作成し、一面せん断試験、圧縮試験、透水試験を行って、解析に必要な土質パラメーターを決定した。また静止土圧係数は、Jakyの式より推定し、ポアソン比は0.3の一定値を仮定した。

解析で使用了豊浦砂 ( $\gamma_d=1.6\text{gf/cm}^3$ ) に対するパラメーターを以下に示す。

ポアソン比 0.3 体積弾性係数 [ $\text{tf/m}^2$ ] 1250  
 内部摩擦角 [ $^\circ$ ] 28.9 透水係数 [ $\text{cm/s}$ ] 0.026  
 静止土圧係数 (初期応力を求めるのに使用) 0.517

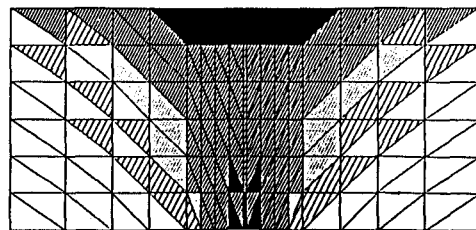
#### 5. 解析結果

Fig(3)に破壊域の拡大状況をのせた。破壊域は地表面→給水口→全体の順序で拡大しており、実験結果と概ね対応する結果になっている。

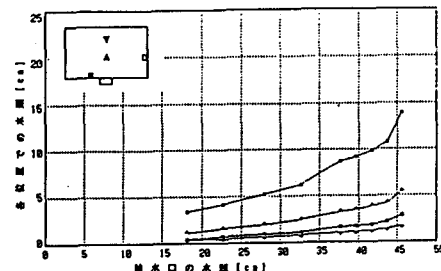
Fig(4),(5)に、実験で求めたピエゾ水頭と、ピエゾメーターに対応する位置での計算水頭値を示した。実験値が破壊水頭付近(給水頭の水頭45cm付近)になると各位置での水頭の変化が激しくなるのに対して、解析値は常に一定勾配である。これは透水係数その他のパラメーターを破壊前後で変えなかった事が影響していると考えられる。

Fig(6)に一番早く破壊した給水口上の地表面要素、それより5cm右側の要素、20cm右側(側面)の要素の応力経路(有効応力表示)を示した。また、Fig(7)に給水口の要素、および今と同様の要素の応力経路をのせた。丸で囲ってある点が破壊したときの応力点、数字がそのときの水頭差である。

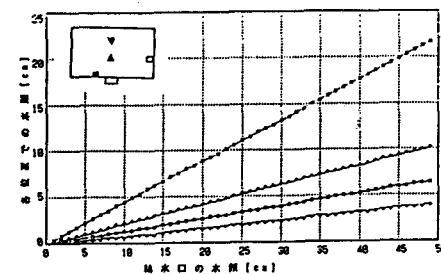
土槽各部の位置で、浸透破壊に達するまでの応力経路がかなり違っていることが分かる。



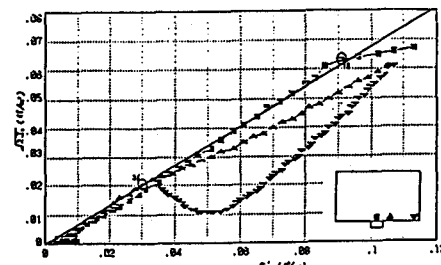
Fig(3) 破壊形態



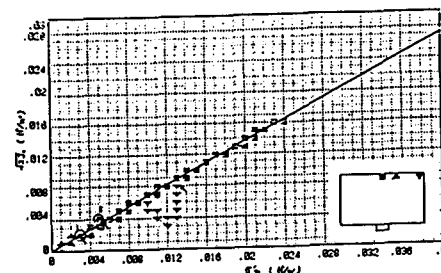
Fig(4) 水頭変化 (実験)



Fig(5) 水頭変化 (解析)



Fig(6) 応力経路 (給水口)



Fig(7) 応力経路 (地表面)