

鋼製砂防構造物



所属名：砂防鋼構造物研究会

発表者：浅井 信秀

1 はじめに

これまで砂防えん堤には、コンクリート式の不透過型えん堤が用いられてきたが、1970年頃から数多くの鋼製砂防構造物が開発され、現在までに1,500箇所以上に施工されている。

鋼製砂防構造物は、透過型式と不透過型式に大別される。前者は水通し部に大きな開口部を有する型式で、平常時の土砂を流下させることでえん堤の空き容量を確保し、土石流時の土砂のみを捕捉する。一方、後者は不安定土砂の移動を抑制し、河道の安定や山脚の固定を図るために用いられている。

本報は、鋼製透過型えん堤の最近の土石流・流木に対する効果事例、コスト、対環境性などを、また、鋼製不透過型えん堤の災害対策事例、工期、対環境性などを述べたものである。

2 鋼製透過型えん堤

2.1 最近の効果事例

最近の豪雨や台風により発生した土石流・流木に対する効果事例の一部を表1に示す。また、表1の中から代表例として、No2、6~8をそれぞれ写真1~4に示す。

写真1は流木が捕捉された事例である。土石流は上流の不透過型えん堤で捕捉されたが、流木は捕捉されずに流下し、本えん堤で完全に捕捉されている。

写真2、3も流木を捕捉した効果事例である。この流木捕捉工は堤上に設置されたもので、本堤とあわせて下流側保全対象への土砂及び流木の流出低減に効果を発揮した。

表1 最近の効果事例

No	えん堤名	事業所名	効果内容
1	田地谷川えん堤	広島県 芸北地域事務所	2004年9月の台風18号により発生した流木の捕捉
2	北里川えん堤	熊本県 阿蘇地域振興局	2005年7月の豪雨により発生した流木の捕捉
3	蛭石川えん堤		2005年7月の豪雨により発生した土石流・流木の捕捉
4	井川えん堤	鹿児島県 鹿屋土木事務所	2005年9月の台風14号により発生した土石流・流木の捕捉
5	平野川えん堤		
6	中俣川 流木捕捉工	北海道 室蘭土木現業所	2005年9月の台風14号により発生した流木の捕捉
7	慶能舞川 2号流木捕捉工	北海道 室蘭土木現業所	2006年8月の出水により発生した流木の捕捉
8	雄志志内川 3号えん堤	北海道 稚内土木現業所	2006年10月の豪雨により発生した土石流の捕捉



国土交通省 HP より

写真1 北里川えん堤



写真2 中俣川流木捕捉工



写真3 慶能舞川2号流木捕捉工



写真4 雄忠志内川3号えん堤

一方、写真4は土石流を捕捉した効果事例である。写真より、礫がかみ合いながら捕捉されていることがよくわかる。また、上流側には細粒土砂が堆積しており、土石流は途中で二次流出することなく洪水末期に到るまで完全に土砂が捕捉されたものと推測できる。

2.2 コスト比較

図1は透過型えん堤と不透過型えん堤の効果量の考え方を示している。透過型えん堤は、通常時および中小出水時の土砂を下流に供給するため、常にえん堤のポケットを空にして、土石流を待ち受けることができる。一方で、不透過型えん堤の場合は常時および中小出水時における無害土砂を止めてしまうことでポケットが満砂してしまう。

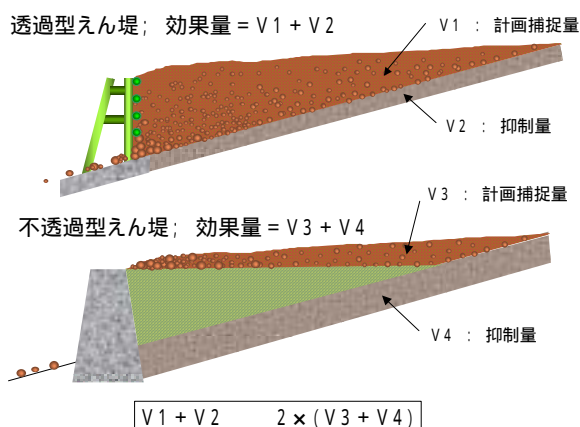


図1 効果量

そのため一般的に、透過型えん堤は不透過型えん堤の約2倍の効果量を見込むことができる。

また、透過型えん堤は通常時は流水の落下が発生せず、一般的には前庭保護工を必要としない。同じ規模のコンクリート製の不透過型えん堤と前庭保護工を含まない鋼製透過型えん堤の総工事費はほぼ同じである。したがって、1m³の土砂を捕捉するために必要なえん堤の総工事費を比較すると、鋼製透過型えん堤は不透過型えん堤に比べて約2倍も経済的となる。

2.3 対環境性

鋼製透過型えん堤の常時および中小出水時に無害な土砂を流すという機能が、環境面に多くのメリットをもたらす。それらは、流れの連続性を確保する、海岸線の後退を防ぐ、貯流水の腐敗による環境の悪化がない、水棲生物の自由な往来を阻害しない等である。

特に、魚類に対しては底版コンクリートに魚道を設けたり、底版コンクリートを低めに打設し、その上に土砂を埋め戻して自然河道に復旧させることも可能である。また、数年間土石流の発生がなかった

表2 砂防えん堤工事によるCO₂排出量

(堤高14.5m、堤長1mあたり)

形式	材料	数量	CO ₂ 排出量 (kg)
重力式コンクリート	コンクリート	122 m ³	34,040
	型枠	30.4 m ²	5
	合計		34,045 (100%)
鋼製透過型	鋼材	7.0 t	11,200
	コンクリート	31 m ³	8,650
	型枠	4.0 m ²	1
	合計		19,850 (58%)
鋼製不透過型	鋼材	3.4 t	5,440
	中詰土	172 m ³	160
	コンクリート	4.2 m ³	1,170
	型枠	2.2 m ²	0
	合計		6,770 (20%)

注記) 材料別のCO₂の単位排出量は下記のとおりとした。
 コンクリート 279kg/m³、型枠 178kg/t、鋼材 1600kg/t、中詰土 0.5kg/t

えん堤上流に、自然に瀬と淵が形成されて、魚類が生息している例も報告されている。

また、05年2月には京都議定書が発効され、地球環境問題の内、特にCO₂の削減が大きな課題となっている。鋼製えん堤はコンクリートの使用量を削減できるため、CO₂排出の削減にも大きな効果を発揮できる。表2は、砂防えん堤工事に使用する材料毎に、CO₂排出量を試算した結果を示したものである。

3 鋼製不透過型えん堤

3.1 災害対策事例

近年の災害復旧現場での施工事例や鋼製不透過型えん堤の特長が生かされた設置事例を以下に示す。

3.1.1 緊急施工事例

施工に関しては、現地ではボルト接合や鋼材の嵌合による鋼材組立と礫材等の中詰作業が主体であることから、急速施工、冬季施工が可能である。

阪神・淡路大震災時においては、震災から梅雨期までの完成が求められ、鋼製不透過型えん堤が急速施工が可能な工法として採用された(写真5)。また、三宅島では全島民避難中に、作業員が毎日島まで往復しての限られた作業時間の中で工事が行われ、同様の理由で鋼製不透過型えん堤が採用された(写真6)。



写真5 阪神・淡路大震災時の急速施工事例



写真6 三宅島DWの急速施工事例

3.1.2 地すべり地域での施工事例

鋼製不透過型えん堤は、中詰め材料に透水性に優れている玉石・割栗石等を使用することで、地下水位を上昇させない構造物となり、地すべり地域での設置が有効である(写真7)。



写真7 地すべり地域での設置事例

3.1.3 軟弱地盤での施工事例

鋼製不透過型えん堤は、形鋼や鋼矢板等で構築されており、強度および屈撓性に優れているため、地盤変動にも追従できる。また、礫や土砂等を中詰め材とする構造であることから、堤体重量が小さく、地盤反力が低減できるため、軟弱地盤での設置が有効である(写真8)。



写真8 軟弱地盤(有珠山)での施工事例

3.2 工期

鋼製不透過型えん堤の工事工程も透過型えん堤同様に、基本的に製作工程と

施工工程に分けられる。製作工程では各部材が工場で製作され、さらに部材の多くは標準化されており、えん堤の種類・規模にもよるが1～3ヶ月程度で現地に搬入される。一方、施工工程は現場におけるボルト接合や鋼材の嵌合による部材の組立てと礫や土砂等の中詰め作業であり、省力化が図れる。さらに、コンクリート構造と異なり養生期間を考慮することなく連続施工が可能であり、気温・降雨・積雪等の気候条件によらず施工可能であることも大きな特長といえる。各部材は軽量であり、重機を必ずしも必要としない。実際、阪神淡路大震災では、計画の段階から約6ヶ月と非常に短期間で工事完了に至った施工事例もある。

3.3 対環境性

鋼製不透過型えん堤は枠材または中詰材の抵抗力で外力に抵抗する重力式構造物であり、その中詰材には掘削等で発生する現地土砂を利用することが可能である(写真9)。したがって、材料の運搬が困難な場合でも、使用する鋼材だけを現場に持ち込めば砂防えん堤を構築することができるという特長があり、災害等の緊急時や山間部などの施工に非常に適している。また、残土処理が不要なため、進入路近傍に住宅地がある場合などは社会環境への影響を抑制できる。さらにコンクリート製えん堤に比べ、CO₂の排出量が大幅に削減できる(表2)。



写真9 現地土砂の利用と施工直後の台風により満砂したえん堤

4 おわりに

2007年3月に、従来の土石流対策技術指針および流木対策指針が合体・改訂され、新たに砂防基本計画策定指針と土石流・流木対策設計技術指針が施行された。新指針において、土石流・流木対策施設は、流木の捕捉、ポケットの維持、溪流環境が重要視されており、今後の土石流・流木対策施設は、透過型えん堤を基本となろう。また、新しい指針では想定外の外力や状況により一部の部材が破損した場合でも、えん堤全体が崩壊しない冗長性の高い構造を採用することが必要であることも述べられている。

一方、鋼製不透過型えん堤では、中詰材に砂防ソイルセメントのINSEM材を活用することが実用化されている。現地発生土にセメントを混合することで、そのままでは中詰材として利用できなかった粘性土系土砂も利用できるようになり、鋼製不透過型えん堤の活用範囲が広がっている。

今後も既設えん堤の追跡調査を継続し、その結果をフィードバックすることで、鋼製えん堤の機能面、構造面の改良を加えていく所存である。また、施工中の土石流の発生に備えて現場内作業の短縮などの安全性向上や対環境性の向上を目指し、砂防の発展に微力ながら貢献していきたいと考える。