

地盤と対策工に生じた隙間が堤内基盤排水対策に及ぼす影響に関する研究

(国研) 土木研究所 正会員 ○佐々木 亨  
 (国研) 土木研究所 国際会員 石原 雅規  
 (国研) 土木研究所 国際会員 佐々木哲也

1. はじめに

河川堤防の基盤漏水対策工の1つに、被覆土層に作用する揚圧力を軽減する堤内基盤排水対策がある。この堤内基盤排水対策の設計において重要な配慮事項は、地盤と対策工を密着させることがある<sup>1)</sup>。これは、既往の実験<sup>2)</sup>では対策工と地盤の間に隙間がある場合、隙間から噴砂が生じた事例が確認されているためであるが、隙間の程度と噴砂発生との関係については明確になっていない。そこで、筆者らは堤内基盤排水対策周辺の状況を再現した小型模型を用いて対策工と地盤の隙間の大きさを変化させて揚圧力を作用させる実験を行い、対策工周辺に生じる流速および変状について検討した。

2. 実験概要

実験は図-1に示すような堤内基盤排水対策工の周辺を模擬した小型模型に、一時間に10cmずつ水位差を増やしながら与え、その際の排水量および水圧を計測した。隙間内の噴砂が対策工上面まで達する、もしくは、隙間内が噴砂によって詰まり排水されなくなった時点で実験を終了した。実験ケースの一覧を表-1に、模型断面図を図-2に示す。実験ケースは隙間の大きさが0, 5, 10, 15mmの4ケースとした。模型地盤は幅650mm×奥行500mm×高さ550mmの小型土槽内に、まず厚さ50mmの碎石層を作製し、透水層の土が吸い出されないように不織布を設置した。その後、締固め度90%になるように突き固めながら250mmの透水層を作製し、透水層の上面に被覆土層を模擬したアクリル板を設置した。アクリル板中央はくり抜かれており、φ100の塩ビパイプをはめ込み、碎石を投入することで対策工を再現した。隙間を有するケースについては、塩ビ管の内部にビニールパイプを立てて隙間を再現した。対策工には3号碎石、透水層には複数の珪砂を混合した材料を用いた。図-3に対策工および透水層に用いた材料の粒度分布を示す。対策工と地盤の間には不織布が挟まれているが、ビニールパイプと地盤の間には挟まれておらず、隙間からのみ土粒子の移動が発生するようにしている。被覆土層をアクリル板で再現したのは、ルーフィング対策と実験後に開削して透水層の様子を観察しやすくするためである。また、アクリル板上面には揚圧力により浮かび上がらないように錘を設置し、壁面との境界はシリコンゴムにより接着している。

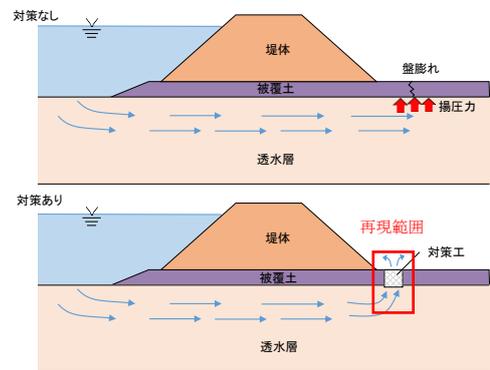


図-1 堤内基盤排水対策イメージ

表-1 実験ケース一覧

	隙間		対策工	
	有無	大きさ (mm)	直径 (mm)	隙間/対策工 (%)
Case1	無	—	100	—
Case2	有	φ 5		0.25%
Case3	有	φ 10		1.00%
Case4	有	φ 15		2.25%

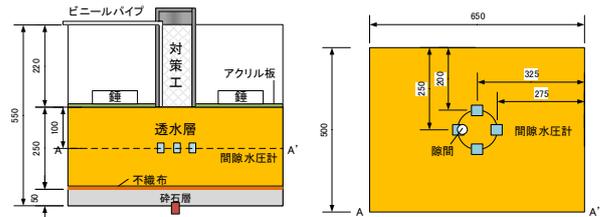


図-2 実験模型断面図

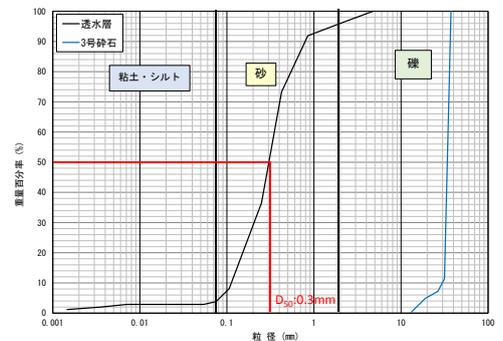


図-3 使用材料の粒度分布

キーワード 河川堤防, 堤内基盤排水対策, 浸透

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

### 3. 実験結果

#### 3.1 対策工の排水量および水圧

実験結果の一覧を表-2に示す。隙間のあるCase2~Case4では全ケースにおいて隙間直下の土が吸い出されている様子が確認されており、Case4では吸い出された土が対策工上面の高さまで噴出した。図-4に対策工（隙間を含む）からの流量、図-5に対策工の直下に作用する間隙水圧の平均値（隙間直下は除く）を示す。排水される流量は隙間のある3ケースにおいて、隙間のないCase1に比べて小さくなった。一方で、対策工直下の間隙水圧は隙間のあるケースで大きくなっている。このような隙間と間隙水圧の関係についてはわからないことが多い。ただし、仮説として、一方向への卓越した流れにより上向きの流れを阻害することやその高流速が対策工周辺の粒子配列や間隙構造に影響を及ぼしていることが考えられる。例えば、隙間に向かって急激な流れが発生することにより、元々は不均一に並んでいた土粒子が再配列されることが考えられる。土粒子が再配列されることで隙間方向へは水が流れやすく、それと直行する方向（対策工）へは水が流れにくくなることが予想される。実際に、隙間のあるケースを比較すると間隙水圧の値は排水量の多いCase3で一番大きく、排水量が多いほど間隙水圧が大きくなる傾向がある。

#### 3.2 隙間内の流速

図-6は隙間内から排水される流速の推移を示しており、Case1は比較として対策工内の平均流速を示している。図-6において隙間内の流速が低下、増加を繰り返しているのは透水層の土がパイプ内で移動と目詰まりを繰り返しているためと考えられる。隙間内の流速はCase2で最大1.6cm/sまで大きくなっている。同じ動水勾配のCase1の平均流速と比較するとCase2で最大26倍、Case3で11倍、Case4で最大3倍程度まで早い流速が発生している。しかし、Case2およびCase3では最大の流速が発生した後、移動した土によりパイプ内が閉塞した。これは、対策工と地盤の隙間が小さい場合には、一時的に大きい流速が発生するが、それにより移動した土が隙間を埋めることで自己修復のような働きをするためである。一方、Case4のように、隙間がある程度大きくなると流速は隙間のない場合の3倍程度しか増加しないが、一度土が移動すると隙間内に詰まることなく継続して移動する。堤内基盤排水対策を設計する際には、Case4のような継続的な土の移動が生じないように、対策工内を流れる流速が3倍大きくなっても土の移動が生じないように考慮が必要である。

### 4. まとめ

本研究では、地盤と対策工の間に生じた隙間が対策工にどのような影響を与えるか、小型模型実験により検討した。その結果、対策工と地盤に隙間がある場合、対策工直下の地盤では透水性が低下している可能性を把握した。また、隙間内の流速が隙間のない場合と比較して3倍程度まで大きくなると対策工に影響がある土粒子の移動が起こることが分かった。

#### 参考文献

- 1) 土木研究所：堤内基盤排水対策マニュアル（試行版），2017.1
- 2) 土木研究所：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，2014.2

表-2 実験結果一覧

	外水位 (cm)	動水勾配	変状 (目視)	備考
Case1	70	1.4	なし	ルーフィングにより実験終了
	40	0.8	なし	隙間からの排水量低下
Case2	95	1.9	なし	隙間の目詰まり (実験終了)
	55	1.1	濁り水	
Case3	75	1.6	濁り水	
	95	1.9	なし	隙間の目詰まり (実験終了)
	60	1.2	濁り水	
Case4	80	1.6	空気噴出	
	110	2.2	濁り水	
	125	2.6	噴砂確認	
	145	2.9	噴砂継続	実験終了

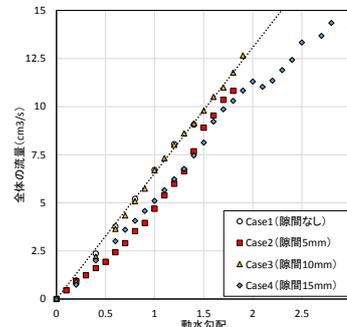


図-4 各ケースの流量比較

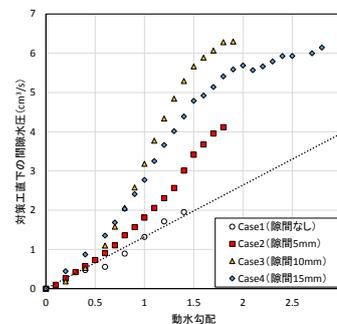


図-5 各ケースの間隙水圧の比較

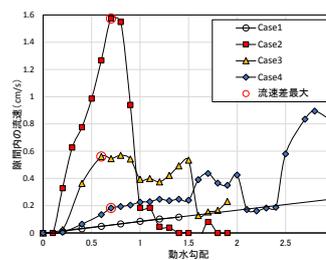


図-6 隙間内の流速