

(技術資料)

## 新しい鋼製砂防製品の開発

### Development of New Sabo Products



守山浩史\*  
Hiroshi MORIYAMA



橋田芳朗\*  
Yoshiro HASHIDA



葛西俊一郎\*  
Shun-ichiro KASAI



加藤光紀\*  
Mitsunori KATO



川村崇成\*  
Takanari KAWAMURA

Kobe Steel has developed and supplied the steel gird-open-type Sabo (debris capturing) dam. Debris capturing is the most important mission of Sabo projects. However, Sabo projects have many other roles in protecting citizens from sediment disasters. Kobe Steel has developed new Sabo structures to meet the general purpose of Sabo projects based on our knowledge of steel structures. These new Sabo structures are introduced in this paper.

まえがき = 当社は、これまで土石流の捕捉を目的とした鋼製透過型砂防えん堤の開発、および製品の供給を通して砂防事業に参画してきた。当社の格子形えん堤は、高い安全性と、のべ60回におよぶ土石流捕捉実績を有し、鋼製透過型砂防えん堤におけるナンバーワンのシェアを誇っている。

一方、砂防事業は土石流の捕捉以外にも、土石流・流木の発生防止や、下流の河川、海岸への流出土砂のコントロールなど、土砂災害から地域の安全を守るための様々な役割を有している。これら総合的な砂防事業に対し、当社が有する鋼製構造物の知見・経験を生かし、この数年来新しい砂防製品群の開発を実施してきた。これらは、これまでにない新しい機能を有したオンリーワンの製品である。

本稿は、それら総合砂防新製品および鋼製透過型砂防えん堤の概要、またその特長について述べるものである。

#### 1. 新しい開発製品

##### 1.1 コベトコ™ (鋼製床固め工)

床固め工は、河床の安定化のための工法であり、ここで開発した製品は、従来のコンクリート製床固め工に比べ、自然環境と景観性に優れた製品である。

本製品は、図1および図2に示すように、鋼製格子形の中に現地の礫(れき)を中詰した構造である。上流部フレームは格子形状のラーメン構造で外力に抵抗し、傾斜した下流部のフレームは中詰された巨礫を保持する。また、下流側の傾斜は越流水の段差をなくし、魚道などに適したものにしている。

従来の谷止工、床固め工、流路工などの設置可能なすべての区域で適用ができる。また、魚道は、鋼管枠の部材配置を変更することで自由に設定できる。



図1 コベトコ™  
Fig. 1 Overview of KOBETOKO™

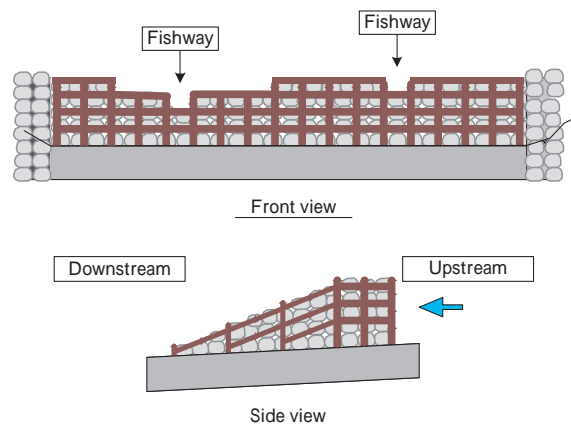


図2 コベトコ™一般図  
Fig. 2 General drawing of KOBETOKO™

##### 1.2 ブルメタル™ (鋼製土石流制御工)

本製品は、砂防河川において、天然河岸の欠壊防止および流木の発生源となる溪岸の侵食を防止する製品である。

\*機械エンジニアリングカンパニー エンジニアリング事業部 鉄構・砂防部

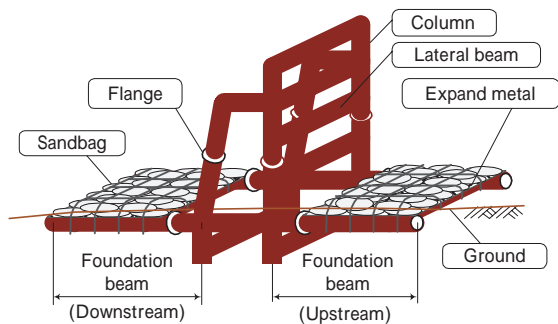


図3 ブルメタル™ 構般図  
Fig. 3 Structure of BULLMETAL™



図4 ブルメタル™ の設置状況  
Fig. 4 Set up of BULLMETAL™

砂防関係法令規集には天然河岸の欠壊防止に関する条項が定められているものの、天然河岸の欠壊による流木や土砂の発生源対策は現状では実施例が少なく、容易に対策できる工法が望まれていた。そこで、施工性に優れたかつ十分な効果を発揮できる鋼製土石流制御工を開発した。

本製品は、図3に示すように上下流に基礎梁を張り出した「みこし」構造であるため、転倒しにくい構造である。上下流の基礎梁にエキスパンドメタルを敷き、その上に土壌を載せることを基本とするが、鋼管内に重量物を中詰したり基礎梁を長くするなどして、滑動や転倒し難くすることも可能である。また、現地条件にあわせて、長さ・高さ・幅、さらには重量を決めることもできる。図4に、天然河岸の欠壊防止を目的として本製品を渓流に設置した事例を示す。

本製品は、基礎梁を地盤内に埋込む程度でよいため、施工期間が非常に短い。また、転用が可能のため、緊急対策用の構造物として利用が可能である。さらに、ヘリコプタなどで空輸し、現地で組立てを行うことも可能である。そのため、前述の用途の外に、火山地帯の流路整正や地震時に発生する天然ダムの決壊防止にも使用が可能である。

### 1.3 小礫対応格子形 - 2000C K22タイプ

K22タイプは、従来の格子形えん堤では捕捉が困難であった600mm以下の小礫に対して優れた捕捉機能を有する透過型の砂防えん堤である。

図5に、その構造を示す。本製品の特長は、土石流の

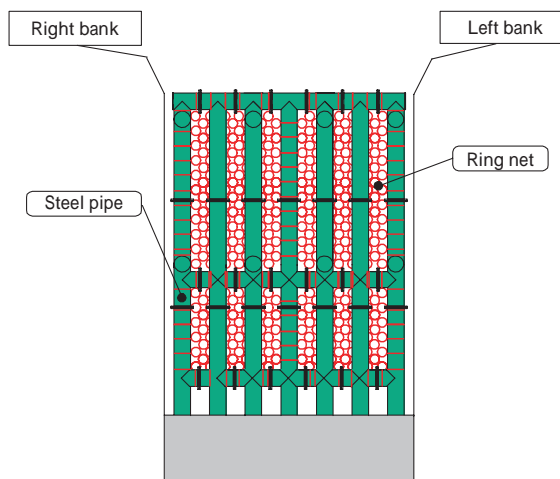


図5 小礫対応格子形 - 2000C K22タイプ  
Fig. 5 Overview of new dams for small debris

捕捉実績があり、安全性、施工性に優れた従来の格子形えん堤とワイヤネット工の両者を組合せることにより、細かい礫も確実に捕捉できるように対応したことである。

鋼製透過型えん堤は、先行流によってせき上げが発生した場合に十分な土石流捕捉効果が発揮できないため、捕捉面に大きな開口率が必要となる。しかし、従来の鋼管構造によるえん堤では、小礫に対応して鋼管間隔を狭めると十分な開口率を確保できなかった。

K22タイプは、捕捉のための機能材にリング状ネットを使用することによって高い透過性を実現しつつ、確実な土石流捕捉性能を確保することが可能となった。また、高い透過性により上流側の見通しが良く、景観性を重視する場合にも適している。

### 1.4 ワイヤネット工

本製品は、当社の最初の砂防製品である旧ワイヤネット工をベースに、新たに開発を行った製品である。

従来の縦と横のロープの組合せでは、荷重を横方向へ伝達できなかったが、図6に示すようにリングネットを使用することによって横方向へ伝達することが可能となった。つまり、集中荷重が分布荷重に置換えられ、構造物全体で土石流を捕捉するという理想的な構造特性の形成を生み出している(図7)。

ワイヤネット工の特長は、河床や溪岸の掘削が不要で環境に優しく、かつ従来のえん堤では設置が困難であったU字谷にも設置できる透過型の砂防えん堤である。また、河床上での危険な作業は二十日程度であり、施工の安全性にも優れている。さらに、リングネットの接合部にシャックルを使用していることからネットの着脱が可能であり、土石流捕捉後の除石も簡単に行うことができる。

本製品はこれまでに5基の施工実績があり、そのうち3基で土石流が捕捉されている。また、柔構造を用いたえん堤という発想と、その捕捉実績が認められ、砂防学会技術賞、および国土技術開発賞を受賞している。

### 1.5 コペロッド™ (鋼製砂防シャッタ)

非出水期にはシャッタを開いて下流への土砂流下を積

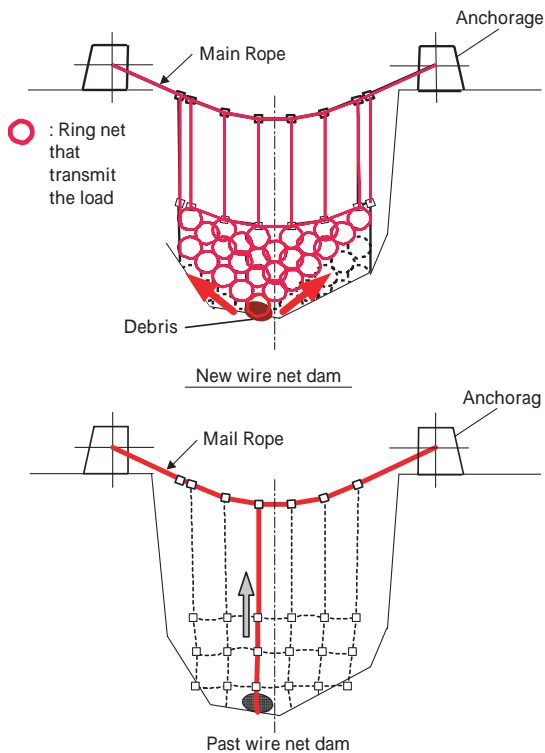


図6 ワイヤーネット工  
Fig. 6 Overview of wire net dam



図7 ワイヤーネット工による土石流捕捉状況  
Fig. 7 View of trapped debris flow by wire net dam

極的に行い、出水期にはシャッターを閉じて土砂を捕捉する可動式の砂防えん堤(図8)である<sup>1)</sup>。下流への土砂供給を調節可能とした、世界初の砂防えん堤である。

シャッター機能は鋼製角落しにより実現し、重機を用いて開閉を行う。また、鋼製角落しの数によって高さを管理者側で自由に調節することもできる。

鋼製角落しの取付部には、図9に示すように特殊な発泡材料を溝の隙間に詰めて土砂が噛まないように工夫しているため、開閉をスムーズかつ確実に行うことができる。

#### 1.6 コスダム™ (濁水防止施設)

本製品は流水中の土砂や浮遊砂を捕捉し、川の濁りを低減する濁水防止施設であり、下流の貯水・電力ダムなどの堆砂を低減する働きをもつ(図10)。開発にあたっては国土交通省・国土技術政策総合研究所の技術的なご



図8 コベロッド™  
Fig. 8 Overview of KOBEROD™

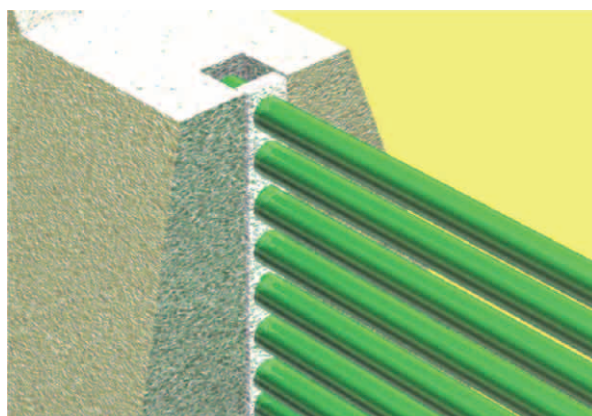


図9 鋼製角落し取付部構造  
Fig. 9 Details of steel pipe attachment



図10 コスダム™  
Fig.10 Overview of COSDAM™

指導をいただいた。

本製品の特長は、フィルタにより湛(たん)水させ、濁土粒子を沈殿させることと、フィルタ材自身によるろ過機能を有することである。

実際に施工した地点のフィルタ材には、透水係数が0.13m/sとなるよう単粒度砕石5号を使用している。また、土粒子捕捉性能をシミュレーションしたところ、50μmの粒子の約50%が捕捉可能となる結果となった。

このフィルタ材は交換が容易なため、ろ過機能の回復

が可能であり、施工後でもフィルタ材を変更することによって濁水処理能力の調節が可能である。

本製品の用途は、崩壊地などから河川へ流入した濁土粒子の除去、治水ダムなどへの細粒土砂の流入防止、さんご礁などへの赤土の流入防止などである。

## 2. 格子形砂防えん堤の特長

### 2.1 施工実績と捕捉実績

格子形砂防えん堤は、通常時には無害な土砂を流し、洪水時には土石流や流木を捕捉する透過型えん堤であり、鋼製透過型砂防えん堤の中で、国内で最も多くの施工実績と捕捉実績を有している。これまでに約600基の施工実績があり、そのうちのべ約60基で土石流および流木の捕捉実績がある。どのえん堤も目的どおりの効果を発揮しており、性能が高く、かつ安全性、施工性において優れた製品であると高く評価されている。

### 2.2 冗長性（リダンダンシー）

冗長性とは、構造部材の一部に損傷を受けても、構造全体が崩壊することのない度合いをいう。2007年に国土交通省より発行された土石流・流木対策設計技術指針（以下、新土対針という）では、砂防えん堤に対して冗長性の高い構造を採用することを求めている。冗長性の高い格子形えん堤は、部材の一部が損傷を受けた後に土石流が発生した場合にも土石流を止められるが、冗長性の低い構造では崩壊の危険性が高くなる。

本製品は一部の部材が欠損してもえん堤全体が崩壊することがなく、冗長性の高い安全性に優れた構造物である。

### 2.3 段階施工

格子形鋼製砂防えん堤は、下段部と上段部に分けて段階的に施工することが可能である。一般的には、袖部のコンクリートを先行して打設し、袖部の完成後に鋼製部の設置を行うが、予算や気象などの制約条件により、鋼製部がない状態で翌年度以降に持越さなければならない場合も多い。しかし、この間に土石流が発生すれば下流に大きな被害を引起こしてしまう。

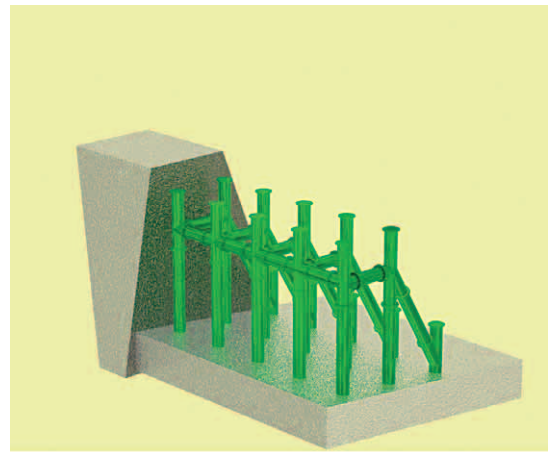
図11に示すように、第一段階の高さの非越流部と鋼製部を施工し、翌年度以降に残りの部分を順次施工していく段階施工を採用することにより、段階施工の途中で土石流が流下してきた場合でも、施工が完了した鋼製部の高さまで土砂を捕捉することができる。すなわち、下流の被害を低減させることができるうえに、投入した費用に見合う捕捉効果を直ちに発揮する。

このような施工は、年ごとに高さを順次上げていくという古来の砂防思想に合致したものといえる。

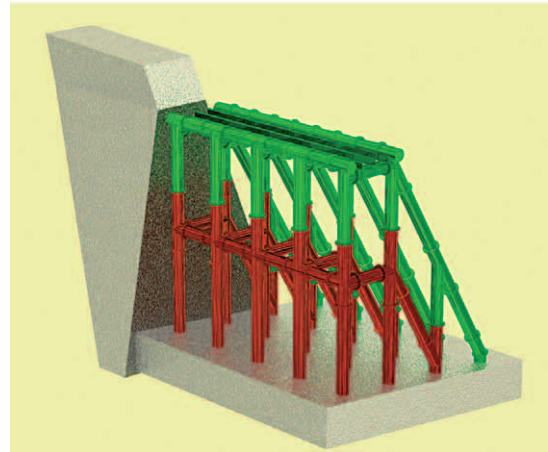
通常、上段部の施工が非常に困難となるが、当社では工場における精度管理の向上に取組んだことにより、分割施工が可能となった。これまでに7基の施工実績がある。

### 2.4 捕捉効果

透過型えん堤では、縦材と横材が土石流の捕捉効果に差異があることは従来から言われているところであ



First construction



Latter construction

図11 段階施工図

Fig.11 Example for multistage construction

る<sup>2)</sup>。これを個別要素法でシミュレーションした結果<sup>3)</sup>、格子形が採用している縦材と横材の組合せ構造は土石流捕捉効果に一番よいことが示されている。また、新土対針では、縦材と横材の組合せが鋼製透過型えん堤の基本構造として規定された。これは、格子形えん堤の土石流捕捉性能の高さが、その実績を踏まえて認められたものと自負している。

むすび=本稿では、これまでに開発してきた、総合砂防新製品の概要を紹介した。これらの総合砂防新製品は、その多くが既に採用されている。今後、これら新しい砂防製品の実フィールドにおける効果を調査・分析し、さらなる機能・構造の改良を進めていく所存である。そして、これらの新しい機能を持った製品が期待される効果を発揮し、我が国の防災・減災に微力ながらも貢献できれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 水山高久：シャッター付砂防えん堤と運用のための情報システム，砂防学会誌（新砂防），Vol.57, No.5（2004）pp.66-67.
- 2) 高橋 保：土石流の機構と対策，近未来社，2004，pp.360-363.
- 3) 里深好文ほか：格子型ダムによる土石流の調節に関する数値解析，砂防学会誌（新砂防），Vol.57, No.6（2005）pp.21-27.