

峽谷自然災害的治理防災規劃與試驗計畫第一期

張石角

中華民國工程環境學會

*通訊作者，email: scc2484.scc2484@msa.hinet.net

研究目的

峽谷區步道之不同於開闊地形區步道者，在於其恆瀕峭壁懸崖，遊客安全深受高聳岩壁落石之威脅，卻又因受地質和地形作用等自然環境之限制，使落石等自然災害不易根除，因此使有效提升峽谷區步道之遊憩環境安全，成為管理處長久以來想努力解決之課題。

研究方法與步驟

(一)研究方法:

1.文獻蒐集與回顧

- (1) 本國家公園遊憩區之自然災害現象與災害史資料蒐集與課題分析。
- (2) 峽谷區災害治理對策之中外文獻評析。

2.田野調查

- (1) 峽谷區步道分布及類別之田野調查與分析。
- (2) 峽谷區步道地質敏感路段自然災害類型之田野調查與分析。

3.資料彙整及分析

步道地質敏感路段災害各類型之治理創新對策之規劃設計及其適宜性評析。

- (1) 治理對策安全性分析。
- (2) 治理對策環境相容性分析。
- (3) 治理對策施工便利性分析。
- (4) 峽谷馬拉松活動前減輕災害之因應規劃。

4.治理試驗及觀測，以評估所設計之設施之可行性

選擇步道其內最易發生落石地點，或於各類地質敏感類型區設置經核可之各類對應之防災設施，進行臨場試驗及觀察。

(二)研究步驟

1.調查與分析峽谷區步道肇災之地質與地形環境特性及其對遊憩安全之影響程度，並區分其類別與危險程度等級。

2.檢討分析各類道路崩塌邊坡傳統處理工法，並以前揭「防護設施規劃設計基本原則」探討其於國家公園步道之適用條件。

3.傳統工法不適用之步道環境，配合肇災情境，研發創新設計符合「防護設施規劃設計基本構想」之步道安全防護設施，並試驗其有效性與實用性。

4.根據本國家公園步道特性，研討因地制宜之創新與傳統工法綜合活用運用於步道安全之規劃原則。

5.以綜合工法規劃設計打造安全又美麗之步道為本計畫之鵠的。

(三)創新步道安全防護工法研發原則

1.創新步道安全防護系統規劃設計原則

- (1) 災變事件發生第一時間遊客安全大致獲得保障。
- (2) 步道進出口處及中途適當地點設置高安全避難設施，以供遊客於第二時間躲避以等待救援。

2.創新步道安全防護工法設計基本構想

防護設施規劃設計基本構想以達到防護設施規劃設計基本原則為目的。

- (1) 防護設施之強度以足夠抵抗當地岩壁破碎度所產生之岩塊之自由落體壓力為度。
- (2) 防護設施之防護範圍以最大可能落石區為度。
- (3) 防護設施以各部預製及現場組合為原則。
- (4) 防護設施以增減部品方式達到因地制宜之目的。
- (5) 防護設施之材質以可易地使用及資源回收為原則，以符合節能減碳政策。
- (6) 防護設施以獨立結構為單體，配合環境及美學需要，可多單體作高低、前後之配置，形成聯合防護結構有機體。

(7) 結構單元之色彩可依環境美學規劃，藉以將防護設施轉化成步道傢俱裝飾。

(8) 所設計之防護設施以可一體適用於各處步道為原則；其不能者，輔以適當之傳統工法。

結果與討論

(一)蝶形凌空墜石防護傘經15公斤重之岩塊自12公尺高處自由落體式撞擊後，連最上層直接承受撞擊之PVC鋼網都未受到損壞，表示本傘之結構應可耐遠較此為重之石塊之撞擊無疑。

(二)蝶形凌空墜石防護傘之設計係以計畫區最常見之直徑約10公分之岩塊，其重量約3公斤為對象。試驗結果顯示其可耐15公斤以上石塊之撞擊而無恙，已證明其防護能力達到原設計構想水準。

(三)行動防護傘經臨場試驗亦證明其可耐直徑約10公分之岩塊之撞擊而未被石塊穿透，表示其有相當優異之防護功能，應可提供遊客選擇使用。



蝶形凌空墜石防護傘試驗成功，證明防護傘之功能後，媒體記者勇敢的聚集在蝶形凌空墜石防護傘下體驗墜石重擊頭上傘面之緊張氣氛。

行動防護傘試驗成功後，女記者撐傘親身體驗防護傘抵擋落石之功能，以見證其防護功能。

結論與建議

(一) 試驗性四座蝶形凌空墜石防護傘每座傘面8平方公尺，共計32平方公尺。觀測期四個月共攔截43顆凌空墜石，平均每平方公尺傘面攔截1.35顆落石。

(二) 觀測期間四個月，共172,800分鐘，平均每平方公尺傘面攔截1.35顆落石。換算每分鐘每平方公尺攔截到1顆落石之機率： $1/128,000=0.0000078$ ，即：百萬分之八。

(三) 換言之，在步道上每設一平方公尺傘面之防護傘，每分鐘即可減少百萬分之八被落石打到之機會。

(四) 九曲洞步道共有七段有落石風險之懸峭壁步道，共約430m長。遊客賞景漫步需時平均約15分鐘，被落石打到之機率為百萬分之120。

(五) 就賞景活動言，步道可分為通過區和賞景區；賞景拍照時間約佔通過時間二分之一，即約8分鐘。若於賞景拍照區設置防護傘，則可使遊客減少八分鐘之風險，使九曲洞遊客之落石風險機率減半而降為百萬分之64。

(六) 根據本區落石災害史，75年11月太魯閣國家公園成立，至98年10月止22年間，九曲洞步道落石死亡2人，受傷19人，傷亡合計21人。

(七) 九曲洞步道每年遊客初估約80萬人次，則22年間共有遊客17,600,000人次，而傷亡21人，故遊客傷亡機率为百萬分之1.20；每年遊客可能傷亡人數則為0.95人。

(八) 今若於賞景拍照區設置防護傘，使落石災害減半，則遊客傷亡機率可從百萬分之1.20降至百萬分之0.60；而每年遊客可能傷亡人數則可從0.95人降至0.48人。

(九) 因有步道安全設施，而於一次落石事件中能多免一人之災難，就能免一個家庭之災難。這不僅是管理績效，也是積德，善莫大焉。