

III-A 274

堤防の水分量観測による護岸の止水性の評価

日本大学 学生会員 朱 偉
 日本大学 学生会員 浜島浩美
 日本大学 正会員 山村和也

1. はじめに

洪水や降雨浸透による堤防の破壊を防ぐために、さまざまな浸透防止対策工法が講じられている。護岸は従来より洗掘防止のため施工されているが、浸透防止機能も兼ね備えているものと考えられる。しかし、護岸に関する従来の設計、施工法は多分に経験的なものに依存しており、降雨や洪水浸透に対する護岸の機能が明らかにされていない。本研究は江戸川堤防の堤体土の水分量の観測を継続的に行い、長期間における降雨浸透と堤体土の水分変化から護岸の止水効果の評価を試みた。

2. 観測堤防の概要

観測地点は千葉県松戸市主水新田にある江戸川左岸の堤防(距離標 24.5k)である。堤防の断面および水分観測孔(WC)5本と地下水位観測孔(GW)2本の位置は図-1に示す。護岸は一般によく用いられているコンクリートブロック張で高水位の高さまで施工されている。土の水分量は挿入型のR1水分計を用い、降雨の多い時期に1週間、降雨の少ない季節には2～3週間の間隔で測定した。

3. 護岸堤における長期的な水分変化

観測期間は1995年9月～1996年1月の5ヶ月間であり、降雨データを図-2に示した。9月中旬の台風による約200mmの大雨と10月上旬の20mm以上の2回の降雨以外にはまとまった雨がなく乾燥した天候が続いた。

図-3は護岸工が施していない裏のり面のWC1-1観測孔で測定した土の体積含水率の変化である。台風による雨に追従して土の水分量が著しく上昇し、その後減少する傾向を示したが、10月上旬の雨で再び増加した。10月中旬以後に10mm以下の雨が数回降ったが、土の水分量は大きな変化がなく、緩やかな低下が続いた。

図-4には護岸のある表のり面のWC1-4観測孔の測定データを示す。WC1-1とは対照的で全期間通じて水分量の変化が微小である。深さ2.36mの測点に台風による水分上昇が見られたほか、はっきりした水分変化が表れていない。WC1-5観測孔も同様な結果が得られている。

各観測孔を単位面積の土柱と考え、観測された土柱内の水分変化量を雨量(以下貯留雨量と呼ぶ)で表してみた(図-5)。ただし、9月6日の貯留雨量を初期値と用いる。護岸のないWC1-1、WC1-2の貯留雨量が雨に敏感に反応し、台風の後で150～200mmの増加量が表れ、その後の雨にも上昇する傾向を示した。乾燥した天候が続くと貯留雨量は次第に減少していく。護岸のあるWC1-4、WC1-5については台風による貯留雨量の増加は30～90mmに止まり、以後の雨にも僅かな上昇しか示さなかった。この部分での貯留雨量の減少は台風の直後

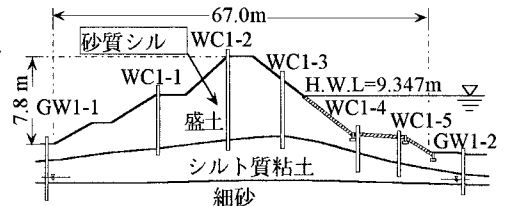


図-1 観測堤防の断面と観測孔の位置

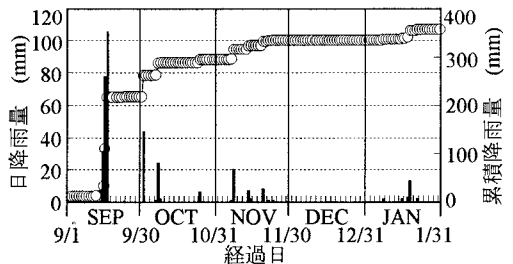


図-2 観測期間の降雨データ

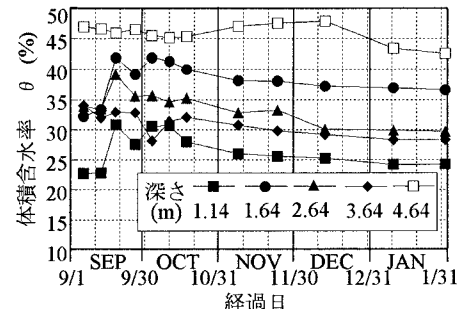


図-3 護岸のない部分(WC1-1)の水分変化

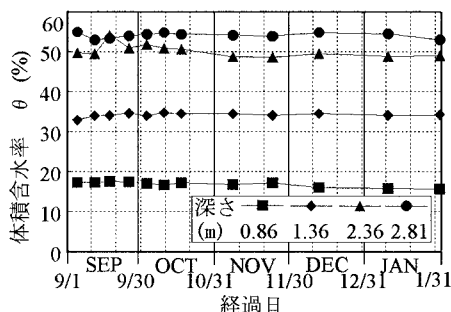


図-4 護岸部(WC1-4)の水分変化

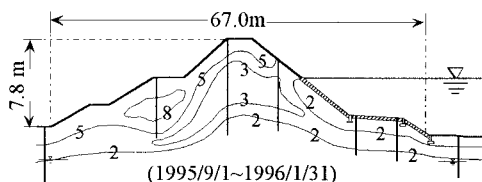


図-6 体積含水率の最大変化量の分布 $\Delta\theta_{max}$ (%)

には著しいが、その後は非常に緩やかな減少を示した。

測定期間内での体積含水率の最大変化量を計算し、その分布を図-6に示す。護岸のない部分に堤防の表層の最大変化量は5%以上、局部的に8%以上の変化が観測された。護岸のある部分については、表層付近の体積含水率の変化は2%以下であり、その下も2%程度しか変わってなくて、水分変化が鈍くなっていることがはっきりと分かる。

4. 護岸の浸透防止効果の評価

降雨および洪水浸透に対する護岸の浸透防止効果の評価に FEM の飽和-不飽和浸透解析を用いる。堤体土の不飽和浸透特性は Van Genuchten のモデルから推定して、 θ_s の値は測定したデータの平均値をとり、ほかのパラメータは同種類の土のデータから推定した(表-1)。ただし、ここに示した護岸の透水係数は先の江戸川堤防の堰水実験で得られた洪水浸透に対する値である。

降雨浸透防止効果の検討には護岸の透水係数を順次小さくして解析を繰返した。降雨浸透に対しては護岸の止水性は高く、護岸を不透水性と考えた場合に解析より求めた水分の変化が観測結果と最もよく一致した。

洪水時には洪水前の降雨とそれに引き続く水位上昇があるので護岸の浸透防止効果をそれらの両方について考えてみる。解析は ①護岸がない場合、②護岸は降雨の浸透を許すが洪水の浸透は遮断する場合、③護岸は降雨ならびに洪水の浸透の両方を遮断する場合の3つのケースについて行った。浸透作用については図-2の9月中旬の台風の一週間後、10mm/hの雨を15時間を浸透させる。その後10時間で高水位に達する洪水を想定し、さらに高水位を継続させて浸潤線が裏のり尻に達するまでの浸透時間(以下到達時間と呼ぶ)を求める。図-7のように、護岸がなければ到達時間は89時間であるが、洪水に対する止水性護岸を持つ堤防では6時間遅れる。降雨と洪水両方の止水性を考えると到達時間は14時間長くなり、この場合降雨浸透防止効果は約8時間と評価される。

5. まとめ

(1)堤防の水分量変化の実測データとそれに基づいた解析結果からコンクリートブロック護岸が降雨による水の浸入を防ぐことができ、護岸背面付近の土は豪雨によっても水分量の上昇が少ない。

(2)洪水は必ず事前豪雨を伴うので、護岸により降雨浸透を減少させておけば洪水の水位上昇に基づく浸透を大幅に低下させることが期待できる。

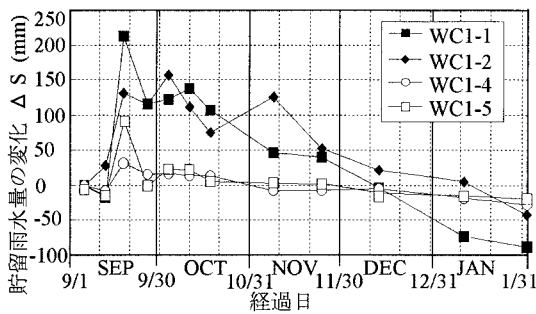


図-5 貯留雨量の変化

表-1 解析に用いた堤防の土質定数

土質	k (cm/sec)	θ_s	θ_r	α (cm ¹)	n
砂質シルト (盛土)	2.0×10^{-3}	0.52	0.16	0.010	1.5
シルト質粘土	2.0×10^{-4}	0.51	0.22	0.008	1.2
細砂	5.0×10^{-3}	0.48	0.10	0.038	3.6
コンクリート護岸	2.5×10^{-4}	0.51	0.22	0.008	1.2

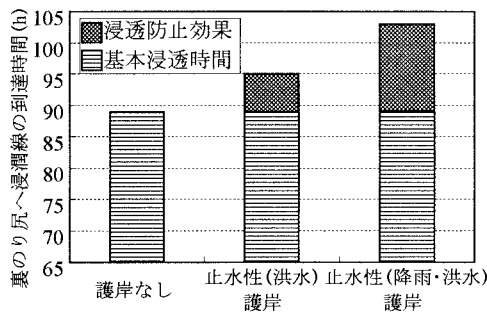


図-7 洪水浸透時の護岸の効果