

鋼製透過型砂防えん堤の摩耗に関する一考察

(財) 砂防・地すべり技術センター ○嶋丈示 飯塚幸司
砂防鋼構造物研究会 石川信隆

1. はじめに

近年、鋼製砂防えん堤の設置基数が増えるに従い、土石流を捕捉した事例も毎年のように見受けられるようになってきた。これら捕捉事例の調査から礫衝突による鋼製部材の損傷事例も散見され、局所的に断面欠損や断面変形が生じた例もある。また、常時流水中に含まれる砂礫により摩耗した鋼管は、塗装が剥離し錆も発生しやすい。このため、透過型えん堤を構成する鋼管部材は、設計外力により算定された必要板厚に腐食しろを加算している。腐食しろは、錆しろと余裕しろを合算した値である。錆しろは、全ての部位で 1.5mm を設けている。余裕しろについては、現地の土砂移動実態を考慮して、流水中の砂礫による摩耗抵抗と、礫衝突によるへこみ抵抗として、次の値¹⁾が設定されている。すなわち、透過型の場合、最上流部材では 3.5mm、その他の主要部材では 1.5mm、継ぎ手等では余裕しろは設けず錆しろのみとしている。今回、これまで鋼製砂防構造物の腐食²⁾および摩耗状況を数年にわたり継続調査してきたので、現行設計の余裕しろの値について果たして妥当であったかどうか、現地調査の結果を踏まえて検討するものである。

2. 現地調査による余裕しろの検討

2.1 摩耗の調査方法

鋼材の擦痕の位置を構造図上にプロットし、擦痕の深さ、へこみ高さ・幅・深さはノギス、メジャー、ボールを、鋼材板厚は超音波板厚測定器を使って測定した。

2.2 調査地点

調査対象とした溪流は土砂流出が活発であり、鋼材の表面には擦痕が多く確認された地点を中心に選定した。

表 1 調査地点

調査地点（砂防えん堤の種類）	調査地点の特徴
北海道利尻富士町雄忠志内川（B 型）	火山山麓、安山岩地帯
岐阜県阿木川（格子型）	花崗岩地帯
一梓川水系波田黒川（格子型）	砂岩、泥岩
揖斐川水系大津谷川（格子型）	花崗岩地帯
鹿児島県南大隅町船石川（B 型）	シラス、安山岩

2.3 調査結果

計測した擦痕の深さ等を表 2 に示す。

表 2 鋼管の擦痕の深さ調査結果

調査地点	調査箇所	損傷内容 (mm)
雄忠志内川	最上流側鋼管	擦痕 0.2～1.0
	下流側鋼管	擦痕 0.5
阿木川	下流側鋼管根元	凹み 8～30
波田黒川	下流側鋼管根元	摩耗 0.03～0.07
船石川	最上流川鋼管	擦痕 2.5
大津谷	下流川鋼管	擦痕 3.5
	継ぎ手隅角部	擦痕 5.0

3. 調査結果からの考察

3.1 最上流部材の余裕しろ

写真 1 は、最上流部材の鋼管で土石流の直撃により局所的に鋼管表面が削られた例であり、2.5mm の擦痕が見受けられた。鋼管自体のへこみ量は鋼管径に対して 10% 以下であった。この鋼管は余裕しろ 3.5mm として板厚を 16mm として設計されていたので、設計時に想定していた礫径より大きい巨礫が衝突しても耐力低下を懸念するほどのへこみ変形は認められず、耐力的には何ら問題ないものと考えられる。また、他の捕捉事例においても最上流に位置する鋼管は、余裕しろを 3.5mm 設けており、耐力低下が懸念されるほどの断面変形はこれまでのところ報告されていない。よって、礫衝突により局所的に 2～3mm 削り取られている事例も見受けられるが、鋼管自体のへこみ変形は許容範囲内であり、土石流の直撃を受ける最上流部材については、従来通り余裕しろとして 3.5mm のままで差し支えないものとする。



写真 1 最上流部材の損傷の例（舟石川）

3.2 底版近傍の鋼管柱材の余裕しろ

通常、鋼製砂防えん堤は塗装しているが、底版コンクリート天端を流下する砂礫によって根元の鋼管の塗

装が剥がれる場合が多い。写真2は、常時流水により底版コンクリートの摩耗が激しかった鋼管根元である。このえん堤は完成から10年が経過しているが、摩耗による断面低減は僅か(0.1mm以下)であった。これは、鋼材自体が耐摩耗性材料であることに加え、断面が円形であることから突起部がなく、流水中の砂礫は鋼管表面をスムーズに流下するため、結果として摩耗されにくいものと推察される。



写真2 常時流水を受けている鋼管根元(波田黒川)

写真3は、底版近傍の鋼管柱が礫衝突により鋼管のへこみ(60mm以上)が発生した例である。この鋼管は板厚比 $D/t=80$ で余裕しろ 1.5mm を設けて板厚 12.7mm として設計されていた。つまり、底版近傍で砂礫に曝される箇所の場合、一般に摩耗の影響は小さいが、礫衝突に対しては摩耗しろ 1.5mm では十分ではないと考える。すなわち、底版近傍で砂礫が通過する箇所に位置する鋼管部材は最上流部材と同程度の余裕しろ 3.5mm を設けた方がよいと考える。ただし、板厚を増やす以外の対策を施した場合には、従来どおり余裕しろ 1.5mm としてよいであろう。



写真3 底版近傍の鋼管柱のへこみの例(阿木川)

3.3 その他の部材の余裕しろ

写真4は満砂して天端からの礫落下により部材が大きく破損した例である(擦痕 3.5mm)。したがって、最上流以外の部材であっても、土石流の越流などにより礫が直撃する可能性がある場合には、必要に応じて礫衝突によるへこみ対策を 1.5mm から増厚することが考えられる。しかしながら、このように大きく損傷した部材については補修や取り替えを検討することになり、余裕しろによる板厚の増加に期待してむやみに板厚を厚くするよりも経済的な場合もある。また構造体として安定性を確保できるよう部材の強度や位置を工夫し、リダンダンシーの高い構造として対応することも考えられる。よって、その他の部材については、礫の衝突

頻度や部材の位置などを考慮し、摩耗しろを 0.0～3.5mm と幅を持たせることで合理的な設計が成されるもの考える。



写真4 礫落下による部材の損傷例(大津谷)

3.4 継ぎ手部の余裕しろ

フランジプレート等の継手材については、従来、衝撃や摩耗による減厚のおそれがほとんど無いと想定され、余裕しろは 0mm で錆しろのみを考慮して片面 1.5mm としていた。しかし、写真4では下流部材のフランジ部についても落下礫により擦痕が生じている(擦痕深さ 5mm)。このため、継ぎ手部においても何らかの余裕しろが必要(1mm ぐらい)と考える。ただし、リブ無しフランジ継ぎ手は、リブ有りフランジ継ぎ手と同等の耐力と剛性を得るために、フランジプレートを厚くしている。したがって、礫が衝突してもフランジプレート自体が大きく変形した事例はなく、ボルトが破損した場合にも再度ボルトを締め付けることで対応が可能である。よって、今回の調査からフランジプレートやリブプレートなど継ぎ手部の部位に使用する鋼材は、錆による板厚低減が小さいことから腐食しろはそのままに、余裕しろとして現行の 0.0mm から 1.0mm に増加させるべきと判断する。

4. おわりに

本報告は、余裕しろ(摩耗しろ+礫衝突によるへこみ対策)について現地調査の結果から、鋼製砂防構造物便覧としては、以下のように記述するのが適当と考えられる。

- (1) 上流側の最前列部材の余裕しろは現行の 3.5mm のままで良いと考える。
- (2) 底版付近の鋼管柱の余裕しろは、礫衝突を考慮して現在の 1.5mm より増加させて 3.5mm とすべきである。
- (3) その他の鋼管部材の余裕しろは、礫の衝突頻度、部材位置などを考慮して 0.0～3.5mm と幅を持たせた方が合理的である。
- (4) 継ぎ手部の余裕しろは、現行の 0.0mm から 1.0mm へ増厚すべきである。

参考文献1) 鋼製砂防構造物委員会編集：鋼製砂防構造物設計便覧、(財)砂防・地すべり技術センター、p. 28、平成13年版

2) 嶋丈示：鋼製透過型砂防堰堤の腐食に関する一考察、平成15年度砂防学会研究発表会概要集、pp. 152-153