

Ⅲ - A268

河川堤防の初期水分量の一推定法

日本大学 正会員 朱 偉

日本大学 正会員 山村和也

1. まえがき

最近では、河川堤防の安定性評価や設計に当たって、FEM による飽和-不飽和浸透解析を利用することが試みられるようになってきた。堤防の崩壊を起こさせる降雨や洪水の浸透は非定常浸透問題であり、堤防の初期水分量が解析結果を大きく左右するので、適切な初期水分量を用いることが重要である。本論文は、堤防の長期的な水分量変動の観測データに基づいて、堤防水分量変化の特徴から初期水分量を推定する方法について考えてみた。

2. 堤防の長期的な水分量変動

初期水分量を推定するために、堤防水分量の長期的な変化を観測した。

(1) 観測方法

観測箇所は江戸川左岸の河口からの距離標 24.5km、25.0 km(千葉県松戸市主水新田)および 29.5 km、30.0km(千葉県流山市下花輪)の 4 箇所である。観測堤防の断面および観測孔の位置の一例を図-1 に示す。各堤防断面には土の水分量を測定する水分観測孔(WC) 5 本と基礎地盤の細砂層の地下水位を観測する水位観測孔(GW) 2 本を設置した。土の水分量は挿入型 RI 中性子水分計を用い、深さ方向 0.5~1.0m の間隔で測定した。観測は 1995 年 9 月~1996 年 8 月の 1 年間について行った。観測期間中の降雨データを図-2 に示す。この地域の平均年間降雨量 1600mm 程度であるが、観測期間は 1000mm 弱で、平年より降雨量が少なかった。

(2) 堤防水分量変化の特徴

図-3 は観測された堤防水分量の変化の一例である。各断面で観測したデータおよび FEM 浸透解析結果⁽¹⁾に基づいて、堤防の水分量変化の特徴を以下のようにまとめる。

a. 堤防の水分量は季節的に変動している。関東地方においては、降雨の多い梅雨期と台風期に水分量が上昇し、夏期と冬季に水分量が低下する。

b. 湿潤期間と乾燥期間の間では堤防に貯留された水の量(以下貯留水量 S と呼ぶ、雨量に換算して表す)に大きな差が見られ、観測期間において

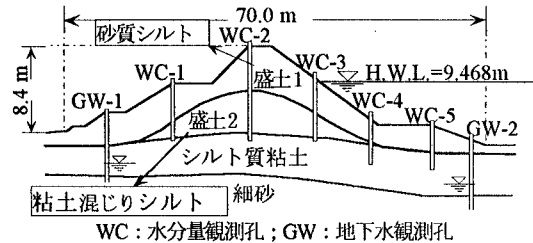


図-1 観測堤防断面の一例

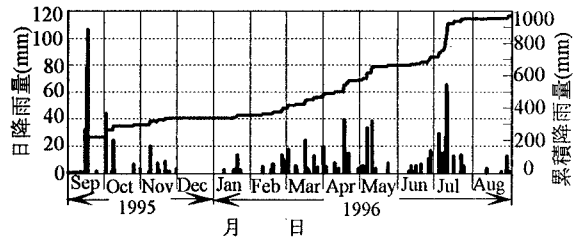


図-2 観測期間の降雨データ

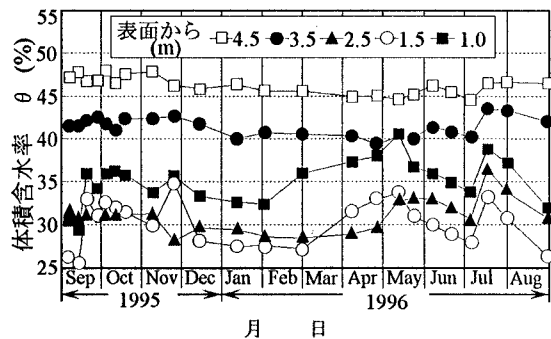


図-3 WC-3 で観測された水分量の変化

河川堤防、初期水分量、FEM 浸透解析、推定法

〒275 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL: 0474-74-2427 FAX: 0474-74-2449

300mm 程度、平年では 400mm 程度になる。

c. 堤防表層土の水分量が降雨、蒸発散に追従して大きく上昇、下降するが、深部の土では季節的な気候条件にしたがって水分量が小幅に増減し、水分量上昇あるいは低下をある期間にわたり継続している。

3. 各時期水分量の代表値と平均浸透強度

堤防の水分量変化を図-4 のように表してみる。
1 年間の水分量は 2 回の湿潤期間と 2 回の乾燥期間に分けられる。水分量を推定するために各期間を一つの代表値で表す。年間平均水分量を θ_{aver} 、湿潤期間の平均水分量を θ_{wet} 、乾燥期間の平均水分量を θ_{dry} 、また、水分量の最大値、最小値を θ_{max} 、 θ_{min} で表す。水分量の代表値をその期間の平均浸透強度 $[\text{=(期間の降雨量-期間蒸発散量)/期間日数}]$ を用いて求めてみる。ただし、計算には FEM の定常流浸透解析を用いる。観測堤防において雨の多い水分上昇期および雨の少ない水分低減期はおおよそ 3 ヶ月であったため、雨の多い 3 ヶ月の平均浸透強度 $I_w=2.65\text{mm/day}$ を θ_{wet} 、雨の少ない 3 ヶ月の平均浸透強度 $I_d=0.4\text{mm/day}$ を θ_{dry} 、年間の平均浸透強度 $I_a=1.4\text{mm/day}$ を θ_{aver} として計算し、結果を図-5、図-6 に示す。平均浸透強度の増加に従って堤防内の貯留水量 S と水分量 θ が大きくなり、各期間の推定値はほぼ観測値を表せている。観測された S_{max} に比べ、 S_{wet} は 80mm 程度少ないが、推定水分量 θ_{wet} では、表面から 2.0m 以下が観測水分量 θ_{max} とほぼ同じ、差は表層 2.0m の範囲に留まっている。推定された S_{wet} 、 θ_{wet} が湿潤期間の平均値よりやや大きい、大体その期間の水分量を反映している。

4. 初期水分量の推定

堤防の初期水分量 θ_{ini} を求める場合、その地域の気候条件から雨の多い水分上昇期と雨の少ない水分低減期を分けて、湿潤期間の平均浸透強度を算出する。そして FEM の定常流浸透解析を用いて θ_{wet} を求める。観測にもとづく検討から明らかになったように θ_{wet} は湿潤期間の平均値よりやや大きい、初期水分量 θ_{ini} として使い、対象とする降雨あるいは洪水の浸透解析を行うのが適当と考えられる。

5. あとがき

堤防の水分量を長期間に観測し、堤防の浸透解析に必要とする初期水分量の推定法について考えてみた。

(1) 堤防の水分量は季節的に変化しているが、各期間の水分量の代表値はその期間の降雨浸透、蒸発散の量を反映した平均浸透強度で計算できる。

(2) 堤防の安定性を検討する場合に、気候条件から水分上昇期の平均浸透強度 I_w を求め、FEM の定常流浸透で解析した水分量 θ_{wet} を初期水分量 θ_{ini} とするのが適当と考える。

【参考文献】

(1) 朱偉：堤防の安定性に影響を持つ堤体内浸透流の研究、日本大学生産工学部学位申請論文、1997、pp.84~122.

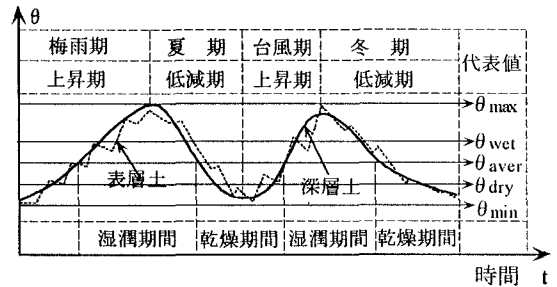


図-4 堤防の水分量変化と代表値

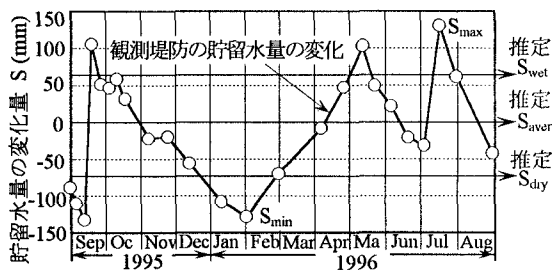


図-5 観測堤防の貯留水量と推定値

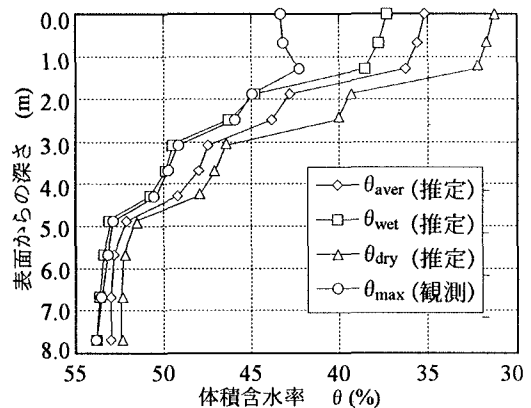


図-6 WC-3 における堤防水分量の推定値