

# 日本「堰塞湖監視技術手冊(草案)」導讀

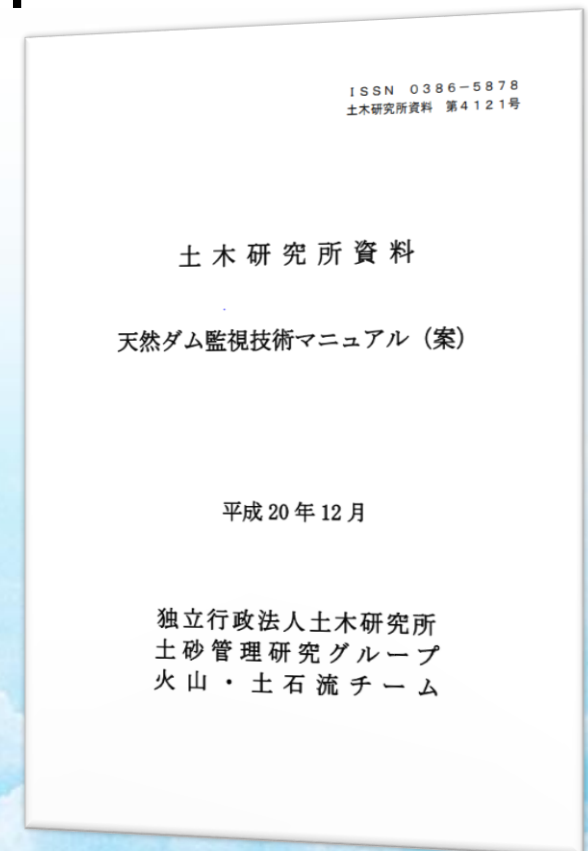
水土保持局 技研小組  
吳振佑

2018年05月08日



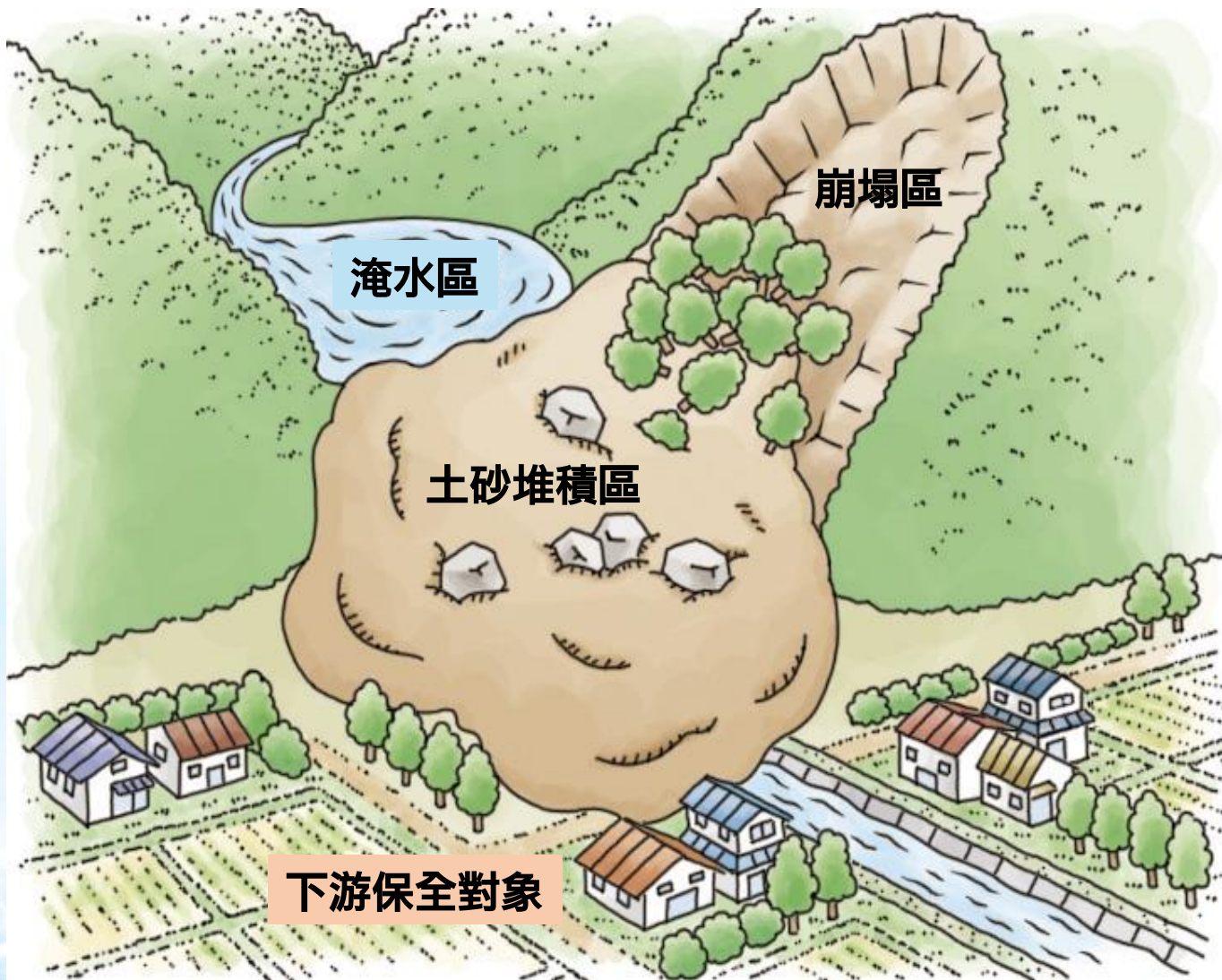
# 報告大綱

- 一. 堰塞湖災害簡介
- 二. 台灣曾發生過重大堰塞湖事件
- 三. 堰塞湖緊急應變流程
- 四. 日本監視設備、技術介紹
- 五. 附錄：實務經驗彙整
- 六. 結論與建議





# 堰塞湖災害簡介



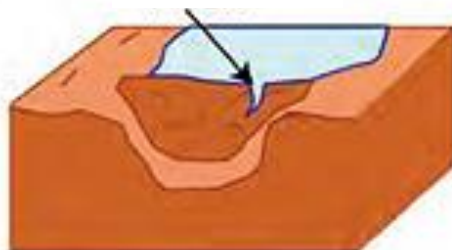
- 因河道阻塞造成上游淹沒所形成的湖
- 豪雨(46%)
- 地震(36%)
- 火山熔岩、冰河冰積
- 天然壩體潰堤而致災

# 堰塞湖災害簡介

## 天然壩潰決破壞形式

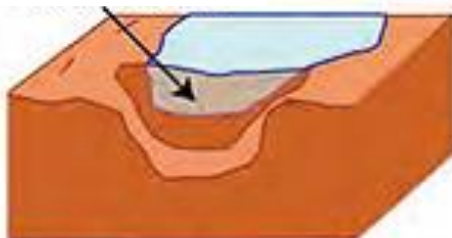
- 溢頂破壞  
(超過八成)

水越過壩頂

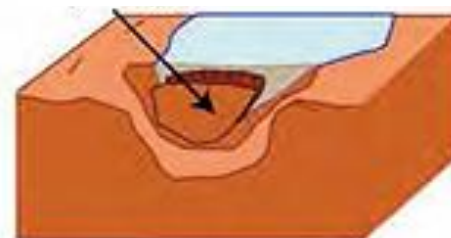


- 邊坡滑動破壞

水從壩內滲透



因浮力產生不穩定坡面



- 管湧破壞

水從壩底快速滲透並從坡趾溢流



從坡趾開始侵蝕破壞

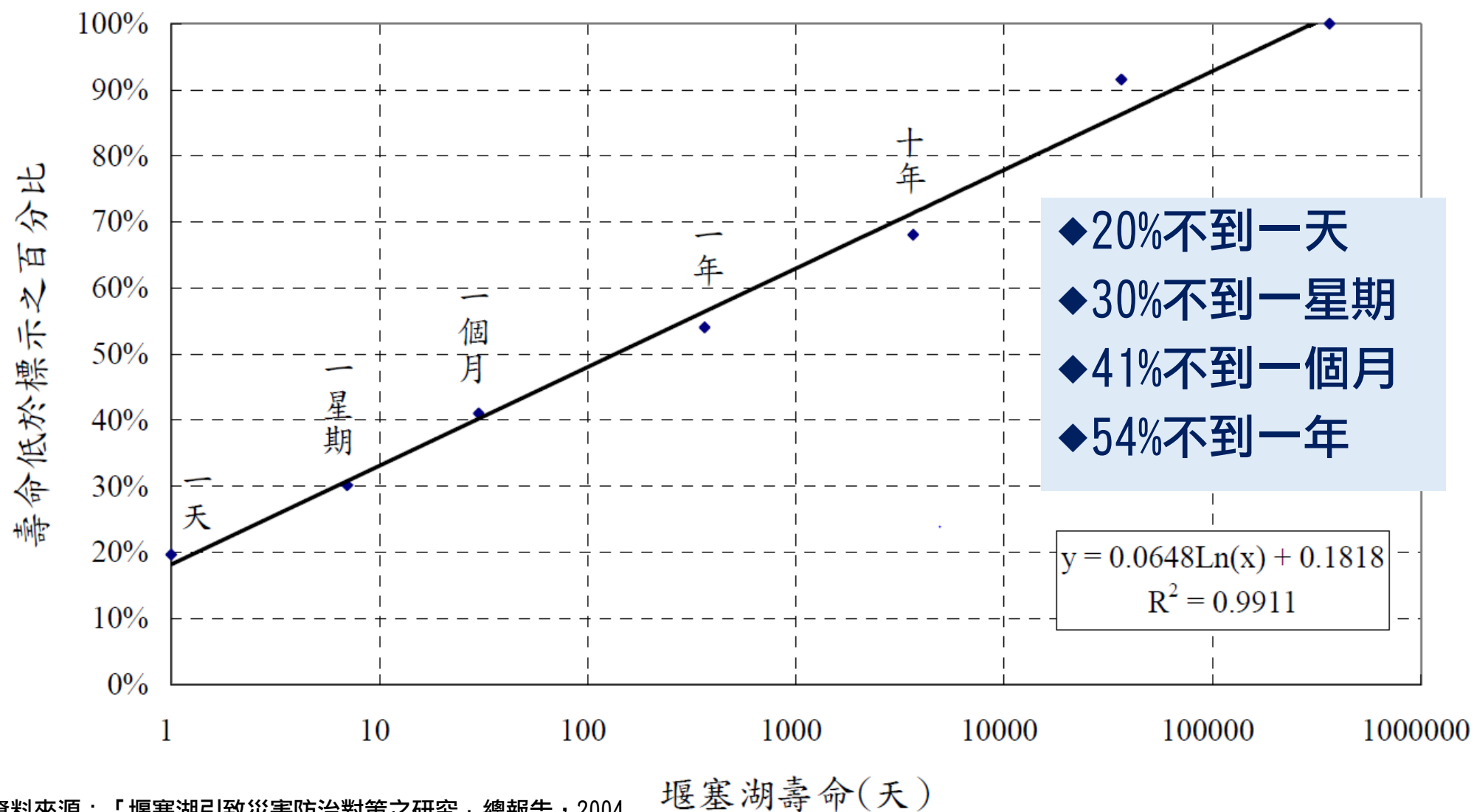


侵蝕逐步擴大導致破壞





# 堰塞湖災害簡介



資料來源：「堰塞湖引致災害防治對策之研究」總報告，2004



# 台灣曾發生過重大堰塞湖事件



- 地點：雲林古坑鄉草嶺
- 發生時間：發生過四次
- 存在時間：9天至37年不等
- 造成傷亡：1951年造成137人死亡受災人口1萬人

| 次數 | 崩塌時間       | 崩塌原因 | 潰決時間      | 歷時    | 崩塌土砂量                | 堰塞湖容量                |
|----|------------|------|-----------|-------|----------------------|----------------------|
| 1  | 1861       | 地震   | 1898      | 37年   | -                    | -                    |
| 2  | 1941/10/23 | 地震   | 1951/5/18 | 8年    | 35000萬m <sup>3</sup> | 12000萬m <sup>3</sup> |
| 3  | 1979/8/14  | 豪雨   | 1979/8/23 | 9天    | 500萬m <sup>3</sup>   | 4000萬m <sup>3</sup>  |
| 4  | 1999/9/21  | 地震   | 2004/7/2  | 4年9個月 | 12600萬m <sup>3</sup> | 4600萬m <sup>3</sup>  |



# 台灣曾發生過重大堰塞湖事件



- 地點：南投國姓九份二山
- 發生時間：1999/9/21
- 存在時間：建置臨時溢洪道。存在(穩定)
- 造成傷亡：崩塌造成39人死亡，持續水位監測

| 堰塞湖 | 集水面積  | 溪流被埋長度 | 預估積水量              | 可能溢流最高水位 |
|-----|-------|--------|--------------------|----------|
| 澀子坑 | 400公頃 | 570公尺  | 130萬m <sup>3</sup> | 577.5公尺  |
| 韭菜湖 | 283公頃 | 1570公尺 | 80萬m <sup>3</sup>  | 585公尺    |



# 台灣曾發生過重大堰塞湖事件

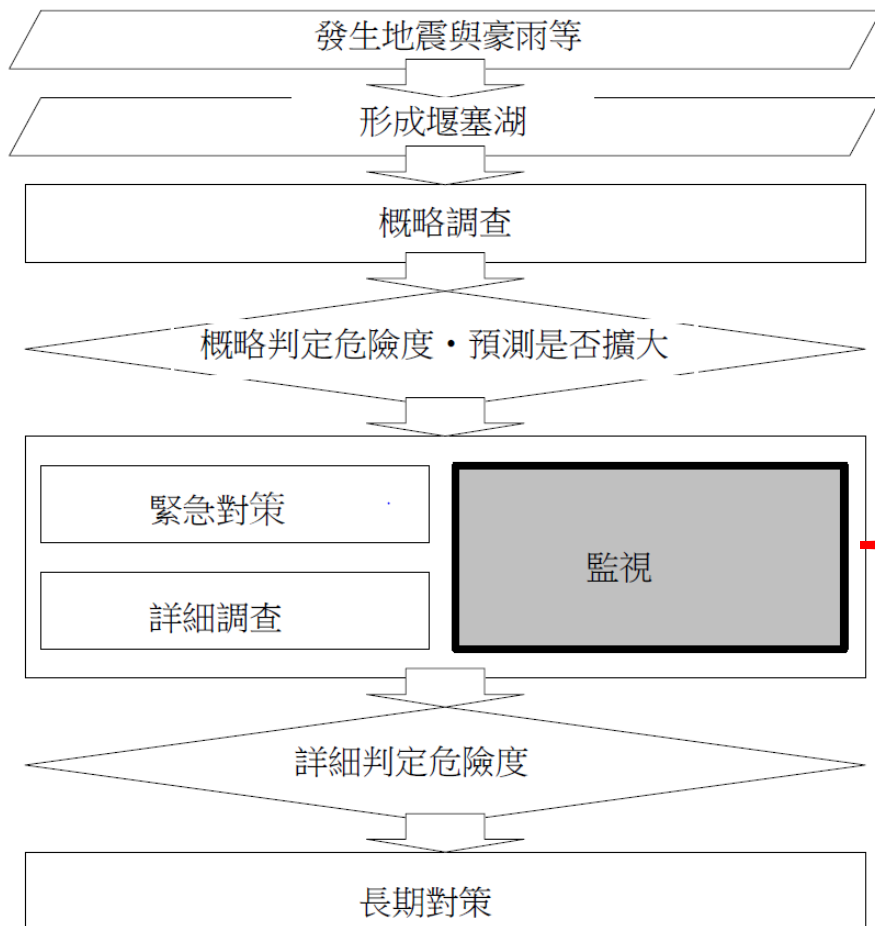


| 莫拉克颱風 | 流域   | 迴水長度  | 水深    | 面積     | 蓄水體積               | 離保全對象距離 |
|-------|------|-------|-------|--------|--------------------|---------|
|       | 旗山溪  | 3700m | 7.87m | 25.5ha | 150萬m <sup>3</sup> | 7km     |
|       | 拉克斯溪 | 250m  | -     | 2.2ha  | -                  | 506km   |
|       | 寶來溪  | 200m  | -     | 1ha    | -                  | 23km    |
|       | 荖濃溪  | 300m  | -     | 4.3ha  | -                  | 17km    |
|       | 士文溪  | 700m  | 20m   | 5.7ha  | 90萬m <sup>3</sup>  | 11km    |
|       | 太麻里溪 | 2100m | 5.5m  | 57ha   | 250萬m <sup>3</sup> | 17km    |



# 堰塞湖緊急應變流程

## 日本堰塞湖監視技術手冊



緊急對策

詳細調查

### 監視

#### 第3章 堰塞湖概況掌握

##### 3.1 基礎資料的確認・蒐集

- ◆目的：當作監視架構整備的基礎資料
- ◆內容：蒐集基礎資料
- ①地形圖、空拍圖、衛星影像 ②雨量、水位(流量)情報 ③震度・震源情報 ④道路、電氣與通訊基礎建設災情

##### 3.2 堰塞湖的整體掌握(概況調查)目的:

- ◆目的：堰塞湖的規模、形態、湖區範圍等整體狀況
- ◆內容：①現地踏勘調查 ②直升機調查

#### 第4章 監視・掌握

##### 4.1 堰塞湖整體狀況

- ◆目的：監視堰塞湖的規模、形狀、淹水區範圍等整體狀況
- ◆內容：由監視員進行監視，或設置監視攝影機，實施現地踏勘調查或利用直升機進行整體狀況的定期監視與

##### 4.2 湖區水位的監視・掌握

- ◆目的：預測土砂堆積區從溢流到潰決的時間(到滿水的時間)預測湖區擴大所可能導致上游淹水的災情
- ◆內容：①利用直升機進行日視監視 ②目視判讀水位標 ③以地面測量進行觀測 ④利用水壓式水位計進行觀測 ⑤利用空投式水位觀測浮筒進行觀測

##### 4.3 掌握往湖區的流入流量

- ◆目的：預測土砂堆積區溢流還有多久會潰堤，上游何時會出現災情，並算定幫浦排水的排水量，預測潰堤時的洪峰流量
- ◆內容：(1) 觀測連續流量(水位計・流速計) (2) 觀測長期流量(①可攜式流速計 ②以浮標進行觀測 ③以監視攝影機進行影像分析) (3) 利用H-V曲線與水位觀測掌握流入流量 (4) 以雨量觀測預測流入流量

##### 4.4 土砂堆積區的監視

- ◆目的：掌握土砂堆積區溢流所導致侵蝕狀況以及土砂堆積區異狀
- ◆內容：①利用直升機進行監視，由監視員進行監視，或設置監視攝影機、距離計乃至於數位羅盤 ②地面雷射掃描儀、全站儀、感測器類(崩塌檢知器)

##### 4.5 掌握土砂堆積區的逕流流量

- ◆目的：監視土砂堆積區是否有潰決之虞
- ◆內容：(1) 觀測連續流量(水位計・流速計) (2) 觀測長期流量(①可攜式流速計 ②以浮標進行觀測 ③以監視攝影機進行影像解析)

##### 4.6 監視崩塌區與周邊狀況

- ◆目的：監視崩塌區與周邊是否有擴大崩塌與新崩塌等狀況
- ◆內容：(1) 掌握崩塌的前兆現象(2) 觀測斜面變位(地表伸縮計・貫板・移動樁・GPS測量・地面測量)

##### 4.7 監視土砂堆積區是否會因為潰決導致土石流等

- ◆目的：檢知土砂堆積區潰決所可能導致土石流等
- ◆內容：(1) 以水位計進行檢知(2) 以振動檢知器進行檢知(3) 由監視員或設置監視攝影機進行監視(4) 以鋼索檢知器進行檢知(5) 以雨量觀測預測是否發生土石流

※代表性的監視與觀測機器性能・規格，參照卷末資料1

第5章 建構監視情報通訊系統



# 堰塞湖緊急應變流程





# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

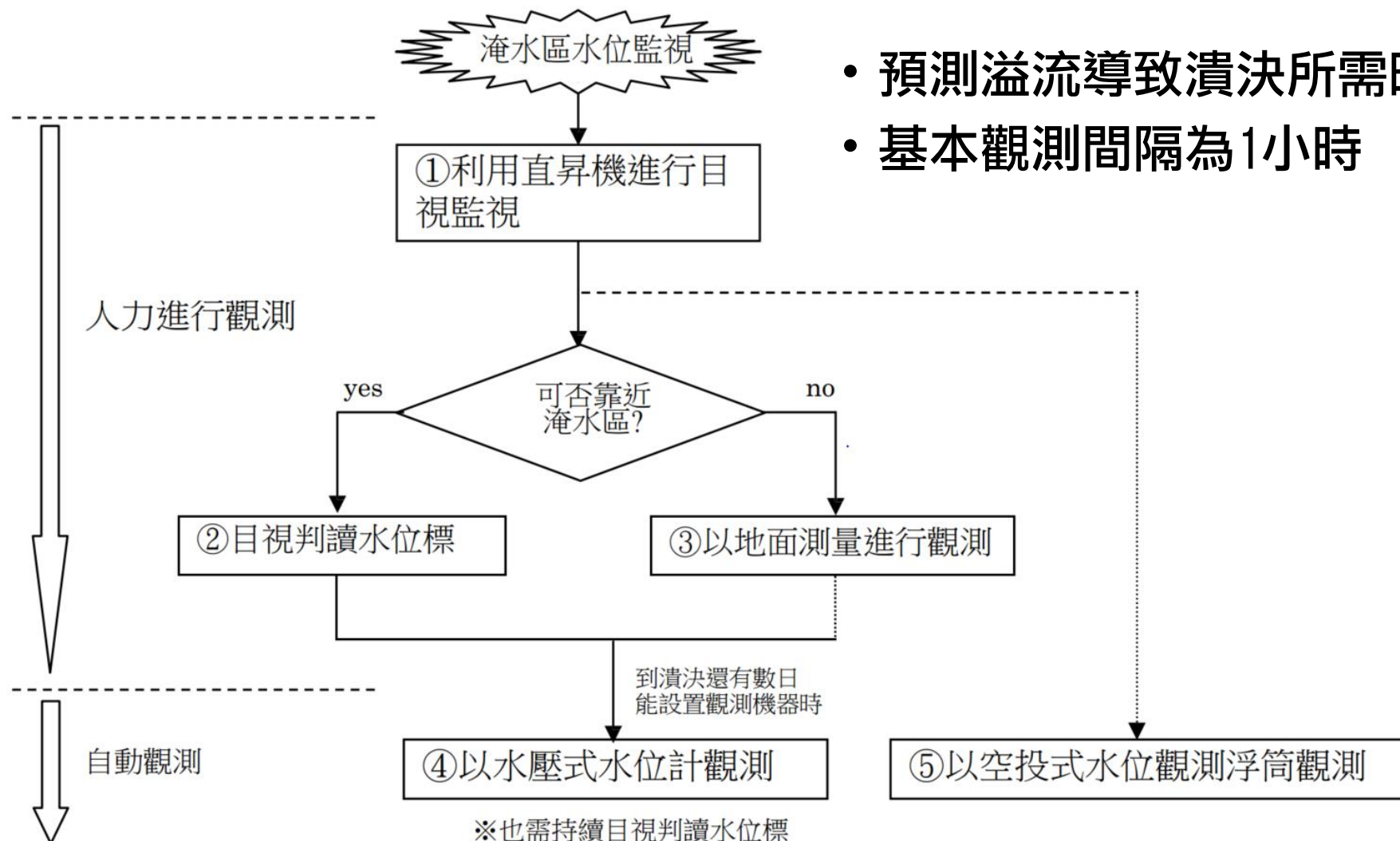
天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

- 預測溢流導致潰決所需時間
- 基本觀測間隔為1小時



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

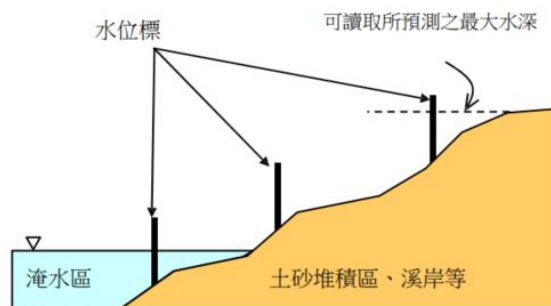


河川用量水板  
一般用來測量河川水位，  
容易目視判讀。

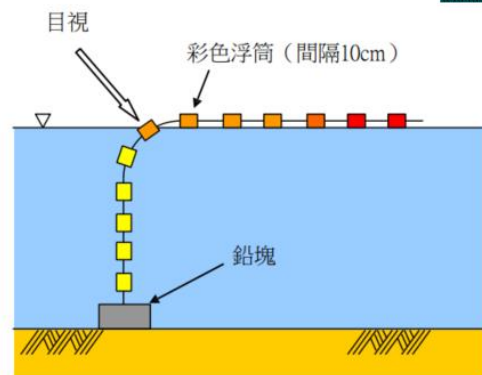


測量用鋁質量尺  
容易購得，可用來測量，  
數字與刻度較小。

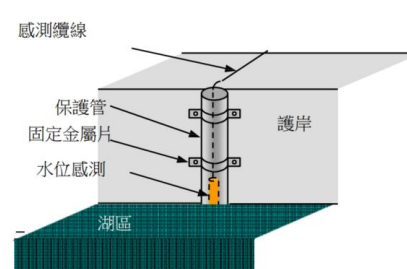
圖 4.4 常用水位標種類



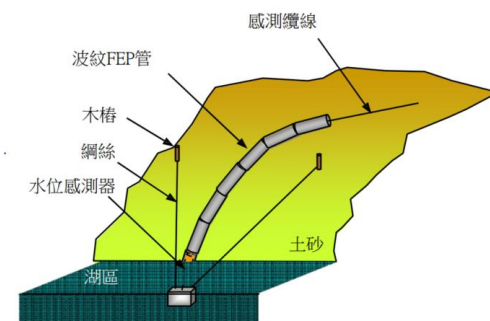
河川用量水板、測量量尺  
(水位標打入土砂堆積區等狀況時)



空投式水位標  
(斷崖、土砂崩塌而無法靠近水邊時)

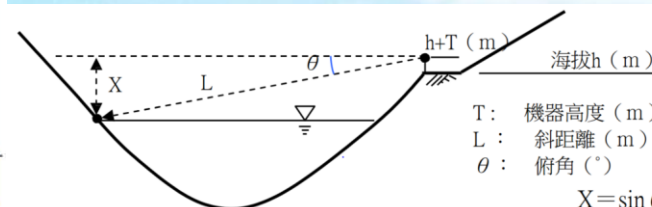


設在護岸等構造物上時



設在土砂堆積區或湖岸區時

## 目視、地面量測、水壓計



T: 機器高度 (m)  
L: 斜距離 (m)  
θ: 俯角 (°)

$$X = \sin \theta \cdot L$$

$$\therefore \text{淹水區水位海拔} = h + T - X \text{ (m)}$$

圖 4.7 算定淹水區水位海拔度概念圖



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

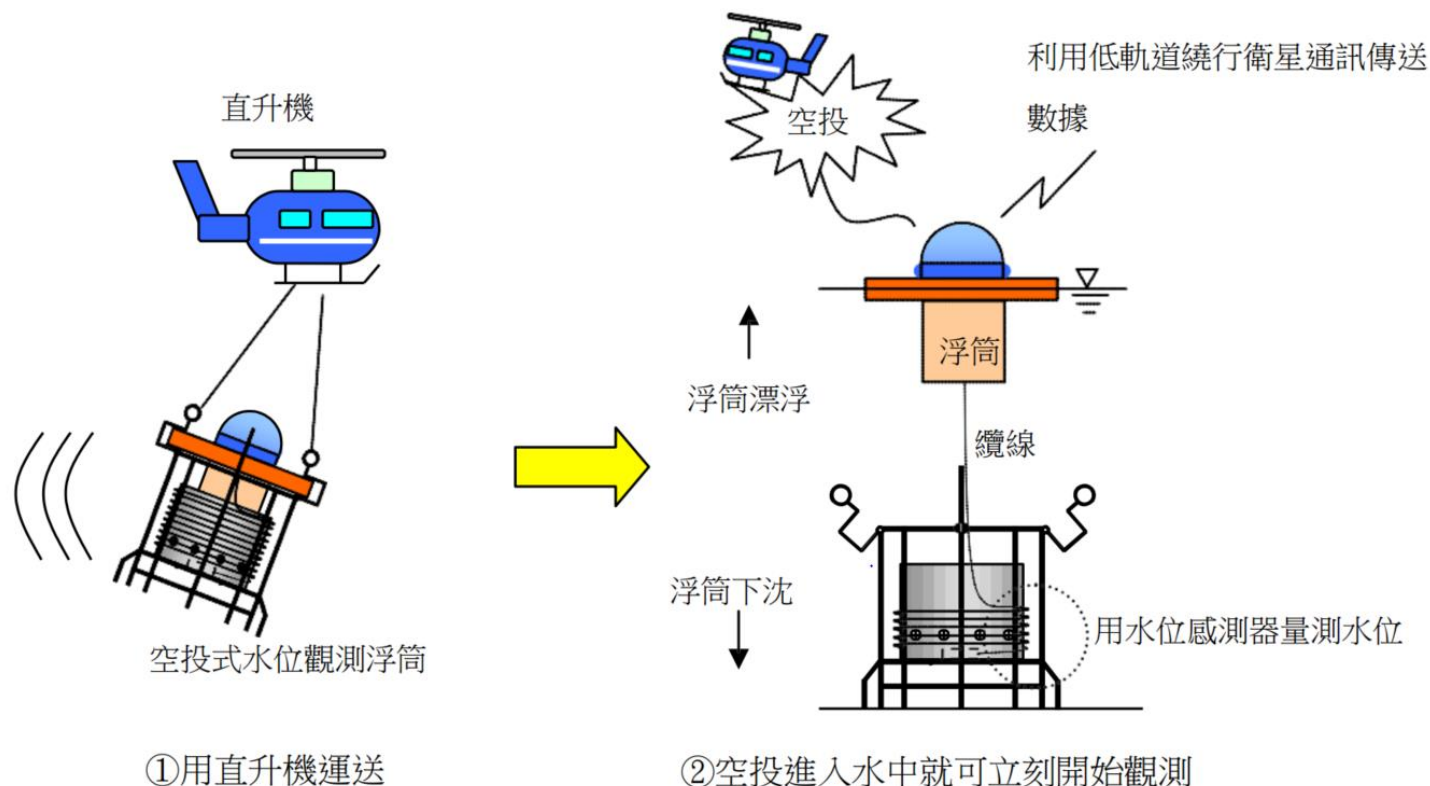
溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

## 空投型水位觀測浮筒

內建衛星通訊裝置與水位感測器，空投後自動分離



- 實際設備
- 每年實際空投測試



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

掌握・監視流入流量

參照卷末資料 4

以淹水區的水位觀測 (4.2)  
與 H-V 曲線掌握流入流量

可設置觀測機器時

無法設置觀測機器時

(1) 連續流量觀測 (水位計・流速計)

(2) ① 利用可攜式簡易流速計進行計測  
② 利用浮標進行觀測  
③ 利用監視攝影機進行影像分析

• 水位上升速度  
由入流量決定



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

## 一. 以連續流量觀測掌握流入流量

- 如周邊有人工構造物設置機器時，能設置水位計、流速計（接觸式、非接觸式）來量測

## 二. 以定期流量觀測掌握流入流量

- 當無構造物難以設置觀測機器時
- 可攜帶式流速計（電磁式、迴轉式）
- 利用浮標進行觀測（每天一次，容易受到天候影響）
- 利用監視攝影機進行影像分析（選擇斷面變化少，事先製作標記點方便推估）

**※：如有降雨之可能性需預先進行推估加入計算**

# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

土砂堆積區的監視

- 以直升機進行監視
- 以監視員・監視攝影機進行監視
- 以距離計・數位羅盤進行監視

到潰堤還有數日  
可設置觀測機器時

- 以地面雷射掃描進行監視
- 以全站儀進行監視
- 以感測器類（崩塌檢知器）進行監視

- 為掌握土砂堆積區溢流所導致侵蝕狀況以其他異狀
- 溢頂破壞
- 邊坡滑動破壞
- 管湧破壞
- 且須注意壩體可能潰壩時間長短來決定所實施之量測方法

# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

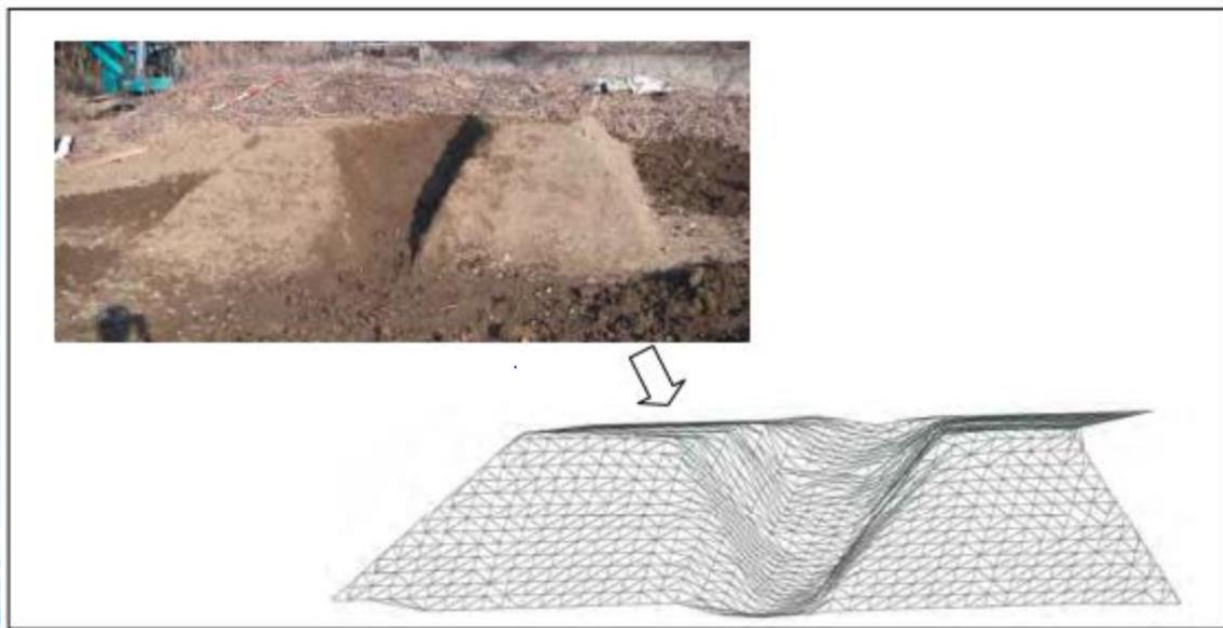
溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

## 一. 溢流破壞之監視

- 雷射測距儀、數位羅盤測距儀(緊急狀況、簡易計算侵蝕速度)
- 地面雷射光達掃描儀(儀器昂貴、持續進行三維數值量測計算)
- 全測站(距離比手持式還遠，監視壩體之上、下、側端之座標變化)



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

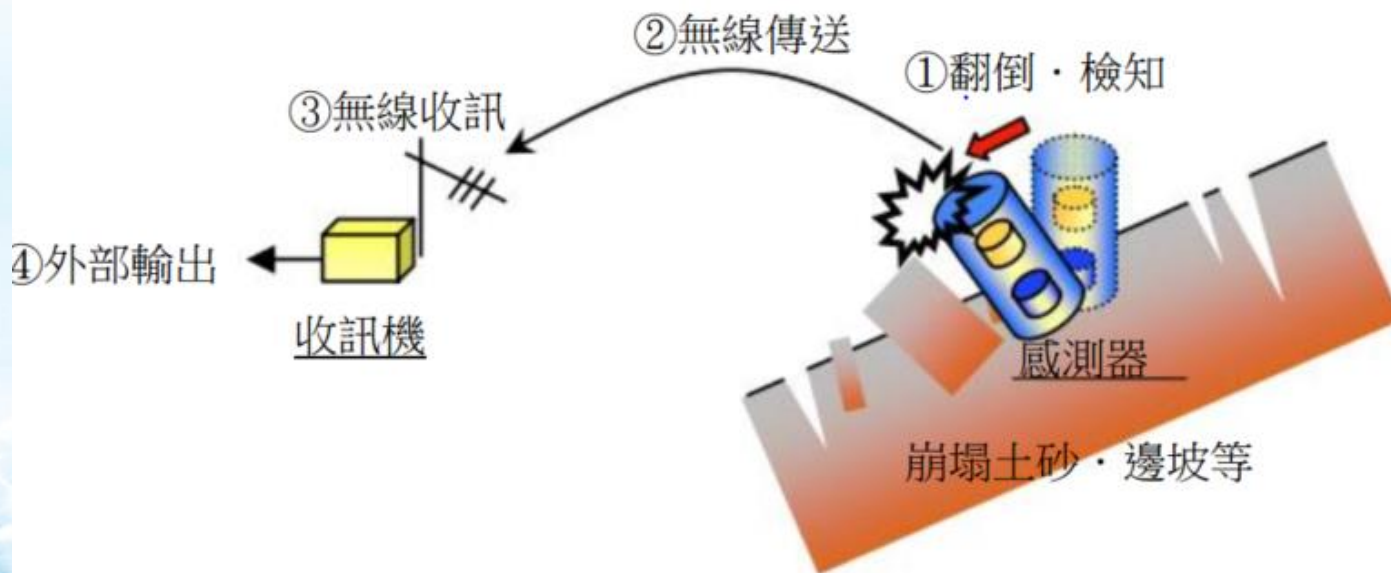
溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

## 一. 邊坡滑動或管湧破壞之監視

- 監視堆積壩體下游側漏水混濁狀況、龜裂、管湧、小崩塌等
- 將上述儀器架設置能鳥瞰整個壩體之地點進行監視
- 設置崩塌檢知感測器



感測器外觀



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

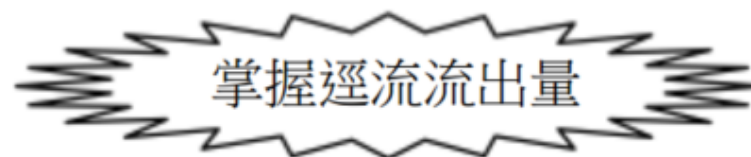
天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

- 監測溢流流量與抽水排水流量
- 必須注意在排水末端可能造成侵蝕導致破壞



能設置觀測機器時

無法設置觀測機器時

4.3(1)連續流量觀測 (水位計・流速計)

4.3(2)①利用可攜式簡易流速計進行計測  
②利用浮標進行觀測  
③利用監視攝影機進行影像分析



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

**堰塞湖的緊急工程通常很靠近崩塌地正下方，在實施工程的途中，也必須注意邊坡是否有繼續崩塌的現象**

## 崩塌前兆現象的掌握

- 出現頭部龜裂、高低落差、持續擴大
- 出現落石與小崩塌
- 出現樹木根部斷裂聲音
- 出現邊坡湧水量改變

## 邊坡辨位的觀測

- 地表伸縮計
- 簡易變為板
- 移動樁
- GPS量測
- 地面測量



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

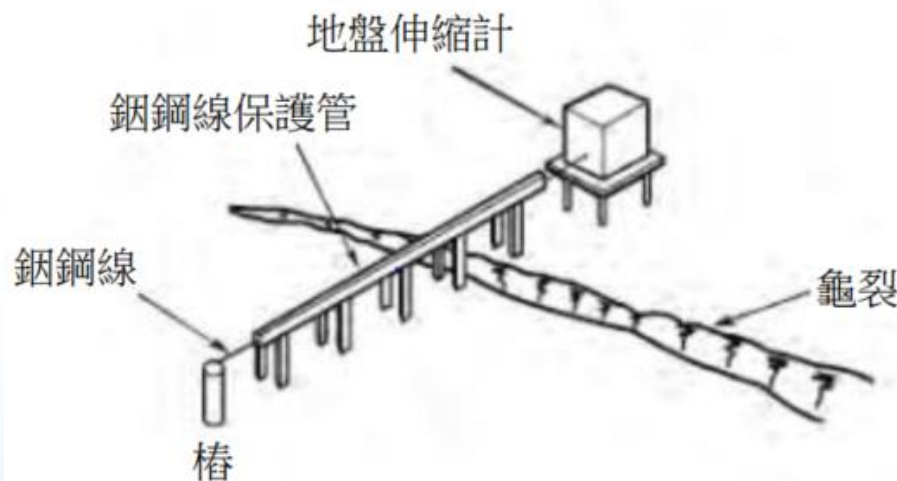
天然壩體監視

溢流流量監視

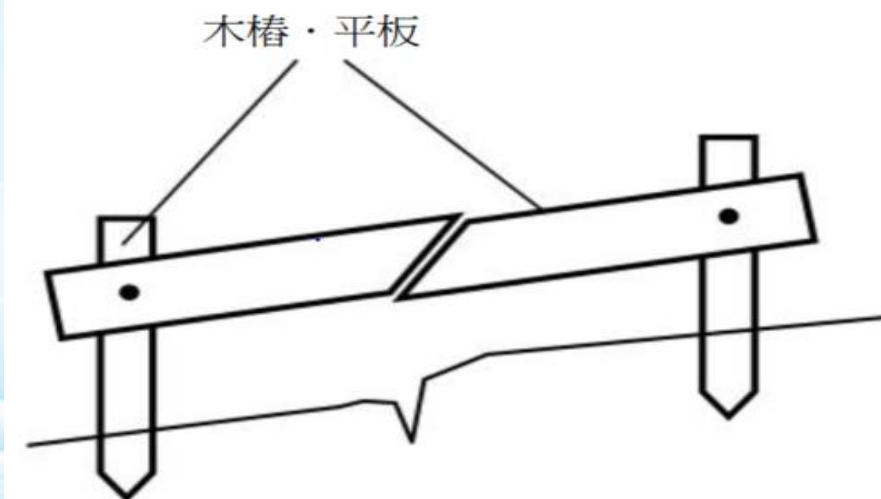
崩塌地監視

土石流監視

地表伸縮計



簡易變位板





# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

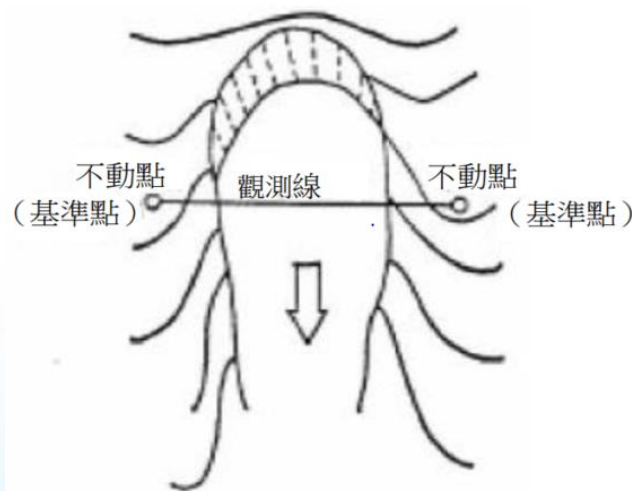
溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

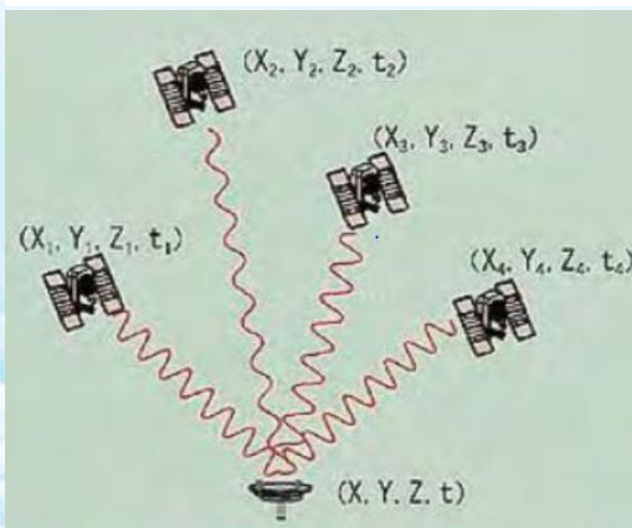
## 移動樁

計測一直線上的  
滑動速度



## GPS測量

監測兩點之座標  
距離





# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

入流量監視

天然壩體監視

溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

**土砂堆積區若發生潰決將可能產生土石流，應預先設置相關檢知裝置，針對居民與河道內工程人員兩種基準**

**一. 水位計(超音波水位計)**

**二. 振動檢知式土石流感測器**

**三. 攝影機監視設備**

**四. 接觸型感測器(鋼索感測器)**

**五. 雨量觀測設定安全基準值**



# 日本監視設備、技術介紹

水位監視

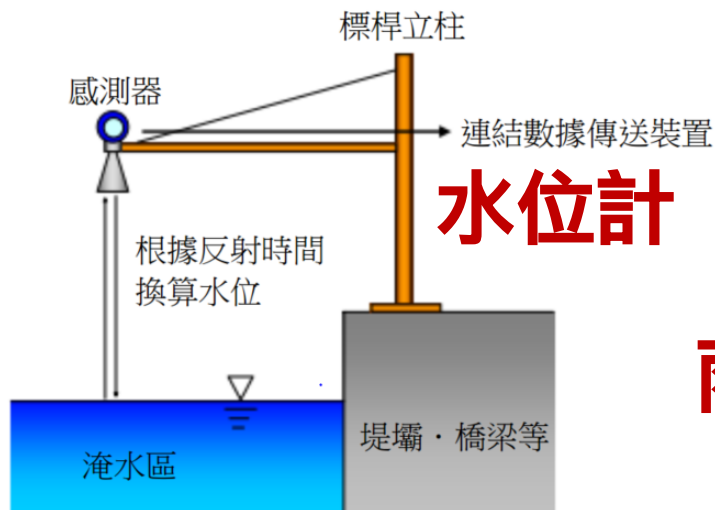
入流量監視

天然壩體監視

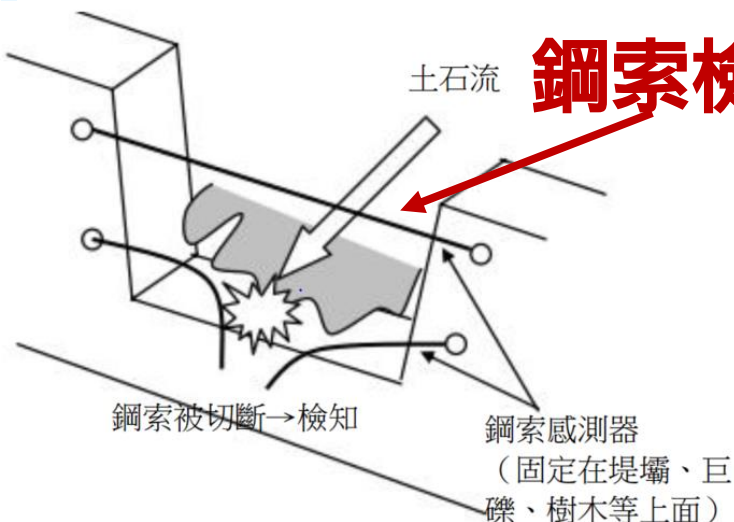
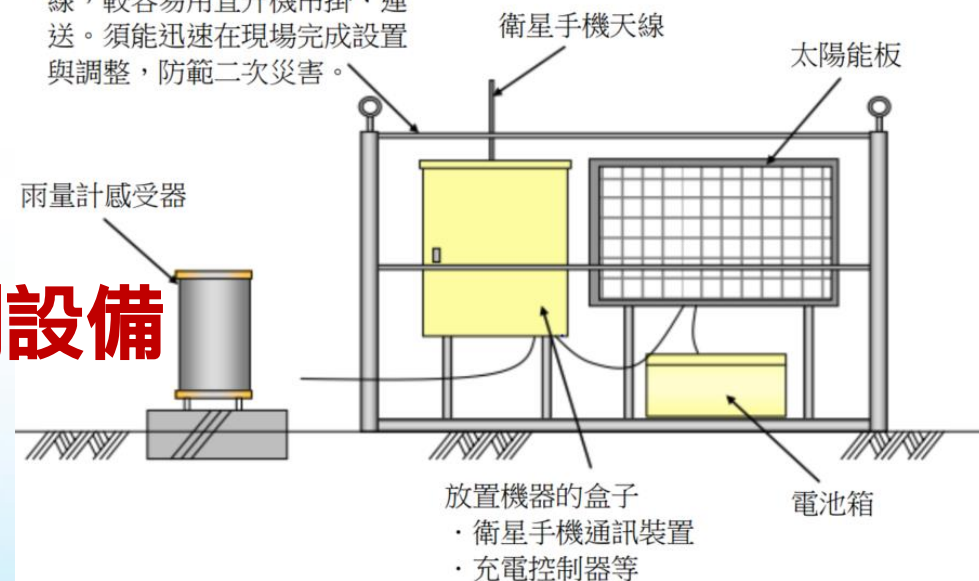
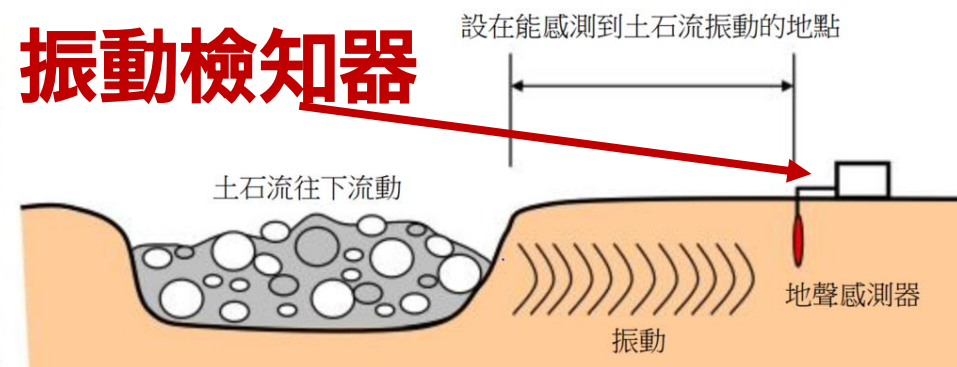
溢流流量監視

崩塌地監視

土石流監視

**水位計****雨量觀測設備**

將各機器組裝成框狀且實施配線，較容易用直升機吊掛、運送。須能迅速在現場完成設置與調整，防範二次災害。

**振動檢知器**



# 日本監視設備、技術介紹

## 監測資訊傳送系統之選定與介紹

為了傳達上述所介紹測量儀器設備之資料，應建立傳送系統，而通常堰塞湖災害地點無法即時架設有線電纜等設備，必須考量適當之衛星傳輸系統或是無線電波裝置

無線  
傳輸  
設備



Ku-SAT  
衛星基  
地台



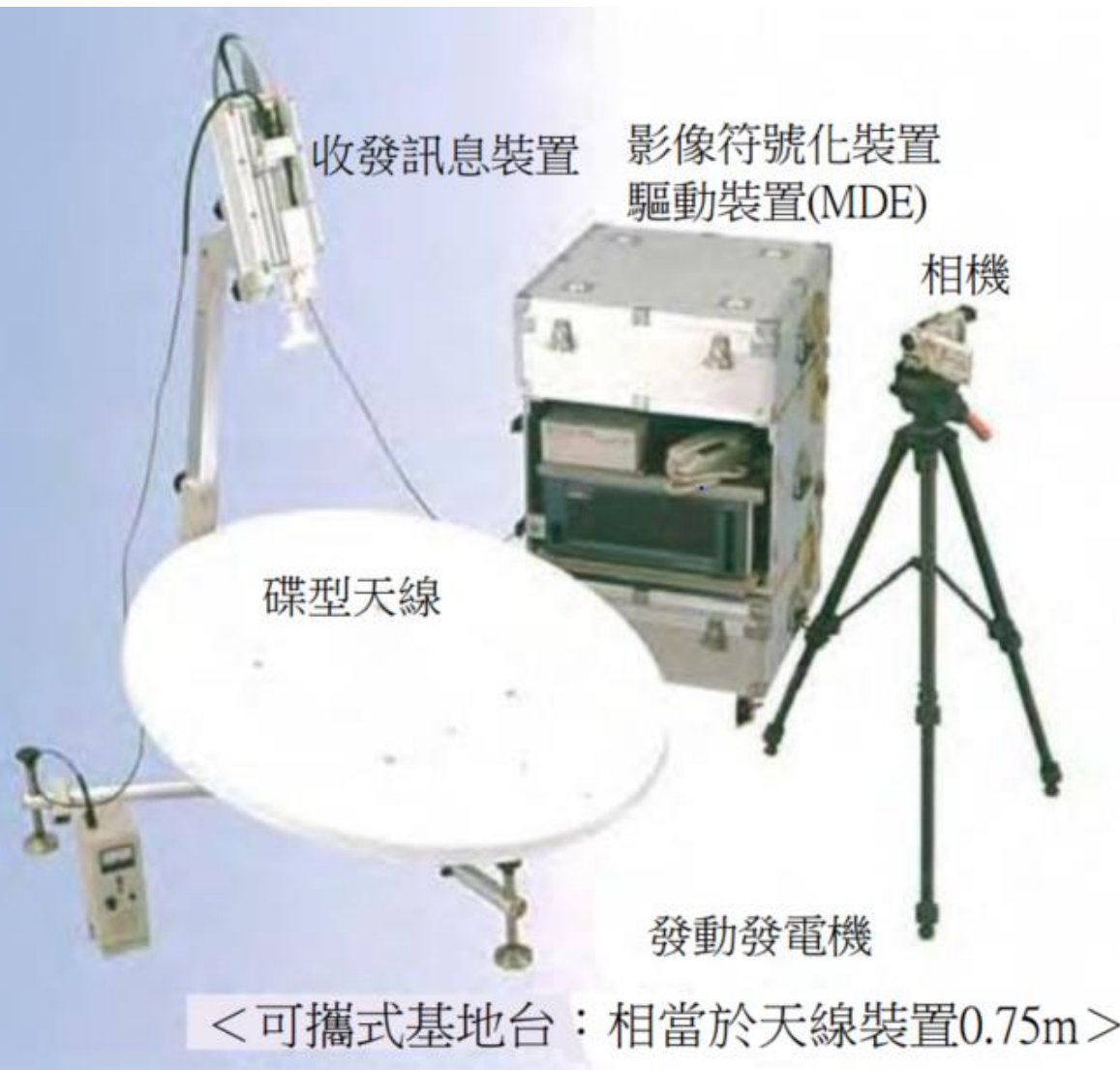
# 日本監視設備、技術介紹

## 優點

- 可攜帶、不受限
- 多點接收、傳送
- 建立PHS電話網
- 傳輸聲音、影像

## 注意事項

- 特定角度不受遮蔽
- 需發電機當作能源
- 設備昂貴，數量不多，如多災害地點  
需注意機器數量

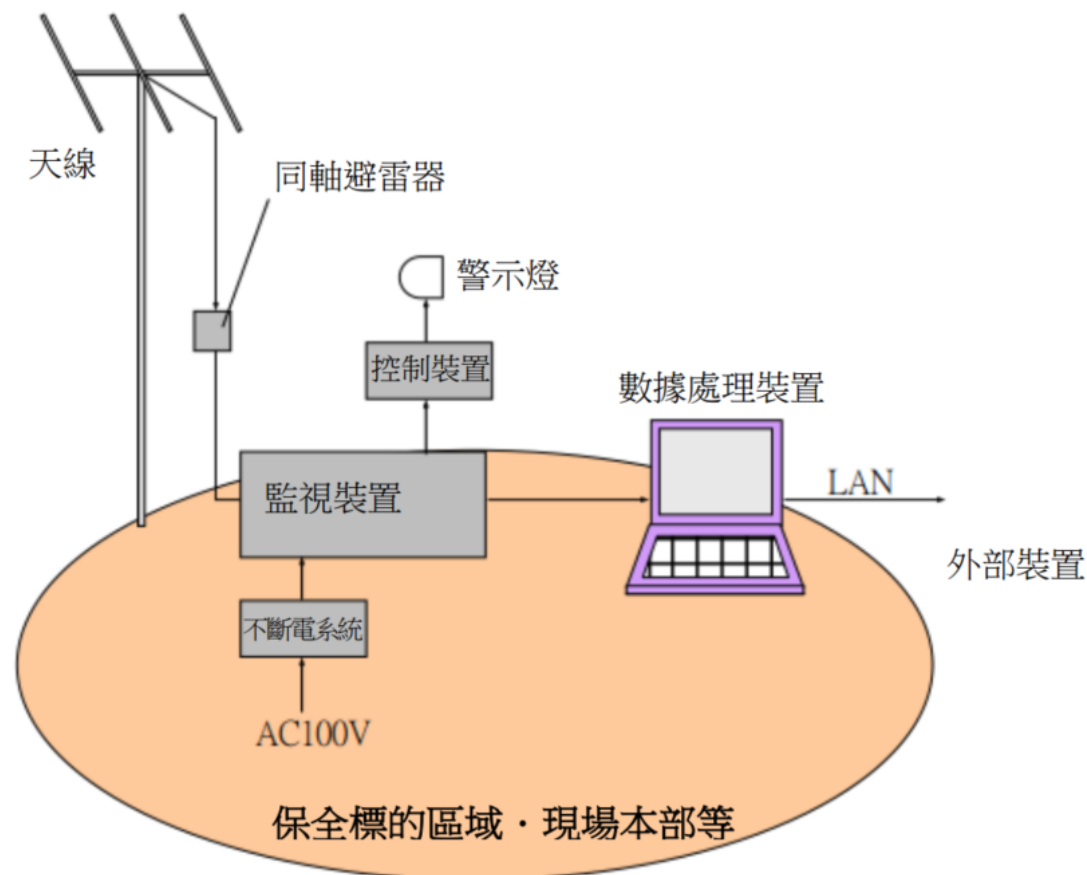
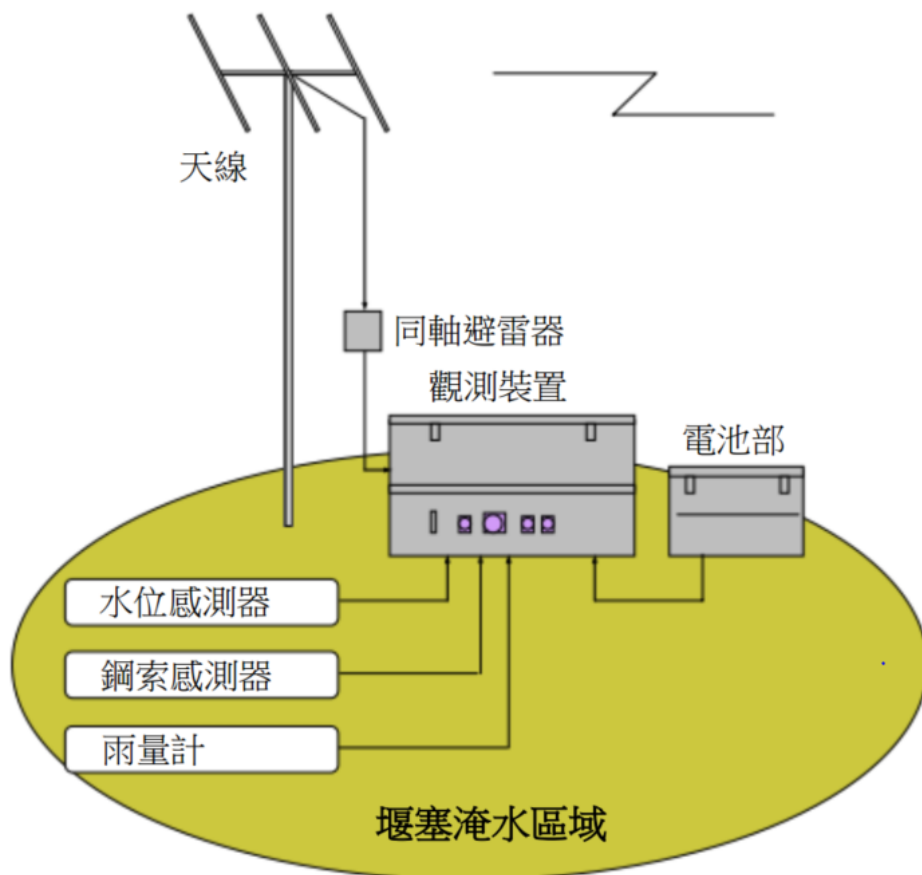




# 日本監視設備、技術介紹

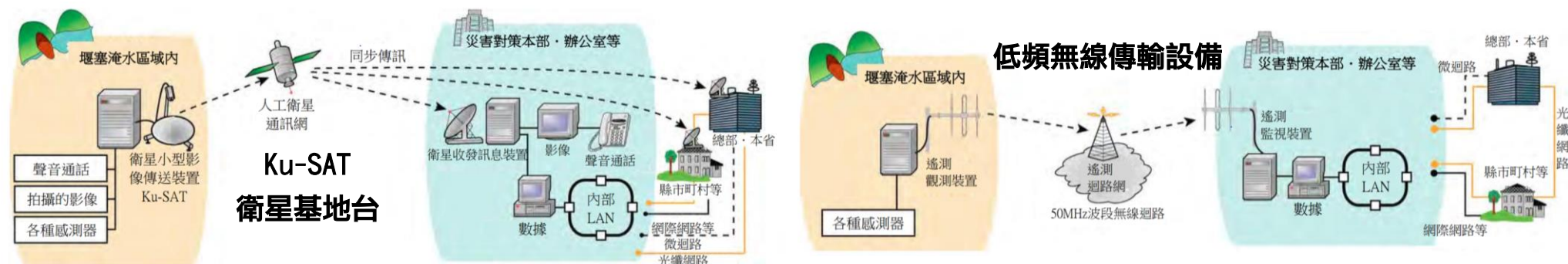
## 無線傳輸設備

訊號頻段已完成申請，可直接使用，在災害時使用不用擔心訊號集中問題，並且傳輸無秒差，可露天直接使用





# 日本監視設備、技術介紹



## Ku-SAT 衛星基地台

| 監視內容                      | 整體狀況               | 水位         |                   |                   |            | 降雨量        | 流速         |                        | 侵蝕量           |        |           | 移動量        |     | 崩塌檢知                         | 土石流發生檢知                      |
|---------------------------|--------------------|------------|-------------------|-------------------|------------|------------|------------|------------------------|---------------|--------|-----------|------------|-----|------------------------------|------------------------------|
| 監視機器                      | 監視攝影機<br>(市售的錄影機等) | 水位標<br>目視  | 以測量機<br>器進行計<br>測 | 空投式觀<br>測浮筒       | 水壓式<br>水位計 | 傾斗型<br>雨量計 | 浮標         | 流速計<br>(迴轉・電磁・<br>超音波) | 距離計<br>(簡易雷射) | 地面測量機器 |           | 地面測量       | 伸縮計 | 崩塌檢知<br>感測器                  | 鋼索感測<br>器等                   |
| 影像傳送裝置                    | ○                  | —          | —                 | —                 | —          | —          | —          | —                      | —             | —      | —         | —          | —   | —                            | —                            |
| 數據傳送<br>(連接數據收集器<br>機・PC) | —                  | ○<br>需輸入作業 | ○<br>需輸入作業        | △<br>需另設中<br>繼基地台 | ○          | ○          | ○<br>需輸入作業 | △<br>有些機型<br>需輸入       | ○<br>需輸入作業    | ○      | ○<br>通訊耗時 | ○<br>需輸入作業 | ○   | △<br>有時收訊時<br>間遞延會影<br>響警報發令 | △<br>有時收訊時<br>間遞延會影<br>響警報發令 |

※實施聲音通話時也可用口頭傳達各監視機器資訊。

## 無線傳輸設備

| 監視內容                     | 全體狀況               | 水位        |                   |                   |            | 降雨量        | 流速 |                        | 侵蝕量           |        |   | 移動量  |     | 崩塌檢知        | 土石流發生檢知    |
|--------------------------|--------------------|-----------|-------------------|-------------------|------------|------------|----|------------------------|---------------|--------|---|------|-----|-------------|------------|
| 監視機器                     | 監視攝影機<br>(市售的錄影機等) | 水位標<br>目視 | 以測量機<br>器進行計<br>測 | 空投式觀<br>測浮筒       | 水壓式<br>水位計 | 傾斗型<br>雨量計 | 浮標 | 流速計<br>(迴轉・電磁・<br>超音波) | 距離計<br>(簡易雷射) | 地面測量機器 |   | 地面測量 | 伸縮計 | 崩塌檢知<br>感測器 | 鋼索感測<br>器等 |
| 數據傳送<br>(連接數據收集機・<br>PC) | ×                  | ×         | ×                 | △<br>需另設中<br>繼基地台 | ○          | ○          | ×  | △<br>有些機型<br>需輸入       | ×             | ×      | × | ×    | ○   | ○           | ○          |



# 實務經驗彙整

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| ＜卷末資料＞                       | 49  |
| 1. 代表性的監視・觀測機器性能與規格          | 50  |
| 2. 以直升機進行監視                  | 52  |
| 3. 直升機搭載簡易雷射測儀實施堰塞湖調查模擬結果    | 68  |
| 4. 潰堤與上游淹沒所需時間的推定方法          | 71  |
| 5. 溢流導致堰塞湖潰決時的洪峰流量推定方法       | 75  |
| 6. 上游流入流量的預測方法               | 78  |
| 7. 地面測量機器性能比較表               | 83  |
| 8. 空投式水位觀測浮筒                 | 84  |
| 9. 崩塌檢知感應器                   | 86  |
| 10. 崩塌區計測數據管理基準值（參考資料）       | 87  |
| 11. 崩塌邊坡緊急計測方法（RE・MO・TE2）    | 88  |
| 12. 觀測設施登記簿案例（以岩手宮城內陸地震時的案例） | 89  |
| 13. 監視資訊通訊系統                 | 99  |
| 14. 堰塞湖場內監視機器的無線化            | 105 |
| 15. 中越地震所造成堰塞湖監視方法相關訪談結果     | 106 |
| 16. 岩手・宮城內陸震生堰塞湖監視方法相關問卷調查結果 | 111 |



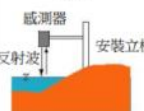
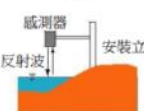
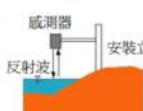
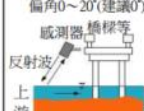
# 實務經驗彙整

表 2.2 堰塞湖監視・觀測機器選定條件

| ●觀測機器      |                          |                    |             |               |                   |            |              |               |                |                 |              |           |         | ●訊息傳送機器     |             |             |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|------------|--------------------------|--------------------|-------------|---------------|-------------------|------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|--------------|-----------|---------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|---|
| 監視內容       |                          | 整體狀況               | 水位          |               |                   |            | 降雨量          | 流速            |                | 侵蝕量             |              |           | 移動量     |             | 崩塌檢知        | 土石流發生檢知     |                  | 通訊方式                                         |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
| 監視機器       |                          | 監視錄影機<br>(市售的錄影機等) | 目視<br>水位標   | 以測量機<br>器進行計測 | 空投式水<br>位觀測浮<br>筒 | 水壓式水<br>位計 | 傾斗型雨<br>量計   | 浮標            | 可攜式簡<br>易流速計   | 距離計(簡<br>易雷射儀)  | 地面測量機器       |           | 地面測量    | 伸縮計         | 崩塌檢知<br>感測器 | 振動檢知<br>器等  |                  | 手機                                           | 衛星通訊系統                                                              |                          | 地面無線通訊系統                                      |                            |   |
|            |                          |                    |             |               |                   |            |              |               |                |                 | 全站儀(無<br>稜鏡) | 3D雷射      |         |             |             |             |                  |                                              | 衛星電話                                                                | 衛星小型畫<br>面傳送裝置<br>Ku-SAT | 國土交通省<br>移動通訊系<br>統<br>K-COSMOS               | 災害對策用遙<br>測裝置              |   |
| 監視的目的      | ①淹水區水位                   | ○                  | ○           | ○             | ○                 | ○          |              |               |                |                 |              |           |         |             |             |             |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|            | ②往淹水區的流入流量               | ○                  | ○           | ○             | ○                 | ○          | ○            | ○             | ○              |                 |              |           |         |             |             |             |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|            | ③土砂堆積區                   | ○                  |             |               |                   |            |              |               |                |                 | ○            | ○         | ○       |             |             |             |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|            | ④從土砂堆積區的逕流<br>流出量        | ○                  | ○           | ○             | ○                 | ○          |              | ○             | ○              |                 |              |           |         |             |             |             |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|            | ⑤崩塌區與周邊狀況                | ○                  | ○           | ○             | ○                 | ○          | ○            | ○             |                |                 |              |           |         | ○           | ○           | ○           |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|            | ⑥發生土石流等                  | ○                  |             |               |                   |            |              |               |                |                 |              |           |         |             |             |             | ○                |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
| 設置運用・環境條件  | 可攜式(只能人力攜帶)              | ○                  | ○           | ○             | (直升機搬運)           | ○          | ○            | ○             | ○              | ○               | ○            | 14~18kg   | ○       | ○           | ○           | ○           | 人力可搬運否           | ○<br>(10kg)                                  | ○<br>(10kg)                                                         | △<br>(約100kg, 可<br>複數分割) | ○<br>(數kg)                                    | △<br>(約70kg, 可<br>複數分割)    |   |
|            | 迅速性(觀測機制整備<br>時間)        | ○                  | ○           | ※2<br>△       | ○                 | ※2<br>△    | ※2<br>△      | ○             | ※2<br>△        | ○               | ※2<br>△      | ※2<br>△   | ※2<br>△ | △           | △           | △           | 迅速性              | ○                                            | ○                                                                   | ○                        | ○                                             | ※7<br>○                    |   |
|            | 無人自動連續觀測                 | ○                  | ×           | ×             | ○                 | ○          | ○            | ×             | ×              | ×               | ×            | △<br>軟體開發 | ×       | ○           | ○           | ○           |                  | ○                                            | ○                                                                   | ○                        | ○                                             |                            |   |
|            | 電源(運用可人力攜帶<br>之電池或太陽能電池) | ※1<br>△            | —<br>不需要    | ○             | ○                 | ○          | ○            | —<br>不需要      | ○              | ○               | ※1<br>△      | ※1<br>△   | ○       | ○           | ○           | ○           | 電源(電池、<br>太陽能電池) | ○<br>待機:5000小<br>時, 通話200<br>分鐘左右            | ○<br>使用靜止衛星<br>時, 通話時間<br>約120分鐘; 使<br>用低軌道周回<br>衛星時, 通訊<br>專用的約3個月 | ×                        | 需發動發電機(補給一次燃料<br>標準可使用時間為4~8小時左右, 長時間型的為72小時) | ○<br>蓄電池可使用2週              |   |
|            | 夜間                       | ×                  | ×           | ×             | ○                 | ○          | ○            | ×             | ○              | ×               | ×            | ○         | ×       | ○           | ○           | ○           |                  | ○                                            | ○                                                                   | ○                        | ○                                             |                            |   |
|            | 大雨・霧                     | △<br>視線清楚即可        | △<br>視線清楚即可 | △<br>視線清楚即可   | ○                 | ○          | ○            | △<br>視線清楚即可   | ○              | ○               | ×            | ×         | ×       | ×           | ○           | ○           | ○                |                                              | 大雨・霧                                                                | ○                        | △<br>有時大雨會出現不穩定狀況                             | △<br>有時大雨會出現不穩定狀況          | ○ |
| 資訊傳達路線之適應性 | 手機                       | ※3<br>△            | ※4<br>○     | ※4<br>○       | ○                 | ※6<br>△    | ※6<br>△      | ※4<br>○       | ※4<br>○        | ※4<br>○         | ※4<br>○      | ※6<br>○   | ※4<br>○ | ※6<br>○     | ※6※8<br>○   | ※6※8<br>○   | 大雨・霧             | ○                                            | △<br>有時大雨會出現不穩定狀況                                                   | △<br>有時大雨會出現不穩定狀況        | ○                                             | ○                          |   |
|            | 衛星電話                     | ※3<br>△            | ※4<br>○     | ※4<br>○       | ○                 | ※6<br>△    | ※6<br>△      | ※4<br>○       | ※4<br>○        | ※4<br>○         | ※4<br>○      | ※6<br>○   | ※4<br>○ | ※6<br>○     | ※6※8<br>○   | ※6※8<br>○   | 災害時通訊可靠性         | ×                                            | (視災害規模與狀況而定)                                                        | ○                        | ○                                             | ○                          | ○ |
|            | 衛星小型畫面傳送裝置<br>Ku-SAT     | ○                  | ※4<br>○     | ※4<br>○       | ※9<br>○           | ※6<br>△    | ※6<br>△      | ※4<br>○       | ※4<br>○        | ※4<br>○         | ※4<br>○      | ※6<br>○   | ※4<br>○ | ※6<br>○     | ※6※8<br>○   | ※6※8<br>○   | 數據傳送容量           | 使用3G手機:<br>高速通訊地區: 最大<br>384kbps通常地區: 64kbps | 往下最大64kbps<br>往上4.8 kbps                                            | 影像傳送64kbps<br>數據傳送16kbps | 電話回線數據通訊                                      | 約數百bps(水位計數據等最大2量)         |   |
|            | 國土交通省移動通訊系統<br>K-COSMOS  | ×                  | ※5<br>○     | ※5<br>○       | ※9<br>○           | ※5<br>△    | ※5<br>△      | ※5<br>○       | ※5<br>○        | ※5<br>○         | ※5<br>○      | ×         | ○       | ○           | ○           | ○           |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |
|            | 災害對策用遙測裝置                | ×                  | ×           | ×             | ※9<br>○           | ○          | ○            | ×             | ×              | ×               | ×            | ×         | ×       | ×           | ○           | ○           | 備註               | 災害時通訊可靠性低                                    | 不同的靜止衛星、周回衛星, 有的需要調整天線, 有的不必                                        | 需運送車與發電機                 | 只限能通訊的區域                                      | 數據傳送量少到BCD訊號輸入2量, 雨量輸入1量為止 |   |
|            | 備註                       |                    | 須安排24小時有人值班 | 人無法靠近的地方也能計測  | 具有優異的迅速性與安全性      | 注意避免被土砂埋沒  | 不適合豪雪地帶冬季的監視 | 大約每日計測一次, 需人手 | 計測範圍直到測桿凸出位置為止 | 若要每個點都計測, 精度會變差 | 每個點都計測       |           | 需要人手    | 不適合豪雪地帶冬季監視 | 不適合豪雪地帶冬季監視 | 不適合豪雪地帶冬季監視 |                  |                                              |                                                                     |                          |                                               |                            |   |

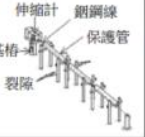
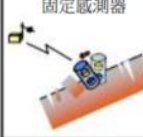
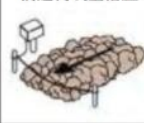


# 實務經驗彙整

| 監視內容                           |                        | 整體狀況                                                                                                             |                                                                                                                                          | 水位                                                                                                                                    |                                                                                                                            |                                                                                                                          |                                                                                                                           |                                                                                                                           | 流速                                                                                                      |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                         |
|--------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 監視機器                           |                        | 可攜式攝影機<br>(數位相機)                                                                                                 | 固定式攝影機                                                                                                                                   | 水壓式水位計                                                                                                                                | 空投式水位觀測<br>浮筒                                                                                                              | 非接觸式水位計                                                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                                                                           | 可攜式流速儀<br>(普萊斯式・電磁式等)                                                                                   | 非接觸式流速計                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                         |
|                                |                        |                                                                                                                  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                            | 超音波式水位計                                                                                                                  | 電波式水位計                                                                                                                    | 光波式水位計                                                                                                                    |                                                                                                         | 電波式流速計                                                                                                                                                                        | 超音波式流速計                                                                                                                                                 |
| 外觀                             |                        |                                 |                                                         |                                                      |                                           |                                        |                                        |                                        |                      |                                                                                            |                                                                      |
| 測定項目                           |                        | 影像                                                                                                               | 影像                                                                                                                                       | 水壓到水位變換                                                                                                                               | 從感測器到水面為止的距離(水深)                                                                                                           | 從感測器到水面為止的距離(水深)                                                                                                         |                                                                                                                           |                                                                                                                           | 旋槳的迴轉次數等                                                                                                | 都卜勒變位                                                                                                                                                                         | 都卜勒變位                                                                                                                                                   |
| 測定範圍                           |                        | 依鏡片・設定位置而定<br>被拍攝物體最低照亮度<br>: 5lx                                                                                | 依鏡片・設定位置而定<br>被拍攝物體最低照亮度<br>: 0.00007lx                                                                                                  | ~水深70m                                                                                                                                | ~水深40m                                                                                                                     | 水深0.6~15m                                                                                                                | 水深0~20m                                                                                                                   | 水深3~50m                                                                                                                   | 0~2m/s左右                                                                                                | 流速: 0.5~20m/s<br>距離: 1~40m                                                                                                                                                    | 流速: 0.5~10m/s<br>指定水位10m以內                                                                                                                              |
| 測定精度                           |                        | 畫素: 水平1920<br>畫素×垂直1080畫素                                                                                        | 解析度: 水平850條<br>、垂直350條                                                                                                                   | F.S 0.05%<br>(10m測定用0.5cm)                                                                                                            | F.S 0.05%<br>(10m測定用0.5cm)                                                                                                 | ± 1cm                                                                                                                    | ± 10cm                                                                                                                    | ± 1cm                                                                                                                     | F.S 1%                                                                                                  | ± 0.05m/s                                                                                                                                                                     | ± 0.01m/s                                                                                                                                               |
| 電<br>源                         | 電源種別                   | 商用電源<br>電池驅動                                                                                                     | 商用電源                                                                                                                                     | 商用電源<br>電池驅動                                                                                                                          | 電池驅動                                                                                                                       | 商用電源                                                                                                                     | 商用電源<br>電池驅動                                                                                                              | 商用電源<br>電池驅動                                                                                                              | 電池驅動                                                                                                    | 商用電源<br>電池驅動                                                                                                                                                                  | 商用電源                                                                                                                                                    |
|                                | 消耗電力・電流<br>(標準電池的使用時間) | 4.5W<br>使用標準電池:<br>約2小時                                                                                          | AC100V<br>約270W                                                                                                                          | DC12V<br>3mA<br>(感測器單體)                                                                                                               | DC12V 450mA<br>(含感測器、通訊裝置)                                                                                                 | DC12V・20W以下<br>AC100V・30VA以下<br>(感測器單體)                                                                                  | ・DC18-36V<br>最大22mA<br>(感測器單體)                                                                                            | DC12V<br>(感測器單體)                                                                                                          | 電池約15小時                                                                                                 | DC48V<br>最大0.12A                                                                                                                                                              | AC90~110V                                                                                                                                               |
| 與通訊系統連結<br>(詳細參照表2)            |                        | Ku-SAT<br>衛星通訊車<br>光纖等                                                                                           | Ku-SAT<br>衛星通訊車<br>光纖等                                                                                                                   | 幾乎所有機器都能傳送                                                                                                                            | 用內建的衛星通訊<br>終端機傳送                                                                                                          | 幾乎所有機器都能傳送                                                                                                               | 幾乎所有機器都能傳送                                                                                                                | 幾乎所有機器都能傳送                                                                                                                | —                                                                                                       | 幾乎所有機器都能傳送                                                                                                                                                                    | 幾乎所有機器都能傳送                                                                                                                                              |
| 施工效率・附帶設施                      |                        | 三腳等設置<br>設在屋外須有方法<br><br>相機用三腳架 | 相機支柱・電源配線<br>等施工<br><br>高度約1m<br>監視攝影機<br>影像內容<br>數位傳送 | 固定設置在護岸<br>等地點<br><br>PVC管 曝露在空氣中<br>以板橋固定<br>水位感測區 | 由直升機空投設置<br><br>浮筒 衛星通訊<br>電纜<br>內盒水位感測器 | 收發器安裝立柱等<br>施工<br><br>感測器 安裝立柱<br>反射波 | 收發器安裝立柱等<br>施工<br><br>感測器 安裝立柱<br>反射波 | 收發器安裝立柱等<br>施工<br><br>感測器 安裝立柱<br>反射波 | 需人工安裝立柱等<br><br>感測器 | 可用三腳架等簡易設置・<br>或設在橋腳等構造物上<br>俯角20~45°(建議40°)<br>偏角0~20°(建議0°)<br><br>感測器 橋樑等<br>反射波 上游 下游 | 設置在橋腳等構造物上<br>俯角30~45°(標準45°)<br>偏角0°標準<br><br>感測器 橋樑等<br>反射波 上游 下游 |
| 維持管理注意事項                       |                        | 換電池<br>鏡片髒污                                                                                                      | —                                                                                                                                        | 被流入的土砂埋沒<br>感應部航髒・阻塞                                                                                                                  | 土砂或流木勾住電纜・<br>餘震導致內盒翻倒                                                                                                     | —                                                                                                                        | —                                                                                                                         | 鏡片髒污                                                                                                                      | —                                                                                                       | —                                                                                                                                                                             | —                                                                                                                                                       |
| 代表性機器的單體費用概算<br>(不含工程費與通訊機器費用) |                        | 5~20萬日圓                                                                                                          | 300~500萬日圓                                                                                                                               | 20~130萬日圓                                                                                                                             | 370萬日圓~<br>(含通訊機器)                                                                                                         | 100~200萬日圓                                                                                                               | 100~200萬日圓                                                                                                                | 100~200萬日圓                                                                                                                | 40~60萬日圓                                                                                                | 100~300萬日圓                                                                                                                                                                    | 100~300萬日圓                                                                                                                                              |
| 初次運用時所需措施                      |                        | 都是日常常用配件・<br>容易取得                                                                                                | 須設置商用電源<br>設置工程得花點時間                                                                                                                     | 水文觀測常用・<br>容易取得・可以<br>臨時設施進行運用                                                                                                        | 廠商未必有庫存・<br>最好事先備齊                                                                                                         | 廠商未必有庫存・<br>須進行立柱施工等                                                                                                     | 廠商未必有庫存・<br>須進行立柱施工等                                                                                                      | 廠商未必有庫存・<br>須進行立柱施工等                                                                                                      | 水文觀測常用<br>容易取得                                                                                          | 廠商未必有庫存・<br>且須橋樑等構造物                                                                                                                                                          | 廠商未必有庫存・<br>且需橋樑等構造物                                                                                                                                    |
| 備 註                            |                        |                                                                                                                  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                       |                                                                                                                            |                                                                                                                          |                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                                         |                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                         |



# 實務經驗彙整

| 監視內容                           |                        | 降雨量                                                                                         | 侵蝕量                                                                                            |                                                                                               |                                                                                                | 移動量                                                                                                                         | 崩塌檢知                                                                                                    | 發生檢知                                                                                                       |                                                                                                 |
|--------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 監視機器                           |                        | 傾斗式雨量計                                                                                      | 距離計<br>(簡易雷射儀)                                                                                 | 全站儀<br>(無稜鏡)                                                                                  | 3D雷射掃描儀                                                                                        | 伸縮計                                                                                                                         | 崩塌感測器                                                                                                   | 鋼索感測器                                                                                                      | 振動感測器                                                                                           |
| 外觀                             |                        |            |               |              |              |                                          |                      |                         |              |
| 測定項目                           |                        | 傾斗的傾倒次數                                                                                     | 由雷射往返時間算出到標的物的距離                                                                               | 由光往返時間算出到標的物的距離                                                                               | 由雷射往返時間算出到標的物的距離                                                                               | 鋼鋼線的伸縮量                                                                                                                     | 感測器的傾斜度                                                                                                 | 鋼索切斷                                                                                                       | 土石流振動                                                                                           |
| 測定範圍                           |                        | 150mm/h以下                                                                                   | 10~1,100m                                                                                      | 5~2,000m                                                                                      | 2~2,000m                                                                                       | ~500m                                                                                                                       | 傾斜30°以上                                                                                                 | 鋼索切斷<br>拉扯強度141kg                                                                                          | ~2000gal<br>DC~30Hz                                                                             |
| 測定精度                           |                        | 0.5 or 1.0mm                                                                                | 0.5~1.0m                                                                                       | $\pm(10+10\text{ppm} \cdot D)\text{mm}$                                                       | $\pm 10\text{mm}$                                                                              | 0.1mm                                                                                                                       | —                                                                                                       | —                                                                                                          | 0.1gal以下                                                                                        |
| 電源                             | 電源種別                   | 商用電源<br>電池驅動<br>(感測器不需電源)                                                                   | 電池驅動                                                                                           | 電池驅動                                                                                          | 商用電源                                                                                           | 電池驅動                                                                                                                        | 電池驅動<br>(接收信號機側<br>需另外安裝)                                                                               | 商用電源<br>電池驅動                                                                                               | 商用電源<br>電池驅動                                                                                    |
|                                | 消耗電力・電流<br>(標準電池的使用時間) | 4號電池2顆的使用1年<br>(使用簡易記錄器)                                                                    | DV3V                                                                                           | DC6V<br>內建電池約可使用<br>6小時                                                                       | 108W以下                                                                                         | 3顆一號乾電池，<br>可使用6個月以上                                                                                                        | 4顆三號乾電池1年<br>以上                                                                                         | DC12V<br>平均消耗電流：<br>0.5mA以下                                                                                | DC12V<br>20mA                                                                                   |
| 與通訊系統連結<br>(詳細參照表2)            |                        | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                              | —                                                                                              | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                                | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                                 | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                                                              | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                                          | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                                             | 幾乎所有機器都能<br>傳送                                                                                  |
| 施工效率・附帶設施                      |                        | 水平固定基台<br> | 距離計：手持計測<br> | 以三腳架等設置<br> | 以三腳架等設置<br> | 設置基樁與保護管<br>伸縮計 鋼鋼線<br>基樁 保護管<br>裂隙<br> | 邊坡打設基樁<br>固定感測器<br> | 設在溪流兩岸的<br>構造物或基樁上<br> | 設在基礎土台上<br> |
| 維持管理注意事項                       |                        | 去除集水部的雜草<br>樹葉等                                                                             | —                                                                                              | —                                                                                             | —                                                                                              | 避免鋼鋼線接觸不良                                                                                                                   | —                                                                                                       | 被動物等切斷                                                                                                     | 雜波導致錯誤動作                                                                                        |
| 代表性機器的單體費用概算<br>(不含工程費與通訊機器費用) |                        | 10~40萬日圓                                                                                    | 距離計：3~6萬日圓                                                                                     | 100~200萬日圓                                                                                    | ~200萬日圓                                                                                        | 20~30萬日圓                                                                                                                    | 感測器5萬/台<br>接收訊號機 50萬                                                                                    | 60萬日圓                                                                                                      | 70~200萬日圓                                                                                       |
| 初次運用時所需措施                      |                        | 氣象觀測常用，<br>容易取得、施工                                                                          | 測量時常用，容易<br>取得器材                                                                               | 測量時常用，容易<br>取得器材                                                                              | 價格昂貴，未必需<br>要採購這項儀器                                                                            | 常用來進行地滑<br>觀測，取得容易                                                                                                          | 廠商未必有庫存                                                                                                 | 常用來進行土石流<br>觀測，容易取得                                                                                        | 廠商未必有庫存<br>需設定檢知基準                                                                              |
| 備 註                            |                        |                                                                                             |                                                                                                |                                                                                               |                                                                                                |                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                            |                                                                                                 |



# 實務經驗彙整

7. 地面測量機器性能比較表

| 計測機器 |        |      | 特 性                                                                             |                                                                         | 是否需<br>進入堤體 | 機器性能 (一般公稱值) <sup>※1</sup>                                   |                                                                                                       | 重量                                             | 從作業面來看的一<br>般適用可能距離 <sup>※2</sup> | 電源    | 對於不可視<br>區域的對應 |
|------|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------|
|      |        |      | 優 點                                                                             | 缺 點                                                                     |             | 適用的距離                                                        | 精度                                                                                                    |                                                |                                   |       |                |
| ①    | 全站儀    | 免稜鏡型 | ■能遠距進行計測。<br>■劣於TS(稜鏡型)，但可進行長距離計測，具有高精度。<br>■手動計測，但每個地點的計測時間與稜鏡大約相同。            | ■雷射入射角較淺或標的為暗色系時，雷射反射率較低，較難以計測。<br>■侵蝕量得另外計算。                           | ○<br>不需要    | 1.5~250m<br>(無目標、測定白色物時)                                     | ±(5+2ppm·D)mm                                                                                         | 本體5~6kg<br>三腳 kg                               | 1.5~200m                          | 裝卸式電池 | 不可計測           |
| ②    | 簡易雷射   | 電子羅盤 | ■能遠距進行計測。<br>■能斜距、水平角、高角度計測。<br>■具有優異的可攜性。<br>■每1點的計測時間約數十秒左右。                  | ■屬於中精度。<br>■雷射入射角較淺或標的為暗色系時，雷射反射率較低，較難以計測。<br>■侵蝕量得另外計算。                | ○<br>不需要    | 1.0~200m<br>(白色、灰色標的)                                        | 50m —— 3cm<br>150m —— 5cm<br>(A公司製品時)                                                                 | 本體1.6kg<br>支柱0.4kg                             | 1.0~130m<br>(A公司製品時)              | 乾電池   | 不可計測           |
| ③    |        | 測距儀  | ■能遠距進行計測。<br>■能快速進行斜距計測。<br>■具有優異的可攜性。                                          | ■屬於低精度。<br>■雷射入射角較淺或標的為暗色系時，雷射反射率較低，較難以計測。<br>■侵蝕量得另外計算。<br>■計測值無法自動記錄。 | ○<br>不需要    | 1.0~1,000m                                                   | 0.5m單位@100m未滿<br>1.0m單位@100m以上<br>(B公司製品時)                                                            | 本體<br>0.2~0.4kg                                | 1.0~150m<br>(B公司製品時)              | 乾電池   | 不可計測           |
| ④    | 3D雷射掃描 | 地面   | ■能遠距進行計測。<br>■能進行面的計測。<br>■能用3次元方式掌握觀測標的物。<br>■能以長距離且高精度地實施計測。<br>■計測本身能實施數十分鐘。 | ■雷射入射角較淺時，難以取得數據。<br>■算定侵蝕量進行分析處理，需30分~數小時。<br>■計測儀器價格昂貴(約2000萬日圓)。     | ○<br>不需要    | 2~1000m<br>(C公司製品)<br>300m<br>(D公司製品)<br>1.5~350m<br>(E公司製品) | <標準偏差><br>±10mm(單發測定)<br>±5mm(平均化)<br>(C公司製)<br>距離4mm、座標<br>6mm@50m<br>(D公司製)<br>6.5mm@200m<br>(E公司製) | 本體<br>14~18kg<br>三腳 kg<br>發電機<br>kg<br>電腦1.5kg | 1.5~200m<br>(E公司製品時)              | 發動發電機 | 不可計測           |

※1) 主要是以混凝土構造物等為標的，因此堰塞湖土塊可能較大、品質較差。

※2) 考量不同自然環境中的作業效率與測量精度會有差異，這是一般使用狀況所判斷的距離數值。有時條件比所記載數值還更嚴苛。

上述①~④計測機器的計測條件別適用性如下。

| 外部環境條件 | 計測的適用性            | 標的條件     | 計測的適用性           |
|--------|-------------------|----------|------------------|
| 夜間     | 需設置打光器。3D時有打光器更好。 | 水        | 雷射光漫射。           |
| 雨・雪    | 可進行計測。            | 積雪       | 積雪導致無法正確進行土砂面計測。 |
| 大雨・霧   | 無法取得標的的視準。        | 含大量水分的土壤 | 雷射光有漫射之虞。        |
| 逆光     | 有時無法確保精度。         | 岩盤濕潤像鏡子時 | 雷射光有漫射之虞。        |
|        |                   | 暗色系地盤    | 雷射光反射狀況較差。       |



# 實務經驗彙整

## 直升機進行監視作業要點

表－1.1 藍天號的主要性能

|                    |         |
|--------------------|---------|
| 最大搭載人數<br>(含駕駛員)   | 20名     |
| 最大巡航速度             | 240km/h |
| 最大運用高度             | 6,060m  |
| 最大續航距離<br>(增加油料箱時) | 1,080km |
| 最大續航時間<br>(增加油斷箱時) | 4.5小時   |
| 有效載重量              | 3,619kg |

表－1.4 根據對地高度H與飛行速度V之關係選擇快門間隔

| H \ V | 30km/h  | 60km/h  | 90km/h | 120km/h |
|-------|---------|---------|--------|---------|
| 150m  | 0.4sec  | 3.2sec  | 2.1sec | 1.6sec  |
| 300m  | 12.7sec | 6.4sec  | 4.2sec | 3.2sec  |
| 450m  | 19.1sec | 12.7sec | 6.4sec | 4.8sec  |

## 攝影測量知建議設定值

### 四種感測器

- 照相錄影機
- 熱紅外線錄影機
- 垂直靜像錄影機
- 監視錄影機

表－1.5 根據對地高度H與飛行速度V之關係選擇快門速度

| H \ V | 30km/h        | 60km/h        | 90km/h        | 120km/h       |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 150m  | 1/125 ~ 1/500 | 1/250 ~ 1/500 | 1/500         | 1/500         |
| 300m  | 1/60 ~ 1/500  | 1/125 ~ 1/500 | 1/250 ~ 1/500 | 1/250 ~ 1/500 |
| 450m  | 1/60 ~ 1/500  | 1/125 ~ 1/500 | 1/125 ~ 1/500 | 1/250 ~ 1/500 |

# 實務經驗彙整

## 崩塌邊坡緊急計測方法

### 特徵

- 有標的物，不容易產生瞄準誤差
- 設置時間短(5分鐘)
- 能在安全場所量測
- 利用專屬包裝快速運送

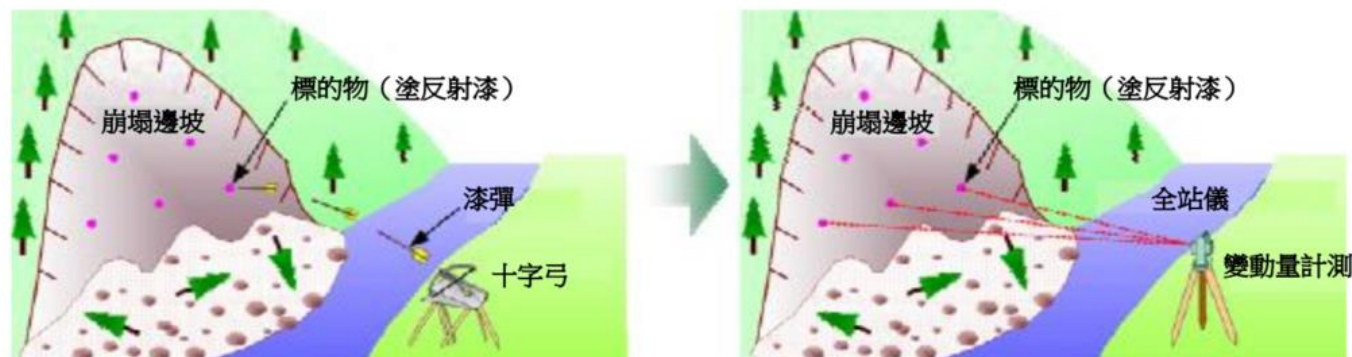


圖-1 設置標的物與觀測概要



圖-2 標的物設置用機材



圖-3 資機材同樣的捆包與開封狀況

圖-4 完成設置的標的物



# 實務經驗彙整

## 国土交通省の災害対策用機材の配備状況

大規模な災害には全国の機材が集結し支援を行います。

▼平成29年4月1日現在

### 西元2017年統計

(単位:台)

| 地整等 | 排水ポンプ車 | 照明車 | 対策本部車<br>待機支援車 | 遠隔操作式<br>バックホウ | 遠隔操縦装<br>置(ロボQ) | 衛星通信車 | Ku-SAT | 災害対策用<br>ヘリコプター | 備 考                  |
|-----|--------|-----|----------------|----------------|-----------------|-------|--------|-----------------|----------------------|
| 北海道 | 28     | 15  | 8              | 1              | 0               | 4     | 14     | 1               |                      |
| 東 北 | 45     | 29  | 10             | 2              | 0               | 4     | 19     | 1               |                      |
| 関 東 | 41     | 41  | 25             | 2              | 0               | 9     | 29     | 1               |                      |
| 北 陸 | 40     | 37  | 11             | 3              | 0               | 4     | 20     | 1               |                      |
| 中 部 | 37     | 34  | 15             | 2              | 0               | 6     | 17     | 1               |                      |
| 近 畿 | 35     | 28  | 17             | 1              | 0               | 7     | 21     | 1               |                      |
| 中 国 | 33     | 24  | 6              | 1              | 2               | 5     | 16     | 1               | ヘリは四国・中国<br>地整とで共同管理 |
| 四 国 | 33     | 28  | 11             | 2              | 1               | 5     | 8      |                 |                      |
| 九 州 | 60     | 24  | 9              | 2              | 6               | 4     | 16     | 1               |                      |
| 沖 縄 | 1      | 3   | 1              | 0              | 0               | 1     | 6      | 0               |                      |
| 計   | 353    | 263 | 113            | 16             | 9               | 49    | 166    | 8               |                      |



【 H27.9 関東・東北豪雨 】  
(茨城県常総市)



【 H28.4 熊本地震 】  
(熊本県益城町)



【 H26.8 広島土砂災害 】  
(広島県広島市)



【 H28.4 熊本地震 】  
(熊本県南阿蘇村)



【 H27.5 口永良部島噴火 】  
(鹿児島県口永良部島)

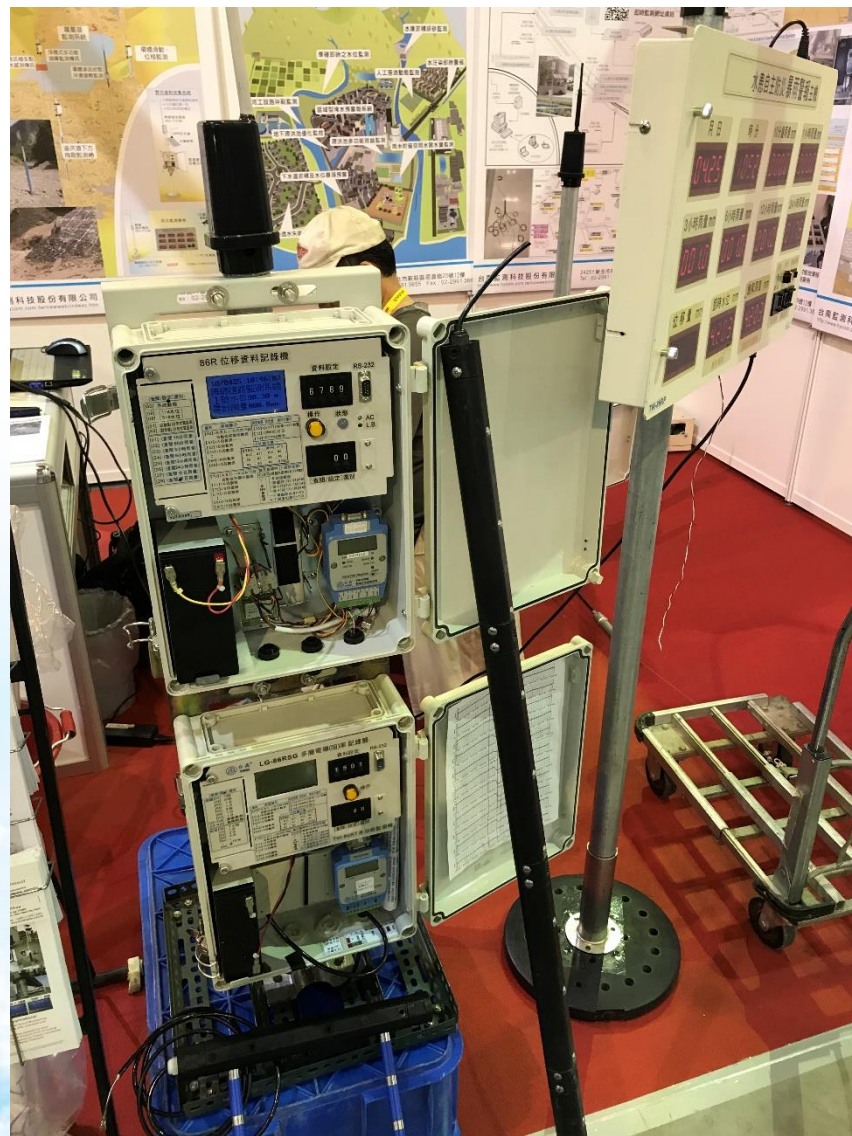
#### その他の機材

土のう造成機、応急組立橋、散水車、橋梁点検車、側溝清掃車、路面清掃車など



# 實務經驗彙整

## 台灣堰塞湖監視設備





# 實務經驗彙整

台灣對於堰塞湖災害持續進行跨單位的合作演練與交流



106年堰塞湖災害防治技術交流研習會

主辦單位：行政院農業委員會水土保持局 / 經濟部水利署  
行政院農業委員會林務局

執行單位：國立成功大學 法人成大研究發展基金會  
國立成功大學 國際中心



# 結論與建議

- 日本在面對堰塞湖災害時，將每一次的經驗累積起來，並積極在流程、設備與實務操作上精進，對於這樣的精神很值得學習
- 經歷一次比一次還嚴重的事件，針對這樣複合型的災害必須提早做好準備，設想各種可能的情境進行實務的模擬
- 台灣在這些監測設備上也具有一定的水準，並在不同災害上發揮其效用，而在堰塞湖緊急應變上如何縮短反應的時間，做到最快速的調配，並在平時了解各項監測設備的使用方法與工作極限，是需要加強的



# RTDT

## 技術研究發展小組

Research and Technology Development Team

*Thank you for your attention*