

大規模地震衝擊評估模型強化與應用

報告人:地人組 柯孝勳

2021.03.31

受強震衝擊後性脆弱是否應掌握情境機做好因應？



一、震後通訊基地台失效衝擊評估模式

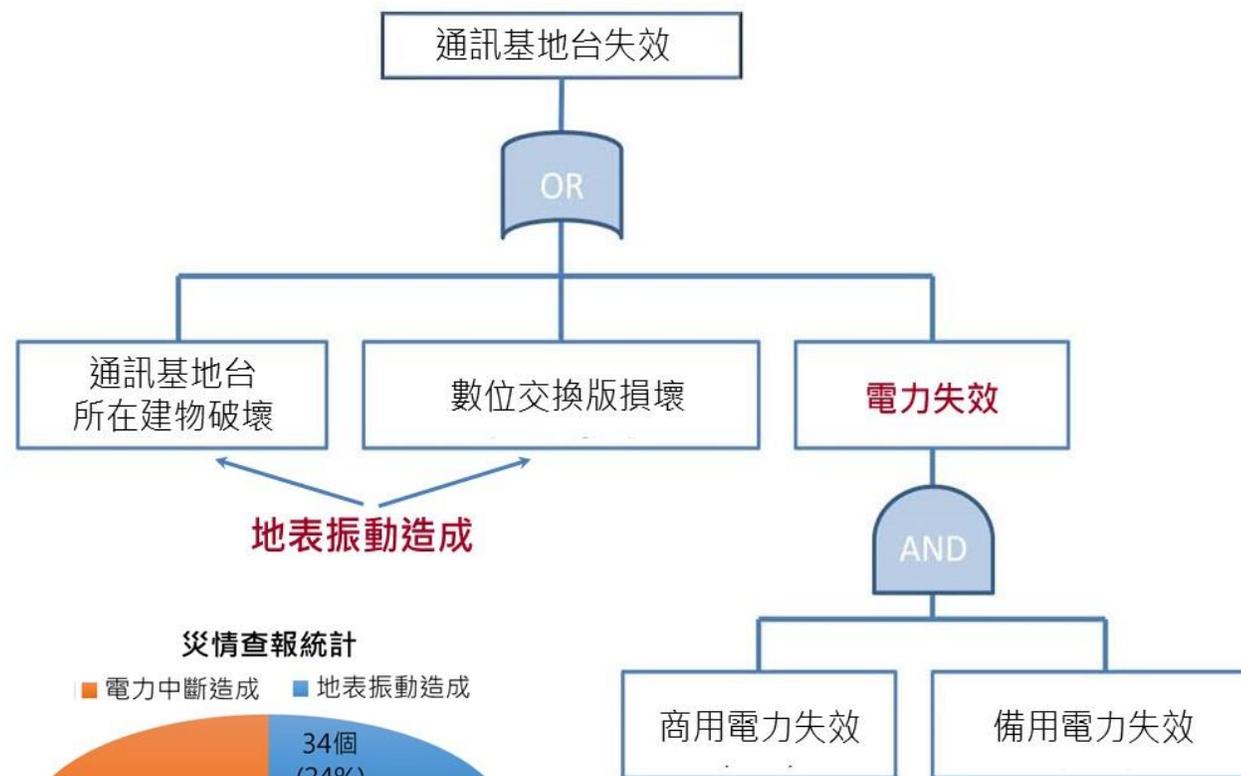
■ 通訊基地台失效因素

• 地表強震動：

- ✓ 附掛之建物倒塌壓壞
- ✓ 基地台天線脫落
- ✓ 電池主機位移解聯

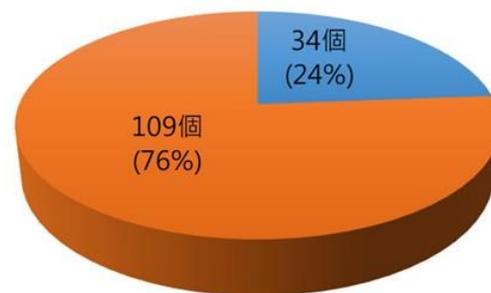


• 電力系統失效： 基地台電力中斷



災情查報統計

■ 電力中斷造成 ■ 地表振動造成



*國家通訊傳播委員會(2016)· 2016年高雄美濃地震通訊中斷統計· 統計至2016年2月14日

應用電力設施資料庫資料庫建立供電相依性

- 當上游變電所、輸電線路損壞，下游負載端(一次、二次變電所)將失去連接電力、或系統異常，造成供電行政區停電



電力系統流程與供電範圍 (電壓: 345/161kV)

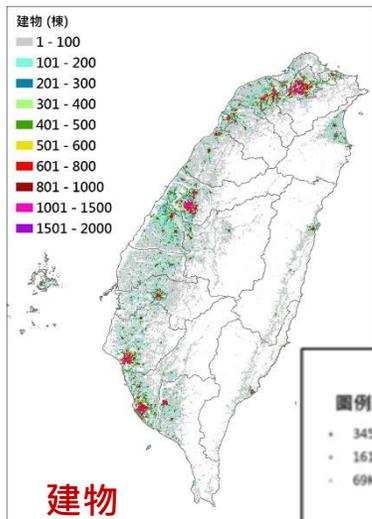
超高壓變電所	電壓	一次變電所	供電行政區
龍崎E/S	345/161kV	新營P/S	鹽水區、學甲區、麻豆區、北門區
龍崎E/S	345/161kV	路園D/S	湖內區

電力系統流程與供電範圍 (電壓: 161kV/69kV)

一次變電所	電壓	二次變電所	供電行政區
山上P/S	161/69kV	新市S/S 歸仁S/S 善化S/S	新市區、新化區、歸仁區
台南P/S	161/69kV	延平D/S 忠孝D/S 保安S/S	仁德區、南區、東區

結合大數據資料庫建立自動化評估流程

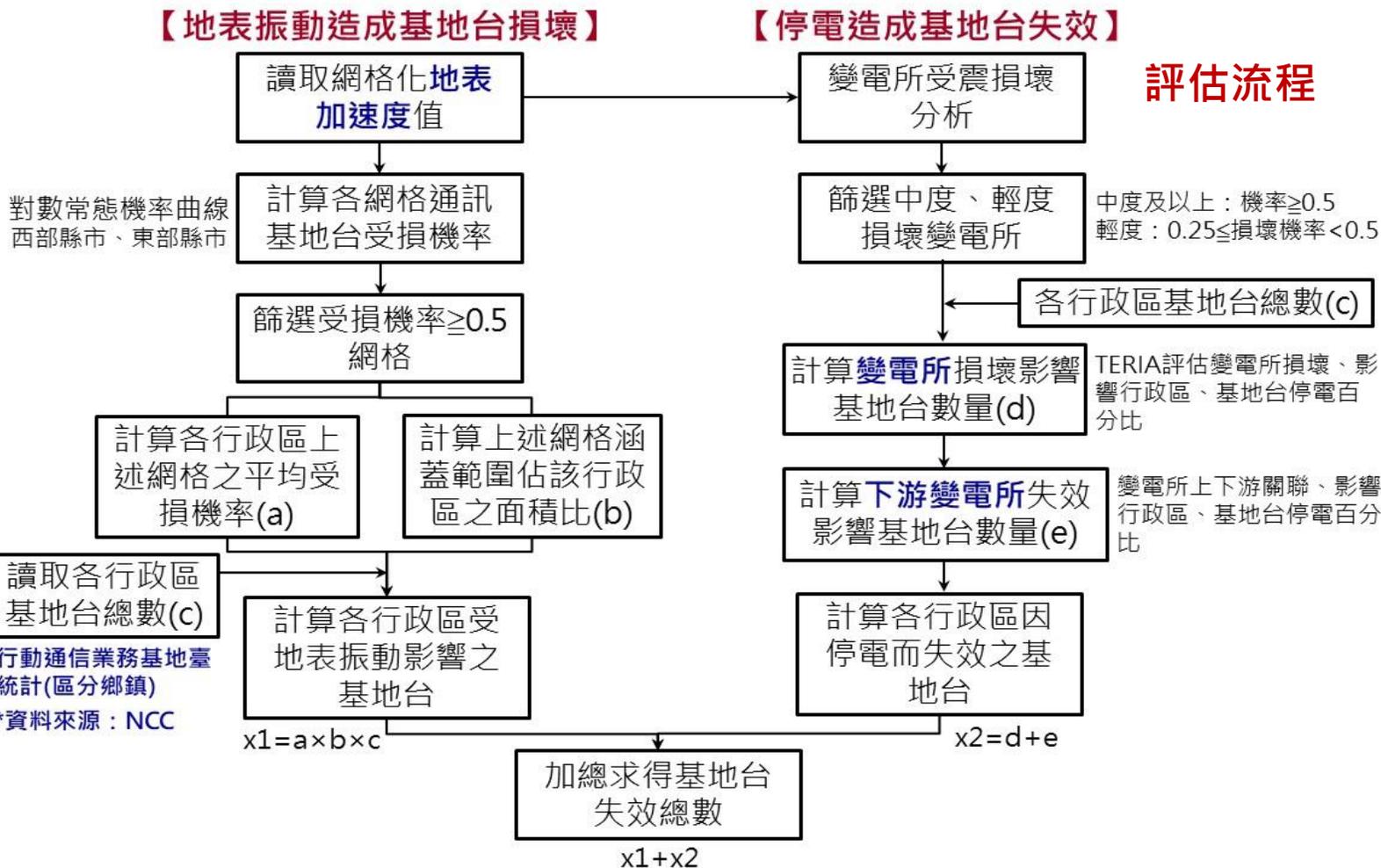
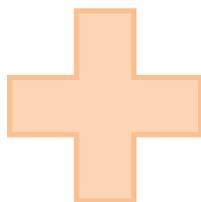
建物與電力設施資料庫建置



建物



電力系統

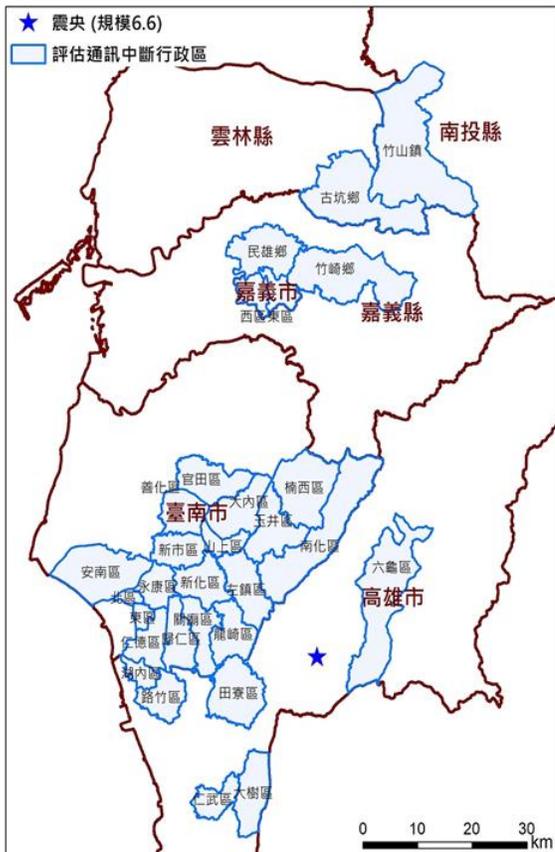


應用歷史地震災例進行模式檢驗

2016年高雄美濃地震(規模 6.6)

評估可能受損基地台141座

災情查報基地台故障143座



2018年花蓮地震(規模 6.2)

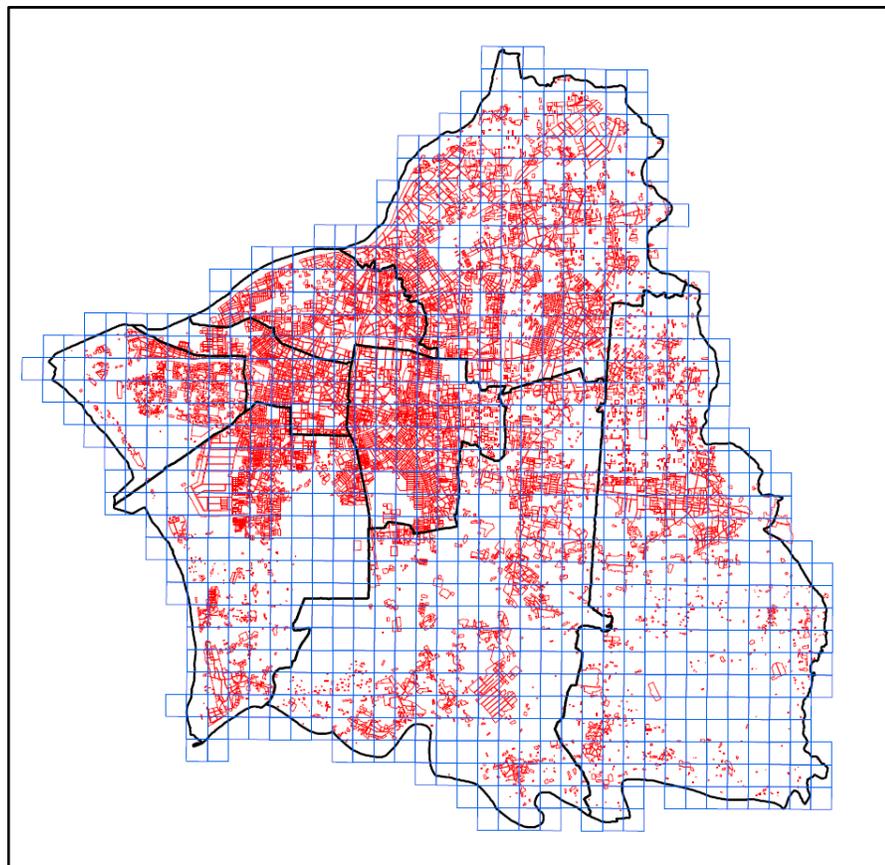
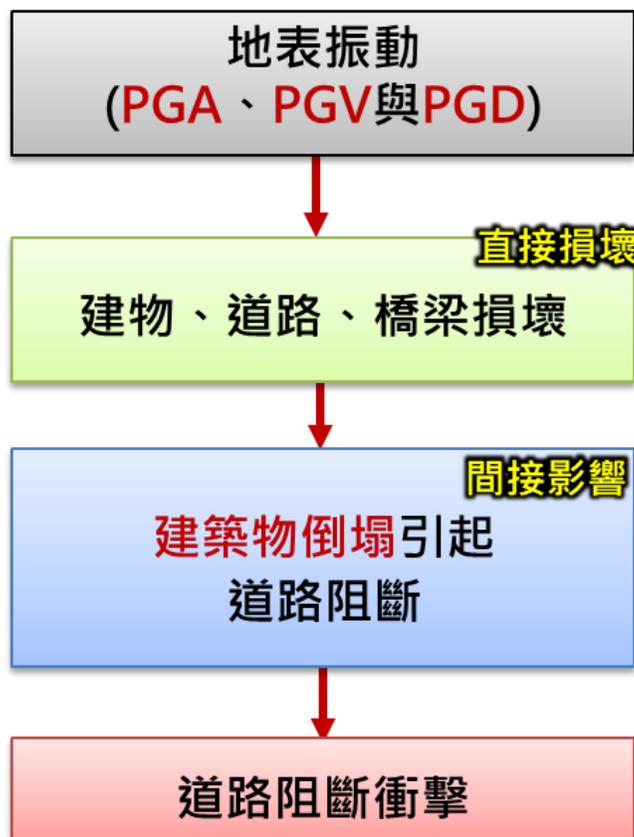
評估可能受損基地台67座

災情查報基地台故障70座

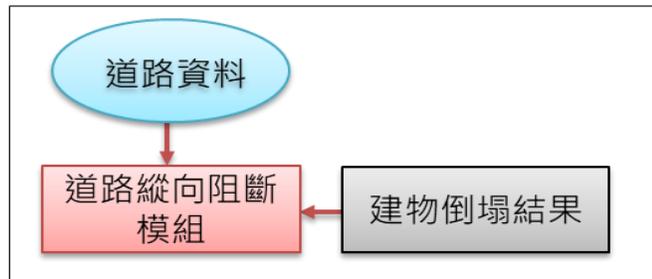


二、震後建物倒塌引致道路阻斷評估模式

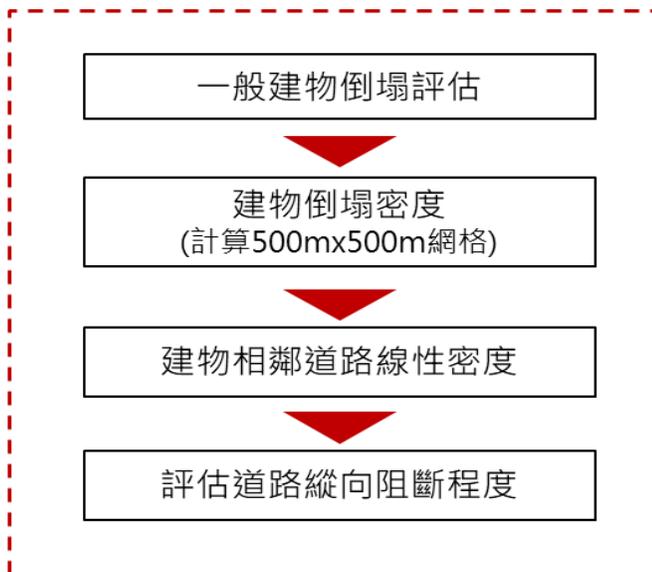
■ 震後救援「安全廊道」之影響因子與空間資料庫



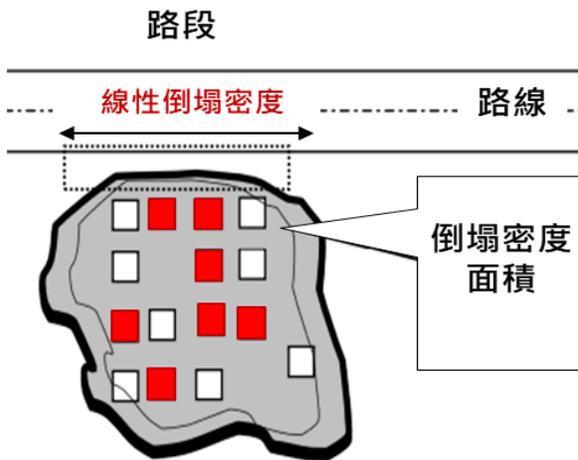
道路縱向阻斷



道路縱向阻斷模式



- 建築物倒塌密度值
- 建築物相鄰道路線性密度值



- 倒塌密度
 $P_A = A_c / A_{unit}$
- 線性塌陷密度
 $P_L = k \sqrt{P_A}$



道路可通行範圍取決
建物軌跡、建物與道
路密度，評估

道路封閉率

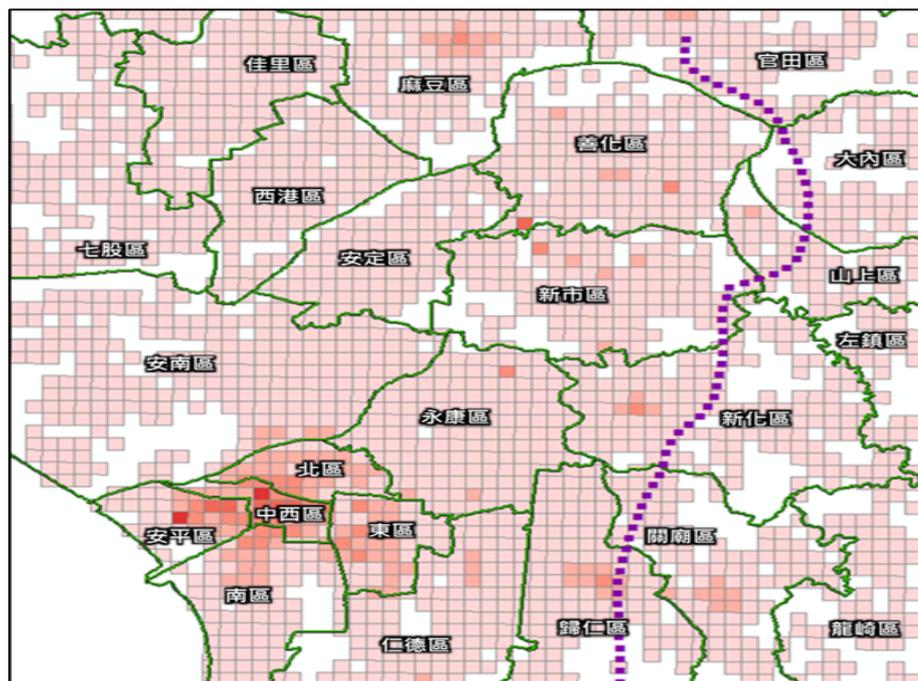
- 道路縱向阻斷，常取決於路線上兩側建物間的距離。
線性密度值小時，則道路阻斷發生情況較小

建物倒塌引起道路阻斷分析方法-縱向阻斷

建物倒塌數密度

建物倒塌之相鄰道路密度

道路縱向阻斷分析



建物倒塌密度(網格500m x 500m)

■ 建物倒塌面積 A_c

$$A_c = (N_{cb} / N_b) \cdot A_b$$

N_{cb} 建物倒塌數

N_b 建物總數

A_b 建物樓地板面積

■ 建物倒塌密度 P_A

$$P_A = A_c / A_{unit}$$

A_{unit} 網格面積(500m × 500m)

A_c 建物倒塌面積

■ 建物相鄰道路線性密度 k

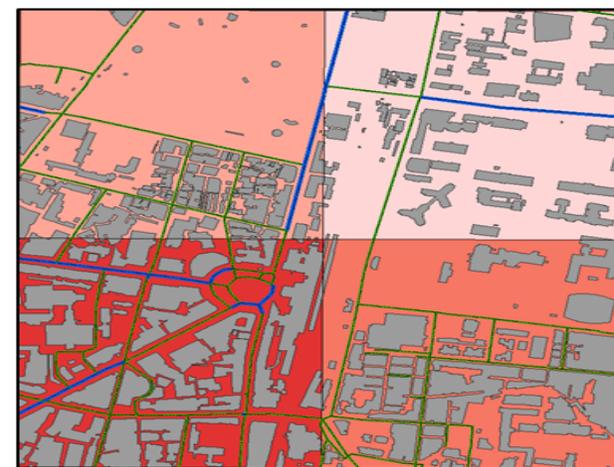
■ 道路縱向阻斷程度 P_L

$$P_L = k \sqrt{P_A}$$

$P_L < 0.1$ (低度阻斷) · $0.1 \leq P_L < 0.2$ (中度阻斷) · $P_L > 0.3$ (高度阻斷)

$K=1.0$ 建物數100~400

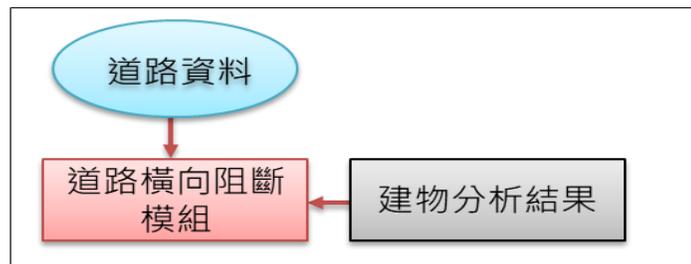
$K=0.9$ 建物數0~100



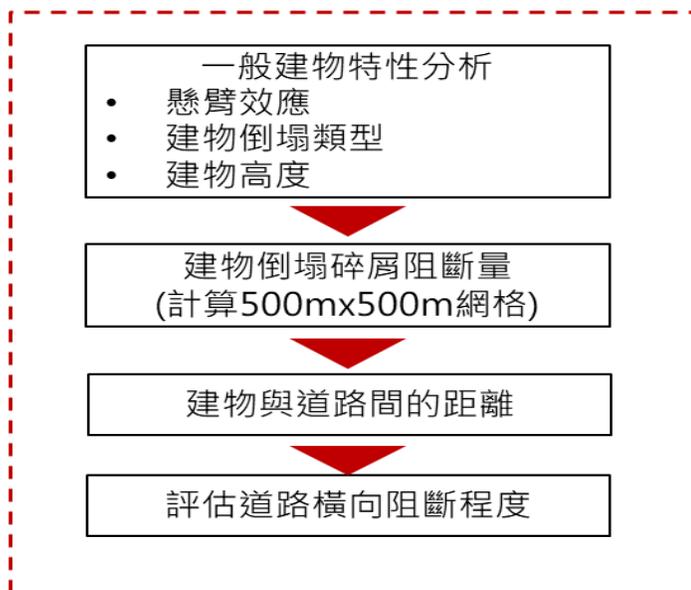
$K=1.2$ 建物數>800

$K=1.1$ 建物數400~800

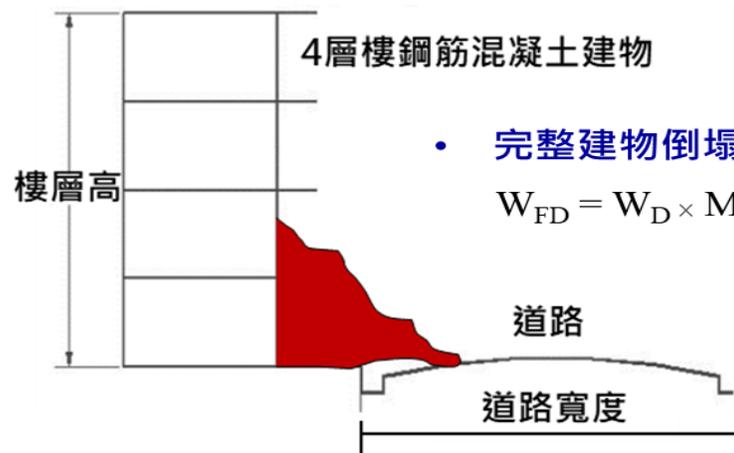
道路橫向阻斷



道路橫向阻斷模式



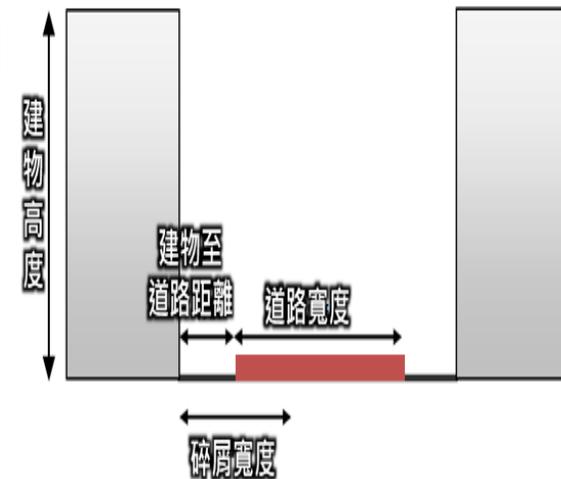
- 建物屬性(樓層高、建築材料、懸臂式)
- 建物倒塌產生碎屑寬度



- 完整建物倒塌碎屑寬度

$$W_{FD} = W_D \times M \times C$$

- 道路一側的建物倒塌碎屑寬度做為評估道路的可使用情況，即表示道路被碎屑橫向阻斷比例值



道路寬度減少範圍取決道路與建物間距離，道路寬度和碎屑寬度。

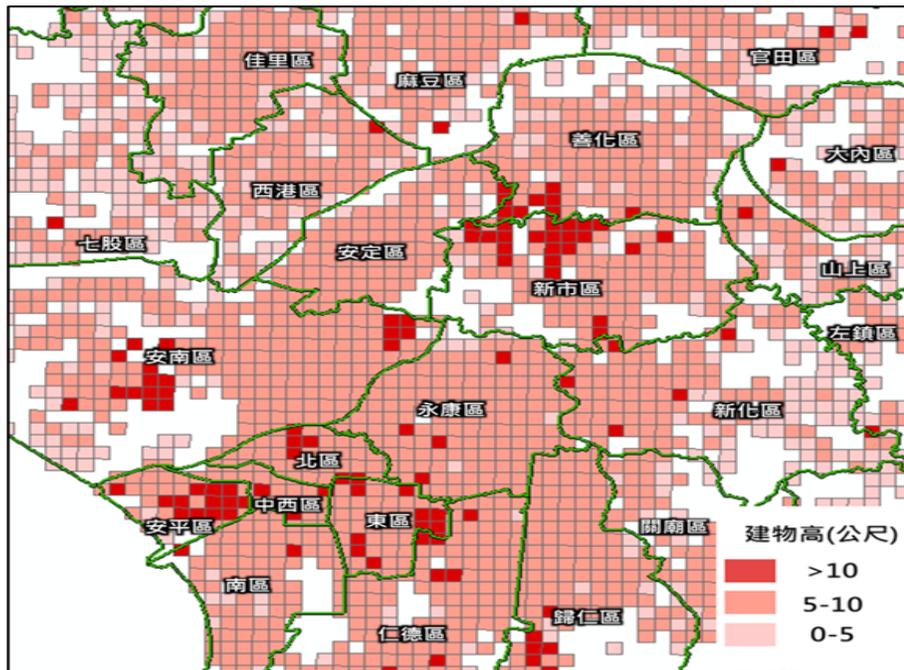
道路封閉率 > 30%，
影響救援車輛通行

建物倒塌引起道路阻斷分析方法-橫向阻斷

建物碎屑寬度計算

道路可使用寬度估計

道路橫向阻斷分析



碎屑寬度(500mx500m網格)

■ 建物倒塌碎屑寬度 W_{FD}

$$W_{FD} = W_D \times M \times C$$

M 建築材料因子

C 懸臂因子

■ 坍塌寬度 W_D

$$W_D = H_E \times \tan 20^\circ$$

H_E 建物平均高度 (網格)

■ 道路阻斷比 D_{OCC}

$$D_{OCC} = W_{FD} / D_B$$

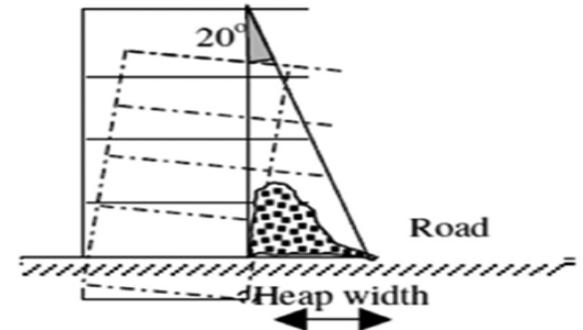
■ 道路寬度(含人行道)

$$D_B = \gamma \times W_R$$

γ 建物至街道距離

W_R 街道寬度

$D_{OCC} < 0.3$ (低度阻斷) , $0.3 \leq D_{OCC} < 0.5$ (中度阻斷) ,
 $D_{OCC} > 0.5$ (高度阻斷)



頂部至碎屑坍塌最遠點為 20°

建築材料因子

RCC $M = 1.3$

BM, BC, ADB = 1.1

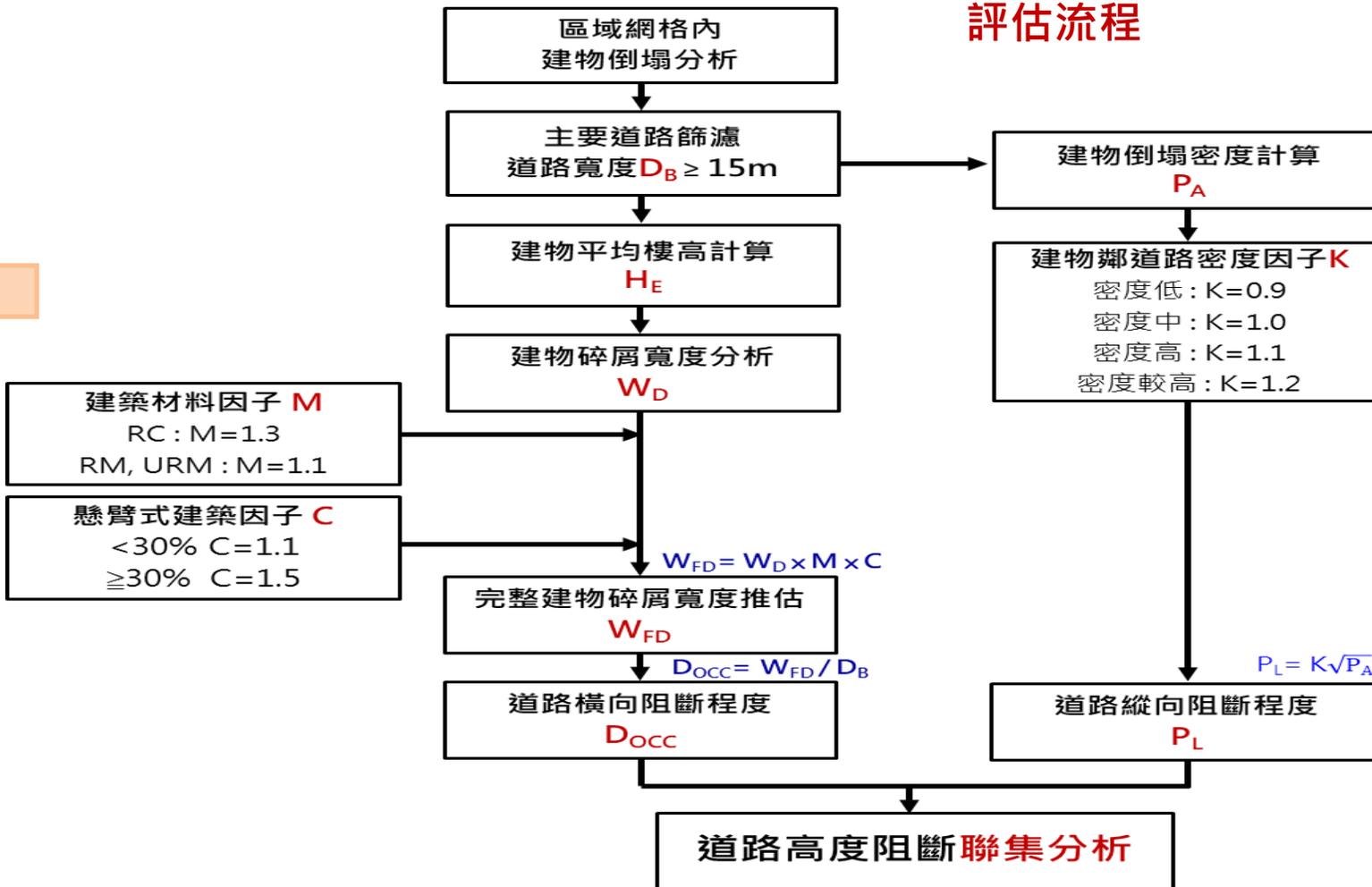
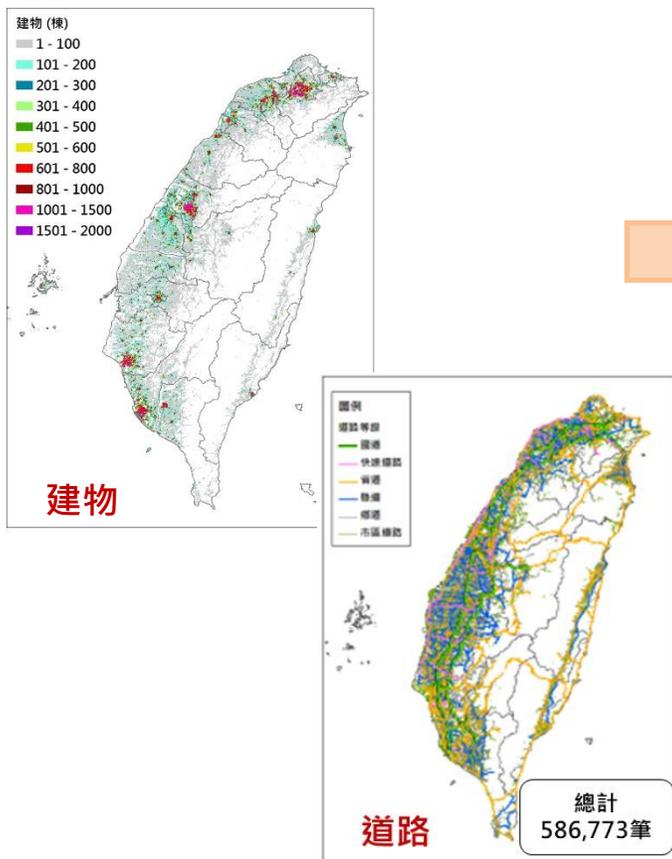
懸臂因子

小於30% $C = 1.1$ (郊區)

大於30% $C = 1.3$ (市區)

結合大數據資料庫建立自動化評估流程

建物與道路設施資料庫建置



109年度國家防災日地震演練情境模擬應用

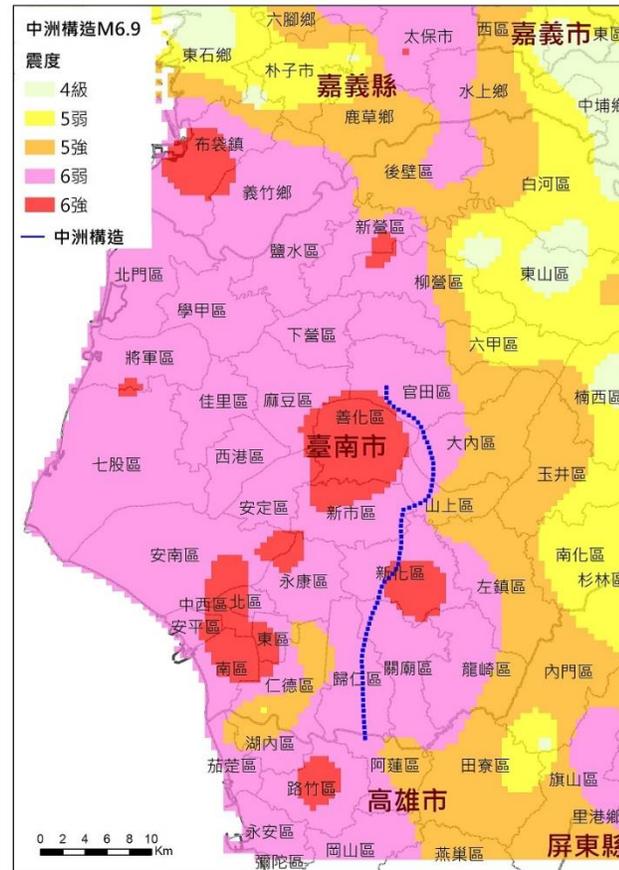
■ 地震設定情境

- 中洲構造
- 規模6.9

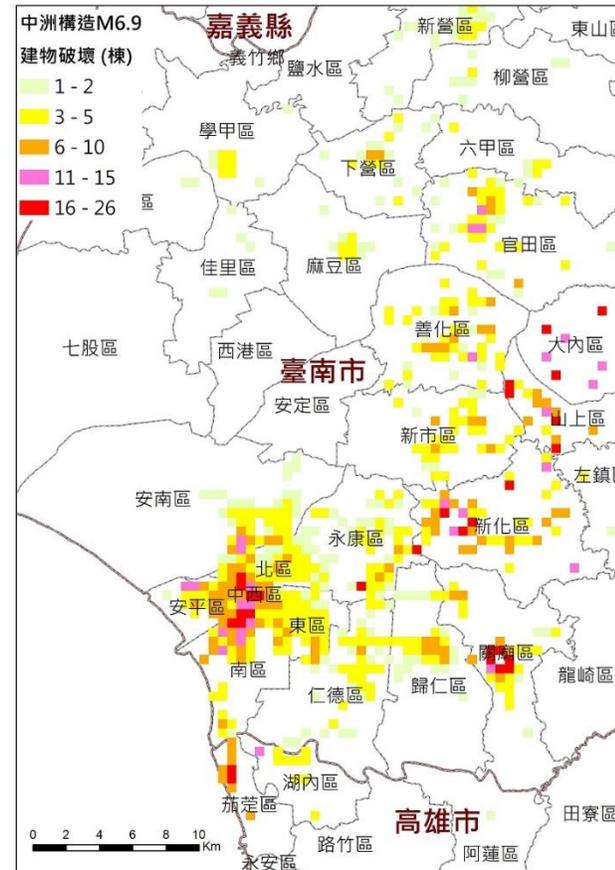
■ 最大震度6強

縣市	鄉/鎮/區
臺南市	善化區、新市區、新化區、永康區、安南區、北區、東區、中西區、南區、安平區、新營區、柳營區、將軍區、七股區
高雄市	路竹區
嘉義縣	布袋鎮、義竹鄉

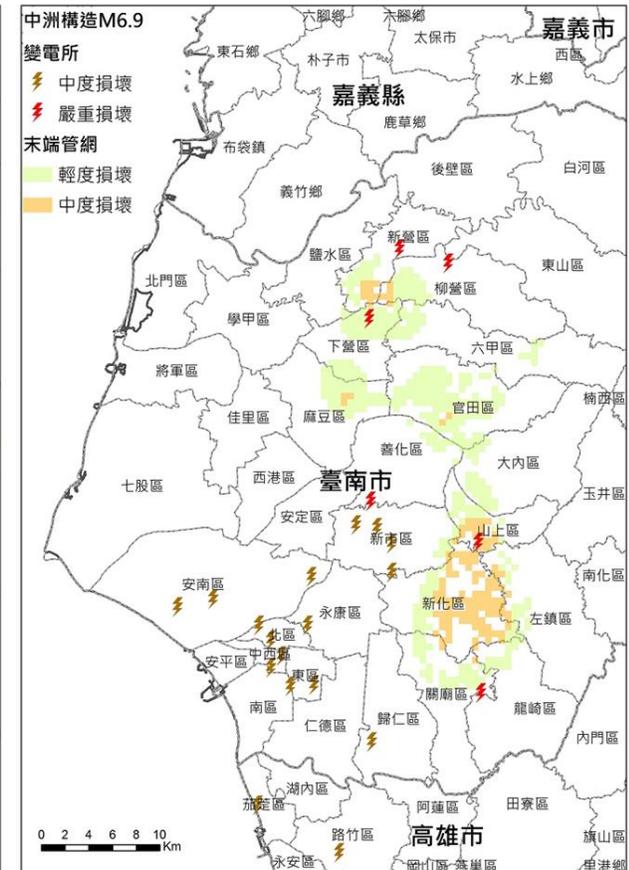
➤ 震度分布



➤ 建物破壞評估

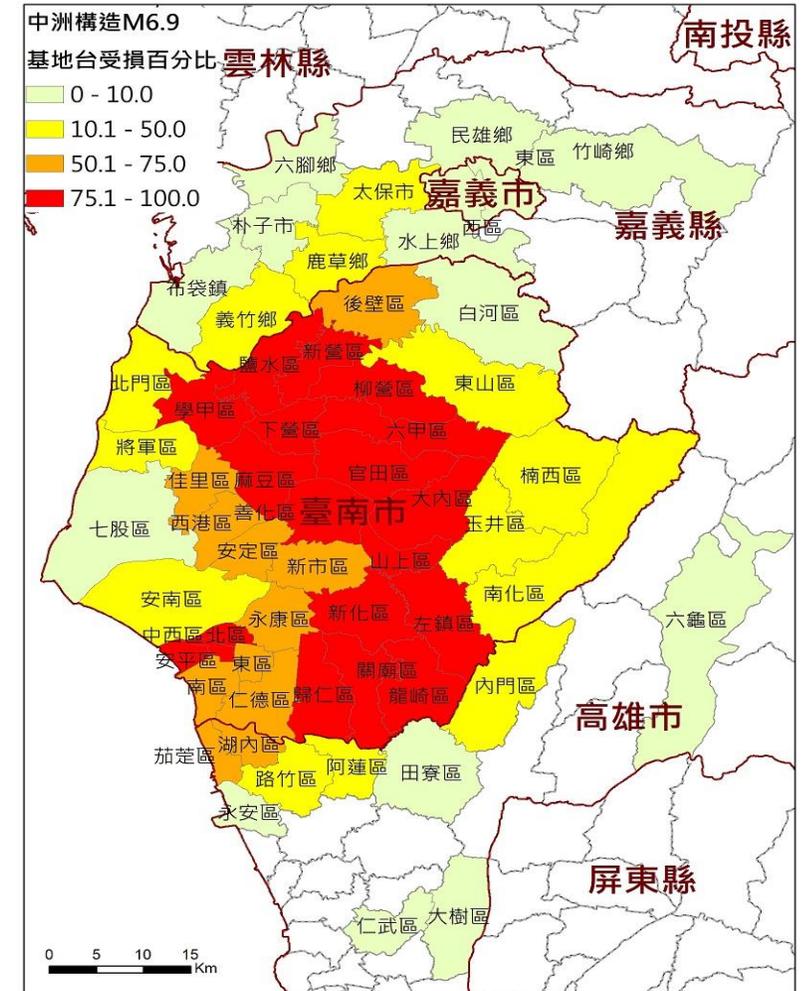


➤ 供電設施損壞評估



通訊設施衝擊評估提供建立緊急資通訊演練之情境

- 架設救災指揮通信平台車
 - 進行衛星電話、視訊、資料傳輸、EMIC操作演練
- 調度電信業者建立災區行動通訊
- 消防、國軍整合視訊演練



道路通阻評估提供規劃救災支援路線演練之情境

■ 道路通阻評估考慮因素

- 地表變形
- 液化沉陷
- 橋梁阻斷
- 建物倒塌引致道路阻斷



資料來源：109年國家防災日大規模震災消防救災動員演練實施計畫，內政部

更新地震衝擊資訊
平台(TERIA)模組
與資料庫與，服務
學研單位升級

