堤体パイピングが引き起こす地盤表面沈下

愛媛大学 学生会員 〇平尾 優太郎 愛媛大学 国際会員 岡村 未対

1. はじめに

河川堤防をパイピングによる破堤から守るためには、堤体内部に発生したパイピング孔の位置、大きさ、 流失土量などパイピング進行の程度を把握することが必要である.近年の技術発展より、衛星システムや MMS を用いて地表面の地盤高さを mm オーダーで正確かつ迅速に測定出来るようになってきた.そこで、 堤体表面の小さな表面変位の情報からパイピングの進行程度を評価する技術を開発することを最終的な目標 とし、本研究ではパイピングを模した実験を行い、まずはパイピング孔と堤体表面の沈下量分布の関係を調 べた。

2. 模型実験概要

本実験では堤内側に現れるパイピング現象に着目し、図1のような模型堤防を作製した. 模型堤防は次の ように作成した。まず不透水性基盤を模したアクリル板を土槽内に設置し、表面に砂を貼り付け完全に粗な 状態とした。この上にパイピング部となる直方体の溶解性固結物(1cm×1cm×20cm)を二本設置し、その上 に豊浦硅砂を相対密度 50%となるように空中落下法させて高さ 10cm,法面勾配 1:2 の堤体を作成した.パ

イビング部として設置した溶解性固形物は砂糖を固結さ せビニールでパックし片側にシンフレックスチューブを 接続したものであり、これに水を流すことによりビニー ル内の溶解物を完全に溶解、流出させパイピングを模擬 するものである。

模型作成後, 土層を遠心模型実験装置に搭載し, 15g の遠心加速度場において, はじめにパイピング部①に水 を流し, 完全に溶解・流出しきった後にパイピング部② を溶解させた。この時, 堤体表面の沈下量をレーザープ ロファイラーを用いて面的に測定した. なお, この模型 は堤体縦断方向の対称性を考慮しパイピング部の半分を 模擬しており, パイピング部①(幅 1cm)は幅 2cm の パイピング部に相当する。

3. 実験結果

図2はパイピング部①および②の流出後までに生じ た測線 A 上の堤体表面沈下量である。測線 A は図 1 に示すとおり土槽側面のアクリル面から 5mm の位置 であり,パイピング部直上での堤体横断方向の沈下量 分布である。パイピング部①の流出による沈下量は, 天端の法肩付近から現れ,法尻側に行くにつれて概ね 直線的に増加した。パイピング部の先端は法肩直下で あり,堤体の表面の沈下はパイピング部先端の直上よ りやや広い範囲にまで及んでいる。パイピング部の土 被り圧が小さい法尻部付近では,沈下量は概ね一定とな



図1 模型概要図(上:上面図,下:側面図)



っている。パイピング部②の流出後の沈下量は増加しおよそ 1.5 倍程度になったが, 沈下分布形状は①とほ

ぼ相似形である。

図3は法面上の縦断方向の沈下量分布であり,図1のa測線~d測線の測定結果をパイピング部中心(土 槽アルリル面)からの距離に対してプロットしてある。ただし、これらの測線は図2において沈下量がほぼ 直線的に増加した範囲のものである。パイピング部①流出後では、沈下量は法尻に近づくほど大きく、沈下 の発生する範囲はやや狭くなっている。この傾向はパイピング部②流出後でも同様である。





図3 測線 a~d での沈下量分布(堤体縦断方向)

図 3 に示した堤体縦断方向の沈下量分布は何れの測線 でも概ねガウス分布曲線でよく近似できている。シール ドトンネルの建設に伴う地表面沈下特性に関する多くの 研究により,トンネル幅で正規化した土被り圧と地表面 沈下領域の広さとに良い関係があることが知られている。 図 4 に示すようにトンネルの幅(直径)を D,ガウス曲線 分布の地表面沈下の変曲点距離を x_i とすると,図5に示 すように x_i D と H/D に良い関係がある (Ahmed and Iskander, 2011)。本実験で得られた a~d 断面の形状を 次式で近似して x_i を求めてこの図にプロットすると, 砂や礫地盤におけるシールドトンネルの結果とほぼ一 致することがわかる。

4. まとめ

本研究では堤体にパイピングが発生した場合にパイ ピング部の位置,深さ,幅や流出土量を,堤体表面沈 下分布を元に評価する方法の開発を行うため,その第 一段階として遠心模型実験を行った。その結果,法面 縦断方向の沈下量分布形状はほぼガウス分布となり, シールドトンネル建設時の地表面沈下量分布と同様で あった。これによって地表面沈下量情報からパイピン グの規模や進行程度を評価できる可能性があることが わかった。









参考文献

Ahmed, M.and Iskander, M.: Analysis of Tunneling-Induced Ground movements Using Transparent Soil models, J. Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, Vol.137, No.5, pp.525-535, 2011.