

まとめにかえて

鋼製砂防構造物は、他の砂防構造物より機能性、屈撓性、工期短縮、品質の均一化、経費節減、通年施工性等において優れた点があり、昭和40年代から、鉄鋼・建材メーカーにより開発され各地で施工されるようになった。

また昭和57年からは、学識経験者・専門技術者による委員会において枠構造物類、透過型えん堤の検討が進められ、成果は「鋼製砂防構造物に関する研究」としてまとめられ、鋼製砂防構造物の適切な計画・設計に利用されることになった。

その後、新しい知見が加えられ平成10年に鋼製砂防構造物メーカーにより「砂防鋼構造物研究会」が発足し、新しい技術の研究・開発、適用分野の開拓、更なるコスト削減などに対する取り組みが行われている。

本書では、鋼製砂防構造物の施工から効果事例までを整理し、鋼製砂防構造物を設置する場合のガイドブックとして設計者から現場の施工者に至るまで広く活用戴くために、検討を積み上げ編纂したものである。

鋼製砂防構造物の主な特徴や要点は以下のとおりである。

- (1) 鋼管フレーム構造(鋼製スリット式えん堤)には、主に土石流区域で使用する、格子形、B型、L型と、掃流区域で流木止工として使用するA型、C型、D型、型、簡易格子形のh型があり、さらに、既設砂防えん堤に設置されるN型も開発されている。

そこで、各々の特徴について設置事例と共に効果事例を紹介した。

格子形鋼製砂防えん堤は、鋼管を立体格子状に組み合わせた剛結合構造物で堤高の高いタイプに適用される。

構造の特徴としては、つなぎ梁がえん堤の横方向中段に取り付けられており、捕捉した土石流が後続流で流出するのを防止し横方向への座屈も防止している。

また、多数の柱が基礎部へ定着しているため土石流荷重が多くの柱へ分散され、せん断破壊に対しても安全な構造となっている。

礫および流木の衝突に対しては、運動エネルギーを鋼管のへこみ及び梁の塑性変形で吸収することは、他のスリットと同様であるが、本書では土石流および流木の捕捉事例に力点を置いて紹介した。

鋼製スリットえん堤B型は、土石流の衝突角度が流心方向とずれても安定度の高い構造物で、格子形鋼製砂防えん堤に比較し低い構造物として開発されたものである。

流木捕捉工としては、土石流区域に設置し土石流とともに流木を捕捉する。礫および流木の衝突に対しては、礫や流木の運動エネルギーを鋼管のへこみ、および全体の塑性変形で吸収する構造であるが、本書で

は、土石流、流木の捕捉事例を主に紹介した。

鋼製L型スリットえん堤は、コンクリート基礎を打設しないで鋼製透過型えん堤を構築することを主な目的に開発したもので、土石流を捕捉する上部工と、外力に抵抗する受圧板付き杭並びに捕捉土砂礫を自重として活用するための簀の子からなる下部工とで構成される。

主に、土石流区域に設置し土石流を捕捉する。礫および流木の衝突に対しては、他のスリットと同様に抵抗する。本書では設置事例に力点を置いて紹介した。

鋼製スリットえん堤A型は、細粒の砂礫を通常時は通過させ、土洪水時においては大き礫により開口部を閉塞して流出土砂を抑止する土石流対策の鋼製スリットえん堤として最初に開発されたものである。

A形状のフレームをコンクリート基礎に固定したもので、礫および流木が流心方向とずれて衝突しても抵抗でき、鋼管内にコンクリートを充填し剛性を高めた構造で、流木または礫の運動エネルギーをフレーム全体の変形により吸収する特徴がある。A型スリットえん堤は、土石流の捕捉工として設置されてきたが、現在は副えん堤等で流木捕捉工として使用されることが多く、本書では、主にこれらの捕捉事例を紹介した。

鋼製C型スリットは、水平材が曲率をもったコンクリート充填鋼管によるアーチ構造が特徴であり、主として流木捕捉工として開発された。鋼製透過型の砂防えん堤としては新しい構造で、アーチ部材を固定するえん堤袖部は押し抜きせん断に対する補強を要するが、水通し部は、比較的少ない鋼材で大きな強度を発揮できる。流木および礫の衝突に対しては、流木および礫の運動エネルギーをアーチの塑性変形で吸収する特徴があり、本書では設置事例に力点を置いて紹介した。

鋼製D型スリットは主として流木捕捉工として開発されたもので、角形鋼管を使用した柱を頭部において互いに連結し、一体性をもたせている。

また、上流側柱材を千鳥配置して転石の通過性を良くすることができ、流木および礫の衝突に対しては、流木または礫の運動エネルギーを部材のへこみおよびフレーム全体の変位により吸収することを特徴とする。本書では、流木の捕捉事例を紹介した。

鋼製 E型スリットは、流木止めとして開発されたもので、部材はすべて溶融亜鉛めっきが施されコンクリート充填鋼管による頭部連結および形鋼による底部連結構造である。

単部材が小型軽量で運搬や取扱いが容易であり、頭部はヘッドフレームにより連結され、その内部は鉄筋とコンクリートによるRC構造となっている。

流木および礫の衝突荷重を静的荷重に換算してフレーム材が許容応

力度内に収まるよう設計されているのが特徴で、本書では流木の捕捉事例として紹介した。

鋼製h型スリットは、簡易格子形で主に流木止めとして開発されたもので、鋼管による平面格子とバットレスの組合せのため、縦・横部材の間隔調整により捕捉機能の調整が可能なのが特徴である。

流木および礫の衝突に対しては他のスリットと同様であるが、本書では流木捕捉事例を紹介した。

鋼製N型スリットは、既設砂防えん堤に設置することを目的に開発されたもので、平成13年にはじめて施工された新しい形式である。

既設砂防えん堤に設置されるため、スリット高は2mと3mに限定し、上下流の柱間隔も狭くしている。また、土石流区域での設置を考慮し、土石流荷重にも十分耐えうる構造となっている。本書では形式の紹介とした。

- (2) その他の構造物としては、ワイヤーネット、底面水抜きスクリーンえん堤があり、一部改良型で開発中であるが、本書では概要の紹介をすることとした。

ワイヤーネット工は、細いワイヤーを使用し土砂の透過性を最大限発揮できることが特徴で、線材の長所である引張耐力と変形性能で外力を吸収しようとするものである。

本書では、最近研究開発されたワイヤーネット工を計画として紹介した。

底面水抜きスクリーンえん堤は、土石流の発生が予想される溪流の河床に簧の子状のスクリーンを流芯方向に設置し、スクリーン上で土石と水を分離して土石流を減速させ巨礫や土砂を停止、堆積させる機能を持つ。

別名で土石流減勢工(土石流ブレーカー)とも呼ばれ、土石流の直撃を受けるおそれのある下流えん堤の緩衝施設、あるいは扇状地の扇頂部における土石流後続流の分散等にも使用できる。

- (3) 鋼製スクリーンえん堤(バットレス型)は、渓床の侵食防止を目的に、堆砂促進をはかることをねらいとして開発された鋼製砂防えん堤として最初に採用された構造物で、本書では、その後の事例を収録し紹介した。

- (4) 枠えん堤は形鋼や鋼管で形成されたフレーム(枠)構造の中に割石を中詰めする形式で、屈撓性を有し地盤変形に追従する特徴を備えているので、地すべり地や地盤変動のある地域、湧水の多い箇所、地盤が悪い箇所、あるいは災害の応急工事・仮設工事等に適している。

枠形式のえん堤は現在、鋼製自在枠・鋼製統枠・鋼製箱枠・鋼製組枠の4種類がそれぞれ重力式構造物として設置されており、水平力に対する抵抗要素を枠骨組構造の強度または中詰材のせん断抵抗力として形状を決

定する必要はあるが、大型の施工機械が進入できない箇所等でも施工が可能である。

本書では、できる限りそれぞれの特徴を収録し事例を紹介した。

- (5) ダブルウォールえん堤は、鋼材で造った枠の中に土砂を中詰めする点では、前述の枠えん堤と同様であるが、壁材となる鋼材部分には水平力に対抗する機能を全く期待していない点が基本的に異なっているため、中詰材のせん断変形に対する抵抗力が確実に期待できるように設計・施工することが必要である。

ダブルウォールえん堤は、軟弱地盤や盛土箇所など沈下の考えられる箇所、現地発生土砂を使用したい現場、建設排土の捨場、仮締め切り・仮設堤などの仮設工、および災害時の応急復旧、緑化したい場合などを事例として紹介した。

- (6) セルえん堤は透過型、不透過型の両形式で設置されているが、鋼製セグメント(直線鋼矢板, 鋼板)で構成された鋼製殻の中に現地発生土砂を中詰めする点ではダブルウォールえん堤と同様で、中詰材のせん断抵抗力のみを評価している。

鋼製セル構造のうち、鋼矢板セグメントセル式は短尺に分割した高張力継手を有する直線型鋼矢板を爪の嵌合のみの単純作業で組み立てていくボルトレス構造という特徴がある。

一方、鋼板セグメントセル式は鋼板を曲げ加工したパネルを順次円形状にボルトで組み立てるもので、両者とも組立が簡単で短時間にセル構造が構築できる特徴を持っている。

不透過型セルえん堤は鋼製セルを間隔をあけず連続配置した重力式えん堤で、透過型のセル構造は、不透過型と同じ鋼製セルを一函一函独立させ、所定の間隔に配置したえん堤である。

巨礫を捕捉する機能がスリット構造では直接的な閉塞効果によっているのに対して、セルえん堤では縮流・堰上げ等の水理的な減勢効果によっている点が異なっている。

したがって、開口部の幅は相対的に大きくとれ、機械土工で除石作業を容易に行うことができる等、施工の優位性を紹介した。

その他、設計施工上における留意点や施工計画・安全対策、調査活動など必要と考えられた主な事項について記述し編纂に心がけた次第である。

終わりに関係諸兄のご指摘ご指導を得てさらに社会に貢献できる砂防鋼構造物研究会の活動にまい進する所存であります。

また、編纂にあたり関係諸兄のご協力を賜り紙面をお借りして心より御礼申し上げます。

平成13年11月

砂防鋼構造物研究会

会社名

製品紹介

川鉄建材(株) 鋼製L型スリットえん堤、鋼製D型スリット、鋼製続枠(鋼製ダブルウォールえん堤、鋼矢板セグメントセルえん堤)
共生機構(株) 鋼製ダブルウォールえん堤、鋼矢板セグメントセルえん堤、鋼製 型スリット
(株)神戸製鋼所 格子形鋼製砂防えん堤、鋼製h型スリット、ワイヤーネット
新日本製鐵(株) 鋼製スリットえん堤A型、排砂スクリーン工、(鋼製ダブルウォールえん堤)
住友金属建材(株) 鋼製C型スリット、鋼製箱枠、鋼板セグメントセルえん堤
日鐵建材工業(株) 鋼製スリットえん堤B型、鋼製自在枠、鋼製スクリーンえん堤、土石流ブレーカー
日本鋼管ライトスチール(株) 鋼製組枠、(鋼製 型スリット、鋼製ダブルウォールえん堤)

なお上記にて、()の製品は自社開発製品ではないが、販売を行っているもの。

「鋼製砂防構造物」ガイドブック 編集委員 (氏名は五十音順で表記)

岡田 勝 株式会社神戸製鋼所
加藤 貴章 日鐵建材工業株式会社
串村 俊夫 日本鋼管ライトスチール株式会社
田島 秀俊 川鉄建材株式会社
立石 清忠 住友金属建材株式会社
豊田公二郎 共生機構株式会社
中野 博志 株式会社神戸製鋼所
溝口 郁夫 新日本製鐵株式会社

「鋼製砂防構造物」ガイドブック

初版 平成13年11月20日

編集・発行 砂防鋼構造物研究会
東京都千代田区平河町2 7 5 砂防会館5F
電話 03(5215)8228
制作 特定非営利活動法人 砂防広報センター
東京都港区新橋6 13 1 第3長谷川ビル6F
電話 03(3459)1591