

有田川上流域の砂防堰堤における水叩き部の損傷形状の分類

国立研究開発法人土木研究所 ○山田拓，羽馬一希，三浦光太郎^{※1}，石田孝司^{※2}

※1：現 国土防災技術株式会社，※2：現 国土交通省 北陸地方整備局 立山砂防事務所

1.はじめに

砂防堰堤には土石流・流木捕捉などの機能があるが、基礎地盤の流失が進むと本堤部の沈下に至り機能を十分に発揮できなくなる恐れがある。基礎地盤流失に至るまでの過程の一つとして、礫等の衝突により、水叩き部に亀裂・摩耗ができ、やがて基礎地盤に河川水が流入し、基礎地盤流失に至るパターンが指摘されている¹⁾。

水叩き部の摩耗が基礎部に達すると基礎地盤の流失は急速に進む恐れがあるが、水叩き部の摩耗が拡大する過程はよく分かっていない。優先的に補修が必要な箇所を明らかにするためには、水叩き部摩耗の拡大過程を把握していく必要があり、水叩き部摩耗のあった砂防堰堤の堤高や設置年代、摩耗形状を分析するなど、摩耗の進みやすい条件を明らかにしていくことも有効であると考ええる。そこで、本研究では和歌山県の有田川流域の砂防施設を対象に、堤高と摩耗深との関係および摩耗の平面形状と摩耗深との関係を分析した。

2.調査方法

調査対象は有田川流域(図-1)の8支川で水叩き部に摩耗のあった砂防施設 17 基とした。まず、水叩き部の摩耗深と堤高・完成年の関係を分析した。次に堤高・摩耗深の関係と併せて水叩き部摩耗の平面形状との関係を分析した。

堤高と摩耗深は和歌山県伊都振興局建設部が作成した令和2年度砂防設備点検票を用いた。摩耗深は0.2-1.5mとなっていたが、数値が記載されておらず「軽微な摩耗」と記載されている施設もあった。その場合にはここでは0.1mとして分析を行ってみた。砂防堰堤の完成年は砂防設備台帳の記載値を用いた。砂防設備台帳に記載されていた堤長・天端幅・水通し幅の諸元は表-1の通りである。水叩き部の材料は全てコンクリートであった。

水叩き部の摩耗形状は堀内(1982)²⁾が8種類に分類しており(図-2)、砂防設備点検票に掲載されている水叩き部の写真がそれぞれの平面形状のパターンに該当するかを目視により判断し整理した。

表-1 水叩き部摩耗のあった砂防施設の諸情報

No	構造物種別	堤高 (m)	摩耗深 (m)	堤長 (m)	天端幅 (m)	水通し の底幅(m)	完成年
①	砂防堰堤	9	0.2	38	2	15	1958
②	砂防堰堤	8	0.1	53	2	10	1963
③	砂防堰堤	8.4	0.3	76	2	14	1964
④	砂防堰堤	7	0.6	80	2	14	1964
⑤	砂防堰堤	6.5	0.8	79	2	14	1965
⑥	砂防堰堤	10	1.4	50	2	15	1965
⑦	砂防堰堤	6.6	0.1	43.5	2	10	1965
⑧	砂防堰堤	5	0.2	37.5	2	7	1966
⑨	砂防堰堤	10	0.8	40	2	15	1967
⑩	砂防堰堤	8	0.3	41.5	2	10	1967
⑪	砂防堰堤	10	0.8	56	2	15	1969
⑫	床固工	5.5	0.5	21.8	1.2	9	1971
⑬	床固工	6	0.3	22	2	10	1974
⑭	床固工	2	0.1	8	1	3	1979
⑮	床固工	2.8	0.5	11	1.4	8	不明
⑯	床固工	4	1.5	19.2	1.5	記載なし	不明
⑰	床固工	1.5	0.3	17	1	記載なし	不明



図-1 調査位置図(地理院地図)

3. 調査結果

水叩き部の摩耗深と堤高の関係を図-3に示した。ここでは完成年代ごとに色分けしプロットした。表-1⑯の事例を除き上限を見ると、堤高が高くなるほど摩耗深が深くなる傾向が見られた。堤高が高い施設ほど落差が大きくなり、土砂流出時の衝撃力も大きくなるため、摩耗が進みやすくなると考えられた。堤高が10mに達している堰堤では1mを超え基礎部に達している摩耗が1事例、摩耗深が0.8mのものが2事例あった。

施設の完成年と摩耗深を比較すると、完成年が比較的古い1961年-1965年のもので摩耗深が大きいものが3事例認められ、堤高が10mで摩耗の深さが1.4mに及んだ堰堤(表-1⑥)の完成年は1965年であった。完成年が1979年と最も新しい事例(表-⑭)では、堤高も2mと低いが摩耗も軽微であった。水叩き部の材料はいずれもコンクリートであったが、施工条件の違いなどの影響も推定され、今後他の要因調査も必要である。

水叩きの摩耗痕の平面形状のパターンは図-2に示したI-(1)が11事例、I-(2)が4事例、II-(1)とII-(3)が各1事例確認された。各施設の堤高と摩耗深の関係を摩耗の平面形状パターンごとにプロットしたものを図-4)に示した。最も多かったI-(1)のパターンは本堤の底部から少し離れたところに摩耗が広がる平面形状となっていた。11事例のうち摩耗深が1mを超え基礎部に達しているものが1事例、1m未満で基礎部に達していないものが10事例あった。I-(2)パターンは摩耗の平面形状が本堤の底部に接する所から広がっているものであり、4事例いずれも摩耗深50cm未満で基礎部には達していなかった。堀内(1982)²⁾によると、I-(1)やI-(2)に分類されるI型は、流量が多く、洪水時に水通し断面から越流する場合に形成される。

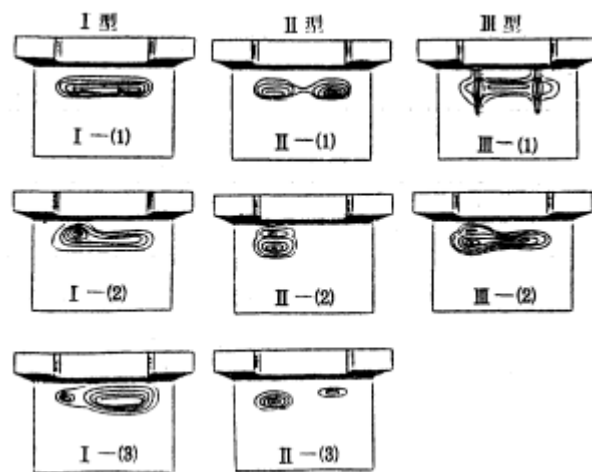


図-2 砂防堰堤の水叩き部摩耗の平面形状 (堀内(1982)²⁾)

II-(1)およびII-(3)は摩耗痕が断続的に形成されているタイプであった。II-(1)に分類された床固工(表-1⑩)は摩耗深が1.5mに達しており、基礎部に至っていた。II-(3)に分類された堰堤(表-1④)の水叩き部摩耗は基礎部には達していなかったものの、摩耗深0.6mであり基礎部に達していなかった事例の中では比較的摩耗深が大きかった。堀内(1982)²⁾では、II-(1)やII-(3)のパターンは施設上流部に土砂が堆積し、植生が進入しているため、水通し全断面から越流しないで、一部分に集中して越流して生じたと推定している。今回、IIに分類された2事例とも上流側に植生が進入していた。植生の侵入により越流部分が一点に集中すると、堤高が低くても、土砂流出時の流速も高まり、水叩き摩耗進行の危険性も高まる可能性がある。伐採などにより上流部の水通し断面を確保することは重要であると考えられる。

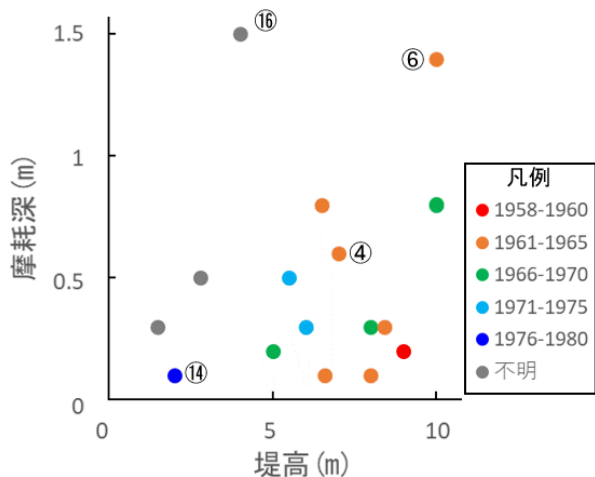


図-3 摩耗の深さ・堤高及び完成年の関係

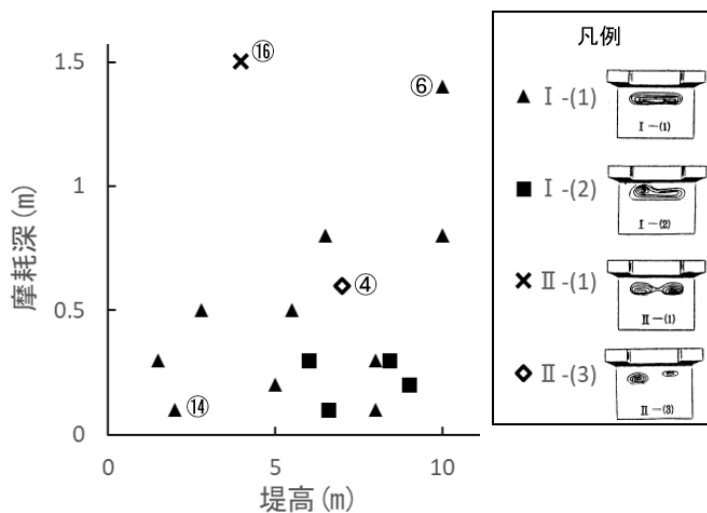


図-4 摩耗のあった施設の堤高・摩耗深・平面形状

4. まとめ

有田川流域の砂防施設を対象に、堤高と摩耗深との関係および摩耗の平面形状と摩耗深との関係を分析した。堤高の高い堰堤では摩耗の進んでいる傾向があった。多くの堰堤の水叩き部の摩耗形状は特定の地点から平面的に広がるパターンであった。一部の堰堤の水叩き部では流れの一部集中によると思われる摩耗が形成されており、上流側への植生進入の影響があった可能性もあった。

謝辞

本研究の実施にあたり、各種資料提供にご協力いただいた和歌山県砂防課および伊都振興局の皆様はこの場を借りて感謝いたします。

参考文献

- 1) 三浦光太郎, 山田拓, 石田孝司(2023): 事例調査による砂防堰堤の損傷に至る過程の推定, 土木技術資料, Vol. 65, No. 2, pp12-15, 2023
- 2) 堀内照夫(1982): 砂防堰堤の水通し天端を越流する砂礫の挙動について, 砂防学会誌, Vol. 34, No. 4, pp. 1-11