

財団法人砂防・地すべり技術センター

嶋 文示

1. はじめに

オープン式堰堤、ダブルウォール、枠堰堤など、主要部材として鋼材を利用した砂防施設が建設されてから20年以上が経過した。これら構造物の設計方法は、鋼製砂防構造物設計便覧に準拠しており、耐用年数に対しては腐食しろを考慮することで対応している。しかしながら、この腐食しろは、他の土木構造物の値を転用しているものであり、現地状況や施設機能をもとに設定されたものではない。そこで、財団法人砂防・地すべり技術センターでは、今後の腐食しろの設定根拠とすべく各地に設置されている鋼製砂防構造物の腐食及び損傷の度合いを継続的に調査している。特に透過型堰堤の場合、土石流発生までは移動土砂礫が底版コンクリート上面を流下し、鋼管根元に接触しながら通過していくため、摩耗や時には衝突により鋼管部材にダメージを与える可能性がある。ここでは、腐食の経年変化に対する調査結果及び透過型堰堤の腐食しろの改善案を提示するものである。

2. 鋼製堰堤の腐食量

調査項目は、現行の鋼製砂防構造物設計便覧に記載されている耐久性に関する項目である摩耗しろ及び鏽しろの妥当性について検証するとともに土砂堆積状況及び流木捕捉状況についても概査している。

腐食の調査方法は、目視により調査対象の部位のなかで最も腐食が進行していると思われる箇所を選定し、

超音波厚さ計により部材厚を測定した。これまで調査対象は70基を超える。

水質の調査方法は、当該施設における流水を採取し、pH値を測定した。表1に、調査した堰堤の腐食量の一部を示す。

3. 設計に考慮すべき腐食しろ

調査結果から、10年以上供用している鋼製砂防構造物でも土石流を受けていない場合、鏽の進行はほとんどなく、砂礫による摩耗も僅かであることがわかった。鋼製砂防構造物の採用に当たっては、予めpH測定により鏽の進行が少ない場所が選定されていることから、鏽に対しては、pH測定を確実に行い鏽進行の度合いを考慮することで必要板厚を低減できる。さらに鏽の進行が早いところでも鏽しろや腐食対策を施し、耐用年数を念頭においた設計を行うことで鋼製構造物の設置が可能と考える。

表1 腐食進行度

	堰堤名	設置箇所	竣工年度	測定時 経過年	pH 値	腐食 (mm)
透 過	板山川砂防ダム	新潟県新発田市	S62	11	7.2	0.0
	槐木川砂防ダム	大分県大分郡湯布院町	H5	6	-	0.0
	小六郎沢ダム	山形県最上郡真室川町	S54	20	7.5	0.0
不 透 過	小屋の沢砂防ダム	福島県大沼郡三島町	H1	10	7.2	0.0
	フラン谷川砂防ダム	熊本県阿蘇郡小国町	H6	6	7.9	0.0
	西山川3号砂防ダム	北海道虻田郡虻田町	S56	21	7.8	0.0



写真1 腐食状況

また、砂礫の摩耗についても、土石流による巨礫の直撃がなければ、塗装が剥げ落ちて赤さびの発生が見受けられる程度であり（写真1）、板厚が減少するほどの錆が母材内部へ進行していない。したがって、平常時の流水がないような箇所では摩耗しろも低減可能である。

ただし、現行設計では、図1のように土石流の直撃を受ける部材は最上流に位置する部材のみとしており、この部材のみ摩耗しろを厚く設定している。実際に砂礫により摩耗される部材は、土石流を受けるまでは底版近傍であり、摩耗しろを設けている部材と実際に摩耗される部材が合致していない。このため、不必要に厚くなっている部材がある一方、局部的に摩耗され応力集中が発生する箇所があるなど、実現象に即した摩耗対策を施す必要がある。このため、透過型堰堤においては、平常時の流水に含まれる砂礫による摩耗や計画規模以下で移動する礫の直撃が想定される底版近傍の柱材に対して摩耗しろを設定した方が、より安全で合理的な設計となろう（図1）。

現行設計では、最大礫径が土石流の流速で衝突したとして必要板厚を求め、これに腐食しろを加算して板厚を決定している。図2は、修正エリナス式を使って、鋼管 $609.6 \phi \times 16\text{mm}$ (STK490) 及び 21mm が礫衝突により外径で 10% 四むときの衝突速度を計算したものである。この結果、礫が直撃する部材として腐食しろ 5.0mm 板厚を上げることで、流速 3 割増しの土石流に耐えることができる。実際の部材への礫衝突は、作用方向や礫形状の凹凸など不確定要素が多く、計算上は終局限界に達している部材であっても、実際には腐食しろを考慮することで安全を確保しているといえよう。

4. おわりに

現在、土石流捕捉用の鋼製透過型砂防堰堤の構造照査は、安定計算に準じて、水通し天端近傍に土石流を作用させている。しかし、透過構造の場合、必ずしも水通し天端付近に土石流を作用させたケースが最も構造物に負荷を与えていたわけではない。現状では、土石流が構造物にどのように作用するかを明確に確定できないことから、部材にある程度の余裕を持たせることで安全性を確保することになる。この余裕に最も貢献しているのが腐食しろである。今後、作用する礫の大きさ、衝突頻度、作用方向が確定できれば、腐食しろを本来の摩耗及び錆対策として適切な値に設定することができる。

したがって、安全性と経済性を両立させるためには、腐食しろを実現象に合致した箇所に適切に設定することが必要であり、計画時の土砂礫の振る舞いを解明することが、構造物の設計方法を綿密に行う以上に、より効果が大きいものと考える。

参考文献：鋼製砂防構造物設計便覧（平成13年度版）：財団法人砂防・地すべり技術センター、鋼製砂防構造物委員会

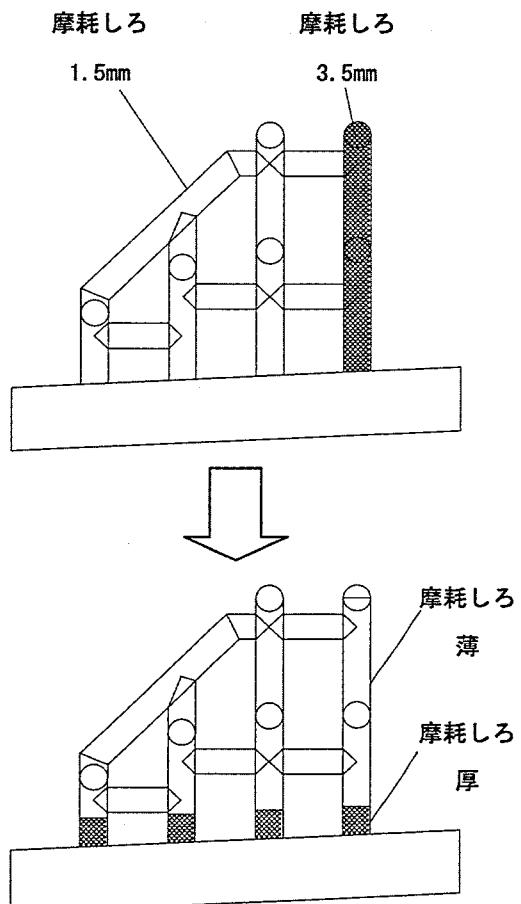


図1 腐食しろの設定

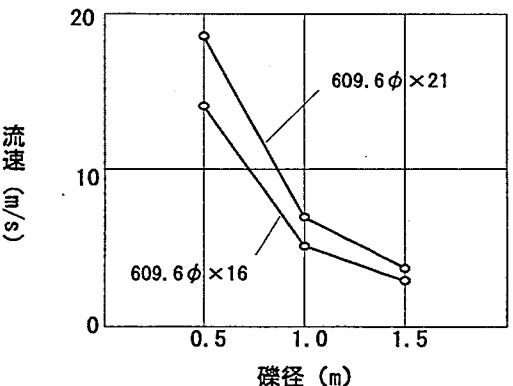


図2 磕径-衝突速度