

# 降雨履歴と間隙空気に着目した堤体内の水分量変化

名古屋工業大学 学生会員 ○齊藤 啓  
名古屋工業大学 正会員 前田 健一  
中部大学 正会員 杉井 俊夫  
名古屋工業大学 学生会員 今瀬 達也, 伊藤 嘉

## 1. はじめに

近年、都市部を襲う集中豪雨により、河川堤防の決壊被害が相次いで報告されている。2000年に発生した東海豪雨では、名古屋市内を流れる新川において、堤防決壊前に法面から白い泡状の水が噴出したとの目撃証言があり、間隙空気が堤体にダメージを与えることが示唆された。また、2011年の福島・新潟豪雨、台風15号でも堤体からの気泡噴出が確認された。しかし、現行の河川堤防における設計指針では、間隙空気が堤体に与える影響について考慮されていない。また、異なる降雨条件が及ぼす影響についても、明確な記述はない。

そこで本研究では、これまで実施してきた任意の降雨強度を作用させた模型堤防実験における降雨浸透挙動の検討<sup>1)</sup>をもとに、実際の河川堤防において堤体内の水分量変化を長期モニタリングした結果について、降雨強度や事前降雨の有無の違いによる堤体内への浸透現象および間隙空気の影響に着目した検討を行った。

## 2. 降雨模型堤防実験および実堤防モニタリング概要

模型堤防実験の方法は、既報<sup>1)</sup>に詳しい。実堤防モニタリングは名古屋市内を流れる矢田川右岸2.2K・庄内川左岸20.2K地点の背割堤に、水分計を設置している。

図-1に実堤防に埋設した水分計の設置位置を示す。本稿では、降雨模型実験と実堤防による計測結果を比較するため、実堤防観測地付近の観測降雨強度が台風相当(強い雨)の30mm/hr(2011年7月19日)、集

中豪雨相当(強烈な雨)の90mm/hr(2011年7月20日)となる時刻の2時間前から約10時間分の水分量変化を抽出した。また降雨履歴による考察を行うため、降雨強度78mm/hrにおける事前降雨有(2012年7月6日、前日までの総雨量30mm)と無(2012年8月29日、11日間降雨無し)の比較を行った。

## 3. 実験結果および考察

### 1) 模型堤防実験の水分量変化の特徴

以下のことが明らかになっている<sup>1)</sup>。

- ・降雨強度30mm/hrでは、堤体全体において時間とともに水分量が単調に増加する。
- ・集中豪雨相当の降雨強度90mm/hrでは、間隙空気塊の封入によって、堤体表層では水分量が急激に増加しその後減少するが、堤体内部では水分量の増加に遅れが生じる。

### 2) 模型堤防と実堤防の水分量変化の比較

実堤防の、降雨強度の違いによる水分量の変化を比較したものを図-2に示す。

降雨強度30mm/hr時の実堤防における水分量の変化(図-2(a))をみると、模型堤防実験と同じく堤体内において急激な水分量の増減はみられなかった。降雨強度30mm/hr程度の外力では、降雨により浸透する水と堤体内の空気との置換が円滑に行われるため、水分量に急激な変化が見られず間隙空気の影響が少ないことが考えられる。

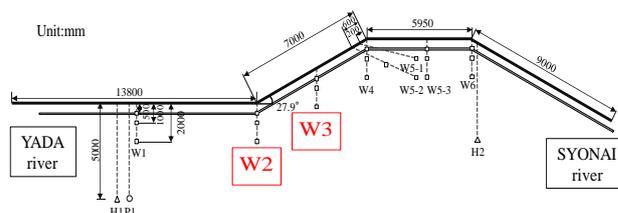


図-1 実堤防水分計埋設地点図

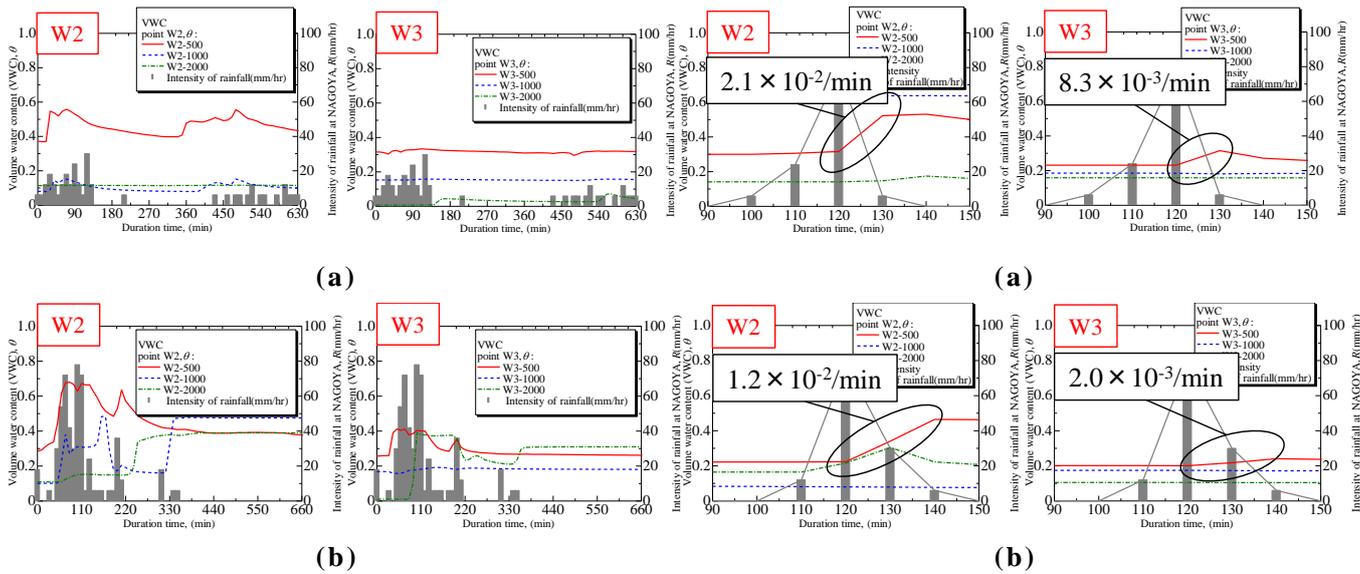


図-2 実堤防内の水分量変化(a)降雨強度 30mm/hr, (b)降雨強度 90mm/hr

図-3 降雨強度 78mm/hr 時の実堤防内浸透速度比較(a)降雨履歴有, (b)降雨履歴無

降雨強度 90mm/hr 時の実堤防における水分量の変化(図-2(b))をみると、計測開始時刻から 110 分後に堤体表層の水分量が急激に増加していることがわかる。その後の水分量の変化をみると堤体表層において水分量の減少が顕著にみられる。模型堤防実験においても、急激な水分量の変動がみられ、堤体内に空気塊の発生を確認していることから、降雨強度 90mm/hr 程度の外力では、堤体内で浸透水と間隙空気との置換が進まず、圧縮された間隙空気が堤体内に閉じ込められると考える。

### 3) 降雨履歴による浸透挙動の違い

実堤防における浸透速度について、降雨履歴の有無を比較したものを図-3 に示す。

図-3 について、地表面から深さ 500mm における 120-140min の水分量の勾配を浸透速度として図中に示した。降雨履歴の有無について浸透速度の比較を行うと、法先地点 W2、法面地点 W3 とも降雨履歴が有る方が、浸透速度が速くなっている。これは降雨履歴が有ることにより、あらかじめ堤防内に間隙部の経路ができ堤体内への浸透が速やかに進むためと考えられる。一方、降雨履歴が無い場合、水と間隙空気の置換が進みに

くく、堤体内に圧縮した間隙空気を閉じ込める可能性が危惧される。

### 4. 結論

模型実験で確認した、異なる降雨強度による堤体内の水分量変化の違いが実堤防でも確認された。さらに、降雨履歴の有無により堤体内への浸透挙動に明確な違いが確認できた。堤体内の間隙空気の存在は、河川水位が上昇すると、間隙空気に浮力が加わるため堤防に揚圧力が作用し、堤体に亀裂などの損傷を負わせる危険性が考えられる。今後は、実堤防内の水圧、空気圧も測定することを考えている。

### 謝辞

共同研究により現地計測の機会を与えていただいた国土交通省中部地方整備局庄内川河川事務所様に深謝の意を表します。

### 参考文献

- 1)前田健一他(2010): 豪雨と気泡の影響を考慮した河川堤防における透気遮水シートの設置効果, ジオシンセティックス論文集, 第 25 巻, pp107-pp112