

# 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

株式会社神戸製鋼所

川村崇成，守山浩史

加藤光紀，高野昭彦

## 1. はじめに

2007年3月に土石流対策指針が改訂され、透過型えん堤が土石流・流木対策施設の基本であると位置づけられた。この結果、鋼製透過型えん堤は土石流・流木対策施設の主流となりつつあり、その適用範囲も拡大されてきている。その中で、従来の鋼製透過型えん堤の部材構成では対応が難しかった細粒径土石流の発生現場においても透過型えん堤の計画要望が多くなっている。

この要望に応えるべく、格子形えん堤とワイヤネット工として土石流捕捉実績のあるリング状ネットを組み合わせ、細粒径土石流に対しても優れた捕捉機能を発揮できる土石流・流木捕捉工（格子形 - 2000C K22 タイプ、以下「格子形 K22」と記す）の開発を行ってきた。本報では、格子形 K22 のリング状ネット部に関して、礫の衝突に対するエネルギー吸収能力を確認するために行った実験について報告する。なお、この確認実験の実施に当たり(財)砂防・地すべり技術センターに技術指導を頂き、本実験結果及び設計方法について妥当である旨を確認頂いている。

## 2. 格子形 K22 の基本構造

従来の格子形構造で鋼管純間隔  $b_1$  を 60cm 未満にした場合、直径 50~60cm の鋼管を使用していることから、1)透過部の開口率が 50%未満となり堰上げが発生<sup>1)</sup>し、土石流捕捉効果が低下する、2)工場製作や現地施工が困難になる、といった問題点があった。このため、 $d_{95}$  が 60cm 未満の細粒径土石流の場合は従来構造での対応ができなかった。

そこで、従来の格子形において  $b_1$  を 60cm に固定し、直径 30cm のリング状ネットを最上流面に張ることで、上記 1) 2) の問題を解決し、かつ 60cm 未満の細粒径礫を捕捉できる格子形 K22 の開発を行った。その基本構造を図 1 および図 2 に示す。

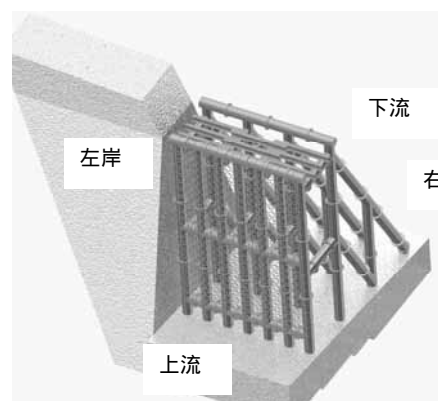


図1 格子形 K22 全体図

## 3. エネルギー吸収能力確認実験の概要

リング状ネットはワイヤネット工として土石流捕捉実績がある<sup>2)</sup>が、鋼管によって囲まれた面での吸収エネルギーの評価方法が不明であった。そこで、最上流面の鋼管縦材と横材に囲まれた長方形の開口面に存在するリング状ネットのエネルギー吸収量  $ER$  を、リング 1 個のエネルギー吸収量  $En$  とリング個数  $nR$  の積で表せると仮定した<sup>3)</sup>。

$$ER = En \times nR \quad \dots (1)$$

$ER$ ：長方形開口面 1 面当たりのエネルギー吸収量

$En$ ：リング 1 個当たりのエネルギー吸収量

$nR$ ：長方形開口面 1 面当たりのリング個数

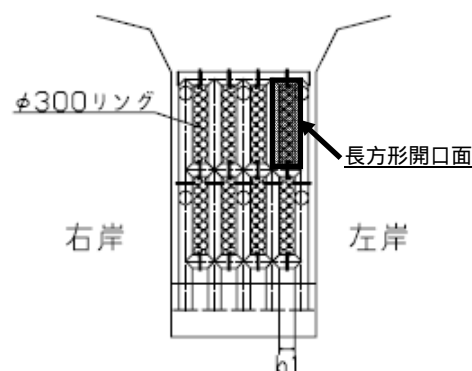


図2 格子形 K22 正面図

なお、リング 1 個当たりのエネルギー吸収量は、リング状ネットを落石防護工として用いる際に使用されている値としている（表 1 参照）。

本実験では、上記のように仮定したエネルギー吸収量を実際の構造物が満たすかどうかを検証するため、格子形 K22 の実物大模型に対して重錘落下試験を行い、リング状ネットのエネルギー吸収量を確認することとした。実験装置の概略図を図 3 に示す。試験体は、直径 508mm 鋼管で格子形 K22 の最上流面の一部を模した鋼管架台に、直径 30cm の鋼線リングからなるリング状ネットを張ったものである。このリング状ネット部に、礫の衝突を想定した重錘を所定の高さから自由落下させ、式(1)によるエネルギー吸収量計算値と重錘落下エネルギー

一量とを比較した。

なお、鋼管架台は（開口面の鋼管中心間 1800mm×1100mm）、および（開口面の鋼管中心間隔 4150mm×1100mm）、リング状ネットは鋼線リングの巻き数  $nr=5,7,12$  の3種類を用いた。

#### 4. 実験結果

実験ケースと結果を表1に示す。鋼管架台（ $\square$ 、 $\square$ ）、リング状ネットの鋼線リング巻き数（ $nr$ ）、および重錘落下エネルギーを変えて8ケース（各ケース2回試験）を行った。

##### 4.1 ケース 1-1~4-2

架台（ $\square$ ）とリング状ネット（ $nr=5$ ）との試験体を用いて、重錘落下エネルギーを4段階に変化させた。式(1)から計算されるエネルギー吸収量に対し、重錘落下エネルギーがその1.0倍および1.25倍の場合ではリング状ネットは破断せず、重錘落下エネルギーはリング状ネット部で吸収されたといえる。ケース1-1における重錘落下前後の様子を写真1に示す。リング状ネットは、撓んで変形しエネルギーを吸収している。また重錘落下エネルギーが1.5倍の場合は1回、2.0倍の場合は2回ともリング状ネットが破断した。すなわち重錘落下エネルギーがリング状ネット部のエネルギー吸収量をを超えたと考えられる。

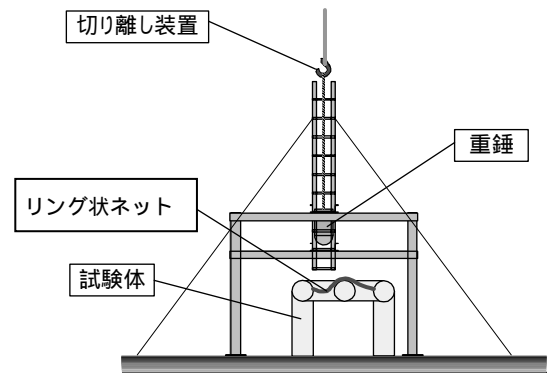


図3 実験装置

表1 実験ケースと結果

ケース	架台	鋼線リングの巻き数 $nr$	1リングの吸収エネルギー $En(KJ)$	開口面のリング数 $nR(個)$	式(1)によるネットの吸収エネルギー $ER(KJ)$	重錘落下エネルギー $EW(KJ)$	EW/ER	リング破断の有無								
1-1	$\square$	5	0.34	12.5	4.25	4.25	1.00									
1-2						5.31	1.25									
2-1						6.38	1.50	×								
2-2						8.50	2.00	×								
3-1						6.25	1.00									
3-2						13.75	1.00									
4-1						11.39	1.00									
4-2						11.39	1.00									
5-1	$\square$	7	0.50	33.5	11.39	6.25	1.00									
5-2						6.25	1.00									
6-1		12				1.10	13.75	13.75	13.75	1.00						
6-2																
7-1		5									0.34	33.5	11.39	11.39	1.00	
7-2																

○:リング切断なし, ×:リング切断あり

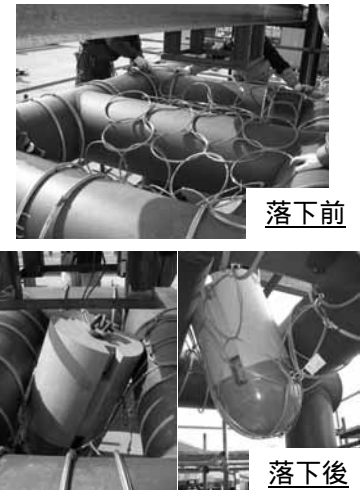


写真1 重錘落下前後の様子

##### 4.2 ケース 5-1~7-2

ケース5-1~6-2では架台（ $\square$ ）とリング状ネット（ $nr=7,12$ ）との試験体、ケース7-1及び7-2は架台（ $\square$ ）とリング状ネット（ $nr=5$ ）との試験体を用いて、式(1)から計算されるエネルギー吸収量の1.0倍の重錘落下エネルギーを与えた。いずれのケースもリング状ネットの破断はなく、7巻き、および12巻きリングの場合、また開口面の面積が変わった場合でも式(1)によるエネルギー吸収量を有しているといえる。

#### 5. まとめ

今回、従来の格子形構造とリング状ネットを組み合わせた格子形 K22 について、リング状ネット部のエネルギー吸収量を検証するために実大模型を用いた重錘落下試験を行った。その結果、リング状ネット部のエネルギー吸収量は、式(1)による計算で妥当な解を得られることがわかった。

今後は、実際の土石流捕捉時の追跡調査により、今回の設計法の妥当性を更に確認していくことが課題として挙げられる。

#### <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,砂防学会紙 Vo.55, No.6, 2003
- 2)田畑茂清,渡正昭,守山浩史,下条和史:ワイヤネット工の改良と捕捉実績, H16 年度砂防学会研究発表概要集, 2004
- 3)東亜グラウト工業株式会社:リングネット落石吸収柵工法,建設技術審査証明(砂防技術)報告書, 2002