

桜島コンクリート堰堤における摩耗と修繕の実態

大福コンサルタント株式会社 ○吉留 寛之、永田 千広
東亜コンサルタント株式会社 中濃 耕司

1. はじめに

「砂防関連施設の長寿命化計画策定ガイドライン（案）」¹⁾の公表に伴い、砂防施設の長寿命化の展開が想定される。ここで、長寿命化を基本とした今後の施設の維持管理を検討するに当たっては、修繕開始時に目安となる管理基準や修繕サイクルなどの設定が重要であるが、現時点ではこのような基準が明確に設定されていない。

このような実状を踏まえ、桜島島内の野尻川の砂防施設を対象として、修繕開始の目安設定を目的に調査・検討を実施した。野尻川では最も顕在化した劣化現象が“摩耗”であることから、調査対象は過去の水通しの修繕実態や現況の水通し摩耗量とした。本報ではこれらの結果に基づく修繕開始目安について報告する。

2. 調査方法

2.1 既往修繕厚調査

桜島の野尻川では、写真 1 に示すように過去の土石流の影響で磨耗し、水通しを修繕した施設が多く存在している。ここで、修繕厚は摩耗深に一致すると考えられることから、下流法面における修繕厚の計測結果より最大摩耗深及び平均摩耗深を把握するものとした。なお、修繕厚の計測はスタッフで実施するものとし、平均修繕厚は、水通し幅 L を 4 等分した位置（右岸袖小口尻部より 0, L/4, L/2, 3L/4, L の 5 地点）での平均値とした。

2.2 現況摩耗量調査

既往修繕実態調査は、下流法面の修繕厚（摩耗量）の情報のみであることから、水通しの縦断方向の摩耗状況を把握する目的で、3D スキャナ（株）トプコン製）を使用して、3 次元座標データを取得し、現況の摩耗量を計測した。この座標データから任意の点で堰堤軸直角方向の水通し縦断図を作成し、摩耗量の縦断方向の変化状況と機能損傷（水通し上流端での摩耗の有無）を把握するものとした。

3. 調査結果と考察

3.1 既往修繕実態調査結果

野尻川の施設における既往修繕（水通し）施設の修繕厚調査結果を表 1 及び図 1 に示す。なお、表 1 には未修繕の 1 号上流 6 号床固工（本堤）のデータも示した。ここで、調査を実施した水通しの摩耗期間は、竣工時もしくは前々回修繕完了時から前回修繕完了時までの期間と考えることができ、砂防設備台帳に記載された竣工年月のデータより設定した。未修繕の 1 号上流 6 号床固工（本堤）の摩耗期間は竣工から平成 27 年 3 月までの期間とした。表 1 より、平均修繕厚は 1.0～2.0m（平均 1.4m）で最大修繕厚は 1.4～3.3m（平均 2.3m）であった（1 号上流 6 号床固工（本堤）のみ摩耗深）。このことから修繕厚＝摩耗深と考えた場合、野尻川では最大摩耗深 2.0m 以上の施設で修繕を実施してきた可能性がある。（※最大修繕厚が 2.0m 以下の 1 号上流 3 号床固工（副堤）については 1 号上流 3 号床固工（本堤）の修繕と合わせて実施されたと考えられる。）

図 1 には河口からの距離と最大摩耗深 2.0m あたりの摩耗期間を示す。データ数が少ないことから詳細な評価は困難であるが、1 号上流 3 号床固工を除けば、河口からの距離が遠いほど最大修繕厚が 2.0m となるまでの年数が



写真 1 水通しの修繕事例と計測位置

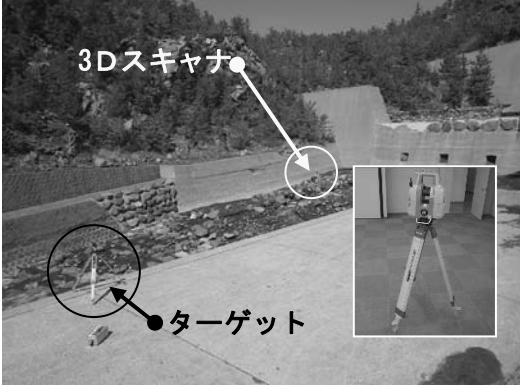


写真 2 使用 3D スキャナ計測状況

表 1 既往修繕（水通し）施設の修繕厚調査結果

施設名	河口からの距離 (km)	摩耗期間 ¹⁾ (年)	平均修繕厚 ²⁾ (m)	最大修繕厚 (m)	最大修繕厚 2m あたりの摩耗期間 (年)	備考
1 野尻川1号堰堤(本堤)	1.40	35.0	1.0	2.0	35.0	修繕時測量結果
2 野尻川1号上流3号床固工(副堤)	1.65	10.4	1.2	1.4	14.9	
3 野尻川1号上流3号床固工(本堤)	1.65	10.4	1.7	2.5	8.3	
4 野尻川1号上流6号床固工(本堤)	1.60	34.0	1.2	3.3	20.6	未修繕
5 野尻川2号堰堤(副堤)	1.90	28.4	1.4	2.6	22.3	
6 野尻川2号堰堤(本堤)	1.90	28.4	1.7	2.6	22.3	
7 野尻川6号堰堤(本堤)	3.15	17.5	2.0	2.3	15.6	
8 野尻川7号堰堤(本堤)	3.30	17.5	1.2	2.0	17.7	
平均			1.4	2.3	19.6	

※1)摩耗期間は、竣工時もしくは前々回修繕完了時から前回修繕完了時までの期間とする。
(未修繕の野尻川1号上流6号本床固工は除く)
※2)平均修繕厚は、水通し下流面の等間隔に設置した5測点の修繕厚の平均値とする。
※3)コンクリートの設計基準強度は160kgf/cm²(=15.7N/mm²)。

短い。すなわち上流ほど最大摩耗深が大きく摩耗速度が早いことが確認された。同一河川ではほぼ同じ回数の土石流の流下を経験しても摩耗速度が異なることから、摩耗の修繕開始時期は、年数を目安に設定するのではなく、摩耗深を目安に設定することが現実的である。表 1 に示す既往修繕厚調査結果より、最大修繕厚の平均は 2.3m である。

3.2 現況摩耗量調査結果

現況摩耗量調査は、表 2 に示すように、野尻川内の 7 施設で実施した。1 号上流 6 号床固工における 3D スキャナの計測事例を図 2 に示すとともに、各施設の最大摩耗量発生箇所における水通し縦断方向の摩耗状況を図 3 に示す。また、図 3 において水通しの摩耗発生地点を基点とした水通しの縦断図を摩耗縦断勾配図として図 4 に示す。

図 3 より、水通しの摩耗は下流端から進行し、摩耗深の増大とともに上流側に進行していく形態が確認できた。ここで、水通しの上流側端部で摩耗が発生する状況は、捕捉土砂が流出する危険性が生じた施設の機能損傷の状態と判断される。このような状況に至る前に水通しの予防保全を実施する必要があることから、摩耗が水通しの上流側端部に達する時点を修繕開始の目安とすることが考えられる。図 4 より各施設における摩耗縦断勾配は 1/1.8～1/6.2 と多少の差異はあるものの、概ね同様の傾向が認められる。水通し上流側端部に摩耗が達している 1 号堰堤（副堤）および 1 号上流 6 号堰堤（本堤）の摩耗縦断勾配は平均 1/2.0 であり、桜島の標準水通し幅 4.0m より、水通し上流側端部に摩耗が達する摩耗深を算出すると 2.0m となる。この値は、前述した既往修繕実態調査結果（最大修繕厚平均 2.3m）に概ね一致する。

4. まとめ及び今後の課題

本調査では、桜島の野尻川における砂防施設の既往の修繕実態と摩耗状況から、野尻川において水通しの摩耗に対する修繕開始の目安は水通し下流法面における摩耗深 2.0m 程度（水通し天端厚 4.0m、摩耗縦断勾配 1/2.0 の場合）に設定することが可能であることを確認した。この結果を踏まえた今後の課題を以下に示す。

- ① 修繕開始の目安は、水通し上流端部に摩耗が生じ、捕捉土砂の流出が始まる時点を想定して設定した。これは水通しの摩耗形状の影響を受けるが、摩耗形状は流域毎や地点毎に異なることが想定されるため、今後もデータ収集を行い実態にあった修繕開始の目安を検討する必要がある。
- ② 表 1 より、最大摩耗深 2.0m となるまでの年数は平均値で約 20 年（水通しコンクリートの設計基準強度 160kgf/cm² の場合）であり、修繕サイクルの目安とすることが可能であるが、水通しの摩耗は土石流回数や施設地点で異なることが想定されることから、今後の維持管理の観測データを収集し、実態に合った修繕サイクルの設定が必要である。
- ③ 水通し下流面の摩耗計測は危険を伴う場合も想定されることから、下流側からの目視で概略の摩耗深が把握できるようにマーカーなどによる簡易計測手法の採用が望まれる。

謝辞：野尻川砂防堰堤等修繕状況把握においては、大隅河川国道事務所より資料のご提供をいただきました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 水管理・国土保全局砂防部保全課：「砂防関連施設の長寿命化計画策定ガイドライン(案)」, 2014

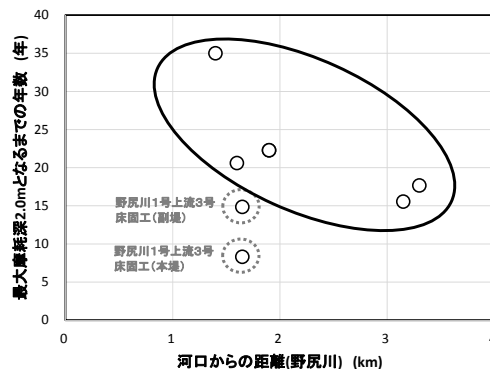


図 1 河口からの距離と最大摩耗深 2.0m となるまでの年数

表 2 現況摩耗調査実施施設と経過年数

施設名 (野尻川)	調査年	修繕時 (1回目)	修繕時 (2回目)	経過年数 (修繕前年 H27.3)	最大摩耗深 (m)	調査、修繕後の 土石流発生回数
1号堰堤 (副堤)	S57.3	-	-	33	1.13	475
1号堰堤 (本堤)	S56.3	-	-	34	3.42	492
1号上流3号 床固工(副堤)	S59.3	H6.8	-	21	0.42	196
1号上流3号 床固工(本堤)	H3.3	-	-	24	0.71	
1号上流4号 床固工(本堤)	H3.3	-	-	24	0.32	256
1号上流6号 床固工(本堤)	S56.3	-	-	34	3.18	492
6号堰堤 (本堤)	S47.2	S54.3	H9.2	18	0.27	165

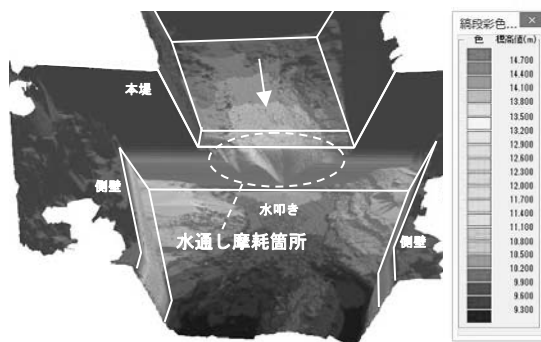


図 2 3D スキャナ計測事例
(1 号上流 6 号床固工平面図)

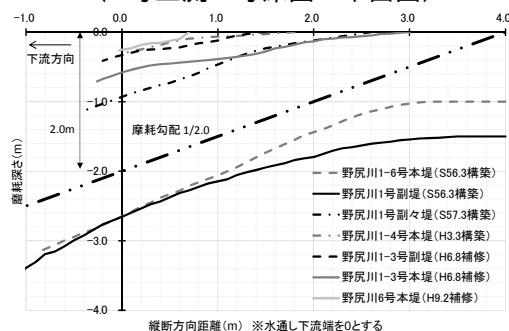


図 3 最大摩耗深箇所における
水通し縦断方向の摩耗状況

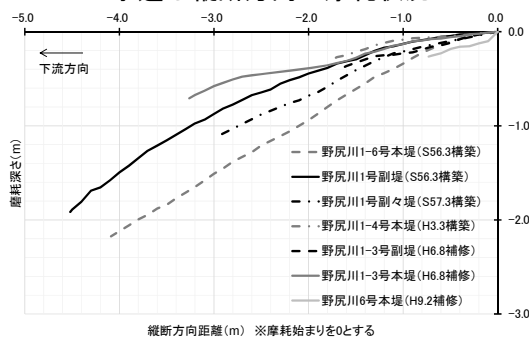


図 4 摩耗縦断勾配図