

小礫に対応した鋼製透過型堰堤の開発と施工

株式会社神戸製鋼所 ○川村崇成, 守山浩史, 高野昭彦
 福井県丹南土木事務所 地域整備課 松村英彰
 長野県北信建設事務所 整備課 田下昌志

1. はじめに

平成 19 年に土石流・流木対策設計技術指針（以下：土対針）が改定され、1) 土石流および土砂とともに流出する流木等の捕捉、2) 計画捕捉量に相当する空間の維持、3) 平時の溪流環境の保全、といった機能を持つ透過型堰堤が土石流・流木対策施設の基本であると位置づけられた。その中で、従来では透過型堰堤での対応が難しいとされていた小礫径の土石流が作用する現場においても、より高機能な透過型堰堤の設置を要望されることが多くなってきた。このような要望に応えるため、従来の格子形構造にて小礫に対応する場合の課題点を整理し、小礫に対応した鋼製透過型堰堤「格子形-2000C K22（以下：K22）」の開発に取り組んだ。更に実験での能力検証を経て、平成 23 年に福井県において、また平成 24 年には長野県において K22 が施工された。本報は K22 の開発経緯、および現地での施工について報告するものである。

2. K22 の開発

土対針では、透過型堰堤の土石流捕捉面の部材間隔は、水平・鉛直とも最大礫径（ d_{95} ）の 1.0 倍程度とする、とされている。このため、直径 0.5～0.6m の鋼管を使用する従来の格子形（K20 タイプ）で最大礫径 0.6m 未満の小礫に対応する場合、部材配置が密になり過ぎることから、次のような問題があった。

- 1) 透過部の開口率が低くなり堰上げが発生する¹⁾ことで、土石流捕捉機能が低下する可能性がある。
- 2) 部材が近接するため、工場製作時の加工や溶接作業、および現地施工時のボルト締め作業が困難になる。

2.1 K22 の構造検討

上記の問題を解決するため、①透過部の開口率を 50% 程度以上確保すること、②製作及び施工時の諸作業に必要な部材間隔を確保すること、更に③小礫の捕捉機能及び土石流に対する安全性が高い構造とすること、といった課題を挙げて構造の検討を実施した。その結果、従来の格子形を主構造とし、小礫を捕捉するための機能部材として直径 0.3m の鋼線リングからなるリング状ネットを最上流面に張った構造を K22 として考案した。その基本構造を図 1 に示す。

この K22 は、鋼管フレームの主構造にて土石流の流体力や土圧に耐え、リング状ネットによって 0.6m 未満の小礫を確実に捕捉することができる上、鋼管の水平部材を減らしたために目標とする開口率と作業クリアランスが確保できる。また各々単体で土石流捕捉実績を持つ格子形とリング状ネットの組み合わせであるので、高い土石流捕捉機能と安全性が期待できる。

2.2 K22 の機能検証実験

新たに考案された K22 について、小礫径土石流の捕捉機能検証のために水理模型実験を実施した²⁾。写真 1 にその結果を示すが、リング状ネットによって小礫は確実に捕捉されることが確認できた。またリング状ネット部の礫の衝突に対する安全性検証のため、実大模型を用いた重錘落下試験を実施した^{2) 3)}。

写真 2 にその結果を示すが、設計値以下の衝突エネルギーではリング状ネットは破断せず、礫の衝突に対して安全であることが確認された。

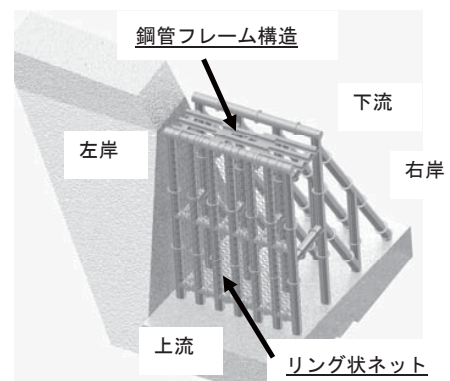


図 1 格子形-2000C K22 基本構造

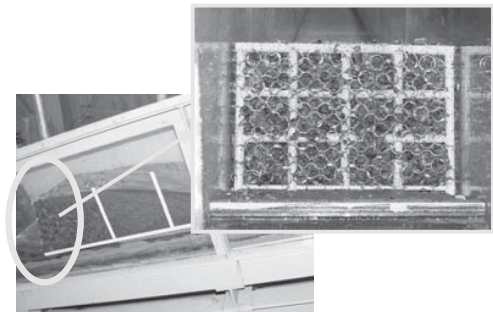


写真 1 水理模型実験

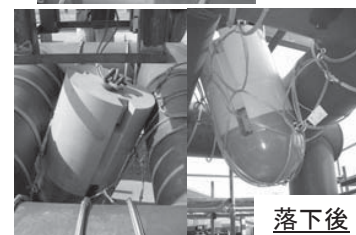
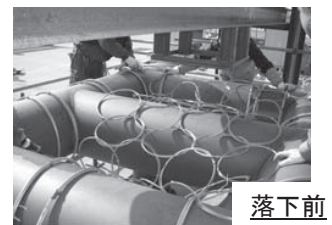


写真 2 重錘落下試験

3. K22の施工事例

上記の開発を経て、K22のPRおよび提案活動を続けてきた結果、福井県の白狐保川にて第1号を、長野県の東新川にて第2号を受注した。以下にその施工の状況を報告する。

3.1 しょうかんぼがわ白狐保川砂防堰堤（福井県）

福井県丹南土木事務所管内の白狐保川砂防堰堤（写真3:透過部高さ8.5m、幅3.5m）において、最大礫径0.4mの小礫径の土石流に対応するためにK22が採用された。採用に当たっては、急勾配（約1/3）の地点で十分な施設効果量が確保できること、保全対象の直上流に位置するため土石流に対する安全性が確保できること、が評価された。

施工では、従来の格子形構造にリング状ネットを架設する作業は初めてであったため、現地施工の前に工場での架設試験を行い一連の作業手順を確認した。これにより現地施工では専門業者を使うことなく計画工程通りに完了した。なお大径リングが鋼管に直に接触することによる塗装の損傷や、接触音が騒音となる問題を考慮し、ポリ塩化ビニル（PVC）ホースにて大径リングを被覆することとした。

3.2 東新川砂防堰堤（長野県）

長野県北信建設事務所管内の東新川砂防堰堤（写真4:透過部高さ10.5m、幅10m）において、最大礫径0.38mの小礫径の土石流に対応するためK22が採用された。採用においては、小礫が捕捉できること、土石流の捕捉実績が多いこと、また保全対象の直上流に位置するため堰上げが発生することなく土砂を捕捉できること、が評価された。

施工では、前述の白狐保川砂防堰堤よりも透過部の幅が広くリング状ネットの設置作業工数が多いため、工期を圧迫する可能性があったが、鋼管架設時の足場を流用できることや、鋼管の塗装保護方法を改良して作業時の塗装傷を大幅に減らせたことにより、計画工期内で設置作業は完了した。リング状ネットの鋼管への取り付けは、交換が容易で維持管理のし易い大径リングを用いているが、現地施工を通じてリング状ネットの確実な固定と、連結作業に問題がないことが確認された。ただし、この大径リングどうしを繋ぎリング状ネットを所定位置に維持するための間隔保持材は、長さを現地にて調整する必要があり、今後の作業効率改善のために該当部材の仕様、および長さ調整方法を検討することとした。

4. まとめ

従来の鋼製透過型堰堤からの機能向上を図り小礫に対応した「格子形-2000C K22」について、実案件にて設計及び施工の経験を得ることができた。施工では、架設作業全般において特殊な技術や治具等は必要なく、一般の施工業者でも問題なく遂行できることが確認できた。しかし一部の工程にて、作業手順や方法を工夫することでより効率的な施工が可能となることが判明したので、今後は実施工を通じて様々な方法を検証し施工性の向上を図っていきたいと考える。また設計に関しては、施工実績を増やして土石流捕捉実績を積み重ね、その実績データを検証することで現設計法の妥当性を更に確認していくことが重要であると考えます。

<参考文献>

1)長谷川祐治,小田晃,阿部彦七,水山高久:透過型砂防えん堤における堰上げ限界に関する実験的研究,砂防学会誌 Vo. 55, No. 6, 2003. 2)守山浩史,加藤光紀,高野昭彦,川村崇成:細粒径土石流捕捉工の性能に関する実験的考察,砂防学会誌 Vo. 62, No. 6, 2010. 3)川村崇成,守山浩史,加藤光紀,高野昭彦:細粒径土石流捕捉工のエネルギー吸収能力確認実験について,平成22年度砂防学会研究発表会

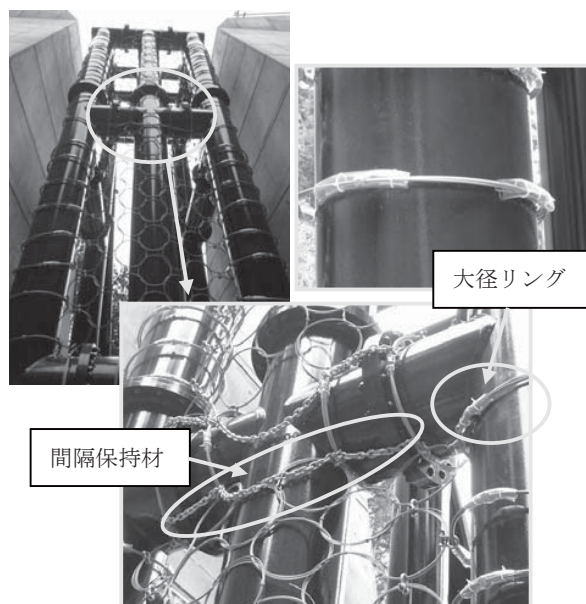


写真3 白狐保川砂防堰堤(完成時)

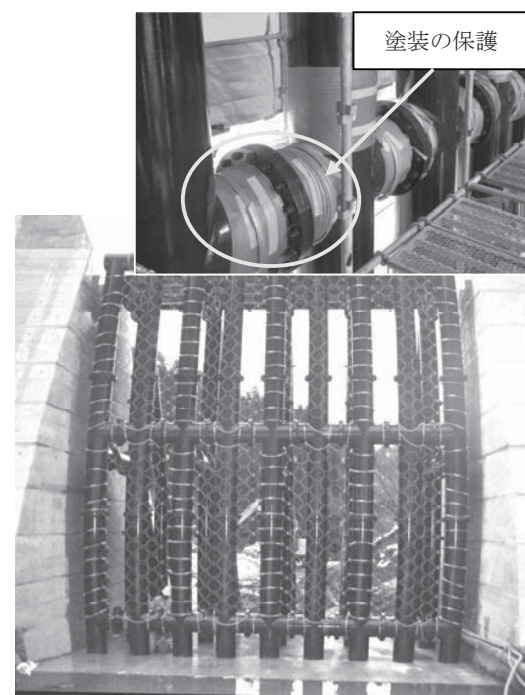


写真4 東新川砂防堰堤(下:完成時 上:施工時)