

自來水系統震損評估研究之 現況與應用

葉錦勳

2017「台灣地震損失評估系統」講習會
民國 106 年 11 月 27 日

簡報大綱

- ✦ 前言
- ✦ 九二一震害經驗
- ✦ 震後缺水率與停水戶數推估
- ✦ 淨水場出水能力推估
- ✦ 導/送/配水設施震損評估
- ✦ 震損評估模式驗證

自來水系統之主要設施分類

- ✚ 取水設施：指集取原水之設施
 - 如集水井、取水管渠、取水口、取水塔等
- ✚ 貯水設施：指貯蓄原水之設施
 - 如攔水壩、蓄水庫等
- ✚ 導水設施：指導引原水之設施
 - 如導水管、導水渠道、導水隧道、水管橋、減壓井等
- ✚ 淨水設施：指水質淨化之設施
 - 如淨水場之加藥池、混合池、膠羽池、沉澱池、快濾池、清水池等
- ✚ 送水設施：指輸送清水之設施
 - 如送水管、水管橋等
- ✚ 配水設施：指配供清水之設施
 - 如配水幹管、配水管網、配水池、加壓站等

名詞解釋

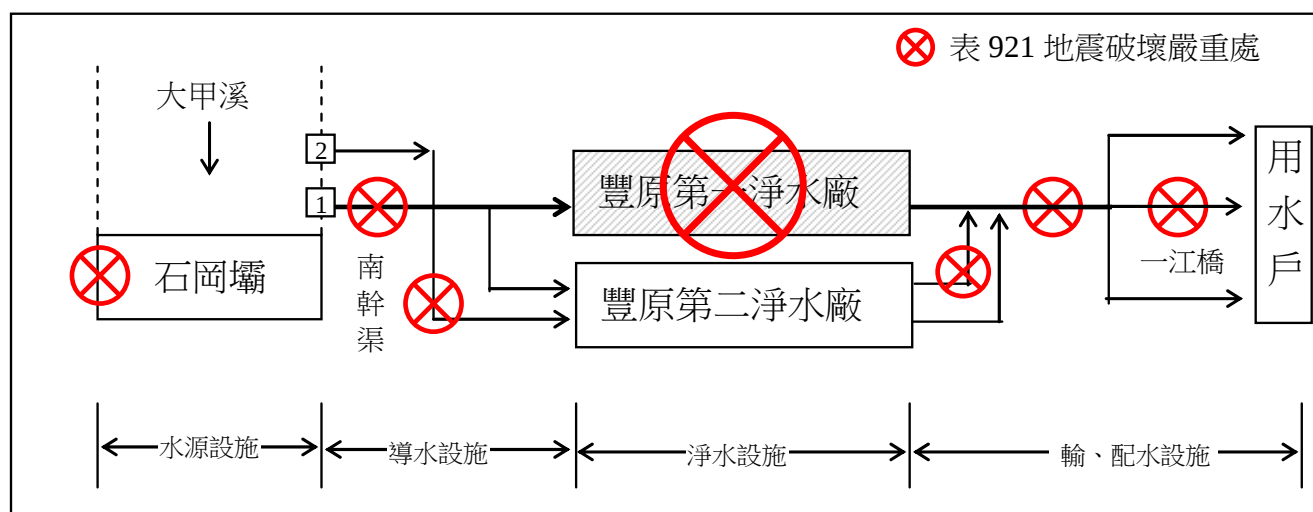
- ✚ 供水系統：係指自水源起，包括導水、淨水、送水以及配水等設備之整體；所稱一個系統乃指在同一配水管網下供水的系統
- ✚ 淨水場出水能力：係指設計出水能力，或震後之實際淨水能力
- ✚ 日均配水量：係指每日平均配水量
- ✚ 震後缺水率： $(\text{日均配水量} - \text{用戶可得水量}) \div \text{日均配水量}$ ，其值 ≥ 0
- ✚ 停水戶數：區域內無法獲得基本用水量的戶數
- ✚ 斷水率：區域內之停水戶數 $\div$ 總戶數

自來水系統震損評估

九二一震害經驗

九二一地震大台中地區供水系統災損

- ✚ ...主要之破壞包括石岡壩(水源)與豐原第一淨水場(淨水設施)嚴重毀損、石岡壩南幹渠引水隧道(導水幹管)、豐原淨水場對外管徑2000公厘輸水幹管與台中縣太平市一江橋(送水幹管)，以及埋設於地下之自來水管(送/配水管網)等，因地層錯動扭曲破裂而無法正常供水...



(葉純松，2002)

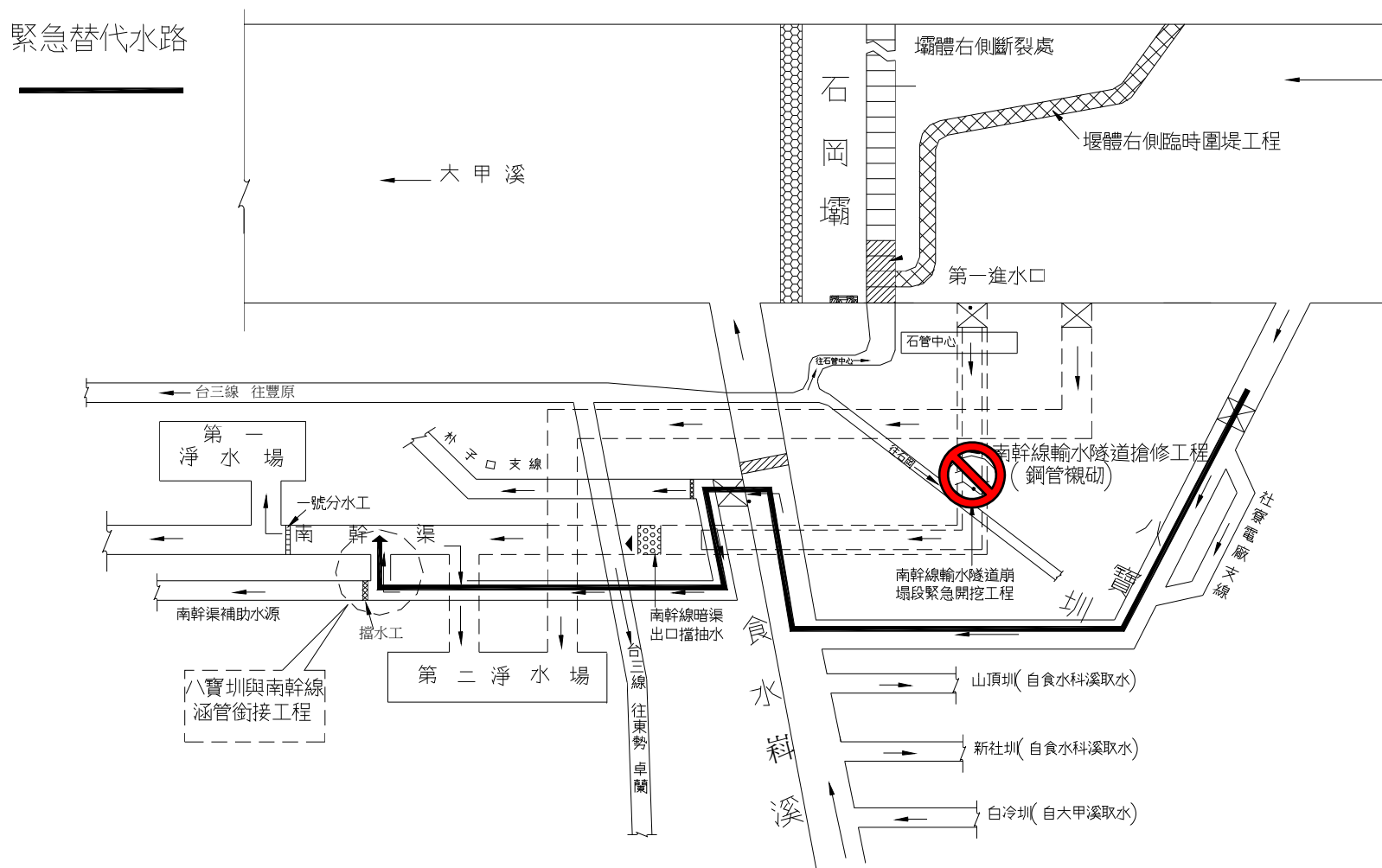
台水四區管線災損統計

50-80 mm	100-450 mm	500 mm以上	總計
948	2,979	21	3,948



2017/11/27

石岡壩至南幹渠引水隧道損壞示意圖



南幹渠引水隧道襯砌混凝土局部破裂坍落，隧道末端斷裂錯動3.5公尺，暗渠伸縮縫錯開，致使南幹渠及進水口無法通水引水... (葉純松，2002)

石岡壩至南幹渠引水隧道損壞與搶修



石岡壩受損進水口無法取水 南幹渠隧道口擋抽排水以利進入檢查 隧道段180公尺處斷裂漏水



NCREE

南幹渠隧道段180公尺處搶修，採鋼管襯砌接通水源 Innovation

2017/11/27

自來水系統震損評估研究之現況與應用



10

九二一地震、台水四區之設施震害



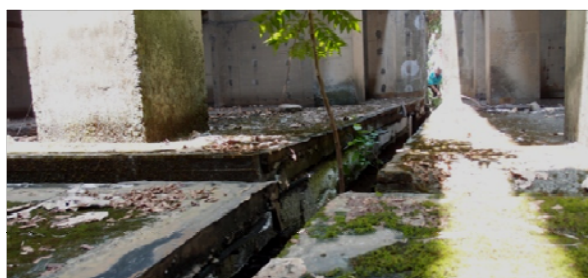
豐原第二淨水場
50,000噸清水池

嚴重損害



林子頭淨水場
4000噸清水池

輕微損害



腦館18,000噸
配水池

完全損害



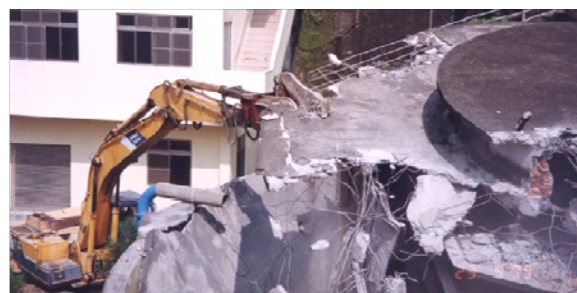
草屯第一淨水場
6000噸清水池

輕微損害



豐原第一淨水場
17,000噸清水池

完全損害



東勢淨水場
1,000噸清水池

嚴重損害



豐原第一淨水場
15,000噸清水池

完全損害

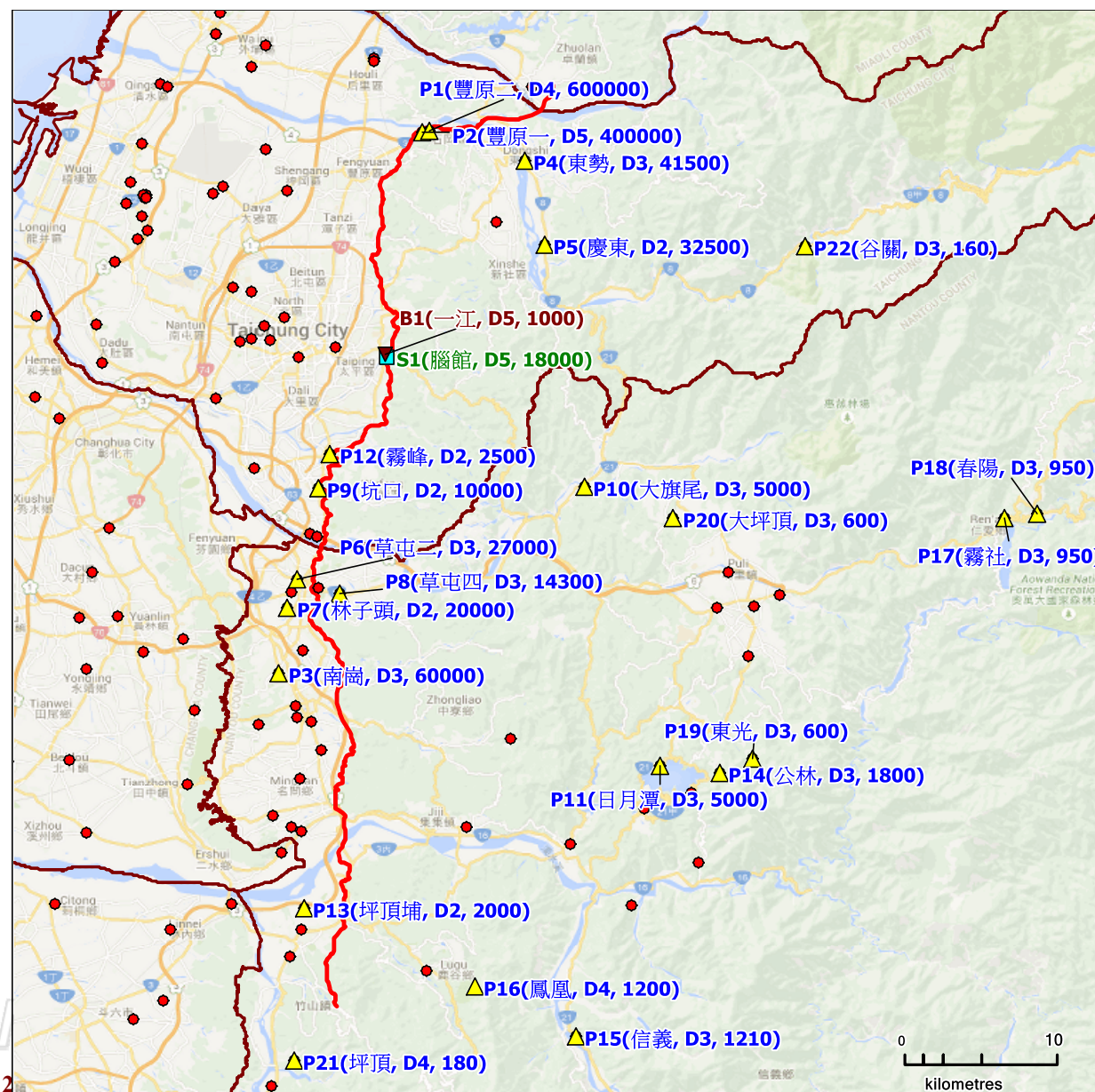


一江橋水管橋

完全損害

(經濟部水利署，2015)

九二一地震、自來水設施損害分布



紅線：破裂的車籠埔斷層

代碼的第一個字母

P：淨水場

S：配水池

B：水管橋

(名稱, 損害狀態, 設計值)

設計值指

P：日均出水量(CMD)

S：配水池容量(m^3)

B：管徑(mm)

- 九二一地震中，損害的自來水設施多數靠近破裂的車籠埔斷層或位於上盤處
- 如震損評估僅考慮最大地表加速度(PGA)的影響，通常會高估設施的損害狀態或管線預期的災損數

九二一地震、送水管線震害

- ✚ 500 mm以上管線損害高達28件，以車籠埔斷層附近為主，其中台水四區(台中、南投)佔21件
- ✚ 豐原 $\phi 2000$ mm鋼管過車籠埔斷層挫屈破壞(豐原第一、二淨水場共用之唯一出水幹管，震前提供大台中地區約74萬用戶的70%用水量)



自來水系統震損評估

震後缺水率與停水戶數推估

震後缺水率之推導方式比較

✚ 簡易經驗式

- 根據震後實際調查或可取得的缺水紀錄
- 觀察震後缺水率、停水戶數與哪些參數具較高的相關性，以迴歸分析法求得經驗式
- 使用時較方便，但不易區分地震事件/地區的差異

✚ 情境模擬推估式

- 結合既有的震災境況模擬技術
- 依序推估地震災害潛勢、自來水導水、淨水、送/配水設施與管線損害，及其對出/配水量的影響
- 需較多的自來水系統的導水、淨水、送/配水設施與管線的關聯性資料

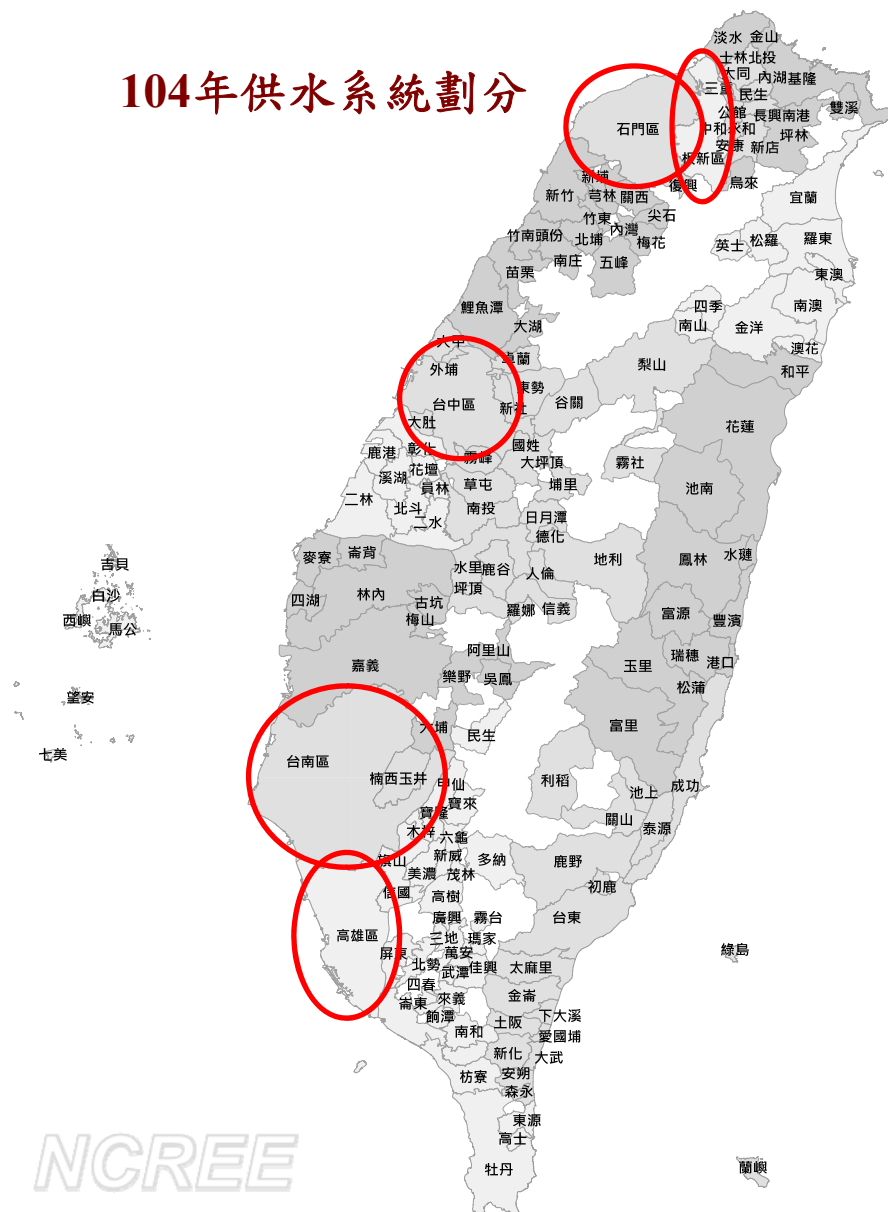
供水評估單元劃分原則

- ✚ 主要以供水區域較小的供水系統為主
- ✚ 台中區與台中港供水系統之範圍較大，改以其包含的營運廠所作為評估單元，避免因涵蓋區域過大，造成統計分析時的誤差
 - 台中區→大雅營運所、豐原給水廠、台中給水廠、鯉魚潭給水廠
 - 台中港→大肚龍井營運所、清水營運所、沙鹿營運所

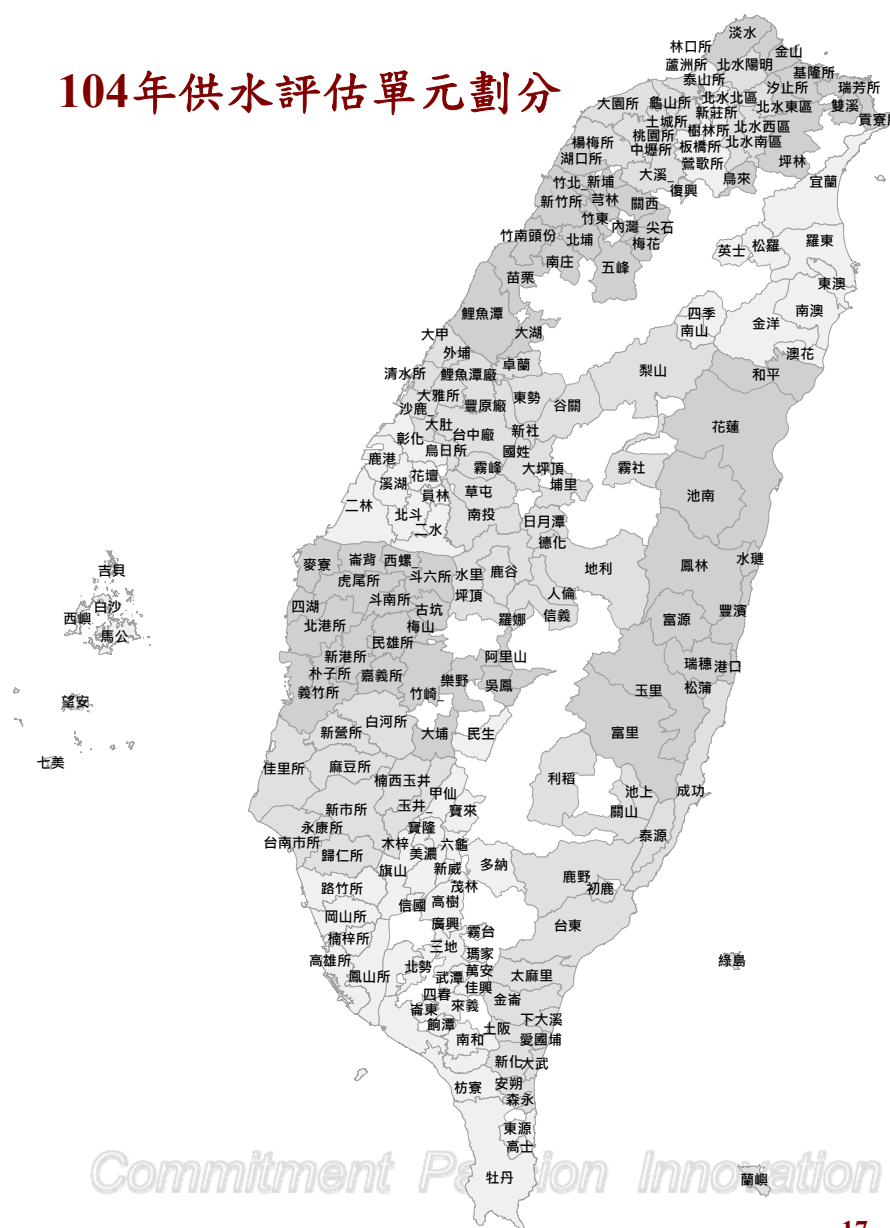


供水系統 / 供水評估單元劃分

104年供水系統劃分



104年供水評估單元劃分



震後缺水率之影響因子

✚ 淨水場的出水能力

- 水源能否持續供給足夠的原水？包含引水/抽水設備是否損害？原水導水管道是否阻斷？
- 淨水場內各項設備之震後損害程度

✚ 大型淨水場至供水評估單元的送水幹管輸水能力

- 大型供水評估單元所需水量需透過送水幹管，將清水輸送到配水池、加壓站或局部地區的送/配水管網等
- 小型供水系統且無需外部支援配水時，計算震後缺水率時毋須考慮送水幹管之損害

✚ 供水評估單元內部之送/配水管網的供水功能

- 震後如發生送/配水管線災損，可能因水量與水壓不足，導致局部地勢較高或管線末端的用戶無水可用
- 即使淨水場和送水幹管均無損害，仍須評估內部送/配水管網損害

(水利署，2016)

震後缺水率之情境模擬推估模式

供水評估單元由N個淨水場提供清水

震後用戶可得的水量

淨水場的震後出水能力

$$D' = \underbrace{\theta \cdot (1 - L)}_{\text{送/配水管網的震後輸水能力}} \cdot \sum_{k=1}^N \left[\overbrace{\bar{D}_k \cdot O_k}^{\text{淨水場至供水評估單元之送水幹管震後輸水能力}} \cdot \underbrace{\sum_{j=1}^{M_k} (\lambda_j \cdot \Omega_j)}_{\text{在平時}} \right]$$

送/配水管網的震後輸水能力

淨水場至供水評估單元之送水幹管震後輸水能力

θ (震後)送水管網輸水率

L (震後)配水管網流失率

O_k (震後)第k個淨水場出水率

Ω_j (震後)第k個淨水場之第j送水幹管輸水率

在平時

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^{M_k} \lambda_j \equiv 1 \\ \theta = 1 \quad L = 0 \\ O_k = 1 \quad \Omega_j = 1 \end{array} \right.$$

(水利署，2016)

停水戶數推估模式

$$S \equiv \frac{\bar{D} - D'}{\bar{D}} \quad \text{震後缺水率}$$

$$+ \begin{cases} \bar{d} = \bar{D} / H & \text{每戶日均用水量} \\ \gamma \cdot \bar{d} & \text{震後每戶日均用水量} \\ H & \text{供水評估單元內的總戶數} \end{cases}$$

$$H' = \frac{D'}{\gamma \cdot \bar{d}} = \frac{\bar{D} \cdot (1 - S)}{\gamma \cdot \bar{d}} = \frac{1 - S}{\gamma} \cdot H \quad \text{有水可用的戶數}$$

$$V = H - H' = H \cdot \left[1 - \frac{1 - S}{\gamma}\right] \quad \text{停水的戶數}$$

自來水系統震損評估

淨水場出水能力推估

地震災害潛勢分析

地表永久變形推估模式 → 斷層破裂 + 土壤液化

$$\log D = \begin{cases} 1.03M_w - 7.03 & \text{平移斷層} \\ 0.29M_w - 1.84 & \text{逆斷層} \\ 0.89M_w - 5.90 & \text{正斷層} \\ 0.82M_w - 5.46 & \text{一般斷層} \end{cases}$$

(單位: m; Wells and Coppersmith, 1994)

地表變形量

$$\text{PGD} = \begin{cases} D & \text{距破裂面10公尺內} \\ (1/d_{sr}) \cdot f_H \cdot D \cdot \exp[-d / (d_{sr} \cdot f_H)] & \text{上盤10公尺外} \\ (1/d_{sr}) \cdot f_F \cdot D \cdot \exp[-d / (d_{sr} \cdot f_F)] & \text{下盤10公尺外} \end{cases}$$

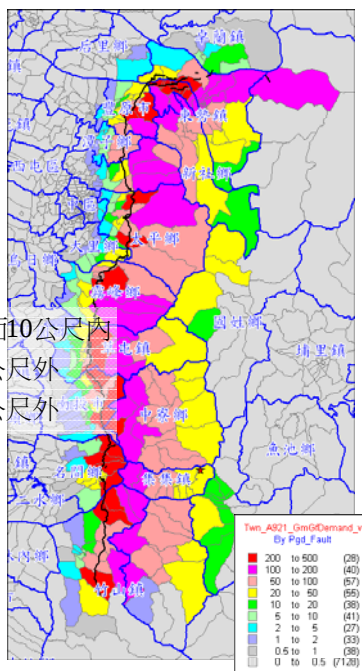
d : 場址至斷層破裂面的最短距離(km)

α : 斷層面傾角(度)

$d_{sr} = \max(M_L / 2, 1)$ 孕震帶頂部深度(km)

$f_F = \text{abs}(\alpha) / 180$

$f_H = 1 - f_F$



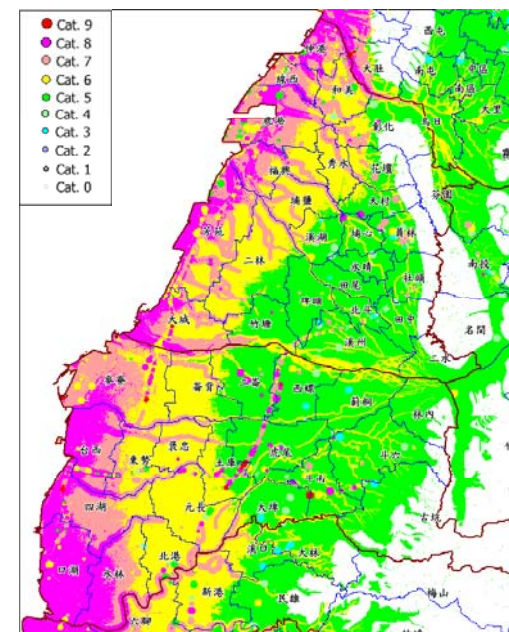
液化潛能指數

$$P_{L,i} = u_{i,PL} \cdot \Phi \left[\frac{\ln(A / m_{i,PL})}{\beta_{i,PL}} \right]$$

震陷量

$$S_i = u_{i,S} \cdot \Phi \left[\frac{\ln(A / m_{i,S})}{\beta_{i,S}} \right]$$

土壤液化機率和震陷量: 與液化敏感類別、PGA、地震規模和地下水位等相關



液化敏感類別圖

地震動強度推估模式

震源參數

地震規模

震央位置

震源深度

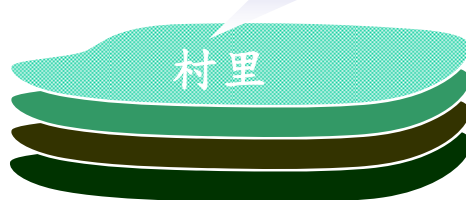
斷層開裂方向

斷層面傾角、長度與寬度

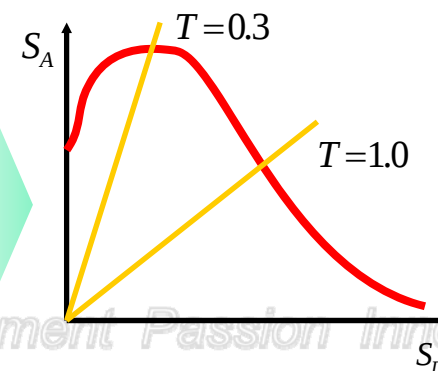
震動強度衰減律



場址效應

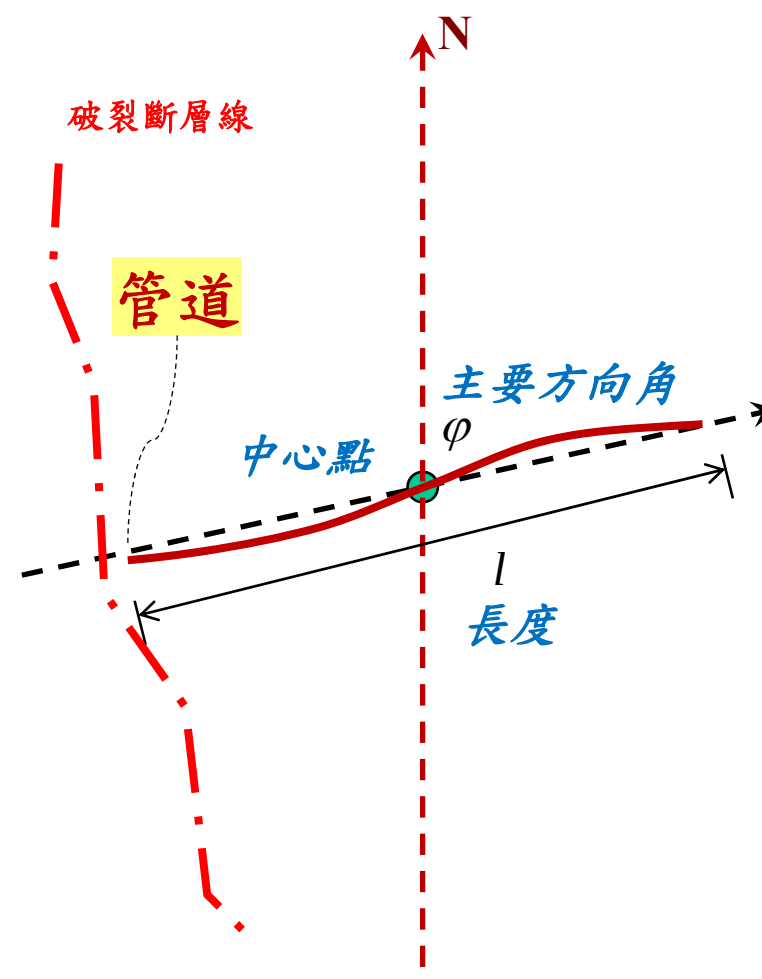
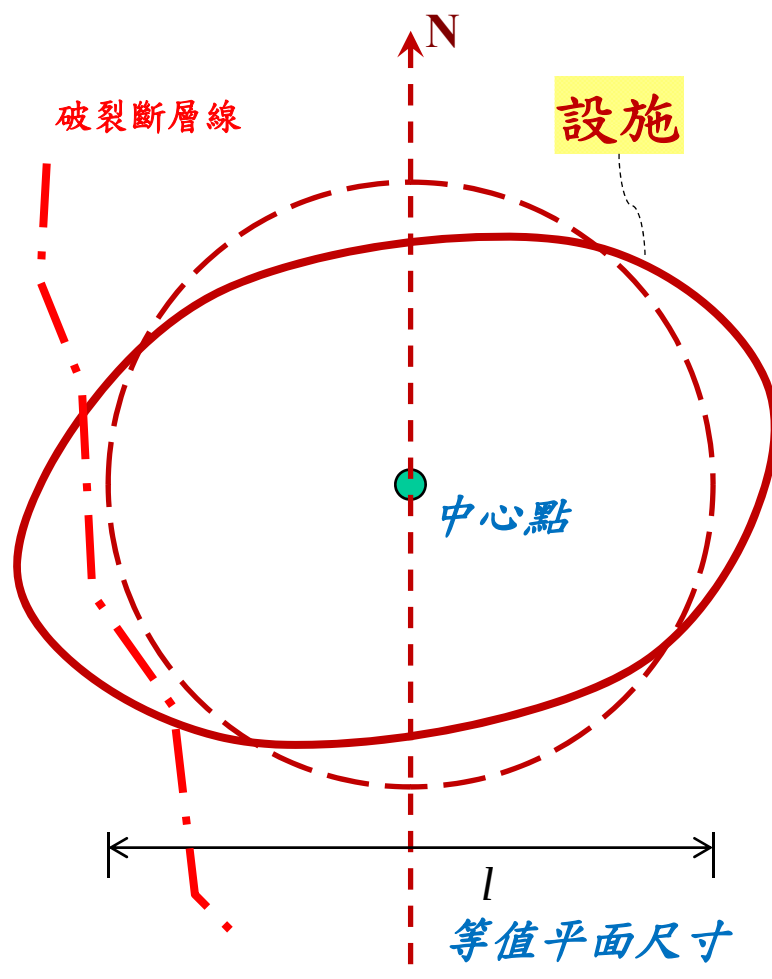


區域性土壤狀況



工址相關的PGA、PGV和長、短週期的譜加速度

設施或管道的中心點/大小/方向角



設施或管道距斷層破裂面之最短距離

$$d_e = \begin{cases} \max(0, d_c - 0.5 \cdot l \cdot \sin |\varphi - \theta| \cdot \sin \alpha) & \text{中心點在上盤} \\ \max(0, d_c - 0.5 \cdot l \cdot \sin |\varphi - \theta|) & \text{中心點在下盤} \end{cases}$$

d_c 中心點距破裂面距離

l 橋梁長度

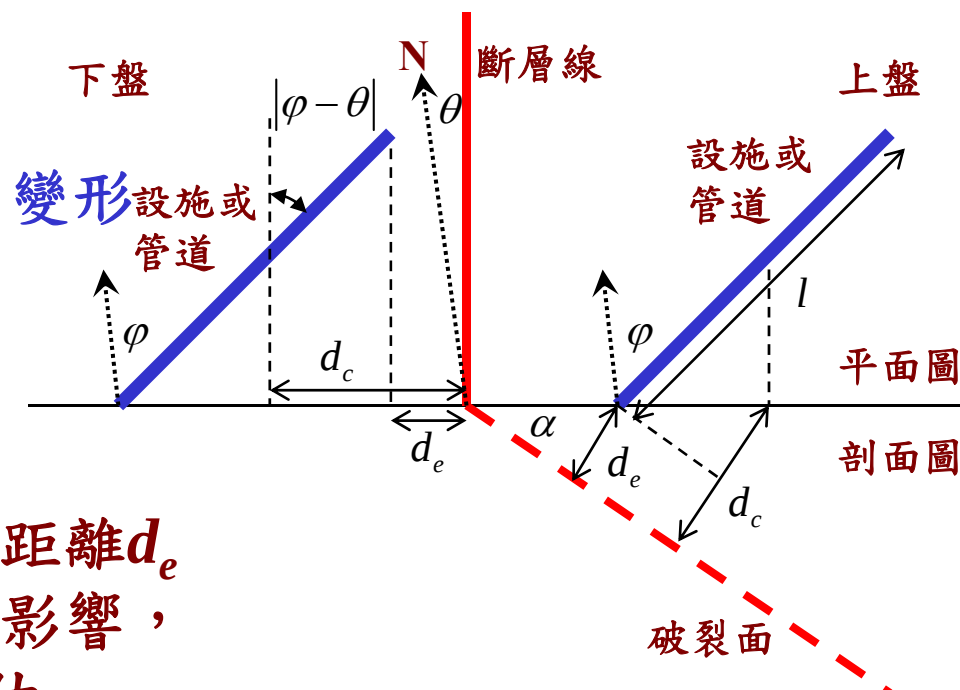
$|\varphi - \theta|$ 橋梁主線與斷層走向的夾角

α 斷層面傾角

$d_e = 0$ 代表可能跨越斷層

以橋梁距斷層破裂面的最短距離 d_e 推估橋梁受附近土層破裂的影響，其遭遇(發生)機率以下式推估

$$p = 0.7 \cdot \exp(-d_e / 2)$$



Commitment Passion Innovation

自來水系統之耐震易損性分析

✚ 取水口、淨水場、配水池、加壓站等設施

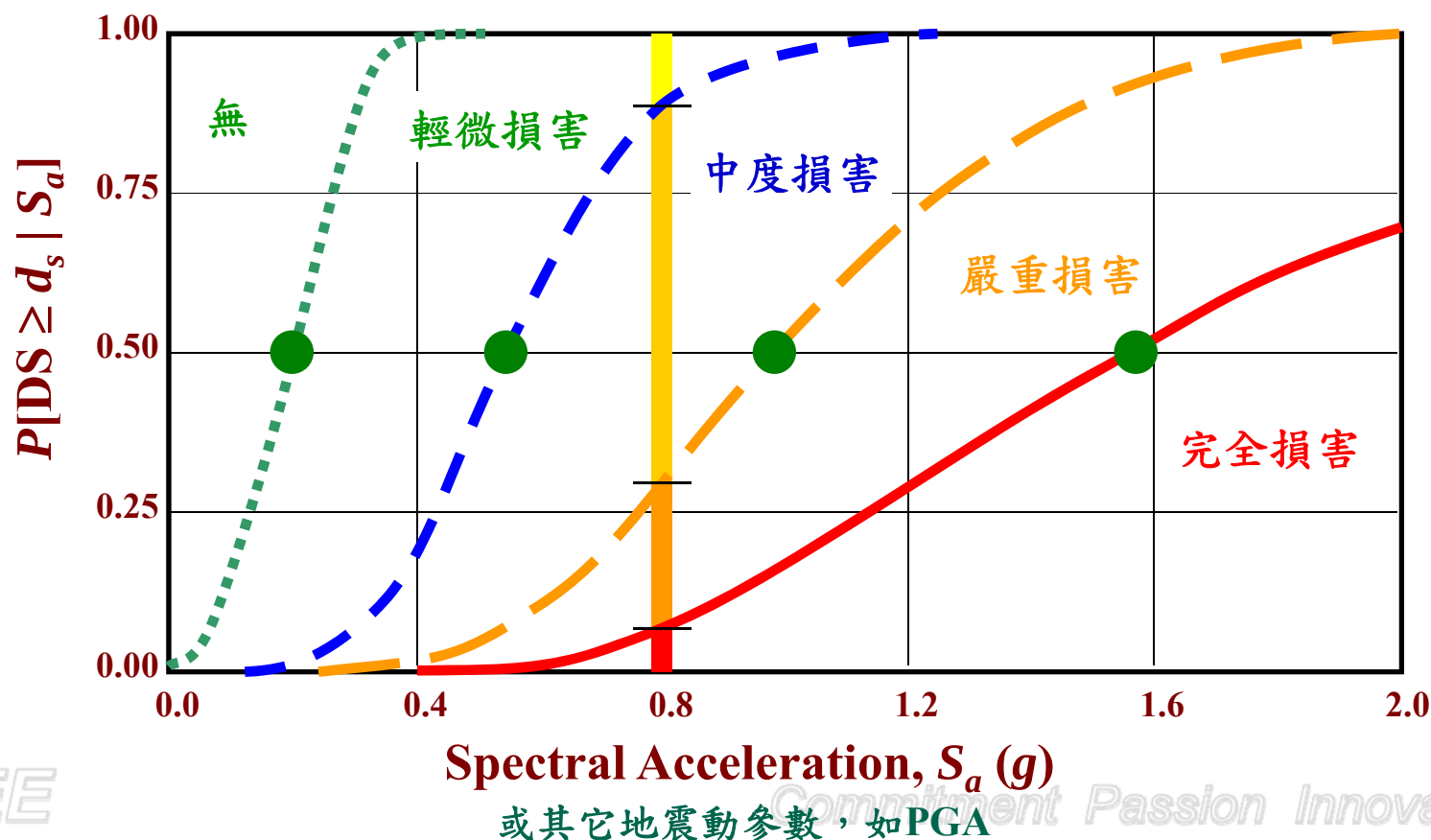
- 基地面積較小，可視為一點
- 損害狀態概分無損害、輕微損害、中度損害、嚴重損害或完全損害
- 以地震動或永久變位之易損性曲線推估震後損害狀態機率

✚ 原水管道(管線/渠道)、清水之送/配水管網等

- 呈線形或網狀分布於大範圍區域
- 損害狀態概分無損害、滲漏或斷裂
- 以地震動或永久變位之管線災損率推估震後災損數

耐震易損性曲線的意義

- ✚ 損害狀態概分無、輕微、中度、嚴重和完全損害
- ✚ 易損性曲線：超越不同損害狀態的超越機率曲線，包含中值和變異係數
- ✚ 易損性曲線的自變數可為災害潛勢或結構反應
- ✚ 依災害潛勢因子不同，概分為震動易損性和位移易損性兩類



淨水場出水能力推估模式

- 以每日設計出水量 (單位CMD) 概估可能的平面尺寸和重建成本；亦即淨水場的平面尺寸約為 $0.4 \sqrt{Q}$ (單位：公尺)；重建成本約為 $\sqrt{Q}$ (單位：百萬元)
- 平面尺寸 S_p
- 淨水單元數 n
- 處於損害狀態 i 的機率 p_i
- 處於損害狀態 i 的震後出水失效率 s_i
- 以超越機率恰達 0.5 以上所對應的損害狀態 $\bar{d}_n$ 作為該淨水場可能損害狀態的最佳推估
- 屬 $\bar{d}_n$ 損害狀態的最大值平面尺寸為 S_r
- 以內插方式計算超越機率恰等於 0.5 所對應的損害狀態值 d_n
- 假設淨水場所需原水量和出水量的比率 f 與其震後出水率 O 有關

$$f = \frac{2.2}{1+O}$$

● 處在損害狀態 i 的面積比率

$$A_{r,i} = \min(1, 2^{d_n - i} \cdot \frac{S_r}{S_p})$$

● 處在損害狀態 i 的淨水單元比率

$$d_{r,i} = \min(1, \frac{R(1 + A_{r,i} \cdot n)}{n})$$

$R(\cdot)$ 代表四捨五入之運算元

● 淨水場的震後出水率

$$O = 1 - \sum_{i=2}^5 (p_i \cdot d_{r,i} \cdot s_i)$$

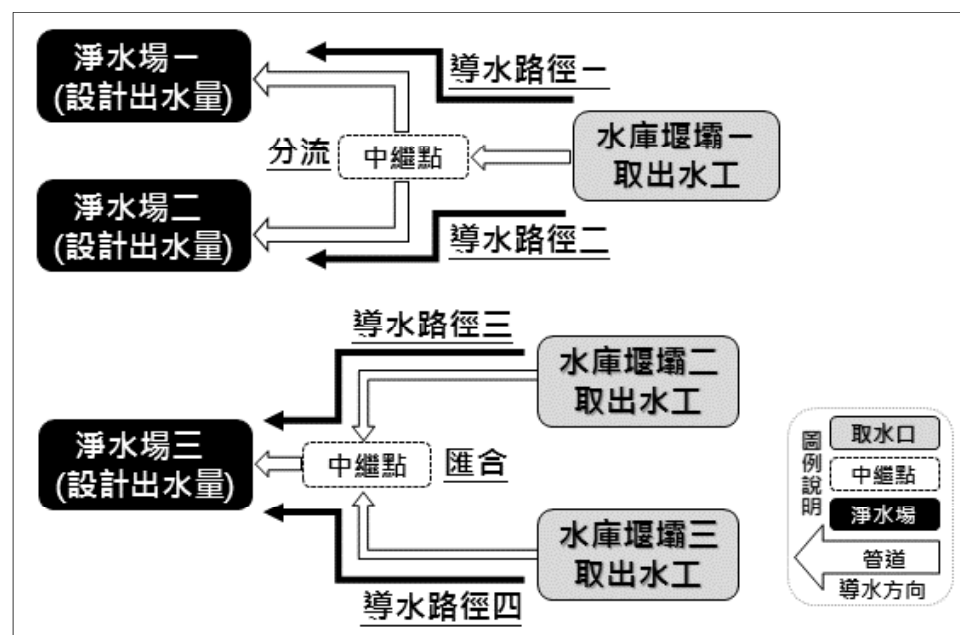
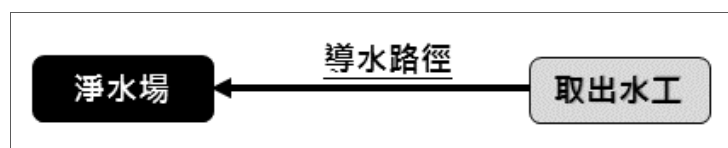
自來水系統震損評估

導/送/配水設施震損評估

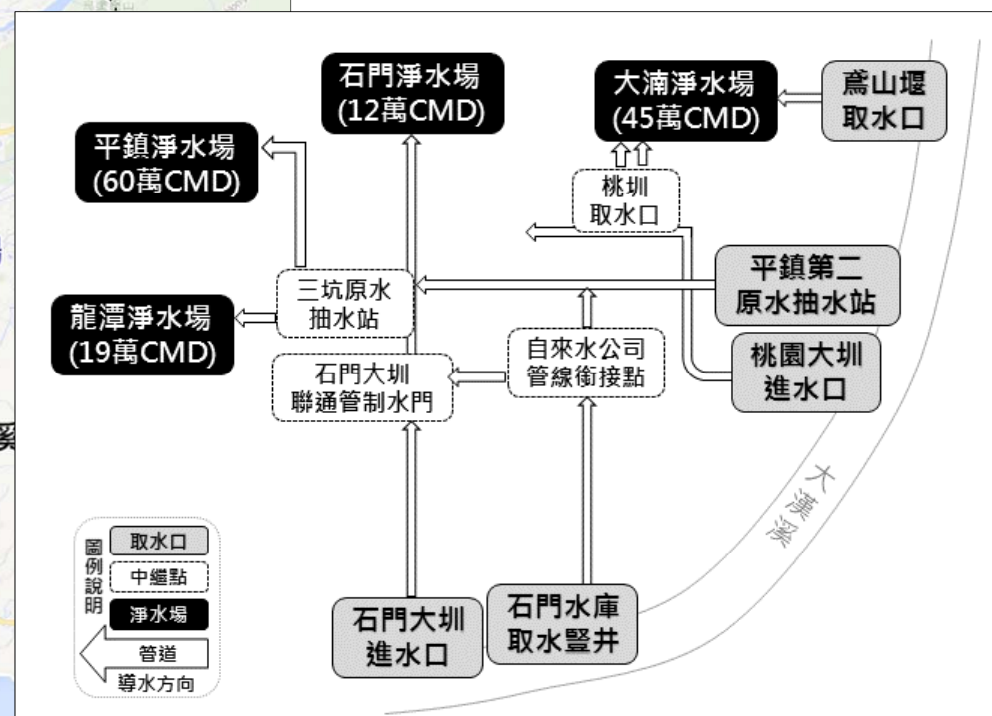
導水路徑劃設

從水庫堰壩取水工至大型淨水場之多段串聯的原水管道集合視為一條導水路徑

- 導水路徑上原水匯合或分流處加設中繼點當控制節點
- 為方便辨識，每一段原水管道以兩端節點命名
- 每一段原水管道可能由隧道、渠道及管線任意組合而成
- 個別原水管道之導水能力或流量值採用原始設計流量，並取全段最小值作為代表



以台水二區為例 導水路徑與 原水管道之關聯性



導水路徑以節點(node)和路段(link)表示

管線/渠道之震後災損率推估式

$$RR = \max \left(RR_{PGA}, \quad p_{\text{fault}} \cdot RR_{PGD(\text{fault})}, \quad p_{\text{lqf}} \cdot RR_{PGD(\text{lqf})} \right)$$

$$RR_{PGA} = 4.5 \cdot C_{S_i-PGA} \cdot C_{T_i} \cdot (PGA - 0.1)^{1.97} \quad \text{地震動引致的震後災損率}$$

$$RR_{PGD} = 0.04511 \cdot C_{S_i-PGD} \cdot C_{T_i} \cdot PGD^{0.728} \quad \text{地表永久變形引致的震後災損率}$$

C_{S_i-PGA} 地震動引致災損之管徑修正係數

C_{S_i-PGD} 地表永久變形引致災損之管徑修正係數

C_{T_i} 管線材質/接頭型式之修正係數

(水利署，2016)

(水利署，2017)

$$BR_{PGA} = \begin{cases} B_{S_i T_j - PGA} \cdot 2 \cdot (PGA - 0.1) & 0.1g < PGA < 0.6g \\ B_{S_i T_j - PGA} & PGA \geq 0.6g \end{cases}$$

$$BR_{PGD} = \begin{cases} B_{S_i T_j - PGD} \cdot 0.01 \cdot PGD & PGD < 100 \text{ cm} \\ B_{S_i T_j - PGD} & PGD \geq 100 \text{ cm} \end{cases}$$

災損數中的斷裂比率：
與管徑、管材、接頭型式、
地震動強度和永久變形量等
皆有相關性

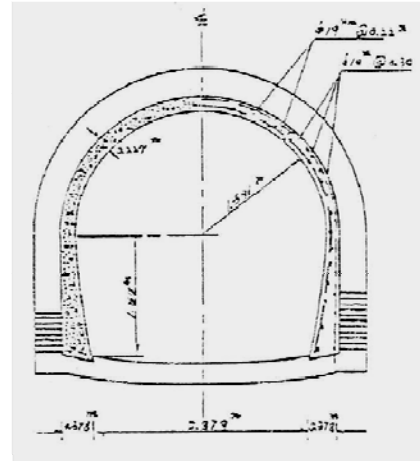
導水隧道震損評估模式

- ✚ 採設施易損性分析模式
- ✚ 導水隧道依大小及結構型式概分8類
 - 隧道直接通水
 - 隧道內置脆性(水泥)管並完全填充
 - 隧道內置韌性(金屬)管並完全填充
 - 隧道內置韌性(金屬)管且無填充
- ✚ 假設經耐震易損性分析得超越輕微、中度、嚴重與完全損害狀態的機率，分別為

F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5

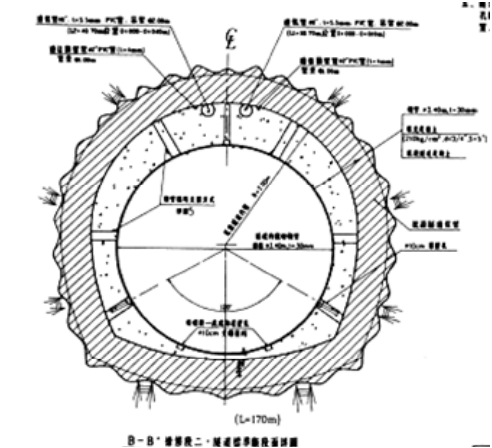
為與管線或渠道的震損評估結果(滲漏數與斷裂數)整合，令隧道於震後等值的滲漏數和斷裂數分別為 $2 \cdot F_3$ 和 $2 \cdot F_5$

直接通水



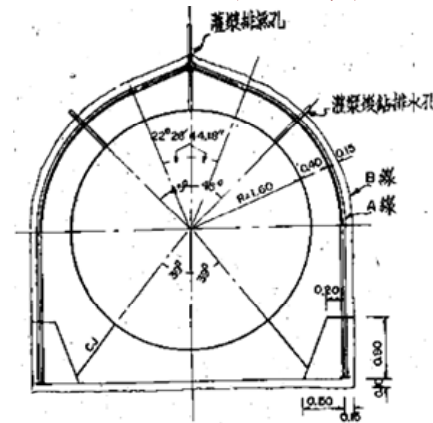
桃園大圳連接隧道

內置韌性管並填充



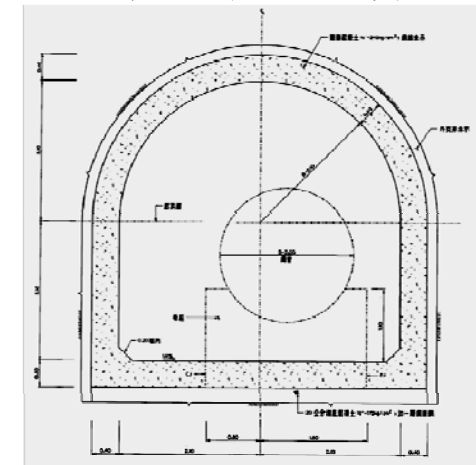
石岡壩隧道

內置脆性管並填充



青潭原水路主線

內置韌性管，無填充



寶二聯通管隧道

原水管道之震後導水率推估式

Formula (1)

$$\begin{aligned}\Omega &= \exp[-(0.5n_l + n_b)] \\ &= \exp[-0.5(n_r + n_b)]\end{aligned}$$

n_l 滲漏數
 n_b 斷裂數
 n_r 災損數

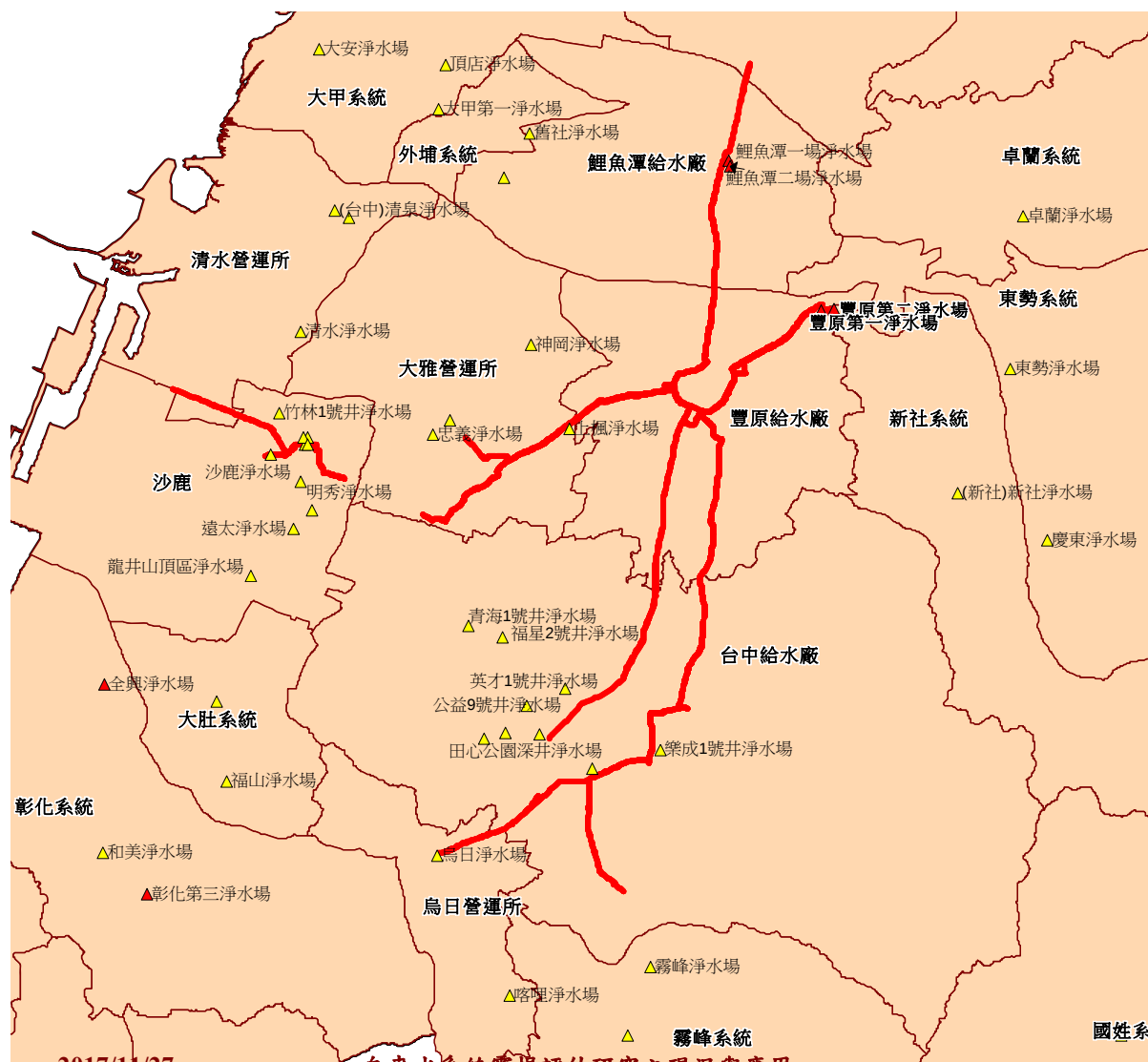
Formula (2)

$$\begin{aligned}\Omega &= \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-(0.5n_l + n_b)})] \\ &= \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-0.5(n_r + n_b)})]\end{aligned}$$

- 在原水管道之震後導水率推估式中，假設兩個滲漏處對導水能力的影響相當於一個斷裂處
- 根據推估結果，如某原水管道可能有一個以上的等值斷裂處，則假設該原水管道震後可能阻斷，完全喪失原有功能

送水幹管之震後輸水率

台水四區(台中)



2017/11/27

自來水系統震損評估研究之現況與應用

送水幹管(≥ 800 mm)震後輸水率

$$\Omega = \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-(0.5n_l + n_b)})]$$

$$= \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-0.5(n_r + n_b)})]$$

n_l 滲漏數

n_b 斷裂數

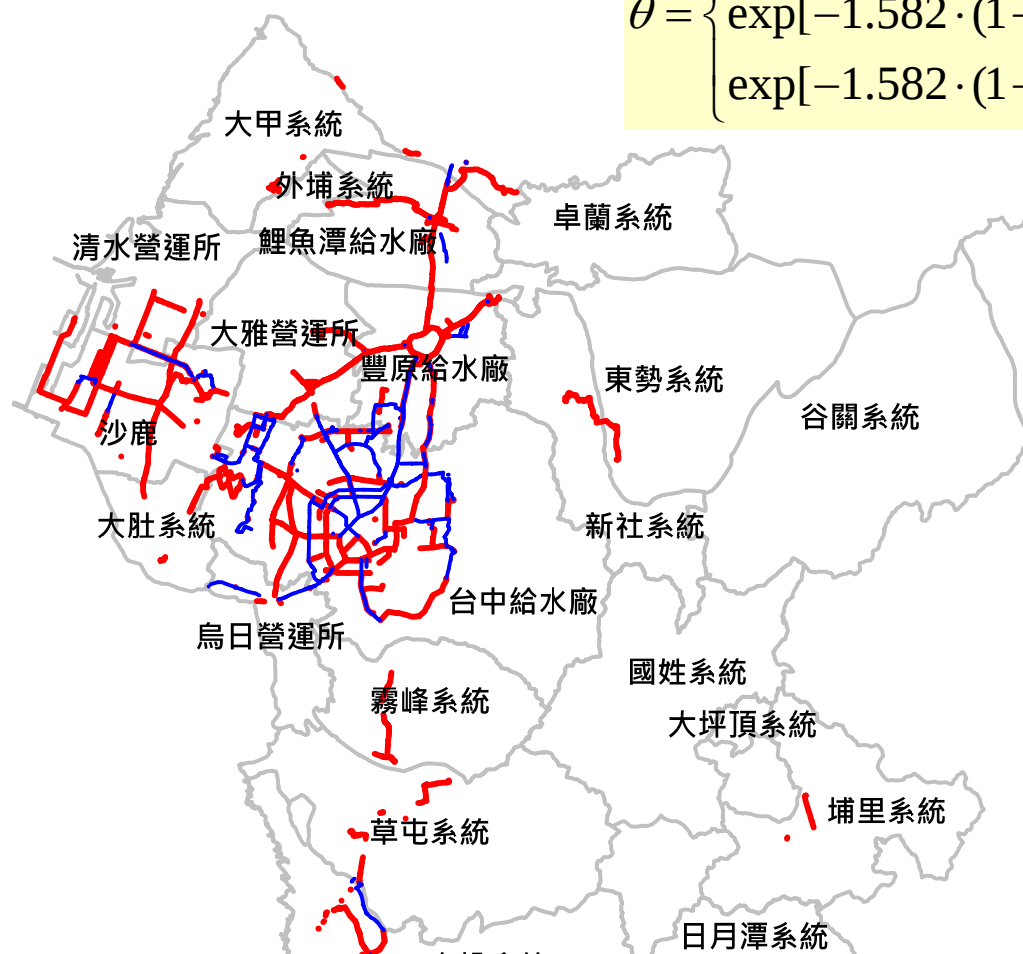
n_r 災損數

(水利署，2016)

Commitment Passion Innovation

送水管網之震後輸水率

$$\theta = \begin{cases} \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-0.1(n_r + n_b)})], & \bar{D} \geq 100,000 \text{ CMD} \\ \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-0.2(n_r + n_b)})], & 10,000 \leq \bar{D} < 100,000 \text{ CMD} \\ \exp[-1.582 \cdot (1 - e^{-0.5(n_r + n_b)})], & \bar{D} < 10,000 \text{ CMD} \end{cases}$$



n_l 滲漏數
 n_b 斷裂數
 n_r 災損數

- 送水管網(≥ 500 mm)依供水區域的日均用水量可能呈現網絡、樹狀或單線等型式

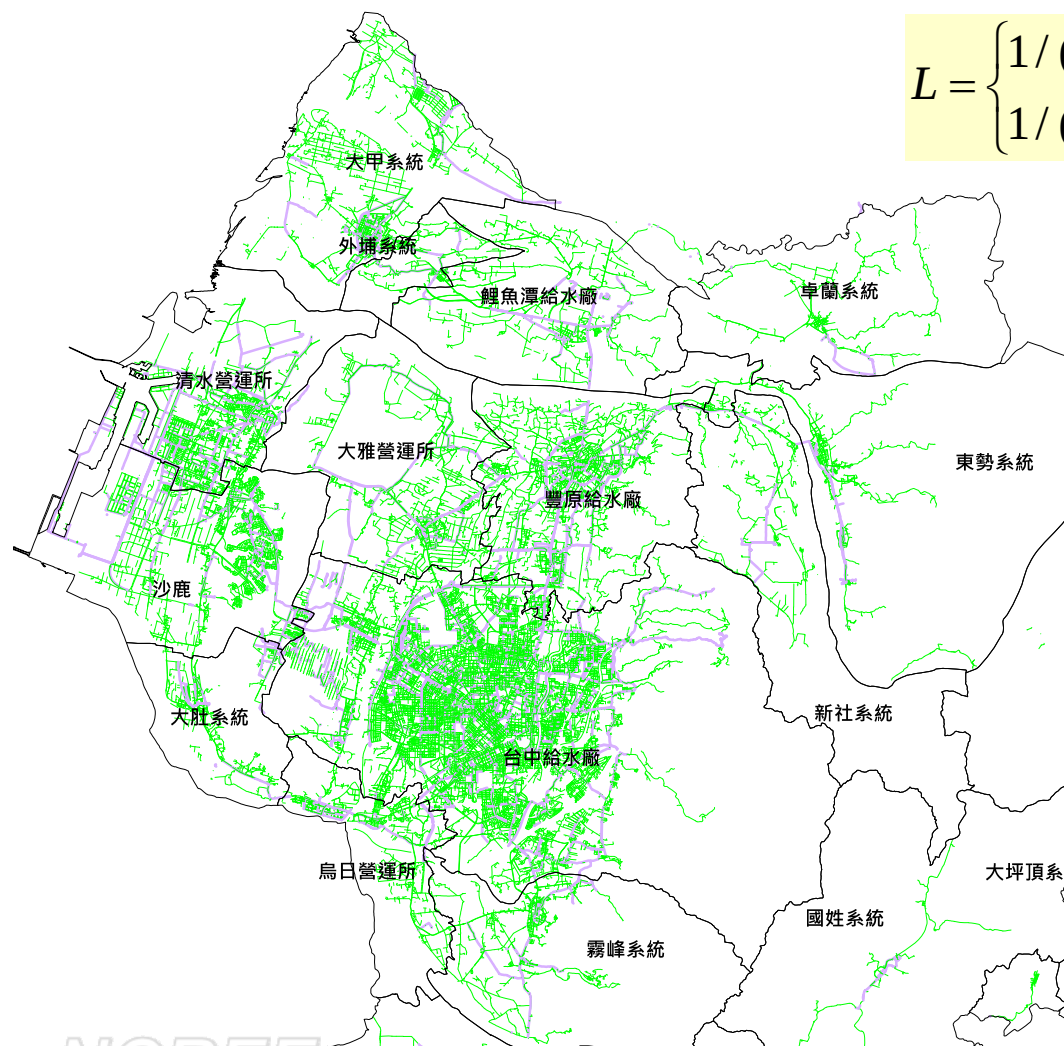
(水利署，2016)

配水管網之震後流失率

$$L = \begin{cases} 1 / (1 + 0.667 \cdot RR^{-1.113}), & \bar{D} \geq 10,000 \text{ CMD} \\ 1 / (1 + 1.5 \cdot RR^{-1.113}), & \bar{D} < 10,000 \text{ CMD} \end{cases}$$

RR average repair rate in the service area

- 配水管網(100 mm~450 mm)依供水區域的日均用水量而有不同的複雜度



(水利署，2016)

自來水系統震損評估

震損評估模式驗證

九二一地震之情境模擬結果(1/2)

淨水場	實際受損情形	原水路徑情境模擬				淨水場情境模擬	
		導水路徑	災損數	斷裂數	導水率	可取得原水量	出水率
豐原一場	全部損毀	豐原二_石岡壩	1.60	1.40	0	0	0
豐原二場	1.取水單元全部損毀 2.淨水單元部分損毀						
鯉魚潭一	取水口及淨水設備受損	鯉魚場_鯉魚庫	0.52	0.06	0.67	741,189	0.885
鯉魚潭二	尚未竣工						0.884
林內	尚未竣工	林內場_集集堰	3.56	2.30	0	0	0

因跨越車籠埔斷層，石岡壩至南幹渠之引水隧道推估結果為完全損害。推估修復時間約91天，實際於震後82天(12/11)完工(施工期約45天)

因跨越車籠埔斷層，集集攔河堰南岸聯絡道之推估等值斷裂數大於1

九二一地震之情境模擬結果(2/2)



九二一地震時集集攔河堰南岸聯絡道之震損評估結果

九二一地震時豐原淨水場、鯉魚潭淨水場之原水管道損害評估結果

Commitment Passion Innovation

九二一地震台水四區配水管網災損率

供水評估單元	實際災損紀錄			境況模擬結果		
	管線 長度	災損數	災損率	管線 長度	災損數	災損率
卓蘭系統	67	175	2.61	97	105	1.08
新社系統	56	81	1.44	111	118	1.07
東勢系統	130	381	2.93	163	162	0.99
坪頂系統	3	0	0.00	3	3	0.97
鹿谷系統	66	50	0.76	93	87	0.94
德化系統	2	0	0.00	5	4	0.89
南投、名間、中寮	380	286	0.75	525	449	0.86
霧峰系統	141	467	3.31	185	148	0.80
草屯、中興	332	248	0.75	436	340	0.78
水里、竹山	281	275	0.98	321	217	0.68
羅娜系統	3	4	1.45	7	4	0.56
國姓系統	46	38	0.82	51	28	0.55
信義系統	14	2	0.14	14	8	0.54
谷關系統	10	1	0.10	13	7	0.51
台中區系統	2758	796	0.29	3849	1698	0.44
台中港區系統				-	-	-
大甲、日南、大安				-	-	-
大肚系統				-	-	0.00
霧社系統				15	15	0.97
梨山系統				22	2	0.09

錄	境況模擬結果		
災損率	管線 長度	災損數	災損率
1.21	95	39	0.41
-	10	4	0.40
-	1	0	0.35
-	200	68	0.34
0.00	76	25	0.32
0.80	13	4	0.32
0.29	224	70	0.31
-	1034	199	0.19
-	351	62	0.18
0.00	141	23	0.17
0.97	17	2	0.14
0.09	16	2	0.10

NCREE

九二一地震台水四區淨水場震損評估

識別碼	名稱	供水 評估單元	類別	平面 尺寸 (m)	淨水 單元數	設計 出水量 (CMD)	每日 出水量 (CMD)	重建 成本 (百萬元)
6620PWT01	豐原第二淨水場	豐原給水廠	PWT03	310	2	600,000	393,933	774.597
6615PWT01	鯉魚潭二場淨水場	鯉魚潭給水廠	PWT03	0.4√Q	2	600,000	344,837	774.597
6615PWT02	鯉魚潭一場淨水場	鯉魚潭給水廠	PWT03	253	2	500,000	344,837	707.107
6609PWT01	豐原第一淨水場	豐原給水廠	PWT03	253	3	400,000	307,631	632.456
.....								

淨水場名稱	損害狀態	損失比	損失 (百萬元)	震後 出水率	修復50% 時間(天)	修復84% 時間(天)	修復97% 時間(天)
豐原第一淨水場	嚴重損壞	0.40	255.6	0%	114	158	202
豐原第二淨水場	嚴重損壞	0.41	318.0	0%	121	169	216
草屯第一淨水場	中度損壞	0.19	17.6	46%	16	22	29
草屯第四淨水場	中度損壞	0.16	18.8	49%	24	35	45
(新社)新社淨水場	中度損壞	0.08	9.7	60%	13	19	24
東勢淨水場	中度損壞	0.07	7.1	62%	7	9	12
鹿谷淨水場	中度損壞	0.09	9.2	58%	14	21	27

- 境況模擬所用資料乃依據現況，九二一地震距今已18年，須體認時空環境改變
- 考量震損評估模式和參數值的不確定性，在比較模擬結果與歷史災情紀錄時，首重災損的數量規模，其次是災損分布的趨勢

- 根據境況模擬結果，有2座淨水場達嚴重損害，有5座達中度損害
- 豐原淨水場屬嚴重損害，修復時間約需8個月；草屯淨水場和東勢淨水場屬中度損害，修復時間分別約需1個月和12天
- 淨水場的總修復費用約6億4千萬元
- 評估結果與淨水場實際災損情況、修復時間與經費接近

供水評估單元	戶數	每日配水量	淨水場和送水幹管總供水率	幹管震後供水率	漏水率	缺水率	缺水量	斷水率	停水戶數
台南市服務所	274,451	503,814	0.87	0.95	0.02	0.19	76,962	0.14	39,521
歸仁服務所	62,394	114,538	0.89	0.89	0.09	0.28	22,782	0.21	13,165
新市服務所	62,831	115,340	0.94	0.86	0.04	0.22	20,586	0.16	10,241
永康服務所	77,028	141,402	0.91	0.98	0.04	0.15	15,950	0.11	8,550
佳里服務所	60,839	111,684	0.94	0.98	0.01	0.09	6,927	0.06	3,772
麻豆服務所	41,871	新聞稿：震後第一時間停水戶數約40萬戶，震後12小時減至約25萬戶，至震後30小時進一步減少到5萬戶					7	0.07	2,847
新營營運所	45,486						6	0.04	1,683
玉井	4,213						6	0.06	236
楠西玉井系統	8,637						0	0.00	35
總計									80,050

2016年高雄美濃地震之情境模擬結果

供水評估單元	戶數	每日配水量	境況模擬模式推估結果				經驗模式推估結果			
			缺水率	缺水量	斷水率	停水戶數	缺水率	缺水量	斷水率	停水戶數
台南市服務所	274,451	396,241	0.19	76,962	0.14	39,521	0.40	158,758	0.25	68,754
歸仁服務所	62,394	82,445	0.28	22,782	0.21	13,165	0.64	52,319	0.47	28,999
佳里服務所	60,839	80,391	0.09	6,927	0.06	3,772	0.31	25,145	0.19	11,279
永康服務所	77,028	105,235	0.15	15,950	0.11	8,550	0.51	53,294	0.34	26,118
新市服務所	62,831	94,407	0.22	20,586	0.16	10,241	0.49	45,814	0.32	20,130
麻豆服務所	41,871	55,323	0.10	5,277	0.07	2,847	0.34	18,908	0.21	8,630
新營營運所	45,486	60,103	0.05	3,136	0.04	1,683	0.22	13,423	0.13	5,717
玉井	4,213	5,566	0.08	436	0.06	236	0.09	495	0.05	196
楠西玉井系統	8,637	7,852	0.01	50	0.00	35	0.04	328	0.02	184

謝謝聆聽
敬請指教