



農業部農村發展及水土保持署  
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

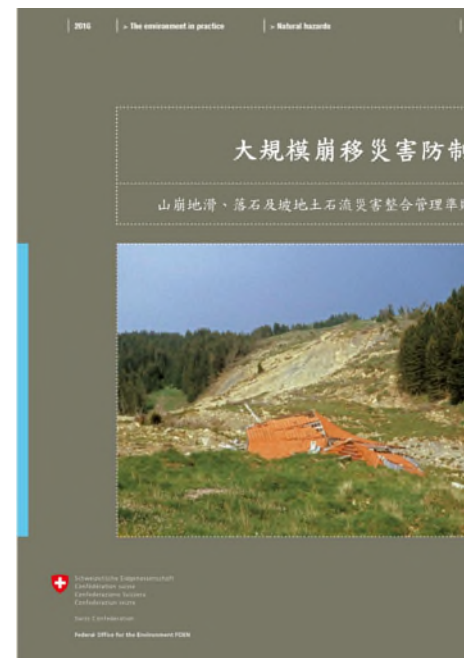
# 大規模崩移災害防治

## 山崩地滑、落石及坡地土石流災害整合管理準則

農村水保署 減災監測組

助理研究員 李易諭

2024/03/19





# 瑞士聯邦環保署（2016）

- 針對山崩地滑、坡地土石流和落石過程的管理作業所制定的準則
- 說明「聯邦森林法」所規定的合法執行狀況，以落實法規對於生命和重要資產的保護
  - 訂定全國適用的紀錄原則，確保各州當局有一致的評估標準
  - 判釋與評估邊坡災害，製作相關圖資
  - 就災害發生的機率與其強度，評估保全對象受災的風險，並擬定相關防護措施

# 此準則定義的大規模崩移危害

- 墜落過程：落石、岩崩、冰崩和崩塌
- 滑坡滑動過程：滑坡、岩石滑坡和沉陷
- 流動過程：坡地土石流

依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過10公頃或土方量達10萬立方公尺或崩塌深度在10公尺以上的崩塌地；此類深層的崩塌，近於高速運動的地滑。

98年8月9日，小林村獻肚山崩塌造成491人死亡(圖1-1)，日本率先提出「深層崩壞」名詞，臺灣間接引用改為「深層崩塌」。隨後經多次多方討論，以致災規模為考量，將深層崩塌進一步改為「大規模崩塌」。



圖1-1 小林村災害前後照片

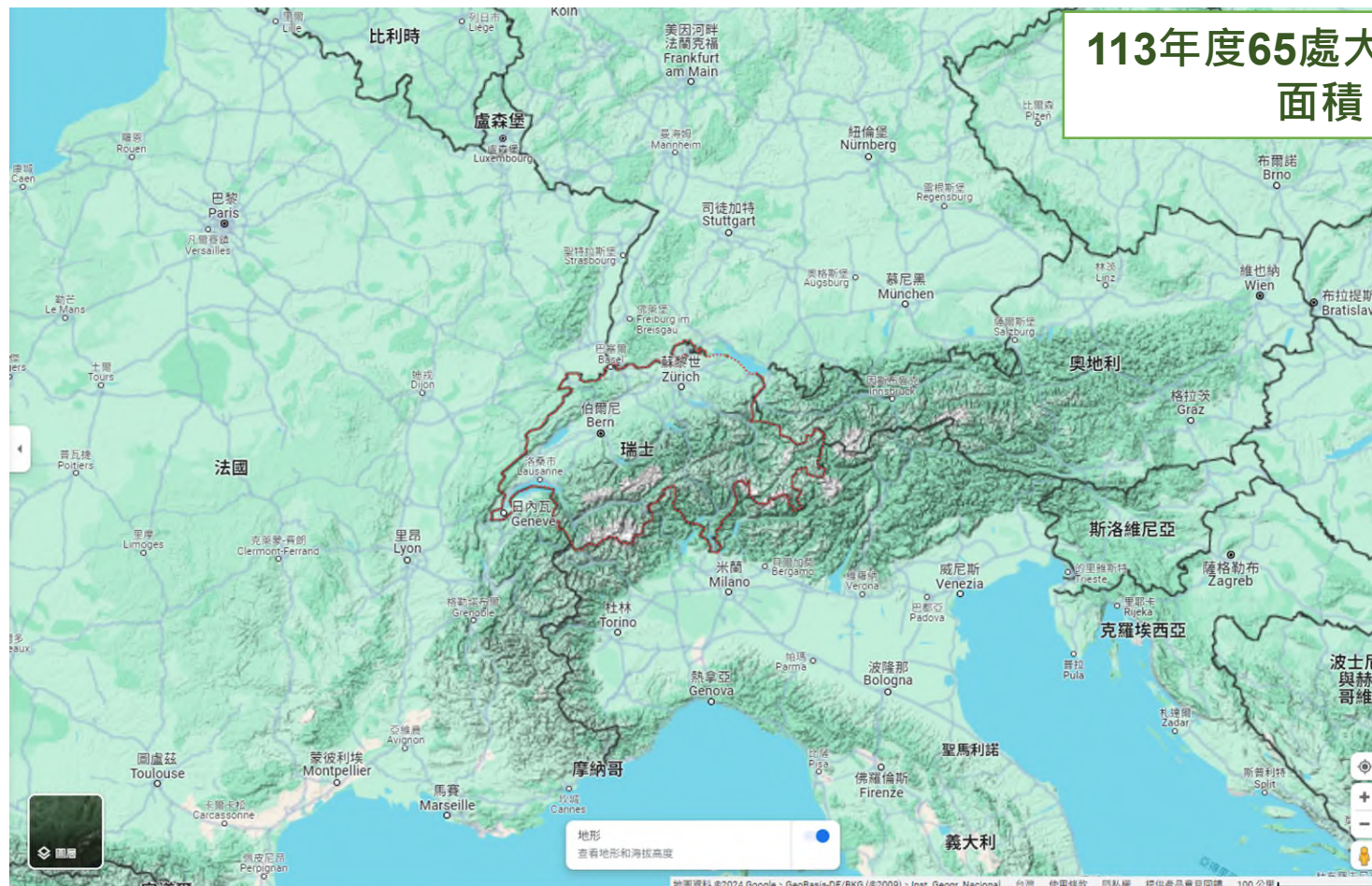
圖片來源：土石流及大規模崩塌防災資訊網

[https://246.ardswc.gov.tw/Landslide/Landslide\\_Introduction](https://246.ardswc.gov.tw/Landslide/Landslide_Introduction)



# 瑞士的地理背景

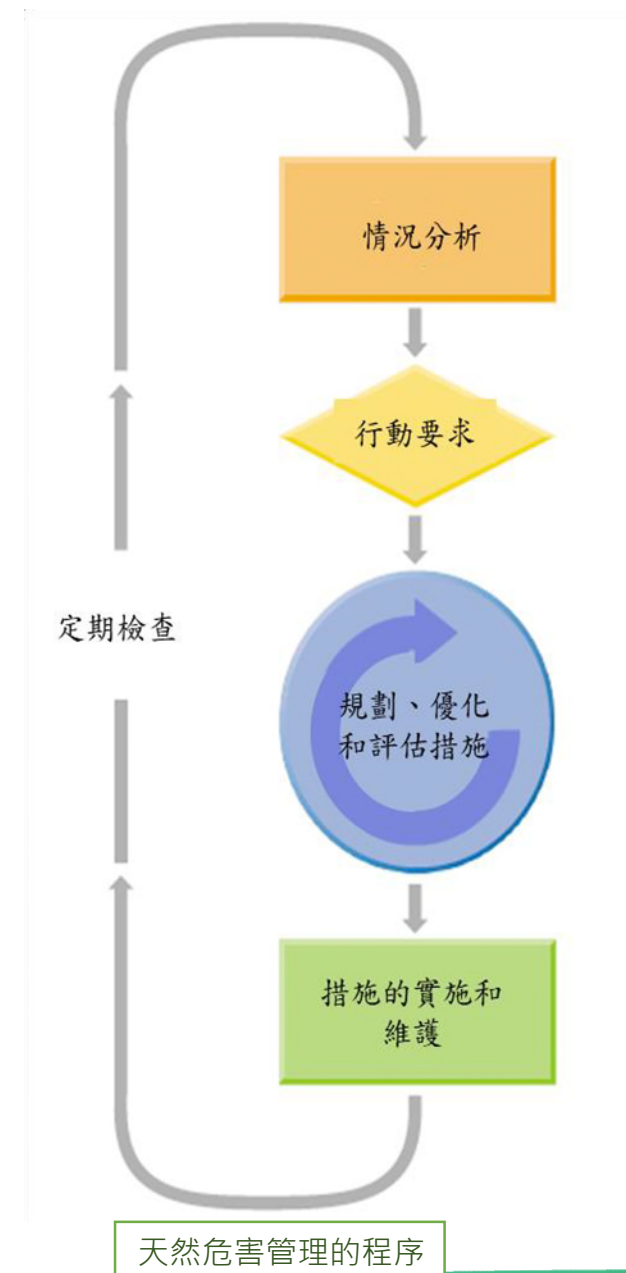
大規模崩移的地區佔瑞士領土約**6-8%**  
( 台灣的面積 $36000km^2$ ，乘以6-8%為2160-2880  $km^2$  )



圖片來源：Google Map ( 截圖時間：2024/03/15 )

# 導讀大綱

1. 情況分析：坡地災害的分析
2. 行動要求：評估應達成的安全等級
3. 措施：提供保護作用的方式





# I、情況分析

影響範圍、基本的崩移資訊、天然災害登錄、  
防護工程登錄、危害程度評估、災害的不確定性



# 可能受到天然災害影響的範圍

## 土地利用和對象

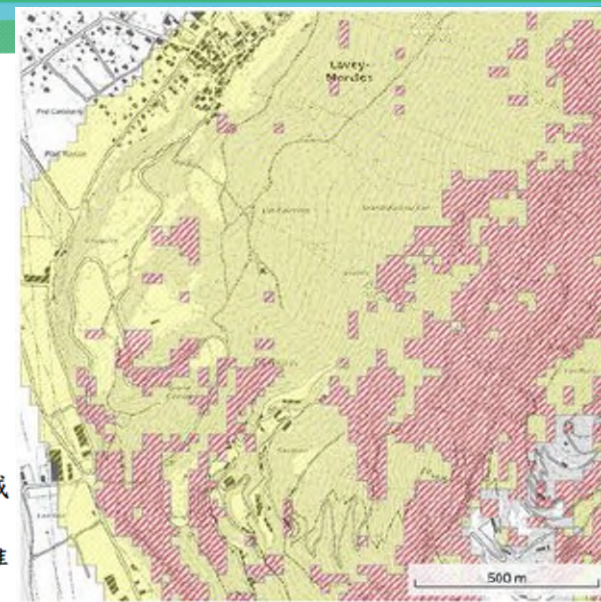
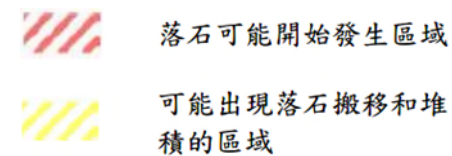
- 人員
- 建物
- 基礎設施（道路、電力系統等）
- 文化資產
- 特殊物品

## 過程

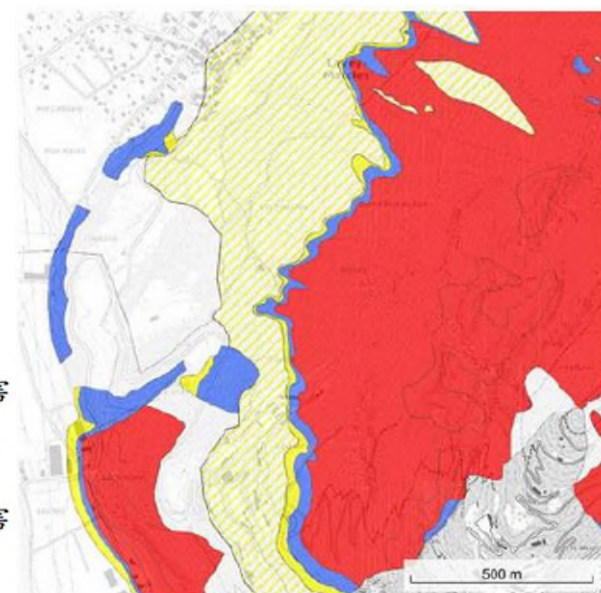
- 災害產生危害的過程
- 附錄A2（大規模崩移過程識別）

# 危害評估的等級

- 第一級:危害指數圖 ( 小比例尺 )
  - 潛勢區的概念
- 第二級:危害圖 ( 五千分之一、一萬分之一的圖 )
- 第三級:施工項目或詳細研究 ( 大比例尺 )
  - 施工參考



落石危害的危害指數圖



落石危害的危害圖

# 基本的崩移資訊及獲取的方法

- 地形分析
  - 正射影像、高程模型、遙測等
- 地質圖
- 水文資訊
- 岩心鑽探
- 現象圖
- 天然災害登錄
- 防護工程登錄

圖 4：現象圖

使用符號工具箱產生實例，有關滑坡符號的選擇顯示在地圖的關鍵字內容中。



|  |                                                  |
|--|--------------------------------------------------|
|  | Landslide, velocity >10 公分/年<br>地滑、速度 >10 公分/年   |
|  | Landslide, velocity 2-10 公分/年<br>地滑、速度 2-10 公分/年 |
|  | Landslide, velocity 0-2 公分/年<br>地滑、速度 0-2 公分/年   |
|  | Flooding from torrent<br>洪水造成之淹水                 |
|  | Potential debris flow deposit<br>可能的土石流堆積        |
|  | Debris flow deposit<br>土石流堆積                     |
|  | Transit zone 過渡區                                 |
|  | Landslide, velocity >10 公分/年<br>地滑、速度 >10 公分/年   |

Large scarp 崩崖

Spring 泉水

Spring, water collected 泉水集水區

Deep seated (>10 m) 深潛區(>10 公尺)

Moderate depth (2-10 m) 中深度(2-10 公尺)

# 天然災害登錄（歷史災害目錄）

- The present is the key to the past.（鑑往知來）
- 有助於估計迴歸期和進行危害範圍的校正
- 聯邦政府提供規格化的調查表格給州級政府的專家進行調查
  - 應記錄（1）危害過程、（2）作用範圍、（3）災害歷程，及（4）損害程度
  - 氣象條件也可列入紀錄選項中

- Debris flows 土石流
- Floods 洪水
- Hillslope debris flows 坡地土石流
- Landslides 山崩地滑
- Rockfall (rocks 0.5-2m) 落石(岩石 0.5-2m)
- Rock avalanche (boulders > 2m) 岩石雪崩(礫石 > 2m)



# 防護工程登錄

**目的：為確保防護工程的長期保護效果，並用於後續的災害風險評估**

- 防護工程登錄是有效管理防護結構物的重要方式，登錄內容包括
  - 工程結構物的類別、大小尺寸、位置、狀態、竣工時間等資訊
  - 另可記錄權責、受保護的對象、施工成本、維護計畫等資訊
- 追蹤工程結構的安全性

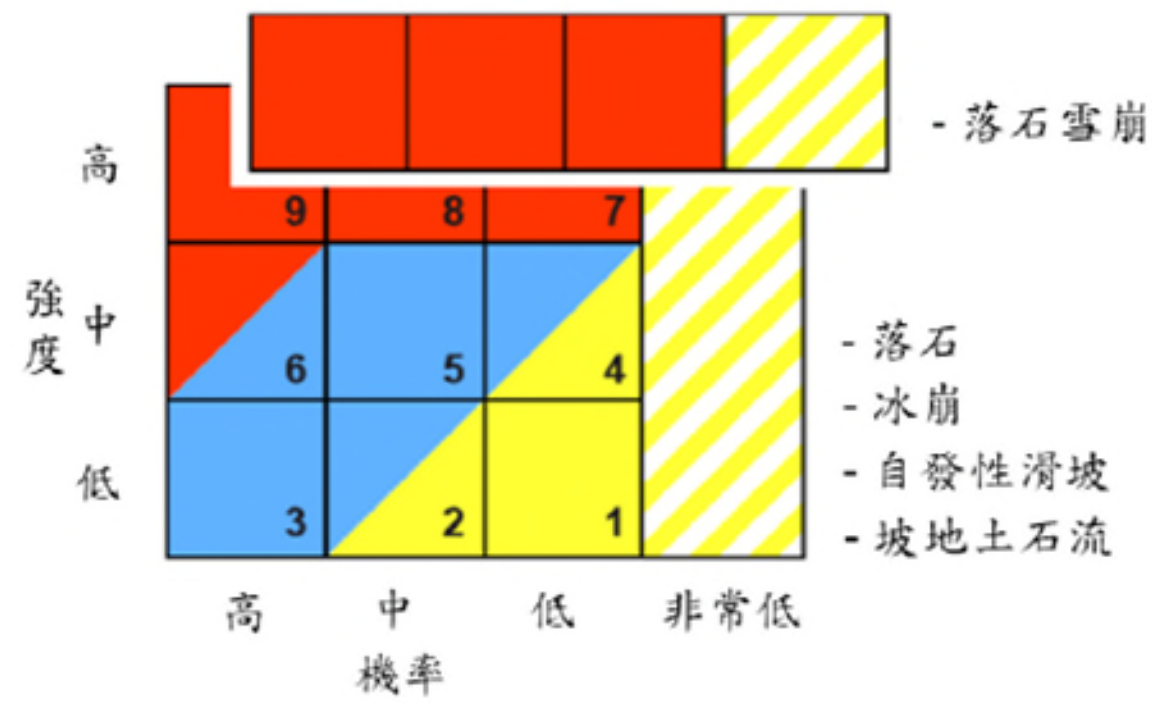


何時新建？  
使用狀況？  
是否定期維護？



# 危害程度評估

## 瑞士



## 台灣

| 危險等級<br>評分表 |   | 重要保全對象等級 |   |   |
|-------------|---|----------|---|---|
|             |   | 高        | 中 | 低 |
| 發生度等級       | 高 | 9        | 7 | 4 |
|             | 中 | 8        | 5 | 2 |
|             | 低 | 6        | 3 | 1 |

圖片來源：土石流及大規模崩塌防災資訊網  
[https://246.ardswc.gov.tw/Landslide/Landslide\\_Evaluation](https://246.ardswc.gov.tw/Landslide/Landslide_Evaluation)



# 強度機率圖-評估災害發生機率

$$P_y = \frac{1}{T}$$

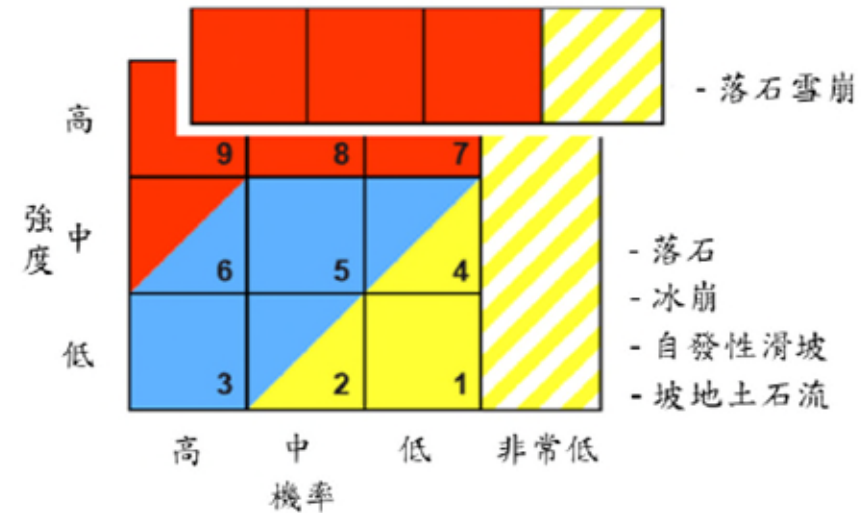
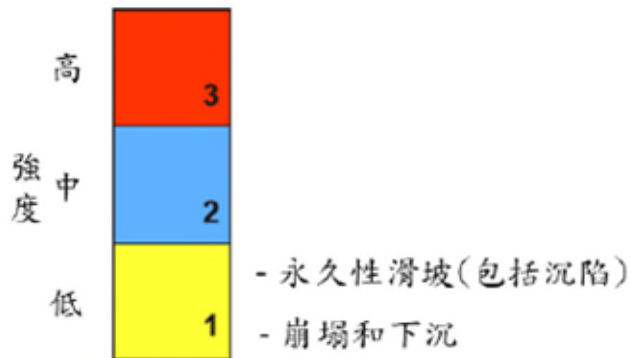
$$P_n = 1 - (1 - P_y)^n$$

$P_y$ ：年度發生機率； $T$ ：迴歸期； $P_n$ ：期間發生機率

- $P_y$ 為0.033，代表1年內有3.3%機率出現，或是30年間出現1次的機會
- 考量到氣候的變遷或建物使用年限，可進一步計算 $P_n$

強度：2.9章節的內容，定性與定量不同災害發生過程與其對應的強度

# 強度機率圖 - 危害程度



- 紅：災害將快速破壞建物，對保護對象產生威脅
- 藍：建物內的人員面臨的危險不大，且防護工程有確實落實，災害不會在短時間內破壞建物
- 黃：建物可能受到輕微損壞
- 黃白：災害發生機率非常低
- 白：威脅可忽略不計

# 天然災害的不確定性

- 盡量估計與呈現可能的受災範圍
  - 若現場調查顯示可能發生比災害目錄更大的事件，則需增加推測的受災範圍
  - 極端事件的推估應衡量現有的不確定性，且依據充分的文獻紀錄進行評斷

圖 12：特定發生機率的強度範圍

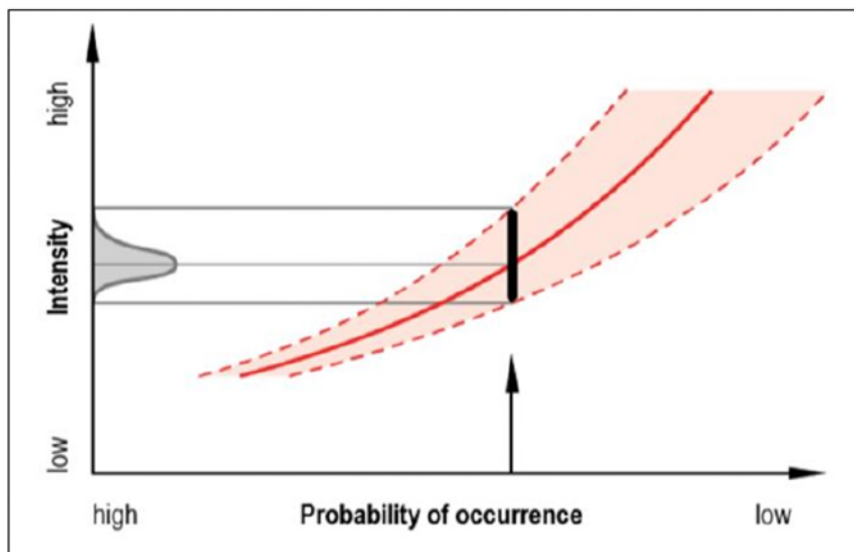
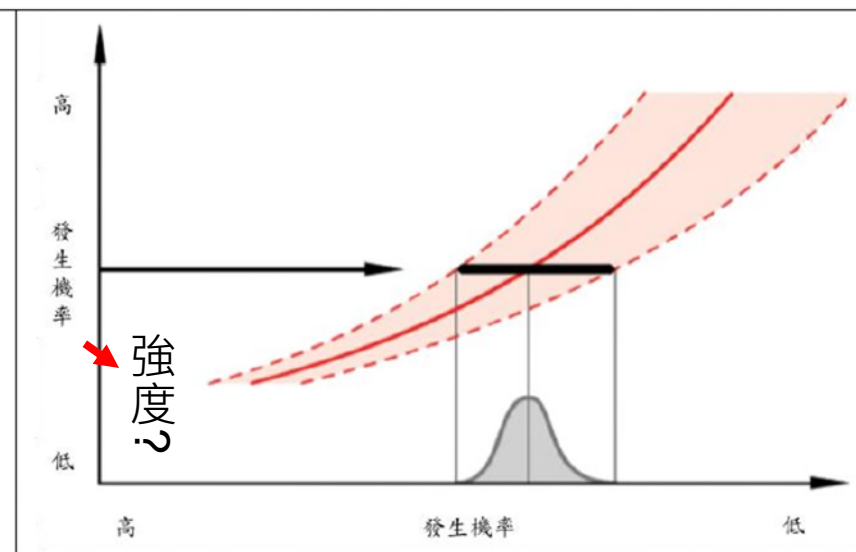


圖 13：特定強度的發生機率範圍



Bezzola & Hegg 2008



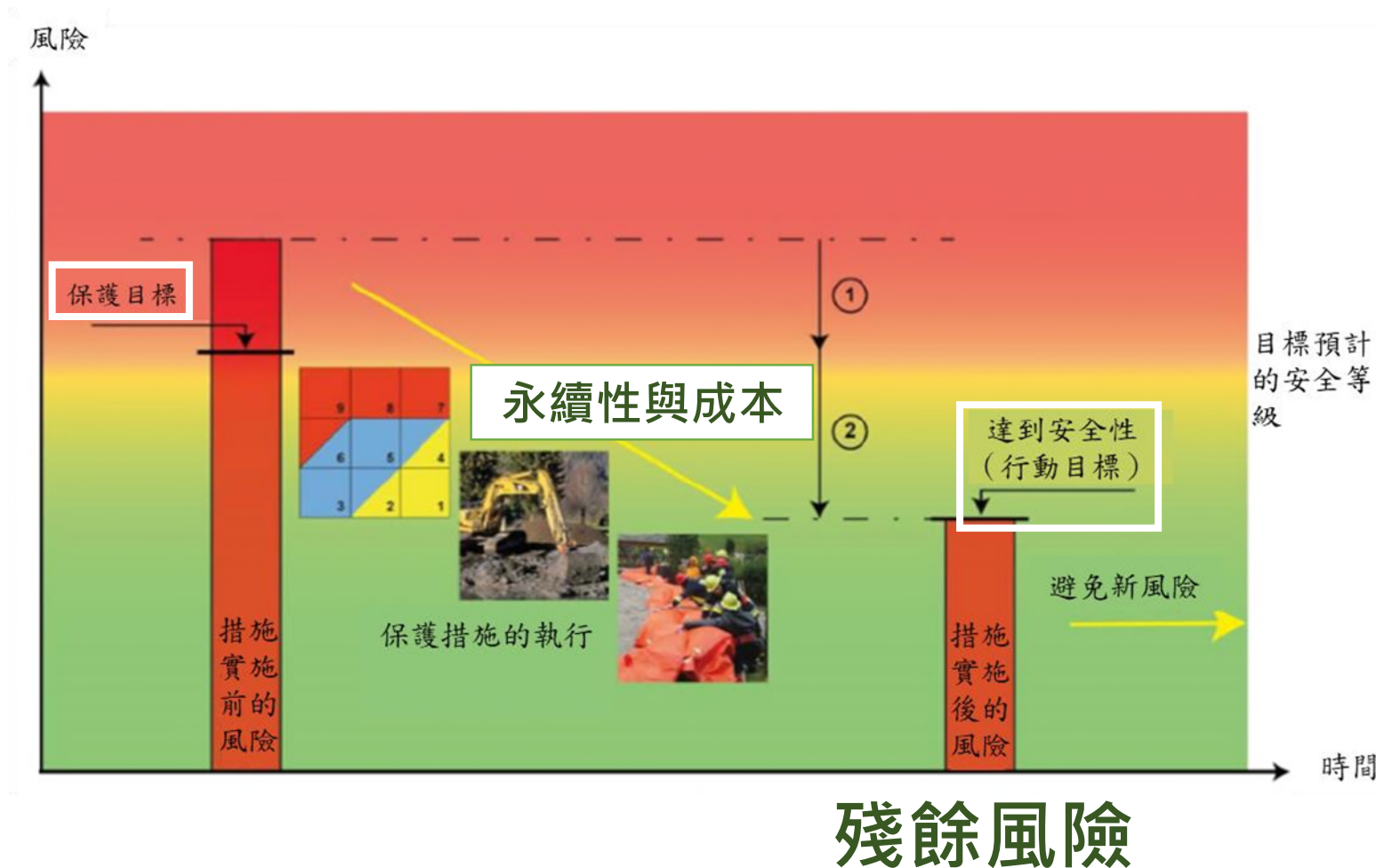
## II、行動要求

風險識別、安全等級和保護目標、殘餘風險

# 評估保護對象可承受的風險

保護目標：達到保護的目的  
行動目標：達到適合的安全等級  
殘餘風險：風險不可能完全消除

## 風險識別





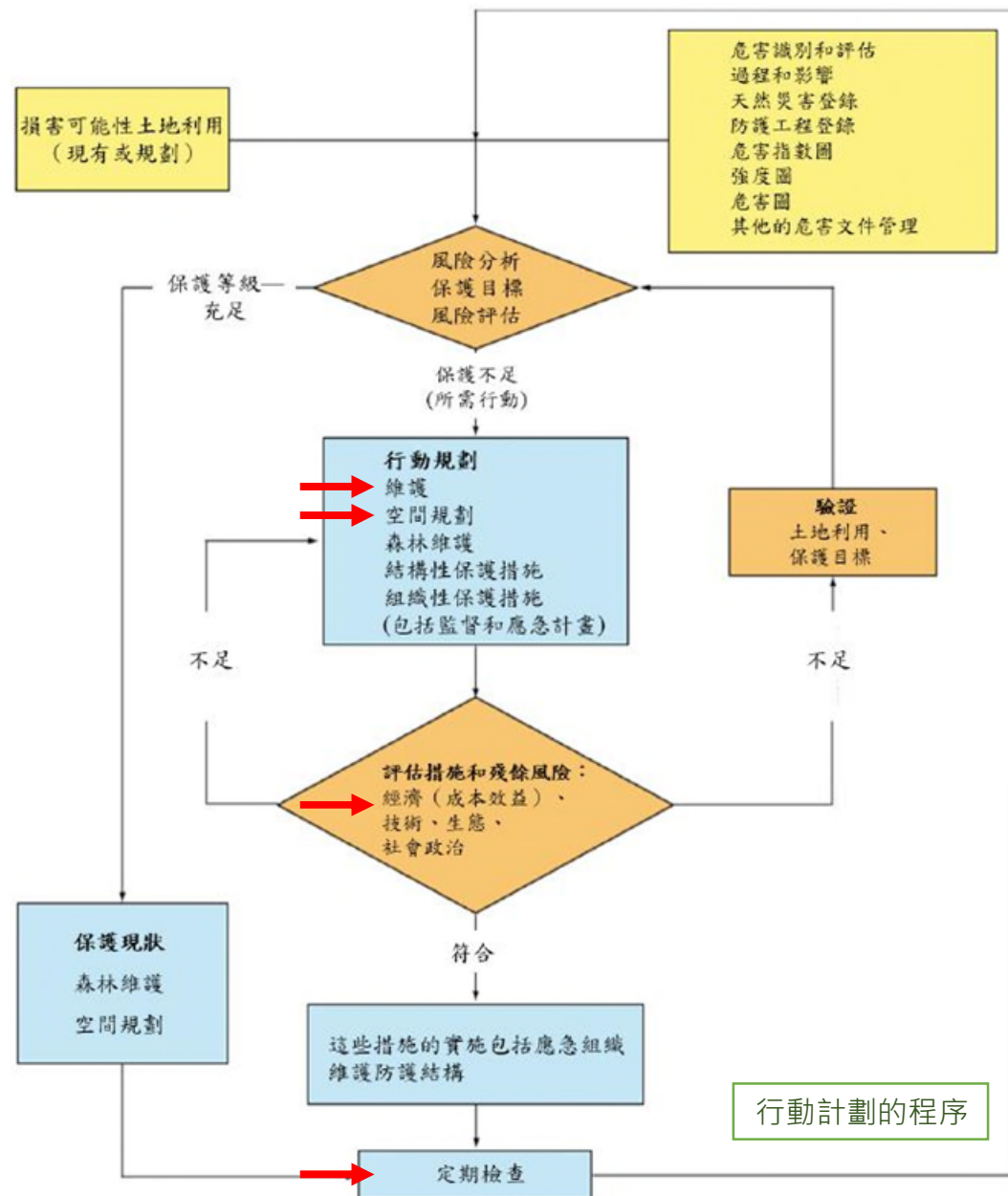
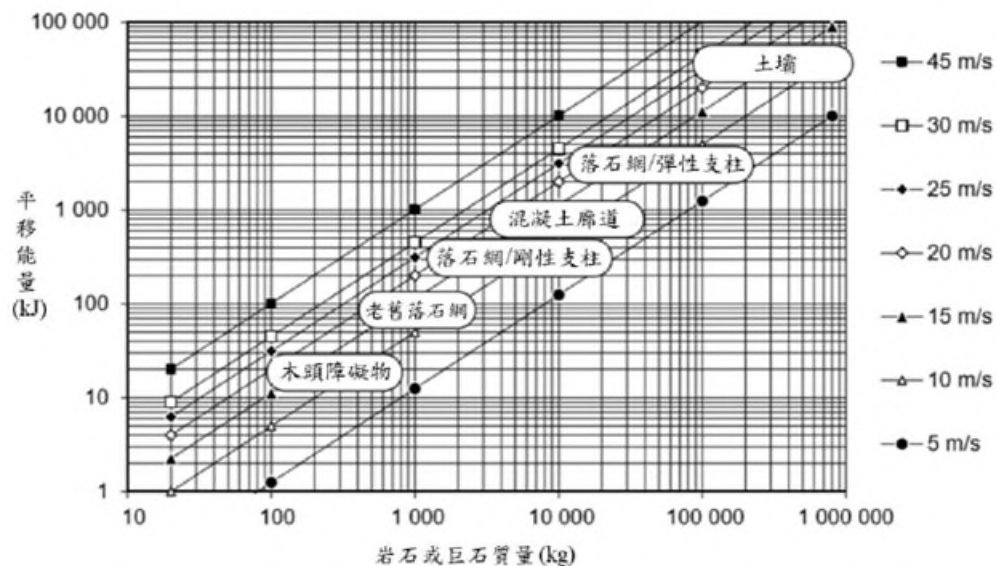
# III、措施

空間規劃、結構性措施的選擇



# 保護措施的執行

- 空間規劃
- 措施
- 結構物的選擇、**維護**

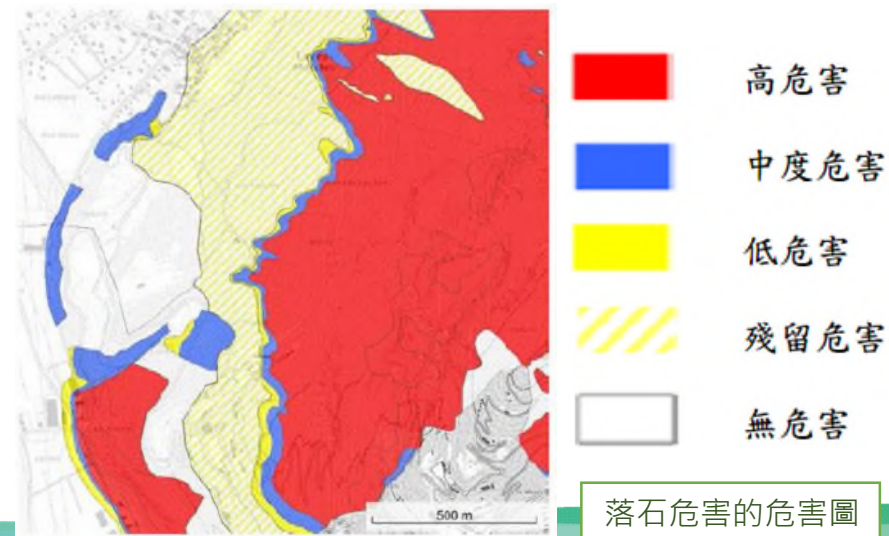




# 空間規劃

- **規劃優先於其他防護措施**  
**( 水利工程法 )**
- 分配結構和技術上的保護措施，如：規劃排水系統、緩衝區和風險區等
- 降低風險區域的風險
- 防止新風險的出現
- 附錄A4

| 危害區                               | 區域劃分                            | 施工和區域劃分規定                                                                                                                                        | 其他測量 - 未涉及空間規劃                                                                      |
|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 相當危險 (紅色)<br>的禁區<br>(Verbotzone)  | • 未劃分的新開發區<br>• 未利用新開發區的重新劃分    | • 無建物和設施的安裝或擴建<br>• 對現有結構實施必要的使用限制；<br>• 轉換和使用中的變更僅適用於降低風險的要求規定；<br>• 拆除建物的重建僅限於特殊情況下的授權                                                         | • 向受災土地和財產的所有人快速通報現有的威脅和必要措施<br>• 若必要時，應注意土地登記中的使用限制。<br>• 快速規劃和實施必要的技術和組織性保護措施     |
| 中等風險 (藍色)<br>的投標區<br>(Gebotszone) | • 只在要求下並在驗證其他方案和權衡利益後才劃分新開發區    | • 未營造易受災的建物<br>• 規劃許可取決於相關的要求規定；<br>• 對現有結構實施必要的使用限制<br>• 空間佈局使用和設計要求的定義，也可能包括結構和設施的出入。<br>• 詳細的法規需根據危害類別和強度考慮採用不同的保護措施<br>• 在合理情況下拒絕讓已拆除結構體再行重建 | • 向受災的土地和財產所有人通報現有的威脅                                                               |
| 參考區<br>(Hinweiszone)<br>低風險區 (黃色) | • 避免建立具有高潛在破壞性設施的區域<br>• 參考危害狀況 | • 對現有建物的建議<br>• 根據風險考慮敏感用途或重大開發的要求規定                                                                                                             | • 向受災土地和財產的所有人通報現有的威脅<br>• 與保險公司合作就可能的損害預防措施提供建議；<br>• 根據保險公司的要求實施易受災對象的特殊技術性和組織性措施 |





# IV、結論

# 結論

- 建立適當的大規模崩移危害預防管理措施，並透過縝密的風險評估，可確保人民和重要財產受到保護。
- 定期追蹤保護措施的狀況，可有效降低災害帶來的衝擊。
- 災害的發生有一定的不確定性，也無法完全排除其帶來的風險，因此要做好承受相關風險的可能性。

# 報告完畢 敬請指教



農業部農村發展及水土保持署  
與您一起打拼