

砂防施設における水叩きの摩耗過程とその要因の一考察

国立研究開発法人土木研究所 ○松永隆正, 菅野拓矢, 高木将行, 伊藤誠記*

*現所属 国土交通省

1. はじめに

砂防施設には土石流・流木捕捉などの機能があるが、基礎地盤流失により本堤部の沈下に至りその機能を十分に発揮できなくなる恐れがある。既往研究¹⁾では本堤部の沈下に至る過程の一つとして、水叩きに摩耗が生じ、基礎地盤に河川水が流入することで基礎地盤流失に至る可能性が指摘されている。したがって、適切に水叩きの維持管理を行うためには、水叩きの摩耗過程を追跡し、摩耗の要因やその傾向を明らかにすることが重要であると考えられる。

そこで本研究では、水叩きの摩耗過程の把握を目的として水叩きの摩耗深の経年変化やその要因を分析した。

2. 調査方法

国土交通省直轄砂防事務所における点検成果や砂防設備台帳を収集し、水叩きの変状レベルがb, c評価であった砂防施設を抽出した。このうち水叩き摩耗により健全度が低下したと判断される複数の事例を対象に、砂防設備台帳を用いて流域面積、河床勾配、堤高、水叩き厚さを、点検成果を用いて水叩き摩耗の経年変化や範囲を整理した。ただし、水叩き摩耗の経年変化には計測位置のずれや土砂堆積により誤差が生じうる点には注意が必要である。さらに、点検成果に記載された水叩きの状況および周辺の礫径を確認するとともに、解析雨量を用いて年最大時間雨量および確率年を整理し、これらの情報を統合して水叩き摩耗の要因を分析した。

3. 調査結果・考察

3.1 門森沢砂防堰堤

栃木県の門森沢砂防堰堤は、1961年に流域面積約18.4km²、河床勾配約2°の掃流区間に設置され、堤高は13.2m、水叩き厚さは1.7mである。水叩き摩耗深の経年変化および年最大時間雨量を図1に示す。定期点検によると2003年時点で水叩き全体が約5~20mm摩耗していることが確認され(写真1a)、その後は経年的に摩耗が進行し、2017年には摩耗深は約0.5mに達した(写真1b)。年あたりの摩耗深は最大0.1m程度で、全体として長期間に少しずつ摩耗が進行していた。点検成果から2018年

に、水叩きに土砂堆積が確認されており、それ以降、摩耗深は変化していない。また、水叩き摩耗は本体から約5mの範囲で、水叩き全体で生じていた(写真1b)。点検期間において生じた年最大時間雨量は40mm、確率年は約16年であった。点検成果から堆砂数における最大礫径は数十cm程度であることが確認できた。また、年最大時間雨量にかかわらず概ね一定の速度で水叩き摩耗が進行していた。長い期間をかけて徐々に摩耗が進行していることから、水叩き摩耗の要因は、比較的小規模な出水に含まれる砂礫によるものと考えられた。

3.2 ナンノ谷砂防ダム3号

岐阜県のナンノ谷砂防ダム3号は、1964年に流域面積約36.1km²、河床勾配約2°の掃流区間に設置され、堤高は7m、水叩き厚さは1mである。水叩き摩耗の経年変化および年最大時間雨量を図2に示す。定期点検によると2008年時点で深さ約0.4mの水叩き摩耗が確認され、その範囲は本体から約0.5mから約2mであった(写真2a)。2011年に深さ0.5mの急激な損傷が生じ、水叩きを貫通した(写真2b)。その後は土砂堆積(写真2c)が生じた



写真1 a, b 門森沢砂防堰堤における2003, 2017年度点検時の水叩きの様子

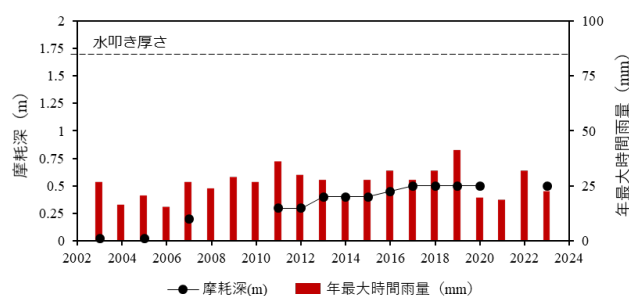


図1 門森沢砂防堰堤における水叩き摩耗深の経年変化と年最大時間雨量



写真 2 a~d ナンノ谷砂防ダム 3 号における 2003, 2011, 2017, 2018 年度点検時の水叩きの様子

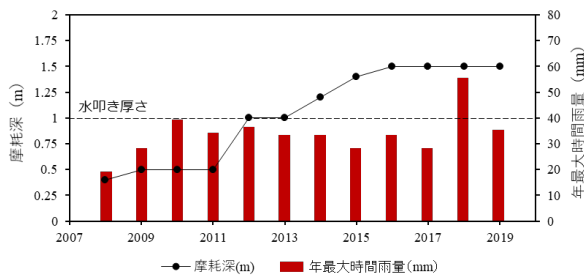


図 2 ナンノ谷砂防ダム 3 号における砂防水叩き摩耗深の経年変化と年最大時間雨量

がらも基礎地盤の洗掘深は増大し、2018 年に水叩きが大きく陥没・一部流失し、基礎地盤の流出は本堤部に及び、本堤の沈下が確認された（写真 2d）。水叩きが貫通した 2012 年以前に顕著な降雨は発生しておらず、2008~2012 年の年最大時間雨量は 39mm、確率年は約 4 年であった。

2012 年に水叩きの破損が急激に進行した理由は不明であるが、堰堤はナンノ谷崩壊地に隣接し、水叩きには長径 1m を超える巨礫が存在したことから、巨礫の衝突による影響などが考えられた。

3.3 高智谷堰堤

愛媛県の高智谷堰堤は、1965 年に流域面積約 1.5km²、河床勾配約 11° の土石流区間に設置され、堤高は 10.5m、水叩き厚さは 1m である。水叩き摩耗深の経年変化および年最大時間雨量を図 3 に示す。定期点検によると 2007 年時点で深さ約 0.4m の摩耗が確認され（写真 3a）、その後 2017 年までは摩耗深に変化はなく、2018 年に約 0.7m に達した（写真 3b）。点検期間内の年最大時間雨量は 2018 年の摩耗進行直前に発生し、68mm/h、確率年は約 20 年であった。点検成果から堆砂敷において最大礫径 1m 程



写真 3 a, b 高智谷堰堤における 2007, 2018 年度点検時の水叩きの様子

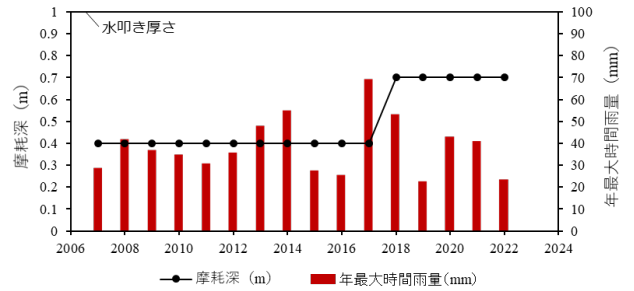


図 3 高智谷堰堤における水叩き摩耗深の経年変化と年最大時間雨量

度の礫が堆積していることが確認できた。これらのことから、水叩き摩耗の要因は、門森沢とは対照的に、豪雨時の土石流など中小出水では発生しない土砂移動に伴う礫の衝突の可能性が考えられた。

4 まとめ

本調査結果から水叩き摩耗の要因として、①比較的小規模な出水に含まれる砂礫によるもの、②巨礫の衝突による影響、③豪雨時の土石流など中小出水では発生しない土砂移動に伴う礫の衝突の可能性が考えられた。①が要因と考えられる事例では長い期間をかけて徐々に摩耗が進行する傾向がみられ、②や③が要因と考えられる事例では短期間で摩耗が進行する傾向がみられた。このような傾向の違いは摩耗要因の違いに起因するものと考えられる。今後も引き続き調査を進めてまいりたい。

謝辞：本調査を遂行するにあたり、砂防関係施設点検業務成果の提供にご協力頂きました国土交通省砂防部、北海道開発局、各地方整備局、直轄砂防事務所の砂防関係部局にこの場を借りて感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 三浦光太郎, 山田拓, 石田孝司 (2023) : 土木技術資料, Vol.65, No.2, pp.12-15
- 2) 石田孝司, 山田拓, 三浦光太郎, 平田遼, 武澤永純, 石井靖雄 (2022) : 土木研究所資料, 第 4425 号