

多自然型川づくりにおける河岸部の被災に関する調査

Study on riverbank damage and nature-oriented river works

研究第二部 次 長 池 内 幸 司
研究第二部 主任研究員 増 田 信 也
研究第二部 主任研究員 浅 利 修 一
研究第二部 主任研究員 北 田 健 夫
研究第二部 主任研究員 館 敏 彦

多自然型川づくりの護岸工法では、様々な材料を使用する場合が多く、設計方法も材料によって異なり、その耐力についても不明な点が多く、今後より多くの知見の蓄積が必要である。

本稿では、平成10年度に実施された「多自然型川づくり実施状況調査・追跡調査」及び「多自然型川づくりに関する被災調査アンケート」等の結果を元に、被災の状況、原因などについて整理、分析を行った結果について報告するものである。

キーワード：多自然型川づくり、治水機能、覆土工、被災、洪水、追跡調査

In many cases Nature-oriented river works are accomplished by using multiple materials for bank-protection structures. Because of this variation in materials, design methods also differ. Many aspects of these methods and their durability remain unclear, and there is a need to start accumulating extensive knowledge in this field.

This paper draws on the results of such resources as a survey on damage and nature-oriented river works. It also uses the findings of implementation and follow-up studies in fiscal 1998 (the year ended March 1999) to ascertain conditions related to the works of such rivers. Information on damage, causes, and other points was collected and then analyzed. This paper describes the outcome of this process.

Key words : nature-oriented river works, flood-control functions, soil capping, disasters, flooding, follow-up studies

1. はじめに

多自然型川づくりは、治水上の安全性を確保しつつ、良好な自然環境の保全・復元を目指すものである。そのため、多自然型川づくりの護岸工法では、コンクリートや石などの固い材料に加え、柔らかい木や植物など様々な材料を使用する場合が多く、設計方法も材料によって異なる。また、設計方法やその耐力についても不明な点が多く、今後より多くの知見の蓄積が必要である。

平成 10 年は、全国で台風などによる集中豪雨が相次ぎ、洪水により被災や変形を受けた例が、平成 10 年度に実施された「多自然型川づくり実施状況調査・追跡調査」により数多く報告されている。本稿では今後の多自然型川づくりに活かすため、これらの被災箇所について追加アンケート調査を行い、被災状況の整理、被災原因の分析などを行った結果について報告するものである。

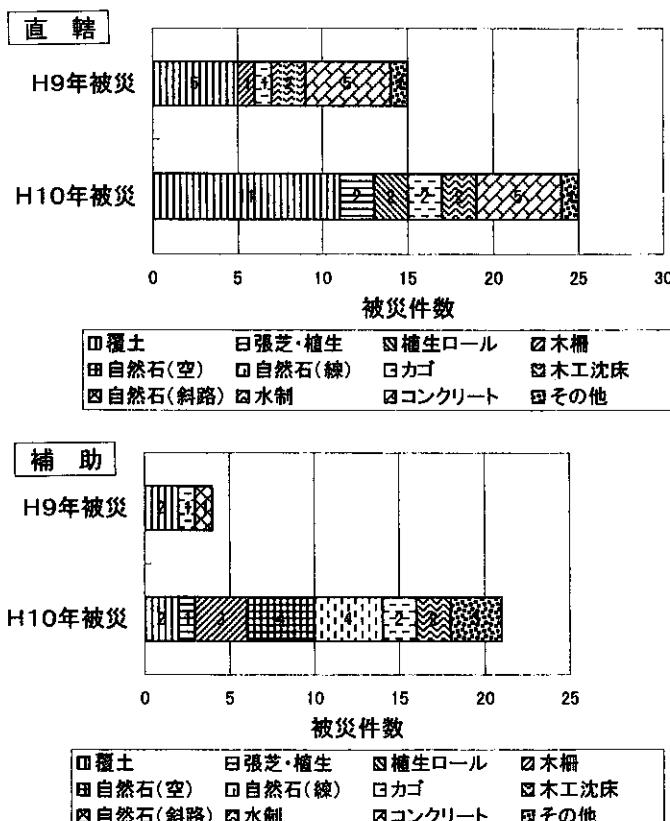


図-1 工法別被災件数

Fig.1 Cases of Damage Classified by Method

2. 被災事例の概況

今回の検討で整理した被災事例は、平成 9 年度から平成 10 年 9 月までの期間に被災を受けた事例である。

図-1 は、年度毎の工法別被災件数を示した図であり、直轄事業においては、覆土工の事例が多い。一方、補助事業では、自然石やカゴを使った工法の事例が多い。

図-2 は、被災した事例を、植生の地被の状態により区分した図である。やはり、植生の生育が不十分又は生育していない場合に被災した事例が多く、施工後の経過年数をみると、施工後約 1 年以内に被災した事例が多くなっている。

図-3 は、洪水のピーク時流速別被災件数を示した図である。被災は、直轄事業では、流速が 4 (m/sec) 前後、補助事業では 5 (m/sec) 前後に多く発生している。

図-4 は、河床勾配別被災件数を示した図

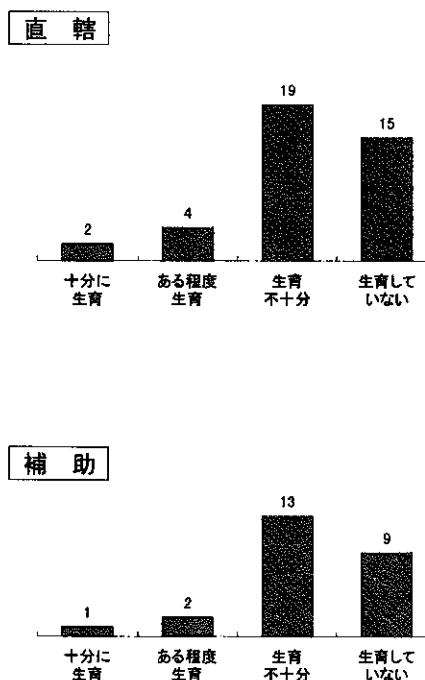


図-2 地被の状態別被災件数

Fig.2 Cases of Damage Classified by the Condition of the Ground Cover

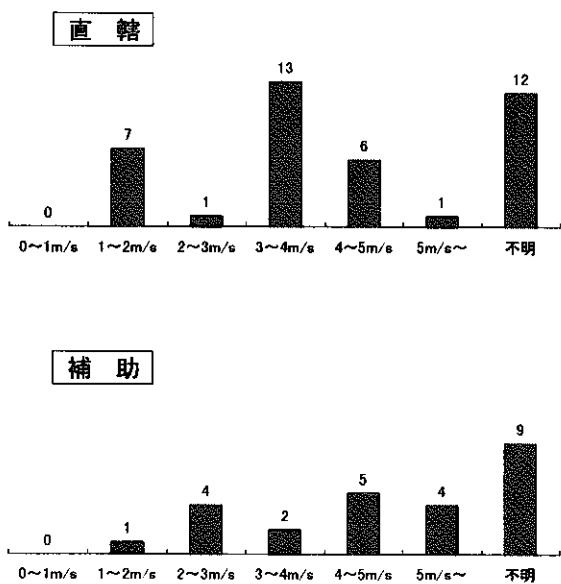


図-3 ピーク時流速別被災件数

Fig.3 Cases of Damage Classified by Velocity at Peak Times

である。直轄事業では $1/400 \sim 1/1,000$ 、補助事業では $1/100 \sim 1/400$ での事例が多い。

また、施工位置別には、水衝部及び直線部での被災が多くなっているが、水裏部での被災も少なからず報告されている。

3. 被災事例の分類・整理

3-1 覆土工における被災状況からの分類

前章で整理された工法別被災件数によれば、覆土工の占める割合が多いことから、今回は、覆土工についての被災状況を整理することとする。(図-5)

被災の規模や被災が生じた個所に着目すると、全面的に広範囲にわたって覆土の流出が生じている事例と、法尻部や構造物周辺部など局部的に流出している事例に区分できる。

まず、全面的に被災が生じている事例では、洪水時の外力が相当大きなもので、覆土材料の粒径や植生の繁茂の程度に関わらず被災が生じており、水衝部である場合と水裏部である場合の両方のケースが見られる。これらの事例では、被災時のピーク時流速も、 3m/s 以上である場合が多くなっている。

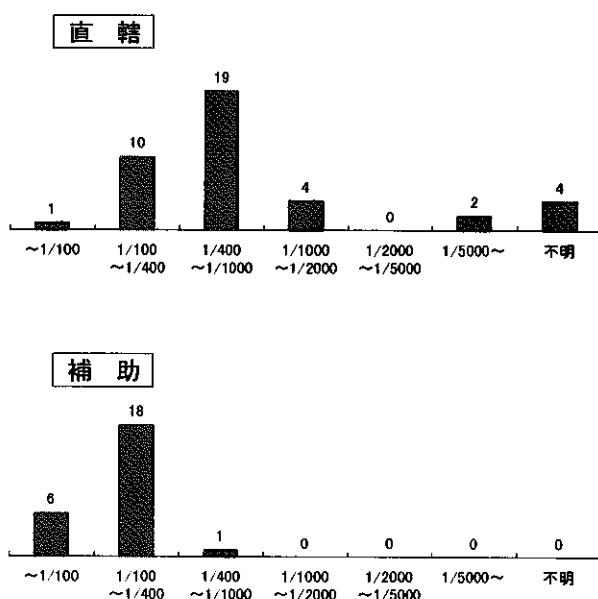


図-4 河床勾配別被災件数

Fig.4 Cases of Damage Classified by Riverbed Slope

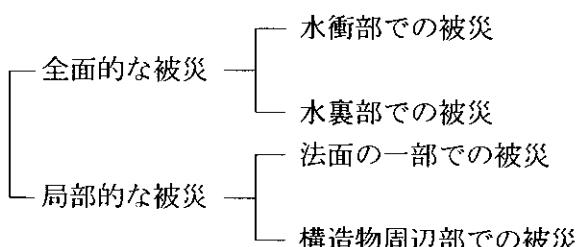
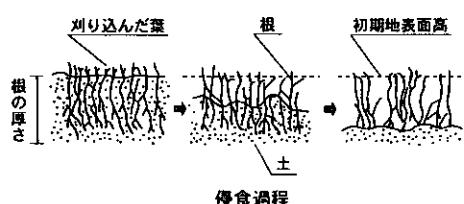


図-5 被災のパターン分類

Fig.5 Classification of Damage Patterns



出典：福岡捷二・藤田光一・加藤善明・森田克史、堤防法面の芝の耐侵食特性、土木技術資料29-12、1987年

図-6 芝で覆われた地表面の侵食過程¹⁾

Fig.6 The Eroded Process of the Sodding Ground¹⁾

堤防法面の芝の耐流速性を調査した結果によれば、流速が 2m/s を超えると侵食の危険度が高くなると言われている¹⁾。芝で覆われた地表面の侵食過程は、流れの作用で芝の間の土粒子が抜け出し、それが根の層全体に及ぶと根がはぎとられ、急激に侵食が進むとされ

ている¹⁰。

また、これらの被災個所の無次元掃流力を求めると、一般的に 0.05 程度とされている無次元限界掃流力を大きく上回っており、植物全体が根こそぎ流出していることから、植生のもつ耐流速性をはるかに超えた流速であったものと思われる。

次に、局部的に被災が生じている事例では、植生の生育状況が不十分なために覆土が流出していると考えられる場合が多く、被災個所は、法面下部や法尻等の法面の一部及び階段護岸や橋脚等の構造物周辺部などで、部分的な覆土流出や洗掘が見られる。これらの事例では、ピーク時流速は 3 m/s 以下で被災が生じている場合が多くなっている。

3-2 パターン別の具体事例

(1) 水衝部での全面的な被災事例

【被災前】

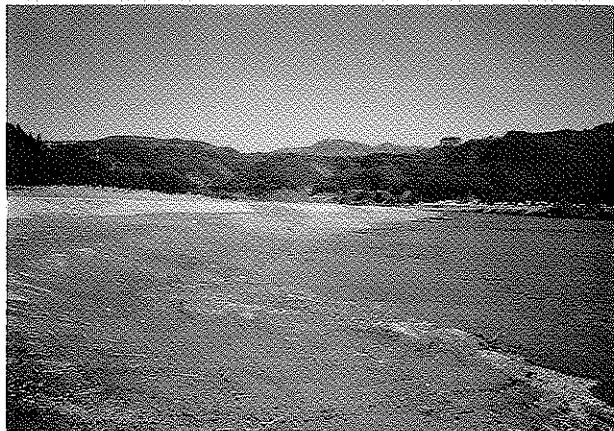


【被災後】



▲緩傾斜の覆土（1：5程度）、被災前は植生が繁茂していた。

【被災前】



▲法面の覆土が全面流出、根固めも露出。

$$V = 4.6 \text{ m/s}$$

【被災後】



▲植生で覆われる前に覆土が流出。

$$V = 3.8 \text{ m/s}$$

▲水衝部の水際で、鉄線カゴに覆土。

平成9年度施工。

(2) 水裏部での全面的な被災事例

【被災前】



【被災後】



▲大きく湾曲した水裏部に覆土。

▲完成後2ヶ月の出水（主流は内岸側を通過）

により、覆土が流出。 $V = 5.7 \text{ m/s}$

(3) 法面の一部での局部的な被災事例

【被災前】



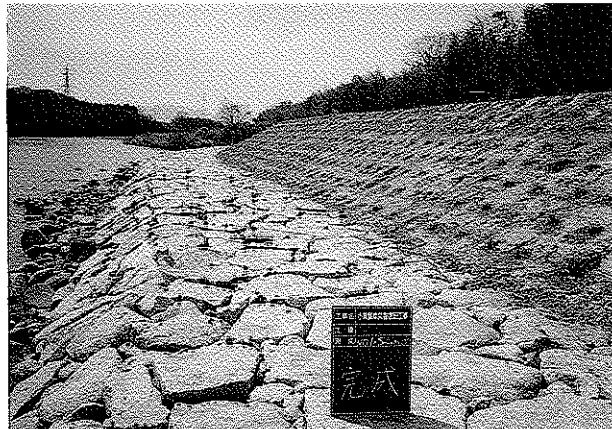
▲護岸上段は植生ネットで押さえ、下段は直接覆土を行った。

【被災後】



▲下段の覆土のみ流出。V=1.9m/s

【被災前】



▲カゴマットに覆土、平成9年度施工で、クマザサは、あまり生育していない。

【被災後】



▲法面下部の覆土が流出。V=3.5m/s

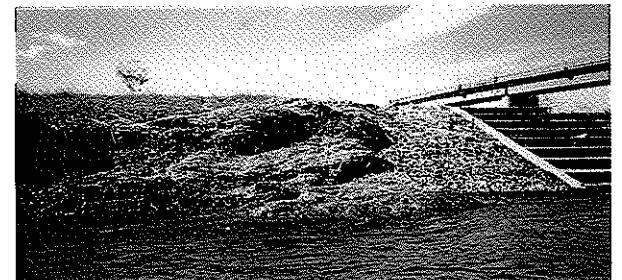
(4) 構造物周辺部での局部的な被災事例

【被災前】



▲平成3年度施工、植生が水際まで回復していた。

【被災後】



▲橋脚、階段護岸の下流部の覆土が洗掘された。

3-3 覆土工の被災原因の整理

- アンケート調査で得られた覆土工に関わる主な被災原因は、次のように整理できる。
- ①予想を上回る洪水や橋脚下流等での局所的な高速流の発生等により、植生の耐流速性を越える流速が生じた。
 - ②完成後間が無く、植生の生育前に洪水が発生した場合や、植生の繁茂や根の生育が不十分なため、覆土の表面が植生に覆われずに露出したり、根毛層により掃流力が低減されない場合等、植生の耐侵食性が劣っていた。

3-4 覆土工の被災原因の分析

これまで、被災が生じた事例について整理を行ったが、次に、被災が生じていない事例を含め、外力を表す指標（ピーク時流速、無次元掃流力等）、現場条件を表す指標（河床勾配、法面勾配、施工後経過期間等）についての関係を調べることとする。

なお、被災原因是、植生の繁茂の程度が大きく関与していると考えられるが、被災時の植生の状況を把握できないため、代替指標として工事完了後の経過時間による分類を加えることとした。

(1) 河床勾配・ピーク時流速と被災との関係 (図-7)

まず、被災事例は、 $1/1,000$ 以上の河床勾配での事例が大半を占めている。また、ピーク時流速が 3.5m/s を越えるような範囲では、ほとんどの事例で被災している。

ピーク時流速が 2m/s 以下では、施工後の経過期間が、1年未満の被災事例が多くなっている。

(2) 法面勾配・ピーク時流速と被災との関係 (図-8)

法面勾配は、被災事例、被災していない事例ともに、2割から5割の範囲にあり、勾配の違いによる被災の発生頻度との関係は、特に見られない。

(3) 工事後経過年数・ピーク時流速と被災との関係 (図-9)

工事後経過年数が短いほど、被災事例が多く、年数が増す毎に被災の割合が減少している。なお、被災を受けていない個所の調査対象を、経過年数1年以上としているため、1年未満の被災無し個所が皆無となっている。

また、完成後2～6年が経過し、植生の生育している個所であっても、ピーク時流速が

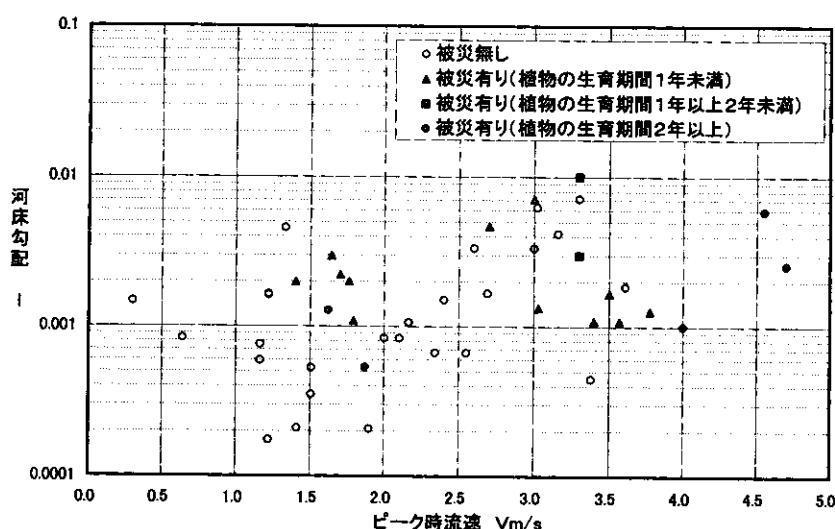


図-7 河床勾配・ピーク時流速と被災との関係

Fig.7 The Relationship Between the Riverbed Slope, the Velocity at Peak Times and Damage

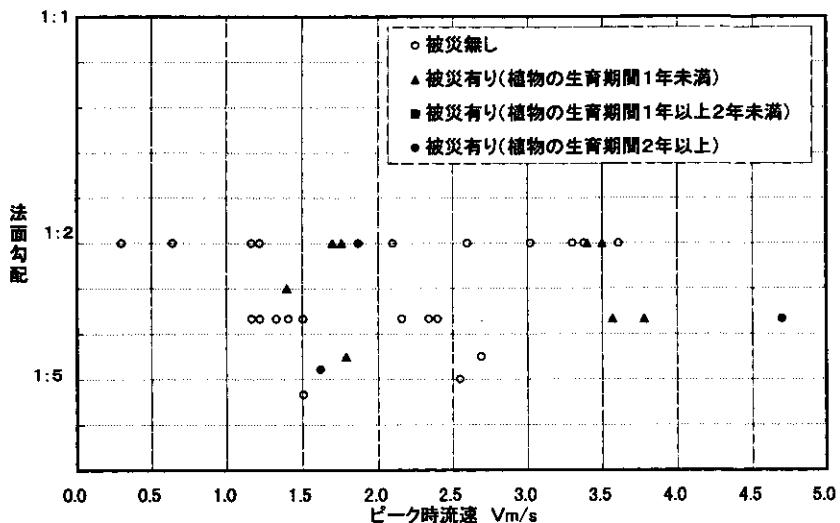


図-8 法面勾配・ピーク時流速と被災との関係

Fig.8 The Relationship Between the Surface Slope, the Velocity at Peak Times and Damage

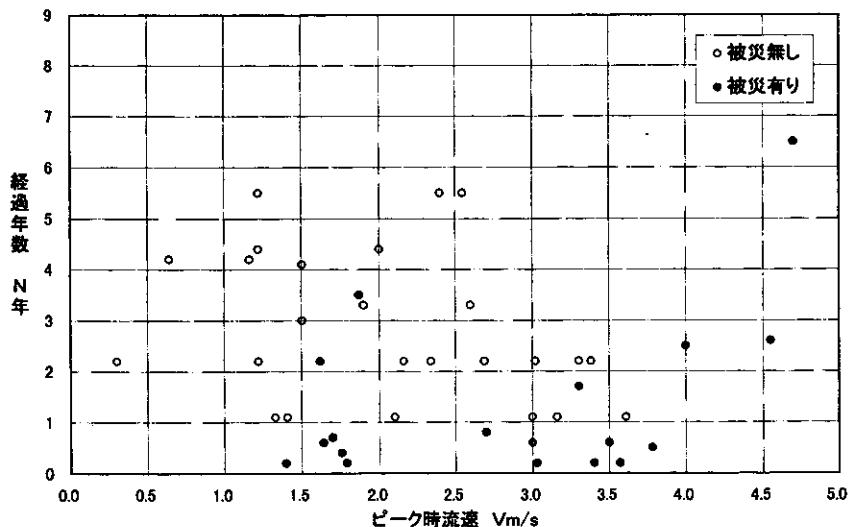


図-9 経過年数・ピーク時流速と被災との関係

Fig.9 The Relationship Between Elapsed Years, the Velocity at Peak Times and Damage

4 m/s を越える洪水に対しては、被災が発生している。

(4) その他

この他、無次元掃流力と被災との関係を求めたが、有効なデータ数が少ないこともあり、顕著な関係はみられなかった。

4. おわりに

多自然型川づくりでは、近年、覆土工が多く採用されているが、洪水により覆土の流出等が生じた事例が見られる。その原因として、

植生の耐流速性を越える流速が生じたこと、植生の生育が不十分であったことなどがあげられる。

今後は、施工現場における適切な多自然型川づくり工法の選定の一助となるよう、覆土工を実施する際に留意すべきポイントをとりまとめるため、被災事例の多い水際部の処理や内岸と外岸の被災特性の相違等について、更に検討を行っていきたいと考えている。

また、今回の分析では、無次元掃流力や法面勾配との明確な関係は見られなかったため、

引き続き、多様な現場条件のもとでの事例の蓄積が必要であると思われる。

最後になりましたが、本研究を進めるにあたって、ご指導、ご助言を頂きました建設省河川局、九州地方建設局、中国地方建設局並びに多自然型川づくりに関するアンケート調査に協力して頂きました関係各位に対し、深く感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 福岡捷二・藤田光一 (1990) : 堤防法面張芝の侵食限界、水工学論文集第34巻
- 2) 増田信也・池内幸司 (1998) : 多自然型川づくりにおける河岸防御工法について、リバーフロント研究所報告第9号
- 3) 財団法人リバーフロント整備センター (1998) : 中小河川における多自然型川づくり—河道計画の基礎技術—