

## 円柱ドレーンを用いた盤膨れ対策工に関する模型実験

土木研究所 正会員 ○平 林 学, 吉田 直人  
土木研究所 正会員 石原 雅規, 佐々木哲也

**1. はじめに** 河川堤防の基盤地盤に薄い砂層など透水性の高い地層が存在するとき、洪水時など堤外地側の水位が上昇することで堤内地側の被覆土層が膨れ上がり、漏水、噴砂などの被害が発生する場合がある。このような盤膨れ現象の対策として、川表遮水工法、ブランケット工法、ウェル工法など基礎地盤の浸透水の遮断や揚圧力を抜く対策工法<sup>1)</sup>がある。これらの対策工法は、用地取得の問題や設置コストがかかるため安価で効率的に対策ができる工法の開発が望まれている。しかし揚圧力対策として設置されるトレンチ工法、ウェル工法など堤内基礎排水工法についての研究や効果の検証をした事例は少ない。そのため、既往実験<sup>2)</sup>に加え堤内地側に設置した円柱ドレーンについて模型実験を行い、具体的設計方法検討のため透水層内に高い圧力が作用する場合を再現してドレーン対策の排水能力を超えた場合の挙動など検証を行うものとした。

**2. 実験の概要** 実験は図-1に示す実験土層(幅4m×奥行き8m×高さ2.5m)に盛土高さ1.25m、勾配1:2.0の実堤防ののり尻部分のみを切り出した模型を作製した。盤膨れを再現するため透水層(川砂:透水係数 $k_s=3.4 \times 10^{-4} \text{m/s}$ )の上に被覆土層(ローム:透水係数 $k_s=1.9 \times 10^{-6} \text{m/s}$ )を設置し盤膨れが発生し易い構造とした。堤体部の盛土には被覆土層と同じロームを使用した。

外力は模型端部にφ200の塩ビ管を埋設し給水を行う事で、透水層(川砂層)に圧力を与えられる構造とした。対策工は模型中央ののり尻部にφ300の円柱ドレーン(Case1)を地表面から透水層(川砂層)まで貫通するよう設置した。実験ケースは表-1に示すように円柱ドレーンの形状を変化させたケース、設置位置を変化させたケースの計3ケースを行った。

外力条件としては、埋設した塩ビ管に給水し、管内の水位を上昇させることで、河川水位の上昇による透水層の水圧上昇を再現した。塩ビ管内の水位は1時間毎に10cmづつ段階的に上昇させた。計測装置は堤内地側の地表面に変位計を9箇所設置し地盤の変位を計測し、透水層の上部に間隙水圧計を23箇所、下部にマンメーターを24箇所設置し被覆土層下面に働く揚圧力の計測を行った。また、実験中は給水量と排水量の計測を併せて行った。

### 3. 実験結果

**3. 1 地表面の変位** 図-2のグラフは、堤内地側地表面の変位を計測した測点のうち、のり尻位置から堤内

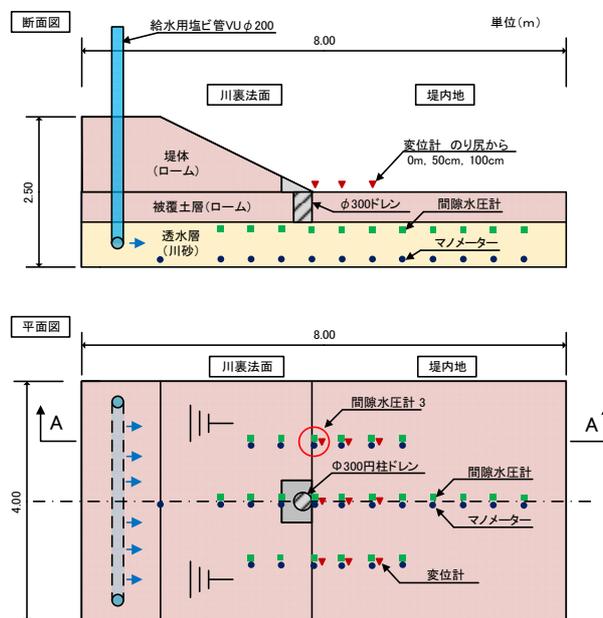


図-1 模型実験の断面図・平面図

表-1 実験ケース

	対策工	設置位置	備考
Case1	φ300円柱ドレーン	のり尻中央	
Case2	φ1000円柱ドレーン	のり尻中央	
Case3	φ300円柱ドレーン	のり尻から2m	堤内地側

キーワード 河川堤防, 揚圧力対策, 盤膨れ, ドレーン

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独) 土木研究所 土質・振動チーム TEL 029-879-6771

地側に 50cm, 100cm の地点の変位と経過時間を表したグラフである。図-2 のグラフには 3 ケースの計測結果と合わせて既往実験<sup>2)</sup>で行った無対策の値も表示している。無対策の実験では、水位を 120cm まで上昇させた後、水位を下げ実験を終了したのに対し、今回の 3 ケースは模型が崩壊するまで段階的にパイプ内の水位を上昇させ続けた。無対策の実験では、実験開始から水位が 80cm に達した 5 時間 32 分後と水位が 110cm の 8 時間 58 分後の 2 回漏水が発生した。円柱ドレーンを設置した 3 つのケースでは、同じ水位の無対策に比べ全体的に変位は抑えられているものの、Case1 ののり尻から 100cm の地点の変位は、無対策の変位とかなり近い値となっている。無対策に比べ変位がある程度抑えられている Case1 ののり尻部から 50cm の地点、および Case3 についても実験開始から水位が 70cm まで上昇した辺りから変位の値が徐々に上がり始めている。Case2 については水位が 190cm に達するまでほとんど地表面の変位は見られなかった。

**3. 2 圧力水頭と排水量の関係** 図-3 上段のグラフには、透水層の上部に設置した間隙水圧計のうち、中央位置より 1m 堤防縦断方向に離れた図-1 断面 A-A ののり尻部の間隙水圧計 3 の値を示している。合わせて既往実験<sup>2)</sup>で行った無対策の値も表示してある。図-3 下段のグラフは、各対策ケースの排水量の変化を示す。

無対策の実験では、水位が 40cm に達すると  $G/W=1.0$  を下回った。さらに水位が 80cm に上昇すると漏水が発生した。今回の実験では  $G/W=1.0$  を下回った水位は、Case1 で 80cm, Case2 で 170cm, Case3 で 70cm となっている。また、無対策で見られたような堤内地側の明らかな漏水はドレーン部以外からは確認されなかった。

対策工からの排水量はすべてのケースについて実験開始から模型破壊まで増加している。水位上昇に伴い圧力水頭の値が直線的に増加し、その後横ばいとなった。この圧力水頭の勾配が変化する時点は、排水量についても若干勾配が変わり増加傾向となっている。この時点で被覆土層表面に亀裂が発生して漏水している可能性がある。実験では、その状態のままさらに水位を上昇させたが、盛土全体が高い水圧によって給水部位置より破壊した。

**4. まとめ** 透水層に強制的に圧力をかけのり尻付近の水圧を上昇させた今回の実験では、すべてのケースについてドレーン自体の変状はなく、盛土全体が破壊する結果となった。圧力水頭と排水量の関係では、同じ水位において排水量が多いほど、のり尻付近の圧力の低減効果が高いことがわかった。今回の実験では、同じ形状のドレーンでは、のり尻位置から離れた場合、のり尻付近の水圧低減効果が低下することがわかった。

**参考文献**

- 1) (財)国土技術センター：河川堤防の構造検討の手引き(改訂版)，JICE 資料第 111002 号，2012 年 2 月
- 2) 佐々木哲也ら：大型模型を使用した河川堤防の盤膨れ対策に関する研究，土木研究所資料第 4267 号，2014 年 2 月

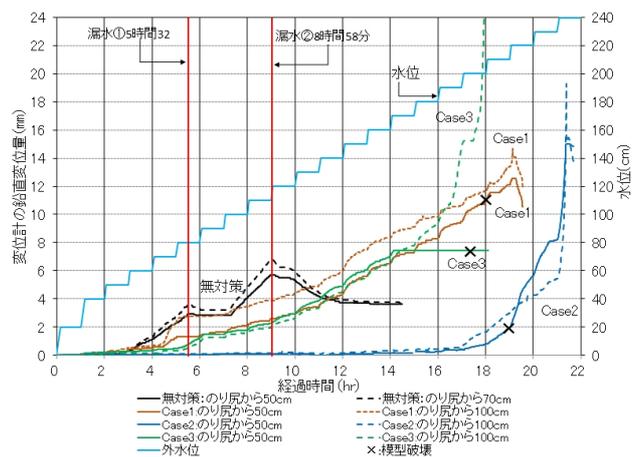


図-2 堤内地側の地表面変位の時間変化

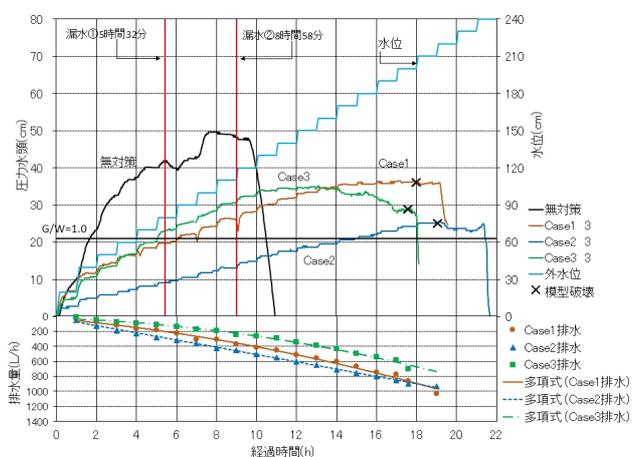


図-3 のり尻部(断面 A-A)の圧力水頭の時間変化  
下段：排水量の時間変化