

パイピングの進展に関する実験

岐阜大学工学部 学生員○立松 秀和
 岐阜大学工学部 学生員 鈴木 哲史
 岐阜大学工学部 正 員 佐藤 健

1. はじめに

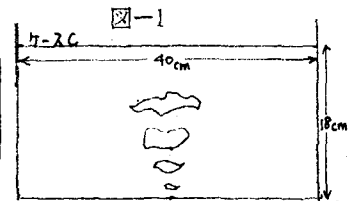
昨年に引きつづき、二次元透水場におけるパイピング破壊が、どのような形態で発生し、その進展状況がどのように変化するのか、実験結果を報告するとともに、実験に対するFEM解析も実施しているので、その結果を以下に紹介する。

2. 実験概要

アクリル製箱型土槽（縦30cm、横40cm、奥行き5cm）の下部に設けた給水口（幅3mmのスリット）に給水タンクより水を満たし、試料を目標層厚となるように水中落下させて詰めた。弱部は、薄板を箱型土槽に水を満たした後に所定の位置にセットし、そのままの状態です料を一定の密度に詰め、詰め終わった後で板を引き抜くことにより作成した。なお、試料上部には地表面付近の変状を探るために針金（長さ15cm）を根入れ2cmで3本立てた。箱型土槽底部のスリットより給水して給水タンク内の水位を一定速度（2cm/10分）で上昇させた。各段階において、土槽各部のピエゾメーターの値と浸透流量を測定するとともに、試料上部の棒の様子及び試料側面の水みちの拡大状況を観測、観察した。なお、土槽内での水みち発生以後は、その拡大状況と各ピエゾメーターの変化が激しく、目視での観測は断念し、ビデオ撮影の画面に基づいて、その様子を観察し解析した。

表-1

実験ケース	A	B	C	D	E	F
試料	G. B	G. B	標準砂	G. B	G. B	標準砂
目標層厚 (cm)	18	18	18	28	18	18
実際の層厚 (cm)	17.97	18.5	18	25.7	18	18
目標乾燥密度 (gf/cm ³)	1.6	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
実際の乾燥密度 (gf/cm ³)	1.61	1.65	1.6	1.62	1.6	1.6



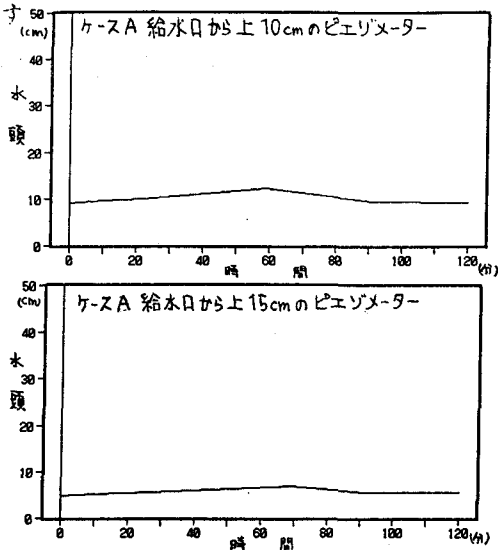
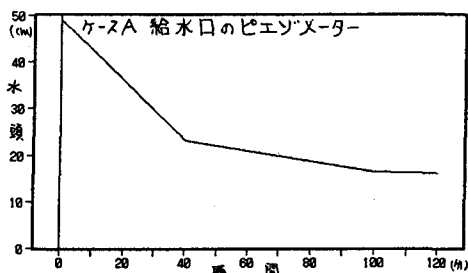
3. 実験結果及び考察

表-1の各ケースを1〜3回ずつ実験を実施した。以下に、実験結果と考察をまとめておく。

- ① ガラスビーズ（GB-AC）と豊浦砂（105 μ m〜420 μ m）では、発生する空洞の形に違いがみられた。GBの空洞は楕円状のものがほとんどであったが、豊浦砂の空洞は比較的角ばった形状であった。（図-1）
- ② GBと標準砂では空洞発生からボーリングに至るまでの時間がかかなり違っていた。GBは最初の空洞発生からボーリングに至るまでほとんどが3分以内であったけれども、豊浦砂の方は空洞発生からボーリングまでに10分程度要した。この原因として、粒形、透水係数の違いを考えているが、詳細は検討中である。
- ③ すべてのケースにおいて空洞が発生し、水みちの進行方向はいずれもほぼ真上に進み、最後に地表面でボーリングを起こした。
- ④ GBどうしの乾燥密度 γ_d の違いによるパイピングの進展状況の違いは見あたらなかった。
- ⑤ 弱部を強制的に作ったケースでは、水みちの横方向への広がりが少なく、縦長の水みちを形成し、きわめて水頭差（給水口と土層表面の水頭差）が小さい時点で空洞が発生し、ボーリングに至った。弱部を設けないケースでは動水勾配（全層厚に対する水頭差）はおおよそ2〜3であるのに対し、このケースではおおよそ1.1〜1.2であった。
- ⑥ 盤ぶくれの大きさは γ_d の大きい程大きくなり、 γ_d の大きさに影響があるように思われた。
- ⑦ ピエゾメーターの変化としては、水みちの先端がピエゾメーター孔を通り過ぎる時点でピークになり、通

過後、急に下がる。各ピエゾメーターのピーク水頭が発生する時点のズレは水みちの先端がピエゾメーター孔に達する時刻のズレを表している。(図-2)

⑧水みち発生から拡大・進展にともなう各部の変状の順番として、いずれのケースも、空洞の発生と地表面に立てた針金の傾斜・沈下の発生時点がきわめて近接していることがわかった。



4・FEM解析

土をMohr-Coulombの破壊仮説に従う弾完全塑性体と考えて、浸透破壊実験のFEM解析を行った。一次元透水場における全体破壊に対しては、Terzaghiの限界動水勾配法で、浸透破壊の危険性は概ね予測できそうなことがわかっている。二次元透水場の内部浸食型の浸透破壊に対しては、Terzaghi自身も指摘するようにその取扱いは難しい。二次元場においては、浸透破壊も有効応力低下によるせん断破壊としてモデル化できるものと考えて、FEMによる追跡を試みている。解析モデルを図-3に代表的な要素3つの応力経路を図-4に示した。給水口の水頭上昇にともなう、有効拘束圧、せん断応力ともに減少し、土が液状化に達する様子が見えてくる。

図-2

図-3

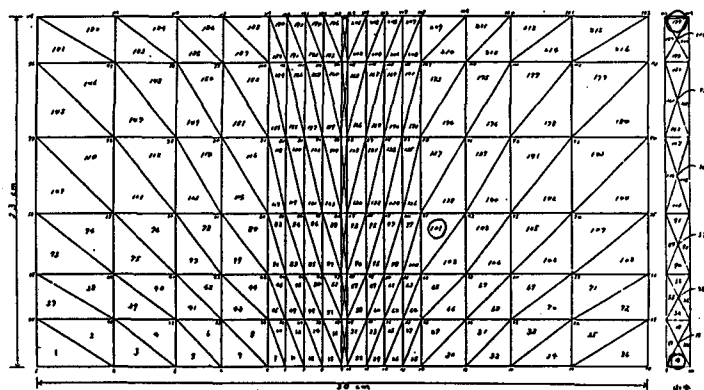
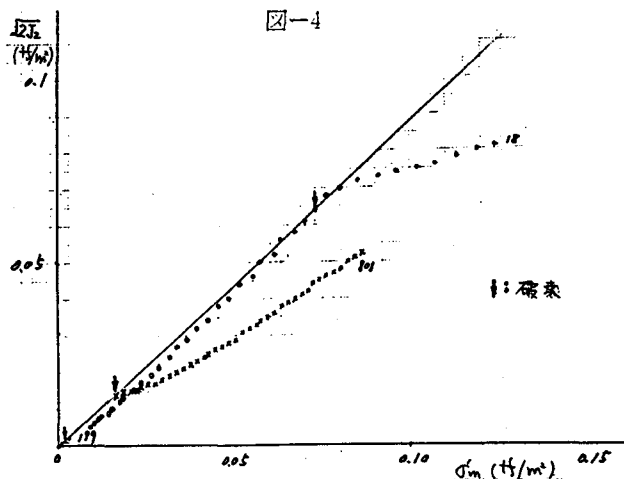


図-4



参考文献

1) 佐藤、酒井、山田

平成元年度土木学会中部支部

研究発表会講演概要集

PP-256~257, 平成2年3月