

防落石網在坡地防災應用 簡介



永安國際防災科技股份有限公司

中華民國 107年01月13日

簡介大綱

壹 前言

貳 落石防護體系及分類

參 落石能級分析

肆 國外檢測方法

伍 永安國際防災科技公司

壹 前言



太魯閣



蘇花公路



台二線



壹 前言



烏來



南橫



泰安

壹 前言

落石防護技術50年代起源於歐洲，並日趨成熟，在歐洲、美洲、澳洲和亞洲廣泛應用於鐵路、公路、水電和地災等行業。

主動防護系統：採用鋼絲繩 (鋼索) 錨桿或鋼筋錨桿和支撐繩固定方式將金屬柔性網覆蓋在具有潛在坡面地質災害的坡面上，從而實現坡面加固或限制落石運動範圍的一種防護網。

被動防護系統：採用錨桿、鋼柱、支撐繩和拉錨繩等固定方式將金屬柔性網以一定的角度安裝在坡面上，形成柵欄形式的攔石網，從而實現對落石和泥石流體中固體物質攔截的一種防護網。

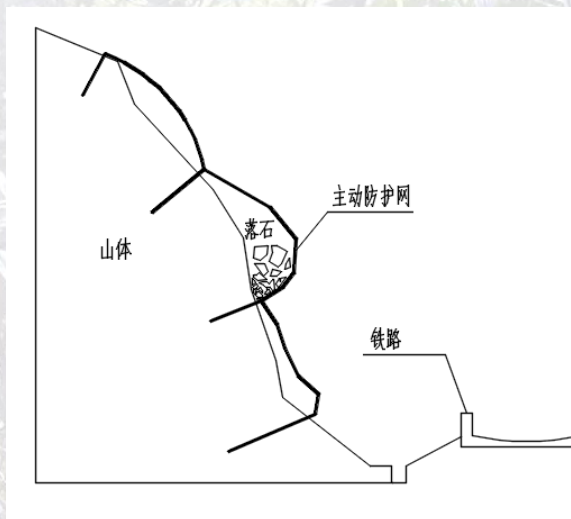


貳、落石防護體系及分類

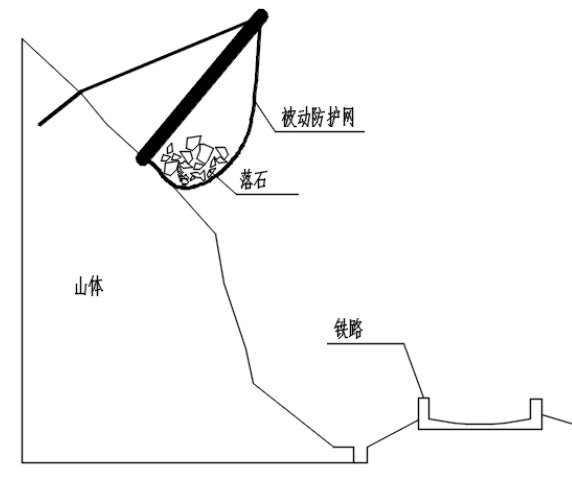


防護理念

50年代的防護理念
錨固
攔截

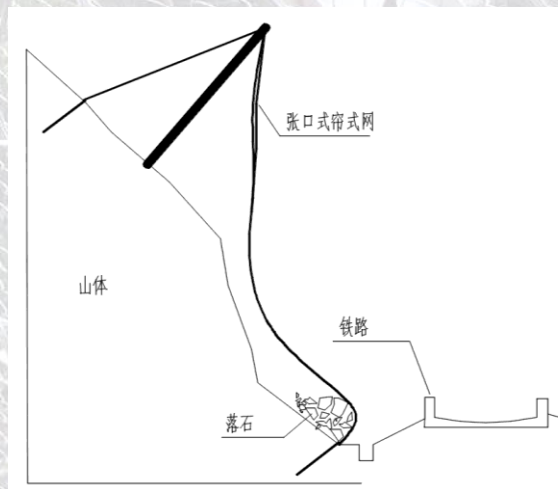


主動防護網

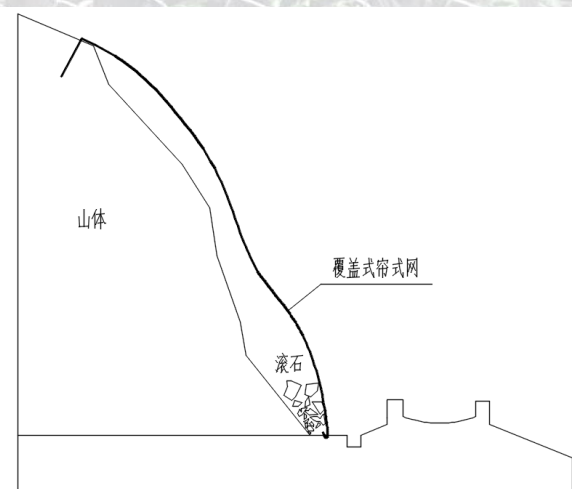


被動防護網

80年代的防護理念
控制、引導、消能

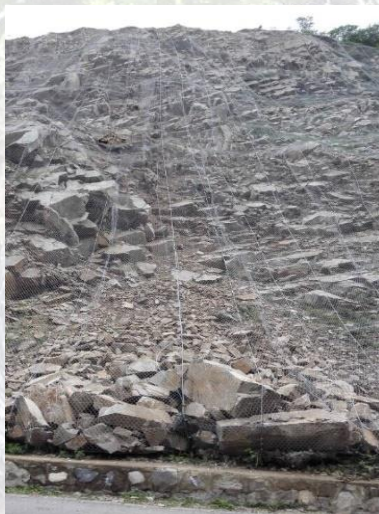
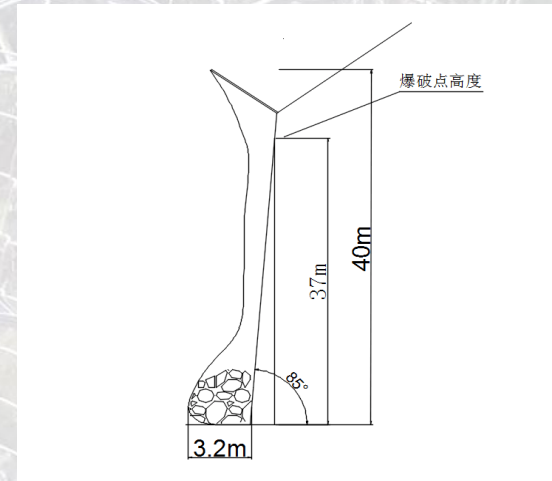


開口式簾幕網



覆蓋式簾幕網

防護理念



防護理念



阿爾卑斯山開口式簾幕網



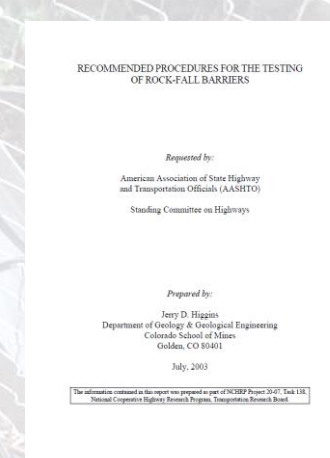
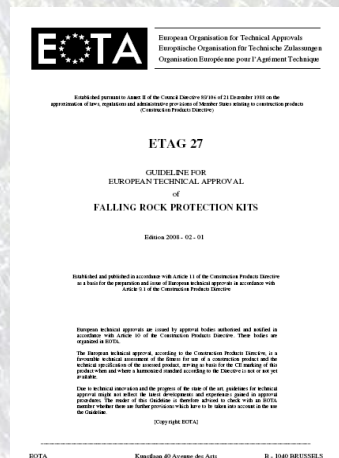
日本覆蓋式簾幕網

標準

歐盟標準：是一個落石防護認證標準，標準中主要以系統衝擊試驗為主要內容。

日本標準：日本是全世界唯一一個把落石作為一種獨立災害形式研究的國家。主要提出了落石能級的計算方法、設計理念、設計方法，是世界上唯一一本設計指導檔。

大陸標準：是一個產品結構件製造標準。





COPY NO. #

Guidelines for Certification and Management of Rockfall Fence Systems

Final Report

Prepared for
National Cooperative Highway Research Program, Project 24-35
Transportation Research Board
of
The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine

Ben Arndt, P.E., P.G.
Brett Arpin, P.E.
Yeh and Associates, Inc.
Denver, CO

Jerry D. Higgins, Ph.D., P.G.
Consulting Engineering Geologist
Golden, CO

Paul Thompson
Consultant
Bellevue, WA

December 2015



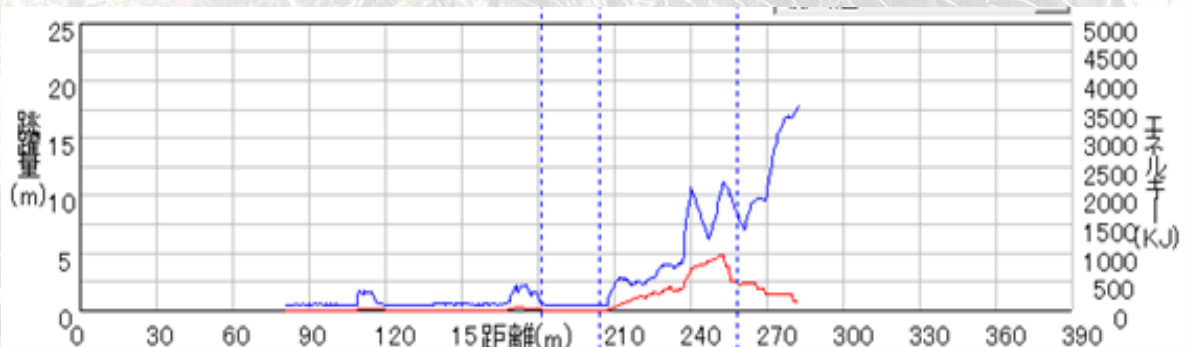
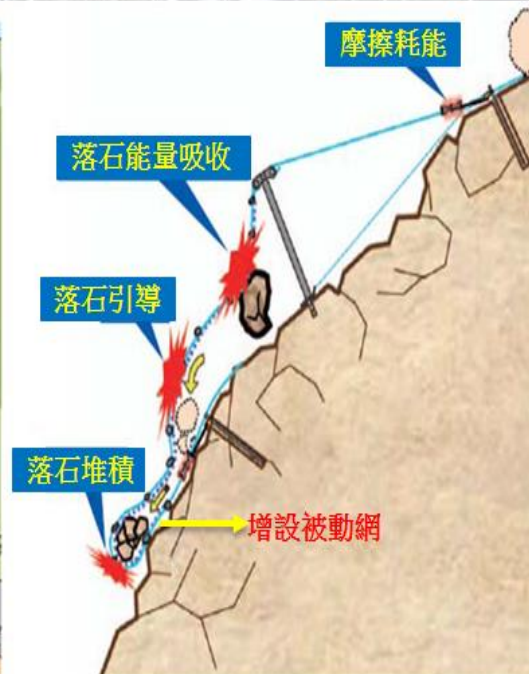
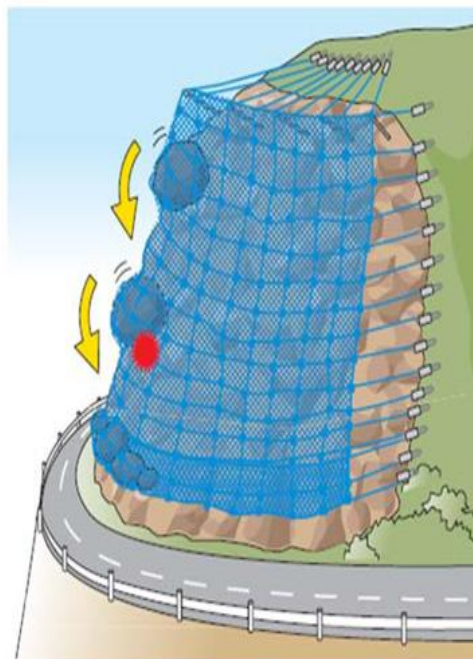
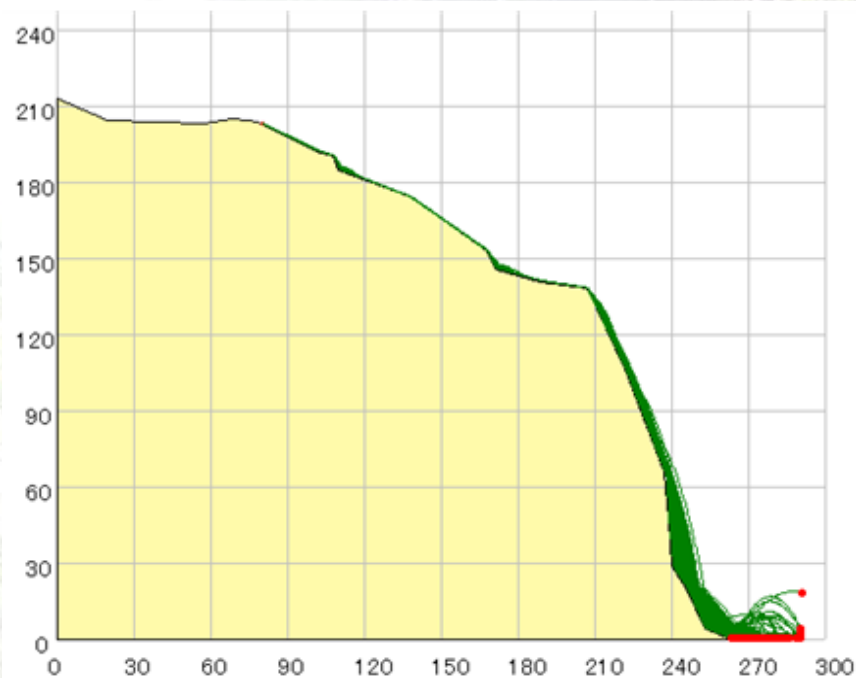
柔性落石防護網技術規範

Technical Specification for Flexible Falling Rock Barrier
(V1.0)

宜蘭大學工學院

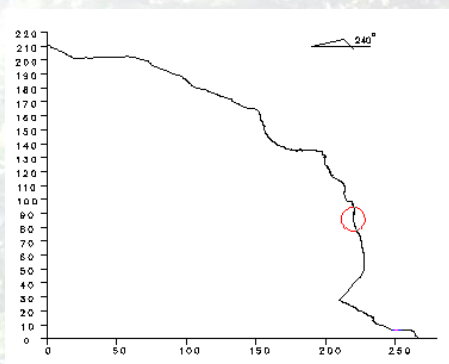
西元 2016 年 7 月 31 日發行

參、落石能級分析

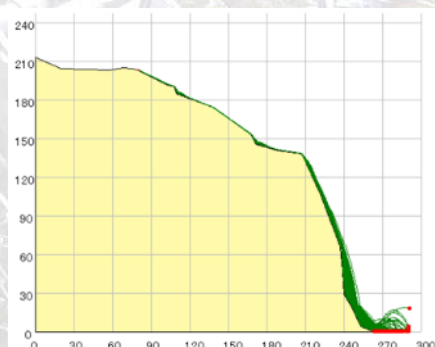


參、落石能級分析

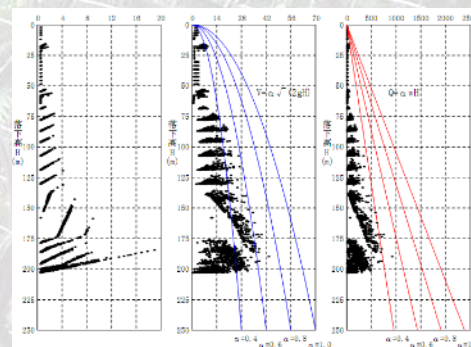
落石分析



三維斷面



運動路徑預測

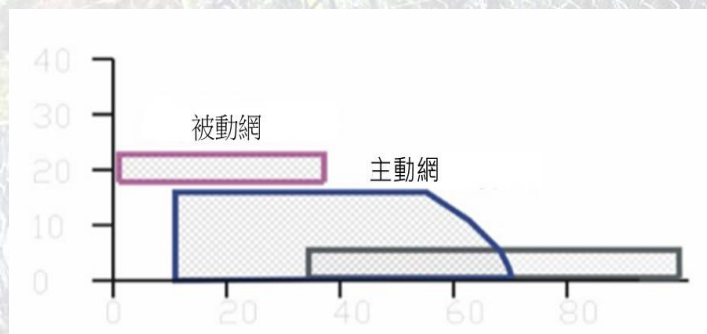


能量分析

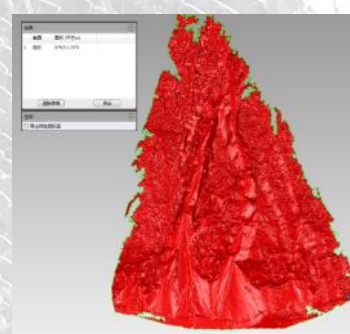
項目	計算結果	計算結果	計算結果
落石體積 (m³)	1.5	1.5	1.5
落石重量 (kN)	15.0	15.0	15.0
落石速度 (m/s)	10.0	10.0	10.0
落石動能 (kJ)	75.0	75.0	75.0
落石勢能 (kJ)	150.0	150.0	150.0
落石總能 (kJ)	225.0	225.0	225.0
落石動能 (kJ)	75.0	75.0	75.0
落石勢能 (kJ)	150.0	150.0	150.0
落石總能 (kJ)	225.0	225.0	225.0

數據成果

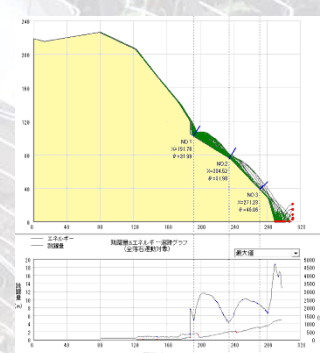
防護工程設計:



防護措施設計



邊坡防護面積測量



邊坡防護效果計算

參、落石能級分析

能級計算：

(歐盟標準和日本落石對策便覽)

日本： $mgh(1-\mu) \times 3$

歐洲： $mgh_1 \times 3$ ，其中 $h_1 = h(1-\mu)$

大陸： mgh

說明：

- 1.日本與歐洲計算方法完全相同，均考慮防護系統能連續3次衝擊，最大能級均設置為工作能級的3倍。
- 2.以 $\mu=0.5$ 計算，大陸能級【 mgh 】為歐、日設計能級【 $mgh(1-\mu \times 3)$ 】的2/3。

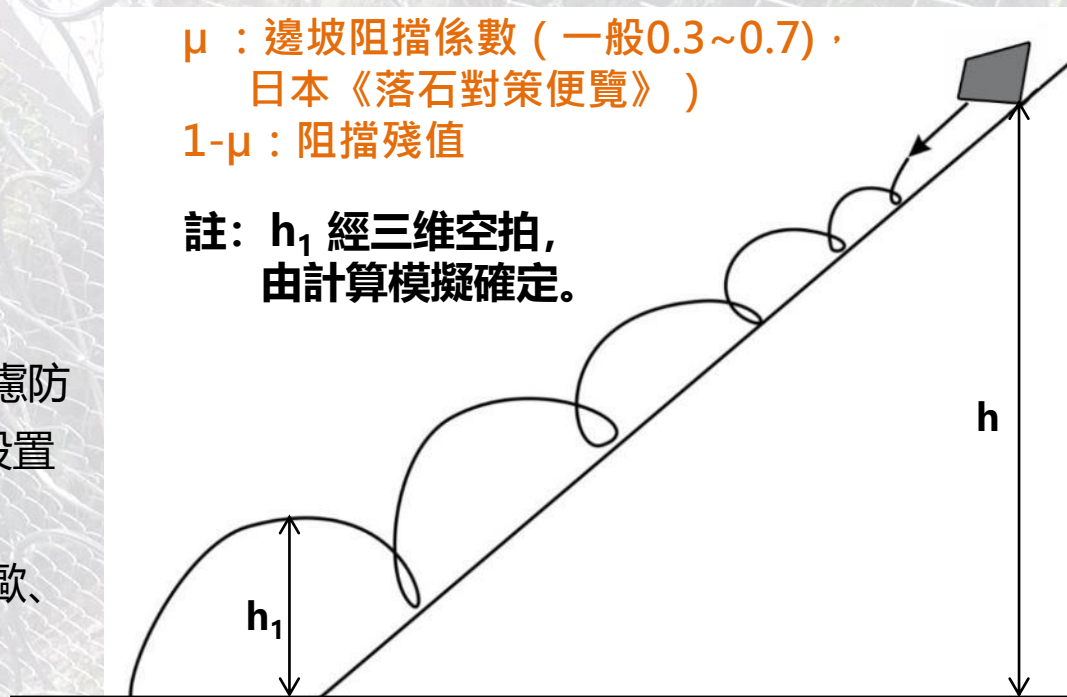
$mgh(1-\mu)$ 或 mgh_1 為工作能級

$mgh(1-\mu) \times 3$ 或 $mgh_1 \times 3$ 為最大防護能級

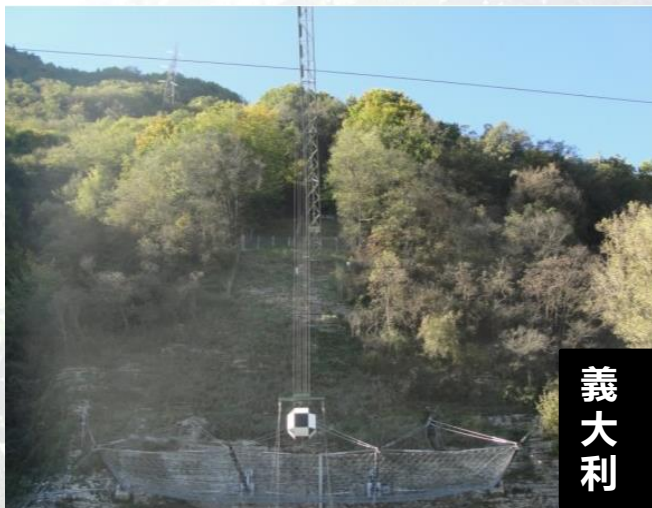
μ ：邊坡阻擋係數（一般0.3~0.7），
日本《落石對策便覽》）

$1-\mu$ ：阻擋殘值

註： h_1 經三维空拍，
由計算模擬確定。



肆、國外檢測方法



義大利



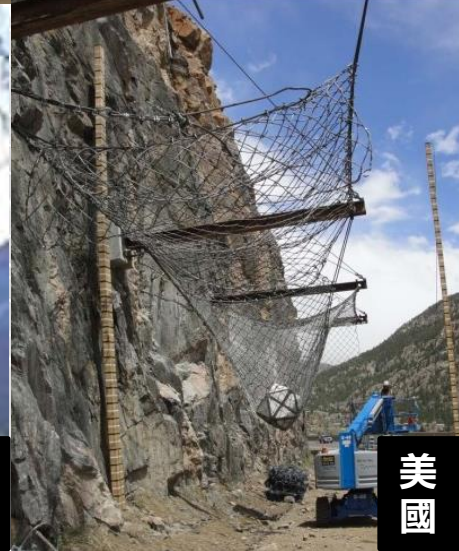
法國



美國



法國



美國



美國

肆、國外檢測方法



瑞士 日本



日本



伍、永安國際防災科技股份有限公司



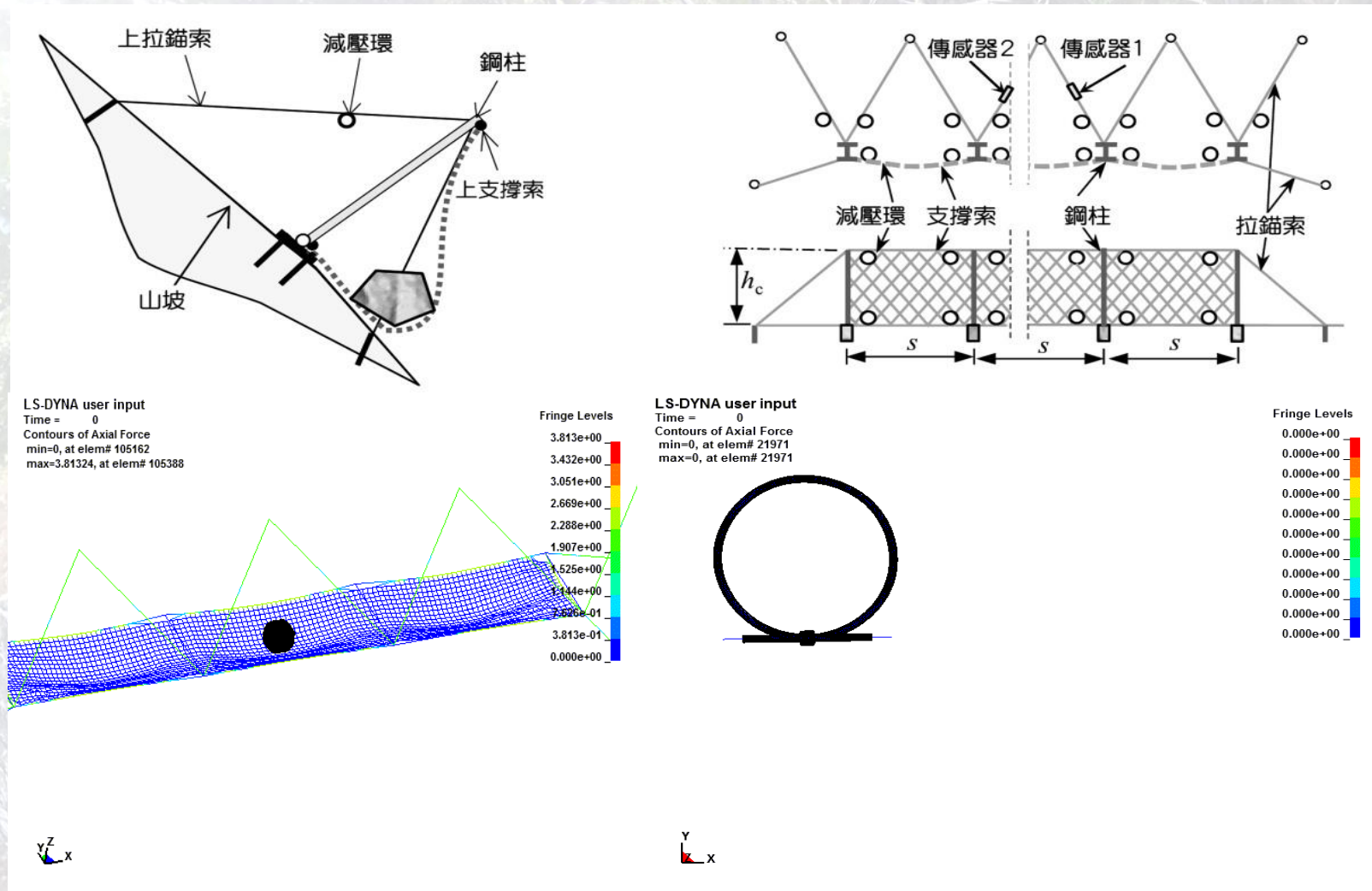
The Challenge



The Solution

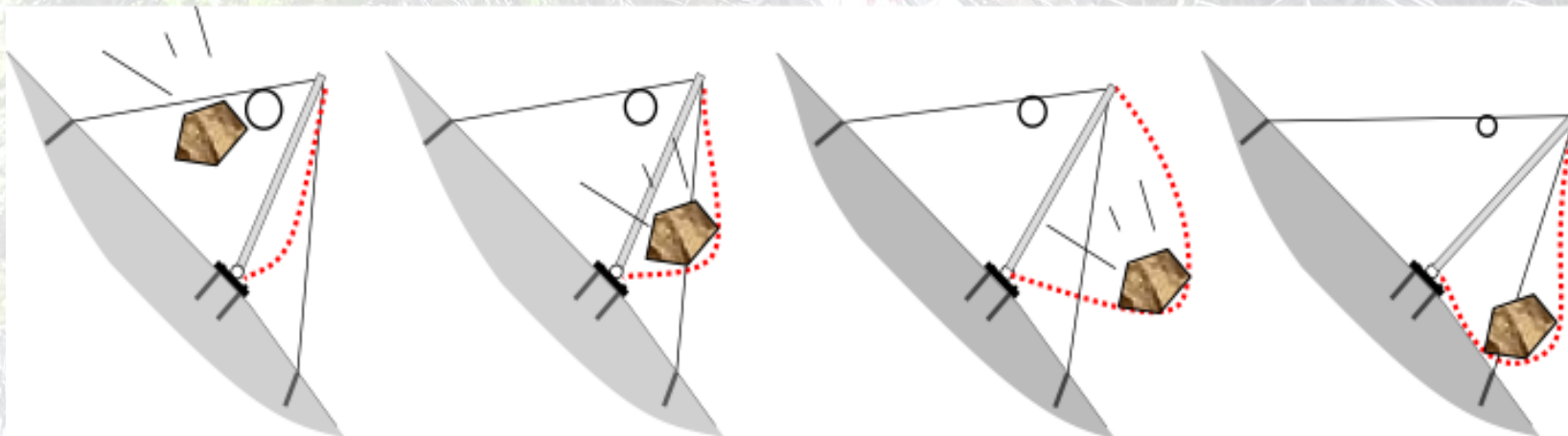
主要關鍵構件

被動柔性防護網由鋼絲繩網或環形網、固定系統（錨杆、拉錨繩、基座和支撐繩）、消能裝置和鋼柱四個主要部分構成。



被動防護網的工作原理

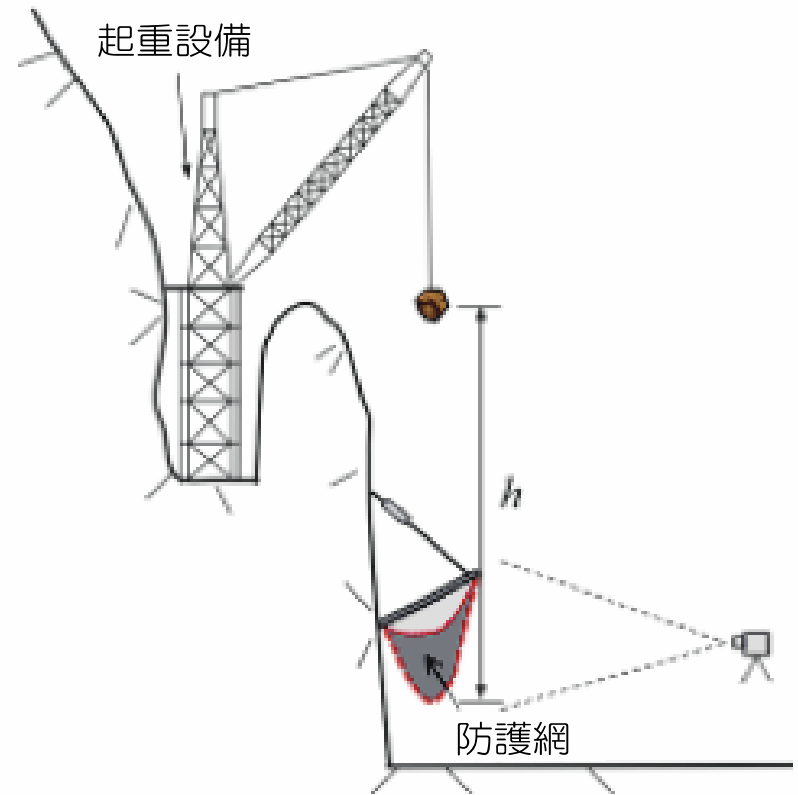
被動防護網的柔性主要來自於鋼絲繩網、支撐繩和減壓環等結構，且鋼柱與基座間亦採用可轉動連結以確保整個系統的柔性匹配，當落石下墜衝擊被動防護網時，衝擊力通過防護網的柔性得以延緩。



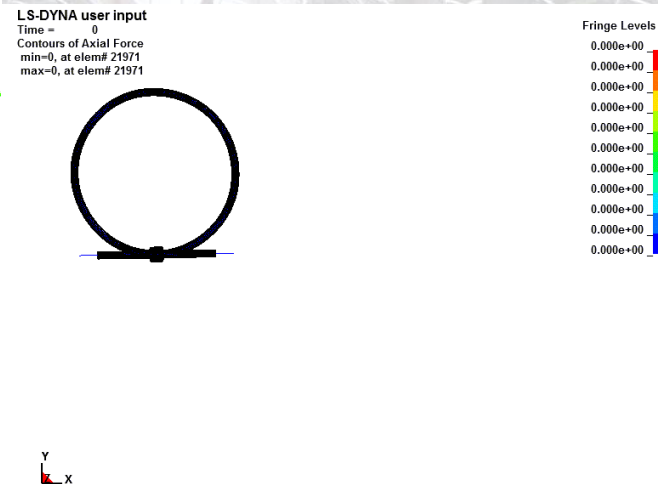
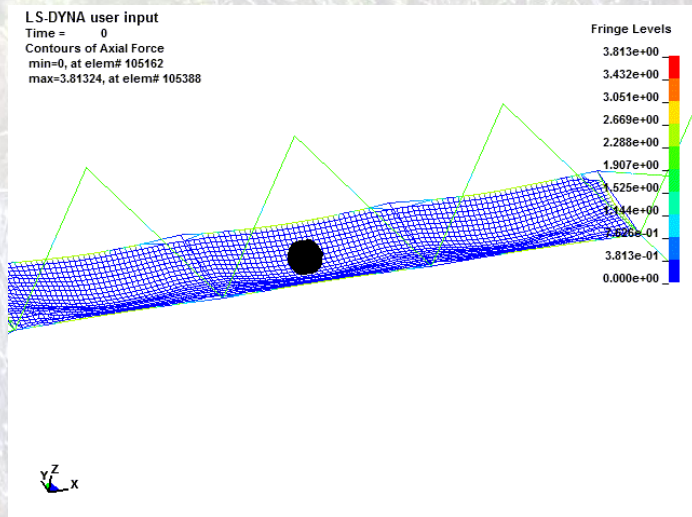
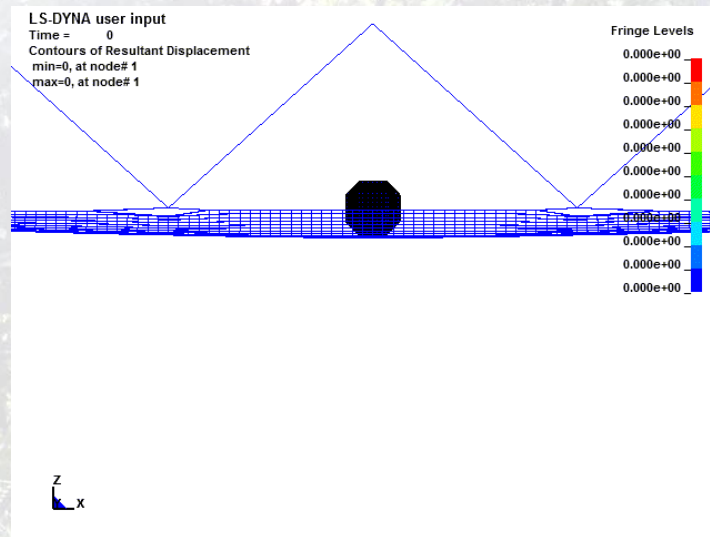
2017年10月29日四川成都試驗案例



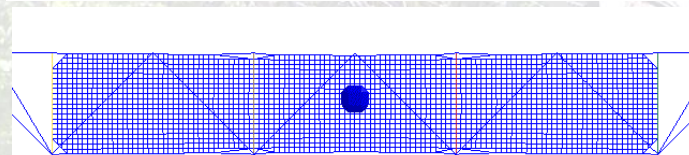
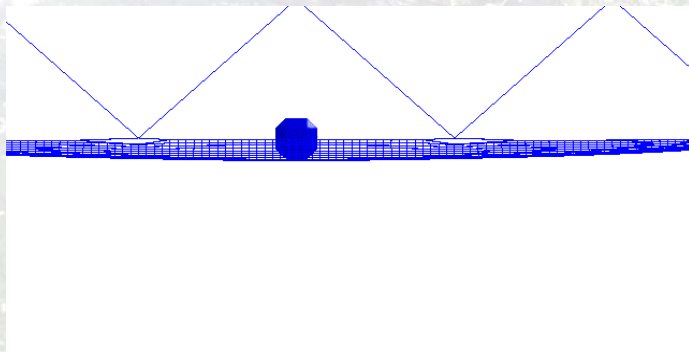
全尺寸衝擊試驗



數值計算驗證分析

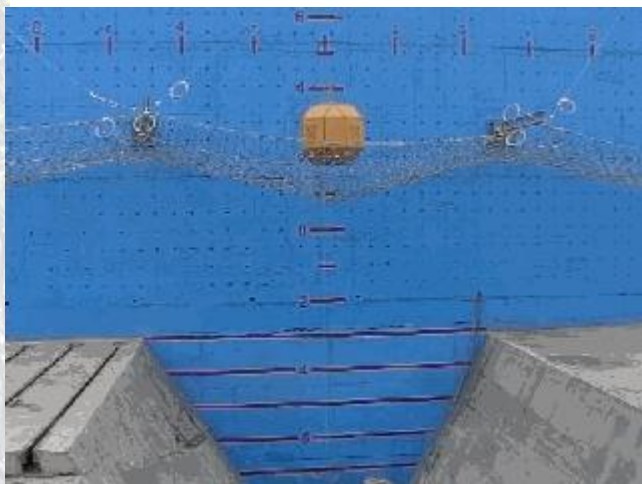
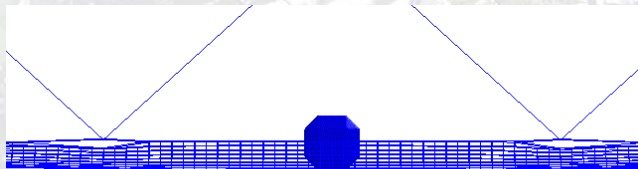


數值分析驗證1



系統失效原因：
鋼柱屈曲

數值分析驗證2



系統失效原因：
拉錨繩斷裂

[illegible]

成功



覆蓋型簾式網



開口型簾式網



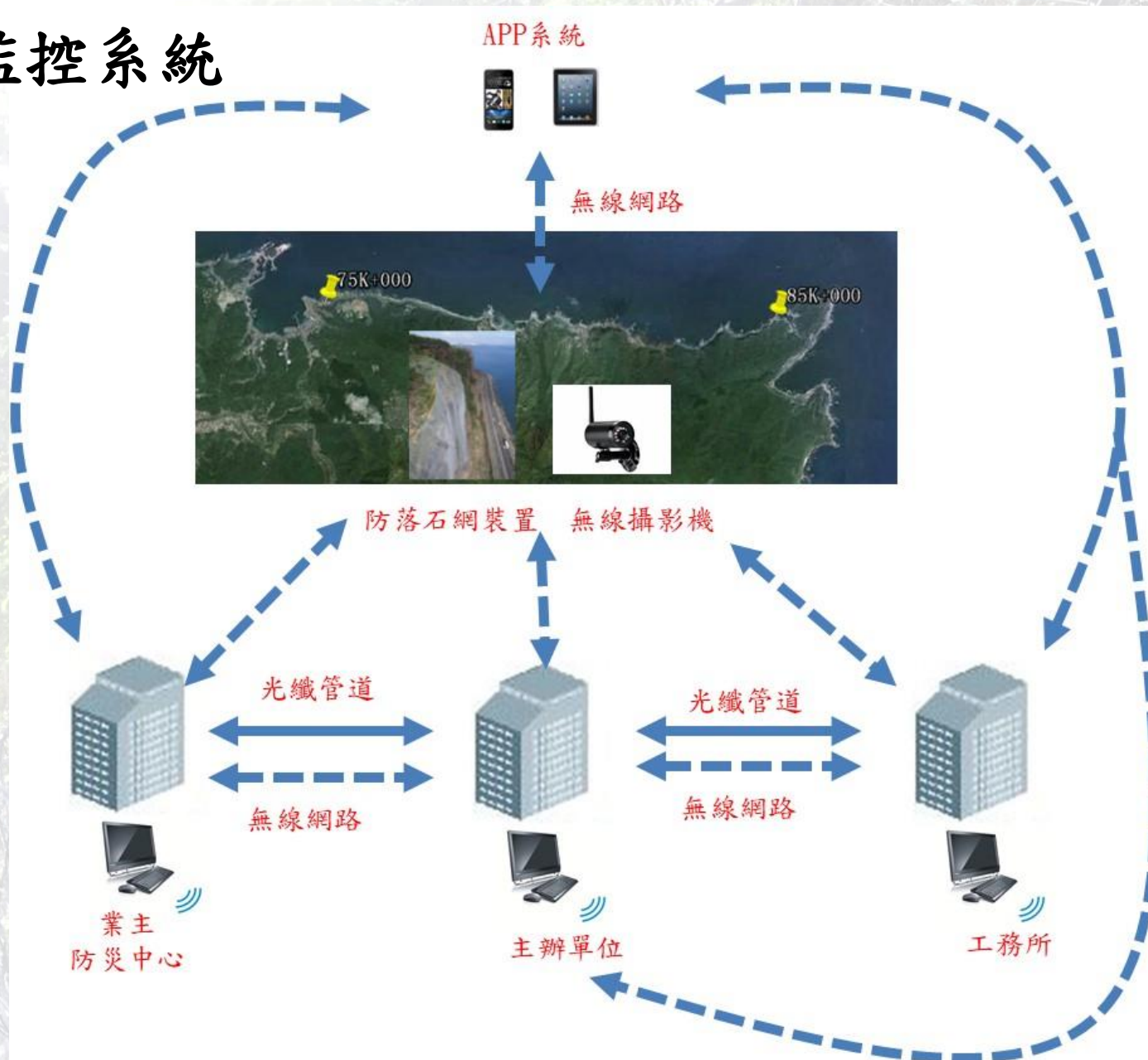


覆蓋型

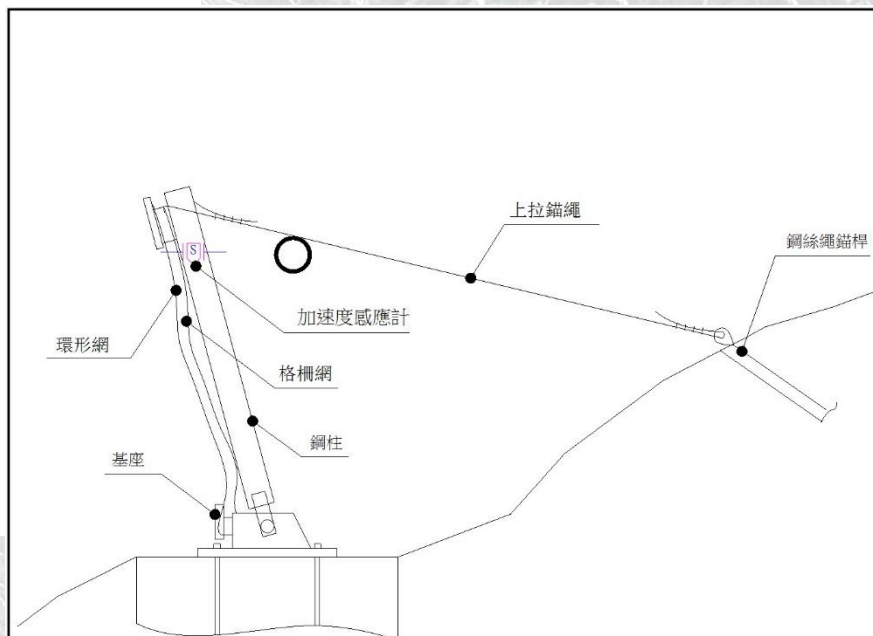
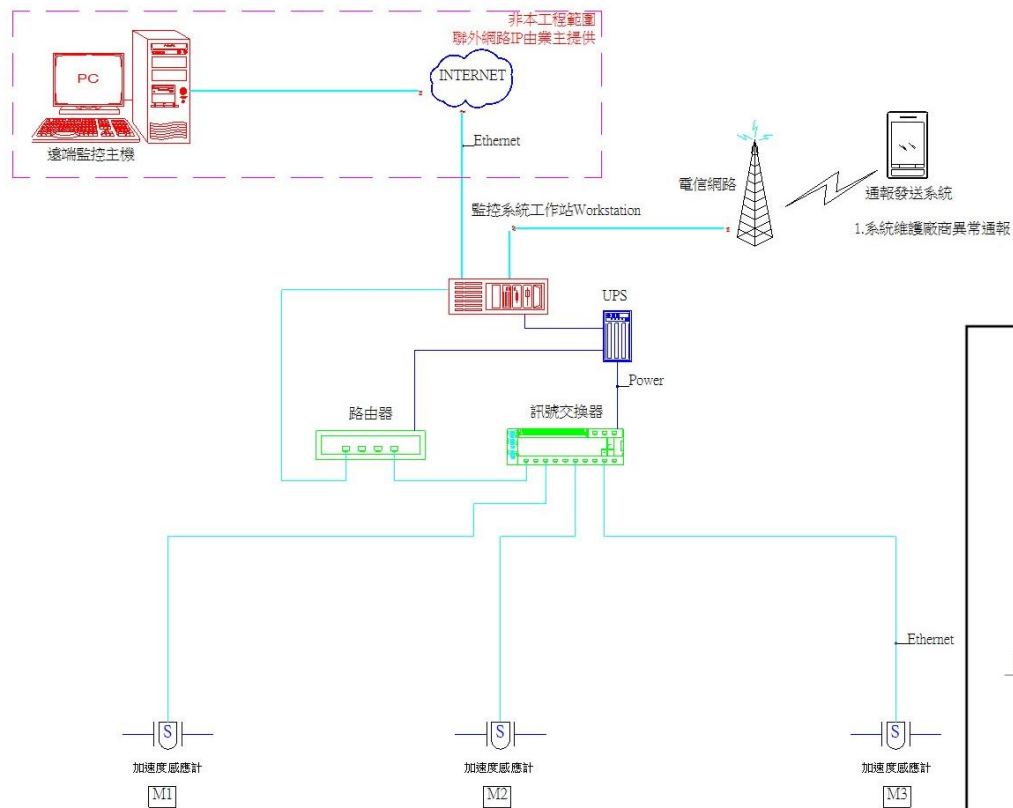


開口型

智慧監控系統



監測系統架構圖



加速度感應計安裝示意圖

本公司國內實際案例之一

新北市新店區香坡段水保工程~柔性防護網工程



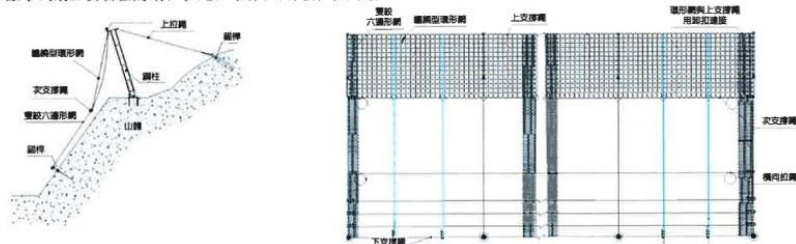


開口簾幕式網系列-ESLZ

開口簾幕式網系列(ESLZ系列)是由落石攔截收集系統和落石引導控制系統(功能與覆蓋簾幕式網相同)組成。落石攔截收集系統位於整個系統的上部,用鋼質立柱支撐起一個張開的口袋,用於攔截和收集更高位置墜落的石塊,再由相連的簾幕式網引導落石沿設定好的路線滑落到固定位置,有效避免了傳統主被動攔截系統不便清理、易造成二次危害的諸多弊端。開口簾幕式網適用於坡度較陡、落石較多、防護面積較大的邊坡地形。

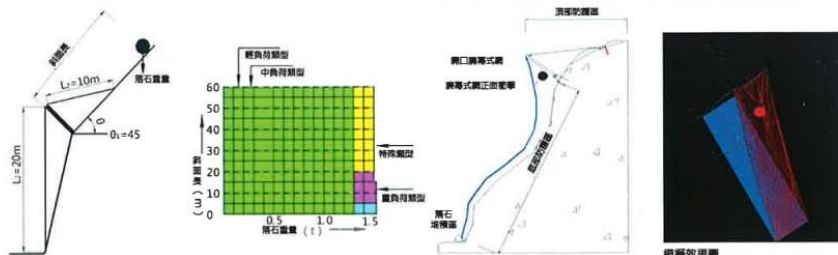
■ 產品構成

開口簾幕式網主要由金屬網、拉繩、錨桿、固定件等組成。



■ 力學作用原理

開口臺幕式鋼通過上部的立柱和支撐繩將鋼片撐起來形成一個開口結構。下部鋼片頂層表面鋪設在需要防護的坡面。山體產生的落石撞擊開口臺幕式鋼的上部鋼片被鋼網攔截，落石與鋼面與山體碰撞的同時能量也被消耗；落石滾落到開口臺幕式鋼的下部後，鋼片進一步限制落石的彈跳。鋼片和坡面產生的摩擦力不斷降低落石的能量，最終將落石體帶向引導至坡腳指定區域，達到落石防護作用。



引導系統 — 經濟有效的高陡邊坡防治解決方案

科學的「引導式」防護理念

引導系統是傳統主被動防護系統的升級產品，系統採用引導方式，使落石按一定的軌跡滑落到預設的收集區，以便於後期清理，並有效解決傳統主被動防護系統容易累積大量落石發生二次災害的缺點，引導系統在歐洲及日本已廣泛使用，主要產品有覆蓋簾幕式網系列和開口簾幕式網系列。



■ 應用範疇

- 高原、山區公路高邊坡地形
- 鐵路與高鐵路線多山危岩地段
- 危及廠礦企業、山區居民的陡峭地形
- 旅遊風景區危崖地段
- 覆蓋簾式網適合中陡邊坡
- 開口簾式網適合高陡邊坡

■ 產品優點

- 預設碎石聚集區，容易清理船艙，避免發生二次災害
- 適用多種複雜地形地貌，使用範圍廣
- 採用鉗鉗合金先達工裝，產品壽命高達60年以上
- 利於防止防護邊境植被生長，美觀生態景觀
- 具有強韌性，防護能級高
- 具有安裝、維護方便快捷的優點
- 同時具備傳統主動防護功能，防護效能更週全
- 具有高性能比、節材、節能環保等諸多優點



永安國際防災科技股份有限公司
 EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
 24250新北市新莊區思源路173號7樓
 TEL: 02-2279-1377 FAX: 02-2279-1387 E-mail: peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台



永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
 24250新北市新莊區思源路173號7樓
 TEL: 02-2279-1377 FAX: 02-2279-1387 E-mail: peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台

易修復被動網系列-ESR-Y

易修復被動網系列(ESR-Y系列)產品透過功能模組化、結構標準化、構件單元化設計，解決了現行柔性被動防護系統修復難度大、修復時間長的難題，實現了防護系統受衝擊損壞後能迅速恢復防護功能的需求，特別適用於高危險邊坡的防護，可有效降低二次災害的發生，提升道路交通安全。



■ 產品優點

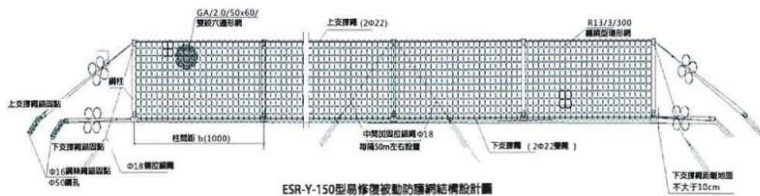
- 採用鉅鉗合金先進工藝，無防腐薄弱環節，使用壽命長
- 鋼柱時間無消耗裝置，安裝維護更方便
- 透過性能優越，衝擊後部件損壞率降低80%
- 構件單元化設計，容易更換
- 使用維護成本低，性價比高
- 全產品均按照歐洲ETAG027標準，通過落石衝擊試驗

■ 產品構成

ESR-Y系列產品由鋼絲繩網或環形網、固定系統、減壓環和鋼柱四個主要部分構成，其中攔截網部分包括主要的抗衝擊結構網以及攔截小塊落石的鐵絲格擋，固定系統部分包括錨桿、拉錨繩、基座和支撐繩。

■ 力學作用原理

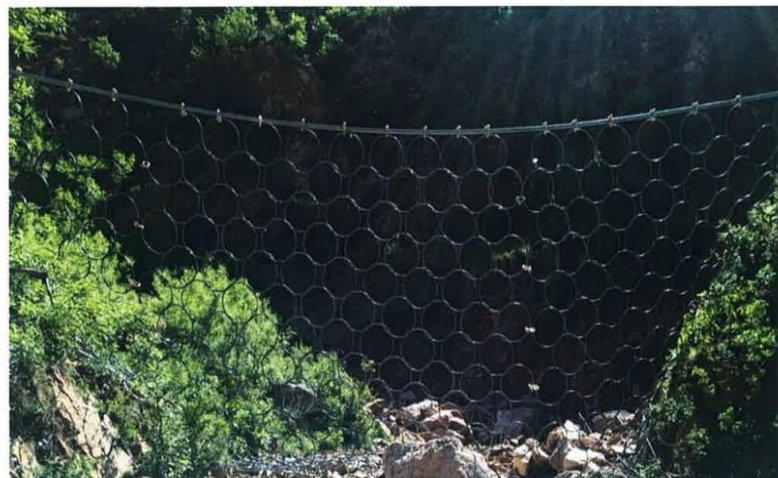
ESR-Y系列攔截系統通過鋼柱和上下支撐繩支撐將金屬網片和減壓環支撐起來，佈設於需要防護落石的山體中下部。落石衝擊攔截系統時，網片給落石提供一定的變形空間，同時將落石的能量通過支撐繩傳遞給減壓環消散，殘餘能量由系統錨固裝置吸收，最終截停落石。採用可更換構件設計，攔截落石後受損的構件可以方便快捷地獨立更換，迅速恢復系統防護功能。



ESR-Y-150型易修復被動防護網結構設計圖

土石流柔性防護網系列-ESDF

土石流柔性防護網系列(ESDF系列)是針對山區土石流災害防護開發的新型防護產品，能夠在設計範圍內攔截土石流體，並將土石流及其次生災害的危險降到最低。

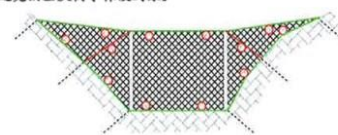


■ 產品優點

- 比傳統混凝土攔截效果更佳
- 施工成本及產品成本更低
- 工廠化生產，現場裝配，安裝維護更便捷
- 有效分離泥土及淤積物
- 產品性價比更高

■ 產品構成

柔性土石流防護網設置在土石流的必經之導流溝槽內，能夠有效阻擋土石流，攔截土石流攜帶物質，保護橋樑、道路和房屋建築等，攔截網能有效分離水與攜裹物，避免淤塞及衝擊保護對象。



■ 力學作用原理

土石流柔性防護網通過鋼柱和上下支撐繩將金屬網片支撐起來，佈設於山間河道或已發生土石流之低窪處。土石流衝擊柔性防護網時，金屬網片將土石流中的土石攔截，水通過金屬網片的網孔流走。金屬網片提供一定的變形空間推擠土石，並將土石的能量通過支撐繩傳遞至減壓環消散，殘餘能量由系統錨固裝置吸收，最終截停土石流中的土石，達到攔截土石流的作用。



永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
24250新北市新莊區思源路173號7樓
TEL: 02-2279-1377 FAX: 02-2279-1387 E-mail: peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台



永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
24250新北市新莊區思源路173號7樓
TEL: 02-2279-1377 FAX: 02-2279-1387 E-mail: peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台

攔截系統 — 高效率便捷的落石防治解決方案

攔截系統是一種被動式防止落石侵入防護區域的產品，由於其適用範圍廣、適應多種地形地貌、產品較成熟等優點，屬永安國際適用範圍最廣泛的被動式邊坡防護產品。攔截系統主要包含被動網系列、易修復被動網系列、土石流柔性防護網產品。



■ 應用範疇

- 節理、裂隙發育且整體穩定的岩質邊坡或基岩塊石土質邊坡
- 上陡下緩的邊坡
- 有足夠安全緩衝距離的邊坡
- 系統維護及落石清理條件較好的邊坡



被動網系列-ESR



易修復被動網系列-ESR-Y



土石流柔性防護網系列-ESDF

被動網系列-ESR

被動網系列(ESR系列)產品採用錨桿、鋼柱、支撐繩和拉錨繩等固定方式將纏繞型環形網安裝在鐵路或公路兩側坡面上，當落石衝擊防護網系統時，衝擊能量主要通過環形網吸收和消能裝置消散，殘餘能量由受力基體吸收。柔性被動防護系統適用於較大衝擊能量且軟土覆蓋屋較薄的岩石邊坡。



■ 產品優點

- 多項創新設計，避免應力集中，系統更穩定
- 採用纏繞型環形網，使用壽命不受卡扣影響，性能夠優越
- 採用雙絞六邊形網，防止“單點破壞，全面失效”
- 具有安裝、維護方便快捷的特點
- 採用鉗鉗合金先進工藝，無防腐薄弱環節，使用壽命長
- 最高防護能級已超過5000KJ

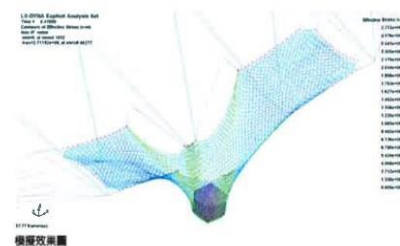
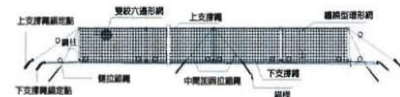
■ 力學作用原理

ESR系列攔截系統通過鋼柱和上下支撐繩支撐將金屬網片和減壓環支撐起來，佈設於需要防護落石的山體中下部。落石衝擊攔截系統時，網片給落石提供一定的變形空間，同時將落石的能量通過支撐繩傳遞給減壓環消散，殘餘能量由系統錯固裝置吸收，最終截停落石，達到攔截落石作用。



■ 產品構成

ESR系列產品由鋼絲繩網或環形網、固定系統、減壓環和鋼柱四個主要部分構成，其中攔截網部分包括主要的抗衝擊結構環形網以及攔截小塊落石的鐵絲格柵，固定系統部分包括錨桿、拉錨繩、基座和支撐繩。



Ever
Safety

永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
24250新市新莊區思源路173號7樓
TEL : 02-2279-1377 FAX : 02-2279-1387 E-mail : peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台

Ever
Safety

永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
24250新市新莊區思源路173號7樓
TEL : 02-2279-1377 FAX : 02-2279-1387 E-mail : peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台

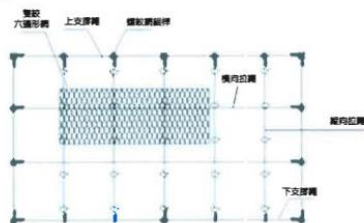
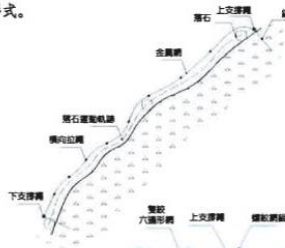
覆蓋簾幕式網系列-ESLF

覆蓋簾幕式網系列(ESLF系列)是用防護系統將整個危險區域全部覆蓋，控制落石運動範圍，引導落石運動到預設的落石聚集區，由支撐繩、縱橫向拉繩、雙絞六邊網及錨桿等組成，適用於坡表破碎的中陡邊坡。



■ 產品構成

覆蓋簾幕式網主要由金屬網、拉繩、錨桿、固定件等組成。防護金屬網類型根據防護能量不同可採用多種組合形式。



■ 力學作用原理

覆蓋簾幕式網通過四圍錨桿、上下支撐繩和縱橫向支撐繩形成框架，將金屬網覆蓋固定在需要防護的坡面。系統的自重對坡面上的危石施加一個垂直於坡面的壓力，同時給落石的滾動留出一定的空間。坡面落石滾落衝擊網片，網片能有效限制落石的彈跳高度，滾落過程中落石與網片和坡面產生的摩擦力不斷降低落石能量，最終將落石截停或引導至坡腳指定區域，達到落石防護作用。



永安國際系列產品目錄表

序號	產品類型	網型名稱	型號
1	攔截系統	被動網	ESR
2		易修復被動網	ESR-Y
3		土石流柔性防護網	ESDF
4	引導系統	覆蓋簾幕式網	ESLF
5		開口簾幕式網	ESLZ

注：

1. ESR、ESR-Y及ESDF型號產品通常以能級劃分，例如ESR-150代表防護能級為1500KJ被動網；ESR-Y-200代表防護能級為2000KJ易修復被動網；ESDF-200代表防護能級為2000KJ土石流柔性防護網。
2. ESLF及ESLZ型號產品通常以能級劃分，例如ESLF-150代表防護能級為1500KJ覆蓋簾幕式網；ESLZ-200代表防護能級為2000KJ開口簾幕式網。



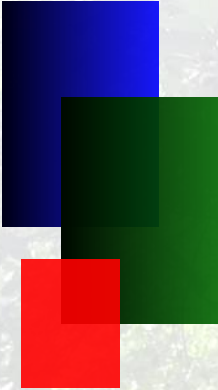
永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
24250新北市新莊區思源路173號7樓
TEL : 02-2279-1377 FAX : 02-2279-1387 E-mail : peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台



永安國際防災科技股份有限公司
EverSafety International Disaster Prevention Technology Co., Ltd.
24250新北市新莊區思源路173號7樓
TEL : 02-2279-1377 FAX : 02-2279-1387 E-mail : peichen1001@gmail.com

與四川西南交通大學土木工程結構實驗中心技術合作
擁有高能級人工落石衝擊實驗台



簡報完畢

敬請指教

