

酸性急流河川（ヌッカクシフラノ川）における護床ブロックの連結金具についての考察

上富良野町建設水道課 菊地敏, 辻秀人, 小林悠里
 (一財) 砂防・地すべり技術センター ○今井 陽宏^{※1}, 深見文哉, 後藤智和,
 杉山貴徳, 五十嵐勇気

※1 現所属：大日コンサルタント株式会社

1. はじめに

上富良野演習場内（以下、「演習場内」という。）を流れるヌッカクシフラノ川（以下、「本川」という。）は、十勝岳を源とし、常時酸性水が流れ、洪水時の土砂移動も活発な酸性急流河川であるという河川特性を有している。本川に設置されている土砂流出対策施設（床固工、帯工等）は劣化、損傷が著しい施設（写真-1）が多く、上記の河川特性が大きく影響していることが考えられている。

この河川特性を踏まえた有効な土砂流出対策施設の検討のために、ヌッカクシフラノ川の中流域において月見橋周辺の「コンクリートブロック工を用いた護床工」（以下「護床ブロック」という。）について、令和6年10月に護床ブロックの規格や連結金具の材料等を変更した試験施工を実施した。また、令和7年10月には護岸ブロックの材料を変更した試験施工を実施した。

本稿では、このうち護床ブロックに用いた連結金具の試験施工の結果から、本川のような河川特性を有した河川における鋼製部材の利用に関して考察を行った。

2. 演習場内のヌッカクシフラノ川の概要

2.1 ヌッカクシフラノ川の概要

ヌッカクシフラノ川は石狩川の一支出で、演習場内を横切った後、ベベルイ川、富良野川の順で合流し、さらに西に流下し空知川と合流し、北西へ流下し石狩川に合流する（図-1）。常時流れる河川水は、上流の硫黄系の温鉱泉が流入する付近でpH2.8～2.4程度、下流でpH3.8～5.8程度と報告されている¹⁾。

演習場内の溪流長は約4.5km、比高差は約300mで平均縦断勾配は1/15（約7%）の急流河川となっている。

2.2 試験施工の概要

令和6年度に実施された試験施工では、護床ブロックの重量、連結金具の規格を変更した護床ブロックが設置された。令和7年度に実施された試験施工では、護床ブロックの材料を高強度コンクリート、グラノリシックコンクリート等に変更した護床ブロックを設置した。

連結金具については、一般鋼（SS400）に加え、ヌッカクシフラノ川の河川水が酸性水であることを考慮し、試験施工としてステンレス鋼（SUS304）を設置した。鋼材の直径や形状については図-2に示すとおりである。連結金具の材質の違いによる変状の違いを把握するため、外的要因（降雨、出水状況やpH等）と金具の変状状況について調査した。

3. 連結金具の変状状況の整理

3.1 外的要因の整理

連結金具に生じた変状が、砂礫の移動に伴う衝突や摩耗等の物理的な作用か、酸性水の化学的作用による変状かを把握するために、調査期間における流況状況の調査を実施した。



写真-1 連結金具の腐食状況

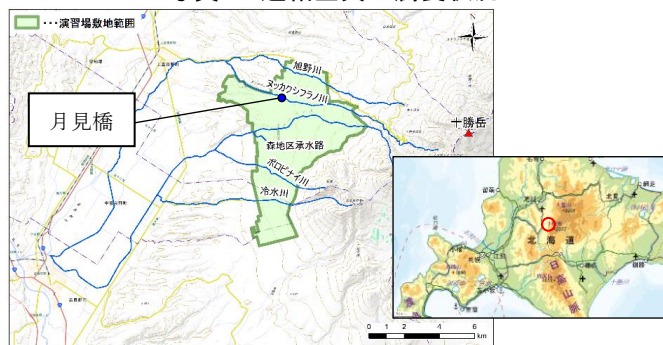


図-1 ヌッカクシフラノ川位置図

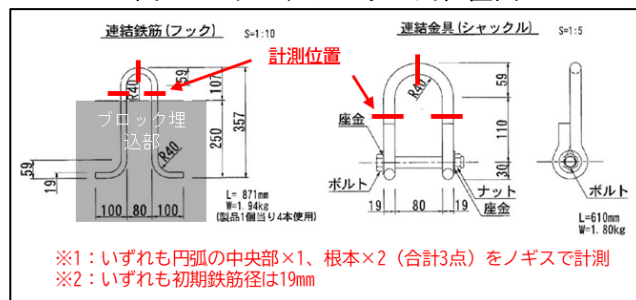


図-2 連結金具の形状及び計測位置

またヌッカクシフラノ川上流に配置されている十勝岳雨量観測所の降雨データを収集し、降雨状況と写真撮影から確認された出水状況を基に洪水諸元（ピーク流量、流速、移動限界粒径）を推定した。

pHについては、連結金具の変状調査時にpH計測器を用いて、流水のpH調査を実施した。

令和7年9月20日～令和7年12月18日を対象に、河道状況の写真撮影及び降雨状況の整理を行い、期間中に発生した出水状況を整理した。

なお、試験施工実施後から調査期間開始日までの間に発生した出水については、降雨データのみ収集し整理した。

3.2 連結金具の変状の整理

3.2.1 整理方法

護床ブロックに埋め込まれた連結金具（フック）及びフック同士を連結しているシャックルに対して、ノギスを用いて金具の直径を計測し、変状状況を整理した。いずれの材質においても初期鉄筋径は19mmである。

表-1 連結金具の変状計測の実施日

回数	計測日
第1回	令和7年9月18日~19日
第2回	令和7年10月15日~16日
第3回	令和7年11月5日~6日



写真-2 計測状況



写真-2 調査期間中の河道(左:平時,右:最大出水時)

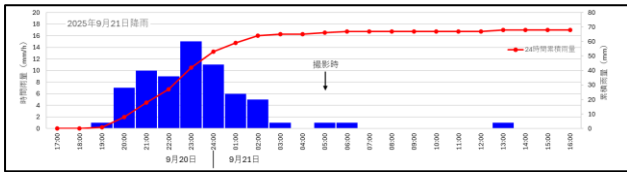


図-3 調査期間中の最大出水時のハイトグラフ

表-2 最大出水時降雨 表-3 期間外最大出水時降雨

項目	降雨量	項目	降雨量
最大時間降雨量	15mm/h	最大時間降雨量	26mm/h
24時間降雨量	68mm/24h	24時間降雨量	100mm/24h
最大継続時間降雨量	65mm/9h	最大継続時間降雨量	79mm/7h

表-4 pH 調査結果

調査日	pH値	火山活動 (十勝岳)	降雨状況 (十勝岳温泉)
2025/9/19	3.5	レベル1から 変化なし	2日前に16mm/日の降雨
2025/10/15	4.4		3日前に6mm/日の降雨
2025/11/6	4.2		4日前に6mm/日の降雨

連結金具の計測位置は図-2 に示すとおりである。

また、計測対象とした連結金具は、一般鋼のフックが16本、シャックルが5個、ステンレス鋼のフックが8本、シャックルが4個である。

3.2.2 計測日

連結金具の変状調査1ヶ月間隔程度で、表-1の計3回実施した。

4. 調査・計測結果

4.1 外的要因の整理結果

4.1.1 調査期間中の外的要因(降雨・出水)の整理結果

調査期間中に確認された最大規模の出水は、令和7年9月21日に観測された出水で、平時と比較して水位が10cm程度増加する出水であった。この出水における一連降雨の諸元は表-2に示すとおりである。

また推定したピーク流量は約4.7m³/sで、移動限界粒径は約3.1cmとなった。

4.1.2 調査期間外の外的要因(降雨・出水)の整理結果

調査期間外の降雨を整理した結果、調査期間中に観測された最大出水時の最大時間降雨量を超える降雨(表-3)が令和7年9月2日に確認された。試験施工後から護床ブロックが受けた出水は、当該出水の流量は不明であるが最大規模であったと考えられる。

表-5 連結金具の変状計測結果(平均値)

材質	連結金具種類	平均値		
		第1回	第2回	第3回
一般鋼 (SS400)	フック	15.4	14.4	13.5
	シャックル	16.5	15.6	14.5
ステンレス鋼 (SUS304)	フック	19.0	18.9	18.9
	シャックル	19.0	19.0	18.9

表-6 連結金具の腐食速度

材質	連結金具種類	1日あたりの腐食速度 (mm/day)			1年あたりの腐食速度 (mm/year)
		第1回 ~第2回	第2回 ~第3回	平均	
一般鋼 (SS400)	フック	0.0370	0.0429	0.0399	14.6
	シャックル	0.0333	0.0524	0.0429	15.6
ステンレス鋼 (SUS304)	フック	0.0037	0.0000	0.0019	0.7
	シャックル	0.0000	0.0048	0.0024	0.9

4.1.3 pH 調査結果

連結金具の調査と合わせて pH 調査を実施した結果(表-4)、pHは3.5~4.4となり酸性であった。鋼製砂防構造物の場合、pH4以下の酸性河川では、腐食対策を講じた上で設置する²⁾こととしており、当河川においても対策を講じることが望ましいpHであった。

4.2 連結金具の変状計測結果

連結金具の変状計測結果を表-5に示す。

試験施工から第1回調査までに約11ヶ月の期間が経過しており、一般鋼を用いたフック及びシャックルは初期鉄筋径の19mmから2.5~3.6mm細くなっていることが確認された。またステンレス鋼を用いた連結金具については、初期鉄筋径からの減少は確認されていない。

各調査回における計測結果では、一般鋼を用いた連結金具は約1ヶ月で、1mm程度ずつ細くなっている状況が確認された。ステンレス鋼については、0.1mmの減少が確認された。

5. 連結金具の腐食速度の推定

各回の調査結果をもとに、材質ごとの連結金具の腐食速度を推定した。ステンレス鋼については、1年あたりの腐食量は1mm以下にとどまると考えられた。一般鋼については、顕著な鉄筋径の減少が生じており、1年あたり15mm程度の腐食が生じる(表-6)と考えられた。

6. 結言

今回実施した調査期間中には、連結金具に変状を及ぼすような規模の出水は確認されていないと考えられ、酸性河川による化学的要因が大きい可能性が考えられた。

酸性河川における連結金具には、ステンレス鋼を適用することで一定の耐腐食性を確保できることが確認された。

しかし、本試験施工およびこれまでのモニタリング手法では、酸性水の影響(化学的要因)と土砂による摩耗(物理的要因)を分離して評価することが困難であるため、将来的に必要な対策の検討および適切な構造の選定のために、連結金具に対する物理的、化学的影響を個別に評価可能な試験方法および調査手法を実施し、今後さらに対策の検討を進める必要があることが考えられた。

また本モニタリングは開始から1年目であるため、引き続きモニタリングを実施し、データを蓄積する予定である。

参考文献

- 1) 吉田良: 酸性河川における砂防ダムの侵食防止について, 新砂防, 22巻, 3号, pp.27-37, 1970. 2) (一財)砂防・地すべり技術センター: 令和3年度 新編・鋼製砂防構造物設計便覧, 2021, p1-179