

II-15

8. 5 豪雨による堤防の被害

東北大学大学院 学生員○西田勝幸

東北大学工学部 正 員 首藤伸夫

1. はじめに

1986年8月、台風10号がもたらした集中豪雨による河川堤防の被害箇所は数多かった。阿武隈川に流入する支川広瀬川（福島県伊達郡梁川町）の堤防の破堤、阿武隈川本川の梁川地区、鳩原地区、宮城県下鳴瀬川水系の1級河川吉田川でも破堤が生じ、その被害は大きなものであった。本研究は現地調査を基に堤防の被害の程度を数通りに分類し、越流を受けても破堤しない堤防の条件の解明を目的として行ったものである。

2. 調査箇所及び項目

調査箇所は、福島市より下流の阿武隈川とその支川、北上川の支川、吉田川を含む鳴瀬川の支川、宮城県北部気仙沼市から東部石巻市にかけての2級河川、宮城県南部名取市から福島県北部相馬市にかけての2級河川である。

調査箇所総数は78ヶ所であり、その内訳は表-1の通りである。

主に、堤防断面、被害の種類、堤体の材質、被覆の状態、越流水深、越流時間について調査を行った。その中で重要な因子である越流時間は実測が困難であったため判断できなかった。越流水深には間込みや周辺のゴミ等の痕跡から判断した。堤体の材質については、強度を知るために現地でコーン貫入試験を行い、また、代表的な箇所の土を採取し持ち帰って粒度試験を行った。

3. 堤防の被害の程度と天端の被覆状態

78調査箇所、越流によって被害を受けた堤防のうち、42ヶ所を分析の対象とした。42例中、破堤12ヶ所、表法洗掘2ヶ所、天端の崩壊を伴った表法洗掘1ヶ所、裏法洗掘5ヶ所、天端の崩壊を伴った裏法洗掘4ヶ所、無被害18ヶ所であった。

表-2のように、天端の被覆状態をアスファルト、砂利、石の混じった土、土のみの4通りに大別し、被害の分類を行った。天端は主に車道として利用されているものが多く、42例中、アスファルト13例、砂利3例、石の混じった土14例、土のみ12例であった。天端の被覆が石の混じった土や土のみのものに、破堤する例が多い。

4. 調査結果

洗掘の程度は、堤体の断面、越流水深、越流時間、被覆状態、堤体の強さ、堤体の材質に大きく影響すると思われる。調査し

表-1 被害状況

被害状況	箇所数
越水による破堤	16
表法洗掘	4
裏法洗掘	9
無被害	20
水衝部洗掘破堤	8
洗掘	16
堤体滑り	5
計	78

表-2 天端の被覆状態と被害

天端の被覆状態	破堤	天端法面洗掘	法面洗掘	無被害	計
アスファルト	1	3	3	6	13
砂利	0	0	0	3	3
石の混じった土	6	1	3	4	14
土のみ	5	1	1	5	12
計	12	5	7	18	42

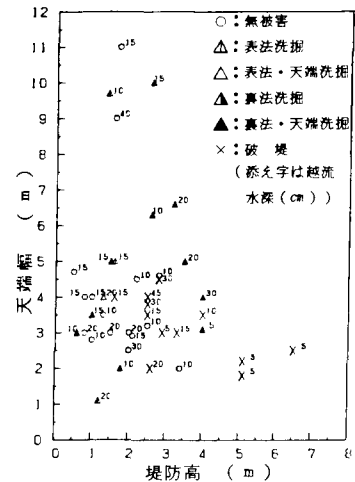


図-1 天端幅と堤防高

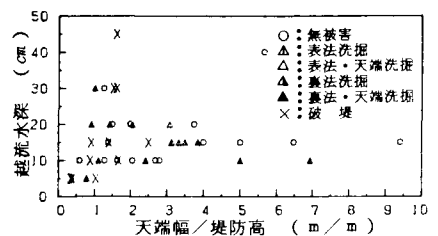


図-2 越流水深と天端幅堤防高比

た箇所の堤防高（裏法高）は0.5～6.5m、天端幅は1.1～11m、天端幅堤防高比は0.35～9.4の範囲であった。ここでは数通りのパラメータを用いて堤防被害の関係をみる。

図-1は、天端幅 L (m)、堤防高 H (m)、越流水深 h (cm)によって分類したものである。 H が大きいものほど破堤した例が多く、 L が大きいほど破堤しにくくなると言えよう。また、 H が1.5m以下の時と L が4.5m以上のとき破堤した例はなかった。

図-2は、越流水深 h (cm)と天端幅堤防高比により分類したものである。 h が小さい領域に無被害のものが集中していると言える。天端幅堤防高比が2.5以下のとき破堤しやすくなる。

図-3は、堤防の強度の代表として貫入抵抗力 F (kgf)を考えたものである。堤防を乗り越える水の洗掘力は水の落下高、つまり、堤防高 H に比例すると考えると、 H と F の比は相対的な掃流力に対応する。図中のA線はこれより相対的掃流力が大きいと堤防は破堤し、B線はこれより小さいと破堤にいたらないという条件を与える。

図-4は、破壊力によるパワーを取り入れたものである。堤防法面上の水の厚さは、越流水深 h に等しいと仮定し、単位幅当たり ρgh の水塊が流速 $v \propto \sqrt{gH}$ で移動すれば、結局 $h\sqrt{H}$ を破壊を代表するものとして選ぶことができる。これを F で除すると相対的な破壊力のパワーの様な指標が得られる。さらに、草丈1 (m)が高い程水流による破壊力を和らげると考え、草が生えていない場合を0.01m、コンクリートで被覆されている場合を100mとし、相対的破壊力のパワーを縦軸に選んだ。図中A線より上では破壊し、B線より下では被害を受けたにしても破堤に至らない。

図-5は、粒度試験の結果得られた砂(0.074～2.0mm)の割合を縦軸に選び分類したものである。図中A線より上では破堤に及ぶ例が多い。砂の増加により破堤しやすくなる傾向がある。

5. おわりに

天端をアスファルトで被覆したものは破堤しにくい。

堤防高が1.5m以下の時と天端幅が4.5m以上の時は破堤せず、天端幅堤防高比が2.5以下になると破堤しやすくなることがわかった。

法面に生えた草の高さは水流による洗掘作用を和らげ、堤防の被害程度を分類する上での1つの指標となると思われる。草丈のみでなく、根のはり具合や植生密度を考えるのが更に望ましいであろう。

草丈やコーン貫入抵抗力を使って、破堤の有無を分類出来るようである。また、堤防材料の粒度の面から見ると、砂の占める割合が多いと水の浸透により堤体強度が減少し、堤防被害の程度に大きく影響しているようである。

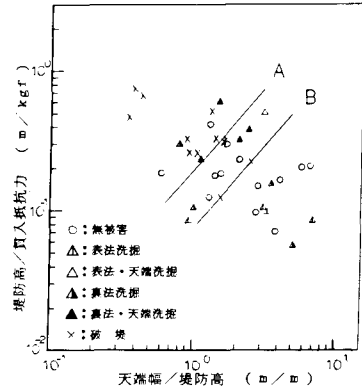


図-3 掃流力と天端幅堤防高比

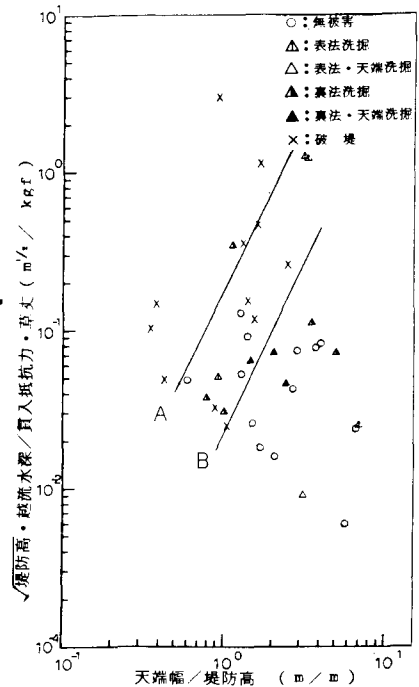


図-4 破壊力と天端幅堤防高比

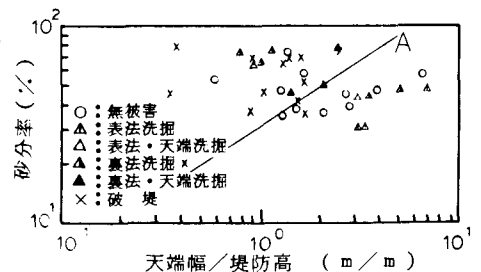


図-5 砂分率と天端幅堤防高比