

## 酸性急流河川（ヌッカクシフラノ川）の護床ブロックの変状についての考察

上富良野町建設水道課 菊地敏, 斉藤通, 小林悠里  
 一般財団法人 砂防・地すべり技術センター ○深見文哉, 今井陽宏<sup>※1</sup>  
 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 初めに

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、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。本川には、演習場外への土砂流出対策施設（床固工、帯工等）が設置されている。これらの対策施設は、平成29年の出水により護床工のコンクリートブロック（以下、「護床ブロック」という。）の流失等の変状が確認された。また、令和2年度の施設点検で護床ブロックが劣化・損傷が著しいことが確認された。

上富良野町では、現状を踏まえ令和4年度から護床ブロックの流失に対する有効な工法の検討が行われ、令和6年度から試験施工を実施している。

本研究は、この試験施工の内、護床ブロックの摩耗等による重量減少に着目し、本川における効果的な対策工法の考察を行うものである。

## 2 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ある（図-1）。常時流れる河川水は、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<sup>1)</sup>。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%）の急流河川である。

## 3 試験施工の概要

既設の護床ブロックは1t弱の規格であったが、ほとんどが劣化・摩耗し流出していたため、①ブロック単体の重量の不足を生じさせない、②護床ブロックの配置を工夫してブロックを移動させない、という2つ観点から試験施工を実施した。

①について、劣化・摩耗を前提に余裕しろを考慮して重量を変えた場合と、劣化・摩耗しにくい材料に変えた場合の2つの試験施工を実施した（表-1）。

②について、護床ブロックの流出は下流端が洗掘し下流端のブロックから生じると考えられるため、下流端に移動しにくい（重量を重くした）ブロックを敷設する試験施工を実施した。

敷設した規格はリーフロック2型タイプである。

## 4 調査方法

## 4.1 外的要因の調査

ブロックの変状が、出水時の砂礫等に伴う衝突や摩耗による物理的変状か、酸性水の化学的変状かを把握するため、調査期間における流況状況の調査を実施した。

## 4.1.1 調査方法

試験施工で配置した護床ブロックの状況及び河道状況を撮影できるようにインターバルカメラを配置し、一定間隔で写真撮影を行った。

またヌッカクシフラノ川上流に配置されている十勝岳温泉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、護床ブロックの変状調査時にpH計測器を用いて、流水のpH調査を実施した。

## 4.1.2 調査期間

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。

## 4.2 護床ブロックの変状の調査

護床ブロックの変状による重量減少量を、ブロックの摩耗量を測定することで、間接的に推定する調査を実施した。

## 4.2.1 調査方法

護床ブロック表面の代表箇所に対して、電子ノギスを用いて粗骨材の露出高さを計測し、変状状況を整理した。（写真-1）

変状状況は、表面の摩耗が粗骨材の露出高さ分生じたとし、摩耗量にブロックの単位体積重量を掛けることで重量減少量を算出した。

材料を変化させた試験施工のブロックは、粗骨材の露出がなかったため、外観の変化を確認した。

## 4.2.2 調査日

調査は1ヵ月間隔程度で計3回実施した（表-2）。

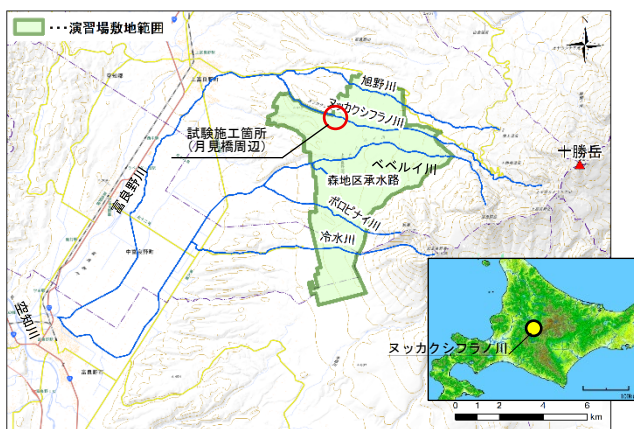


図-1 ヌッカクシフラノ川位置図

表-1 試験施工の概要

項目	重量変更した試験施工	材料変更した試験施工	
規格	リーフロック2型	同左	
重量	1t, 2t, 3t	1tタイプのみ	
材料	通常のコンクリート (21-5-40)	グラノリシック	現地埋設部の実績有 細骨材不使用 60N/mm <sup>2</sup>
		シリカフェューム添加 高強度コンクリート	水セメント比が小さく 密実 80N/mm <sup>2</sup>
		高強度コンクリート	上記と同様の材料 40N/mm <sup>2</sup>
		30N/mm <sup>2</sup> のコンクリート	生コン標準配合表の規 格品 30N/mm <sup>2</sup>
竣工時期	R6.10	R7.10	

表-2 変状計測の実施日

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

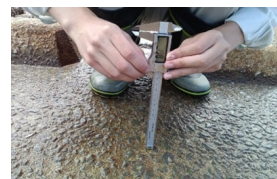


写真-1 調査状況



写真-2 調査期間中の河道(左:平時, 右:最大出水時)

5 調査結果

5.1 外的要因の調査結果と考察

5.1.1 調査期間中の外的要因の調査結果

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(写真-2)。この出水における一連降雨の諸元を表-3に示す。

また推定したピーク流量は約4.7m<sup>3</sup>/sで、移動限界粒径は約3.1cmとなった。

5.1.2 調査期間外の外的要因の調査結果

調査期間外の降雨を整理した結果、最大出水時の最大時間降雨量を超える降雨が令和7年9月2日に確認された(表-4)。本降雨の際の流量は不明であるが、試験施工後から護床ブロックが受けた出水は、当該出水が最大規模になると考えられる。

5.1.3 pH 調査結果

護床ブロックの変状調査と合わせてpH調査を実施した結果、pH3.5~4.4となり酸性を示した(表-5)。コンクリート構造物のセメント成分は酸性水と反応し中性化が生じる。

5.2 護床ブロックの測定結果

5.2.1 護床ブロックの測定結果

重量を変更したブロックの摩耗量を測定した結果、2tが最も摩耗し、1t、3tの順に重量が軽くなっていた(図-4)。また、1年で3.9~8.6kg程度の重量減少が推定された。

材料変更したブロックの外観の変化は、大きな変状は確認されないが、赤い変色を確認した(表-6)。

5.2.2 護床ブロックの重量減少速度

ブロックの1年の摩耗量から重量減少速度を設定し、安全率が1.0を下回る重量までの期間(供用可能期間)を推定した。結果、1tでは42年、重量を2倍で期間は2倍、3倍では約8倍となった(表-7)。

安全率は、滑動に関する式から算出した<sup>2)</sup>(図-5)。本調査は代表箇所3地点の摩耗を全体の摩耗と見なしているため、重量減少量が過大に算出されたと考えられる。

6 結言

護床ブロックの摩耗等による重量減少について、対策工法として、設置段階から重量を大きくする方法が考えられることが分かった。

モニタリング方法について、今回の調査方法では過大評価になっていることが考えられるため、直接重量を測るなど計測方法の検討を進める必要がある。

モニタリングについて、今回の調査期間中は、巨礫が移動するような大きな出水は確認されていないため、酸性水による中性化と出水時の土砂移動の摩耗により生じた変状であると考えられる。大規模な出水時の流況や変状は確認するため、引き続きモニタリングを行うことが望ましい。また、材料を変えた護床ブロックの変状についても、調査期間が短いので、今後も継続的に調査する必要がある。

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) 改訂版 砂防設計公式集、pp.136-137、1984。

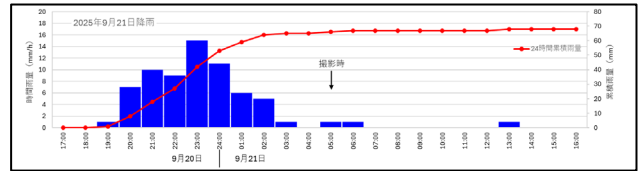


図-3 調査期間中の最大出水時のハイトグラフ

表-3 最大出水時降雨 表-4 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-5 pH 調査結果

調査日	時刻	pH値	調査日近辺の降雨状況 (十勝岳温泉)
2025/9/19	12:30	3.5	2日前に16mm/日の降雨を確認
2025/10/15	9:30	4.4	3日前に6mm/日の降雨を確認
2025/11/6	11:00	4.2	4日前に6mm/日の降雨を確認

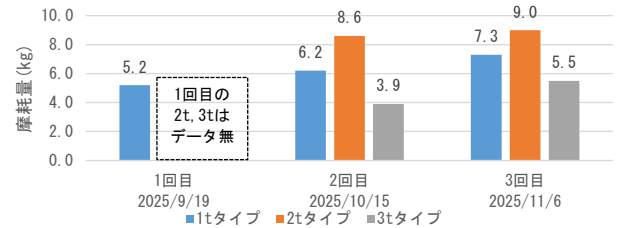
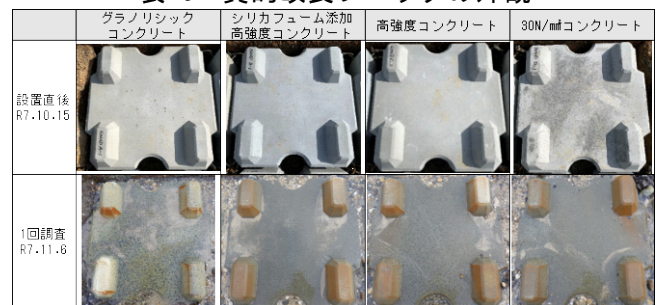


図-4 摩耗量の測定結果

表-6 質的改良ブロックの外観



滑動に対する安全

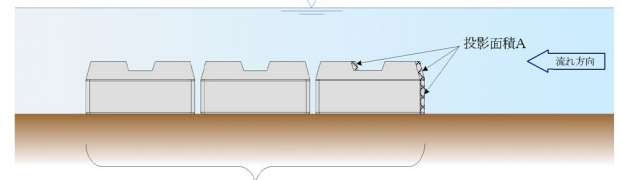
$$\frac{R}{P} \geq n$$

$$P = C_D \times W_0 \times \varepsilon \times A \times \frac{V^2}{2g}$$

$$R = f \times W_b$$

$$W_b = \left(1 - \frac{W_0}{W_c}\right) W \times K$$

- P : ブロックに作用する動水圧(t)
- n : 安全率(一般に1.0-1.5程度)
- R : ブロックの抵抗力(t)
- C<sub>D</sub> : 動水圧係数(一般に1.0が多い)
- W<sub>0</sub> : 流水の単位体積重量(t/m<sup>3</sup>)
- ε : 遮へい係数(単体:1, 群体:0.35-0.40)
- A : 投影面積(m<sup>2</sup>)
- v : 流水の流速(m/s)
- g : 重力加速度(m/s<sup>2</sup>)
- f : 抵抗係数(一般に0.8)
- W<sub>b</sub> : 水中におけるブロック重量(t)
- W<sub>c</sub> : ブロックの空中単位体積重量(t/m<sup>3</sup>)
- W : ブロックの空中重量(t)
- K : ブロックの個数



全体での遮へい率 ε = 0.35~0.40 × A × N個

図-5 護床ブロックの安全率の計算式

表-7 護床ブロックの供用可能期間

ブロック	重量減少速度 (kg/年)	規格重量 (kg)	許容重量※ (kg)	供用可能期間 (年)
1tタイプ	6.2	1,002	746	42
2tタイプ	8.5	2,012	1,186	97
3tタイプ	4.3	3,022	1,555	338

※許容重量：安全率が1.0を下回る重量