

II-65

降雨浸透と河川水浸潤による 河川堤防内の圧力変動

東海大学 大学院 学生員 永田一馬
東海大学 正員 故豊島 修、福江正治
五洋建設(株) 正員 山形知生

1. まえがき

現在、我が国の河川堤防の破堤の原因は、浸潤線効果による堤体の不安定化と考えられている。そのため堤防断面は大型化され、法面は緩傾斜化されている。

しかし、堤体の土の透水係数や我が国のような急流河川の水位変動を考えると浸潤線は堤体の安定に影響を及ぼすほど変動はしないと思われ、浸潤線よりも降雨が主原因ではないかと思われる結果もある¹⁾。そこで1次元浸透模型を用い、降雨浸透水と浸潤線が堤体内間隙水圧に及ぼす影響について文献¹⁾と同じ方法で実験的研究を行った。

2. 実験方法

(1) 実験装置

装置は図1に示すように薄肉の鋼管（ $\phi=60.0\text{cm}$ ・高さ $H=80\text{cm}$ ）の中に、これより径の小さい鋼管（ $\phi=48.5\text{cm}$ ・高さ $H=100\text{cm}$ ）を設置したものである。内側の筒の中には土試料として透水係数 $k=7.6 \times 10^{-3}\text{cm/s}$ の珪砂を一様に詰めた。土中には間隙空気圧を測定するため、図示した位置に間隙水圧計を埋設した。なおモデル地盤の底には、内・外側の筒それぞれ約 7.0cm 厚の砂利を敷き排水時に土試料の流出を防ぐようにした。なお外筒には排水のためのコックと水位検知用のパイプを設けた。

(2) 実験条件

珪砂を詰めた内筒を河川堤防の一断面、外筒に水を注水することによって河川水位の上昇とみなした。人工降雨装置を用い内筒の上から人工降雨を与えた。

堤体内の初期水位を変えて、降雨強度、河川水上昇速度を変化させて、堤体内の水圧や空気圧の変動を測定した。なお実験に用いた条件を表1～3に示す。

3. 結果と考察

(1) 降雨強度が異なる場合の実験結果

図2は降雨強度の違いによる実験結果を示す。これらの図から降雨強度が大きくなるほど地盤内に発生する過剰空気圧が大きくなることが分かる。また実験開始直後の圧力の上がり方においても、降雨強度が大きくなるほど過剰空

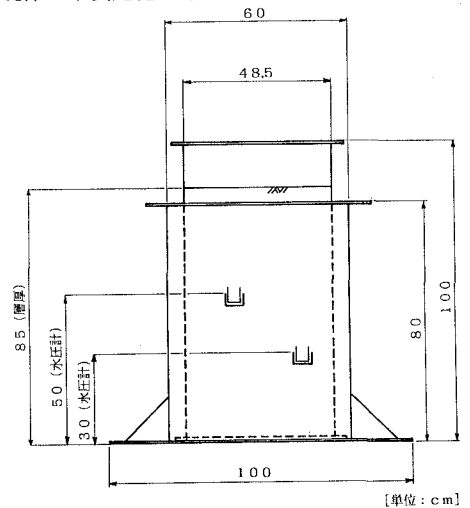


図1 堤体模型

表1 降雨強度が異なる場合の実験条件

	降 雨	
	降雨強度	供給時間
(a)	70mm/h	1時間
(b)	140mm/h	1時間

表2 上昇速度が異なる場合の実験条件

	降 雨	河川水	
	降雨強度	供給時間	上昇速度 供給時間
(a)	70mm/h	1時間	140mm/h 1時間
(b)	70mm/h	1時間	280mm/h 1時間
(c)	70mm/h	1時間	400mm/h 1時間

表3 初期水位が異なる場合の実験条件

	初期水位	降 雨	
		降雨強度	供給時間
(a)	60cm	70mm/h	1時間
(b)	40cm	70mm/h	1時間
(c)	20cm	70mm/h	1時間

気圧は早く上昇する傾向にある。実験を開始して1時間後に降雨供給を停止したが、降雨強度140mm/hの場合において、停止後6分間高い過剰空気圧が続いた。これは湛水の影響である。このことは堤体表面の湛水が目視できなくなると同時に過剰空気圧が減少することからも推察できる。

(2) 上昇速度が異なる場合の実験結果

図3は降雨浸透と河川水浸潤を複合させた場合で同一降雨強度で上昇速度が違うときの実験結果を示す。図にみられるように同一降雨強度を与えた場合は、河川水位の上昇速度が大きくなるほど過剰空気圧は高い値を示した。一定した過剰空気圧については、上昇速度が140mm/h、280mm/hのときの圧力がほぼ同一の約30gf/cm²となっているのに対して、上昇速度が400mm/hのときは約50gf/cm²と高い値を示す。

(3) 初期地下水位が異なる場合の実験結果

図4は堤体内の初期地下水位を60cm、40cm、20cmそれぞれに設定し、70mm/hの降雨を与えた場合の実験結果を示す。発生した過剰空気圧については、初期の堤体内地下水位が低いほど高い値を示した。これは初期の地下水位が低いほど堤体内に間隙空气が多く存在し、降雨の供給量が堤体の浸透能を上回り地表に湛水して、堤体内の空气が閉塞され圧縮を受けたためと考えらる。今回の実験では、堤体内に間隙空气が多く存在するほど高い過剰空気圧が発生した。また降雨終了後、過剰空気圧は約1～4時間の間は残り（図4）、その後急激に減少した。

4. まとめ

- ① 発生した過剰空気圧は降雨強度が大きいほど高い値を示した。
- ② 降雨と河川水浸潤を複合させた時、同じ降雨強度ならば上昇速度が大きいほど過剰空気圧は高くなる。
- ③ 初期堤体内水位が低いほど高い過剰空気圧が発生するが減少は早い。
- ④ 今回の実験では、最大60gf/cm²の過剰空気圧が得られたが、この値は単位体積重量1.8gf/cm³の土の約30cmの厚さの土被り圧に相当する。

したがって、河川堤防の安定には、降雨や浸潤水の複合的な相互作用を考慮する必要がある。

参考文献

- 1) 山形知生他：降雨浸透水による土堤防内の間隙空気圧変動，第44回年次学術講演会講演概要集第2部，pp194～195，1989。

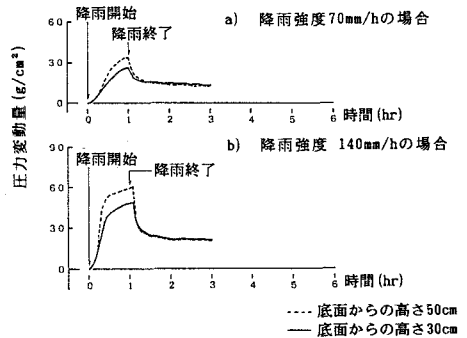


図2 降雨強度が異なる場合の実験結果

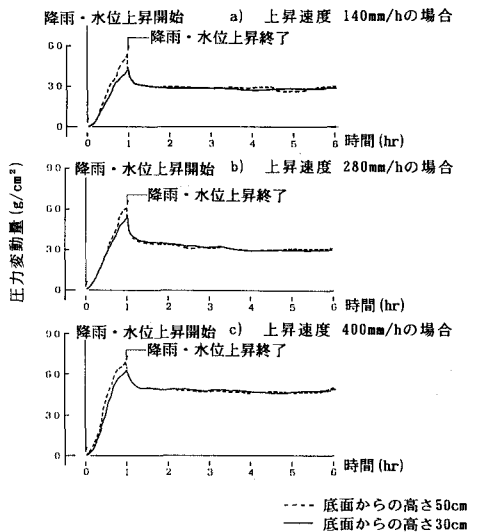


図3 上昇速度が異なる場合の実験結果

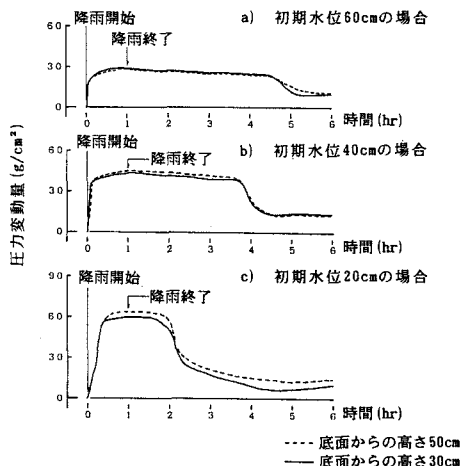


図4 初期水位が異なる場合の実験結果