災害威脅下基礎設施的防護思維

蘇昭郎 [1]

1 國家災害防救科技中心

從國土安全的角度來看，台灣這塊國土所面臨的主要威脅來源包括軍事、天然災害、人為與科技災害、恐怖攻擊等威脅，由於台灣的氣候條件與地理環境特殊，天然災害頻仍，其中天然災害可能是最主要的威脅項目。除受美國 911 恐怖攻擊影響外，我國關鍵基礎設施安全防護 (Critical Infrastructure Protection, CIP) 的基本策略與思維，亦考量到台灣天然災害威脅，故其主要的特色即為國土安全與災害防救結合。當前受國際安全局勢、全球環境與氣候變遷的影響，國土安全與天然災害的威脅加劇，結合國土安全與災害防救的 CIP 防護思維已是趨勢。(張志宇，2010)

從災害防救的角度來看，過去的災害經驗讓我們瞭解到大自然的力量是無法抵擋的，以往我們經常建造龐大的工程設施並期望其能抵擋災害，但是災害的經驗告訴我們，再堅強的工程設施仍無法提供全部的保護。因此我們需要發展風險評估、預警技術、避難疏散、強化抗災與回復力，運用科技避開容易發生災害的地區，適時避開災害的衝擊。由 2010 年的梅姬颱風、2011 年的紐西蘭地震、東日本大地震等經驗，都說明了大自然的破壞力不是工程設施可以完全防護與抵擋的，工程的防護是有其極限的。(Chen, 2011)

一、 從災害經驗看基礎設施防護

由歷史災害事件分析來看基礎設施的防護，可以有許多的經驗是值得學習的，觀察 2011 年紐西蘭及東日本兩次大地震，其基礎設施的衝擊程度，相關項目略有不同，如圖 1 所示。若考慮到災後對維生

基礎設施的依賴與需求，這些災害經驗提供讓我們思考如果類似災害發生在台灣，我們是否有所準備，重要基礎設施的防護能力是否足夠？有些設施比較會受到嚴重衝擊，有些不會，各國的經驗不盡相同，不同災害類型的衝擊也不一樣。我們應該去了解自己的威脅是什麼，以及災害對基礎設施可能造成的衝擊。

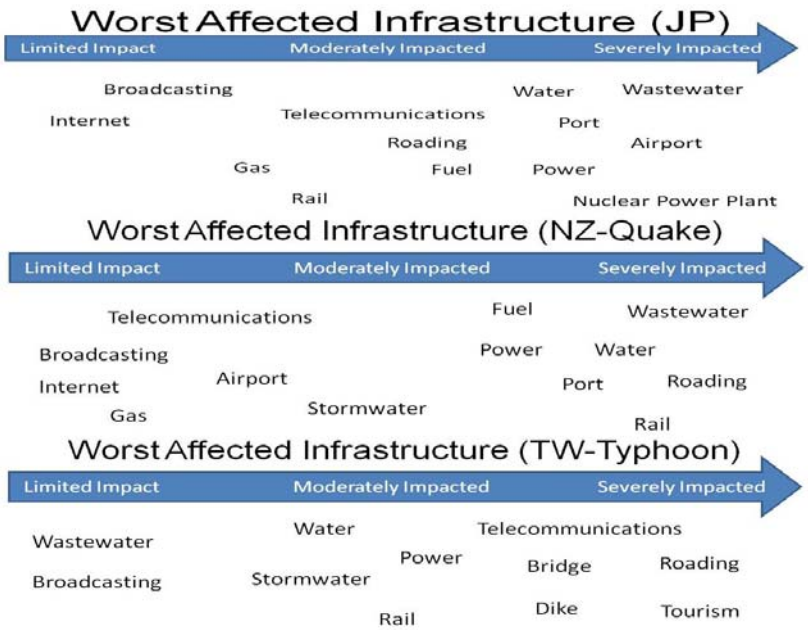

圖 1 基礎設施受衝擊的影響程度比較

2010 年梅姬颱風因東北季風共伴效應的影響，在台灣東北部降下大雨，造成蘇公路嚴重損壞，遊覽車沖毀與失蹤，堤防溢堤造成宜蘭淹大水等重大災情。如果蘇花公路是關鍵設施，那我們的思維是否會不一樣？這也正是花蓮地區民眾所關切的，因為蘇花公路在他們眼中就是關鍵設施。

如果蘇花公路是關鍵設施，那麼管理者的作為是進一步提高工程防護？或是採其他行政管理措施 (例如大雨有可能致災時提前封路等)？答案是明顯的，要達到封路行政管理，發展預警技術是必需的技術前提。梅姬颱風在蘇花公路的經驗學習是必要的，欣見 2011 年

交通部公路總局成立公路防災中心，積極運用各單位的預警資訊，設定封橋封路的安全基準，當災害風險增加時提前啟動封橋封路作為，以保護用路人的安全。

基礎設施及工程建設不能只是談設施本身的防護與保護，也應該談整體抗災回復力，因為再強的工程都有其極限，無法 100%的防護，因此需要提升回復力。我們需要發展風險評估、預警技術、避難疏散、強化抗災與回復力；另一方面，這些防災資訊與管制作為必定會使民眾的用路自由受到限制，因此也需要社會的溝通與體諒，在民主社會中「風險溝通」這是另一個重要課題。

二、 災時對基礎設施的需求

從不同的災害經驗與衝擊影響，我們可以了解基礎設施對人民維持生存的支持是絕對必要的，其在災害的演變過程中，各項需求與依賴程度也有所不同。由馬斯洛(Abraham Maslow) 的人類需求理論可知，如圖 2 所示，人類的需求可分為五個層次，對照災害管理的時序，在不同災害階段人類的需求不同，政府須要能提供人民的基本需求，以使整體社會能持續營運與發展。(NCDR, 2011)

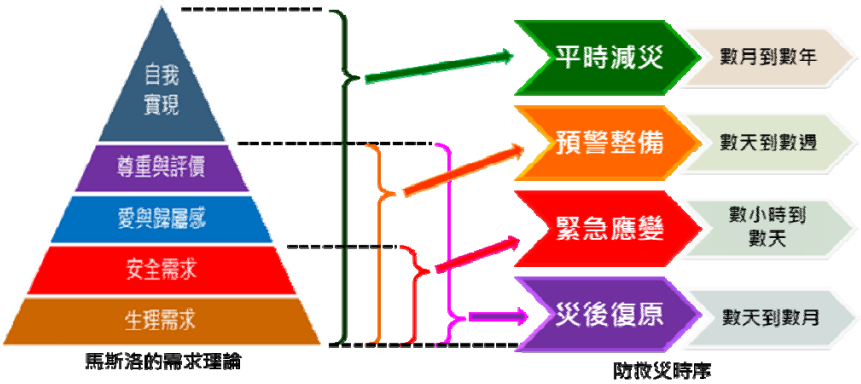

圖 2 防救災時序與人類發展需求之關聯

由人民的立場來看，在災時人民所需的項目多集中在基本的生理需求與安全需求層面，基礎設施正是提供這些需求與功能的服務，因此，這些基礎設施應優先被設定為關鍵基礎設施，並以確定其在災時能持續營運提供服務作為關鍵基礎設施安全防護的主要目的。如圖 3 所示。

圖 3 災時個人存活需求與相關基礎設施部門

要強化基礎設施的防護，需要以災害情境作為建立防護的對象。因為天然災害所造成設施失效的原因與方式有很多種類型，而且防護設施免於淹水的作為與防護地震免於受損的作為是完全不一樣的。因此需要先了解威脅會造成那一種危害，是淹水、地震、土石流或是人為破壞等。基於此災害情境下，推估可能的災害衝擊分析與風險評估，研擬可行的減災減險對策，以減少災損與衝擊為目的。

三、 經驗學習

基礎設施是現代化國家與大型都會城市居民日常賴以為生的重要基礎，一旦失效會引起居民極大的不便與恐慌，甚至造成衝擊國家經濟與政府持續營運的重大影響，各國政府無不積極推動 CIP 防護計畫，以確保其抗災回復與持續營運的能力。現代化社會的運作必須依賴各項基礎設施的支持，由近年來國內外重大天災人禍案例證明，基

礎設施本身具有高度的脆弱性，如何評估及預先掌握對這些設施的威脅與脆弱度，並採取各項強化或防護之作為，是政府重要的工作之一，也是災防體系未來需要關注的目標。因此，從過去的災害經驗中我們可以獲得幾項經驗學習：

1. 工程有其極限(Limits of engineering protection)，重現期 50 年的設計基準，面對大自然的無情衝擊，卻仍顯不足，需有相關的配套計畫。
2. 與國際減災組織(UN/ISDR)所推動的策略一樣，積極採用災害風險評估與減災作為(risk assessment and risk reduction)。
3. 發展預警技術與疏散避難可能是一項好的減災方式 Early Warning and Pre-evacuation。
4. 強化我們的抗災及回復力(Resilience and Capacity)，建立持續營運與緊急應變計畫，迅速災後復原。
5. 合理的災害情境設定是進行衝擊分析的基礎，也是基礎設施風險評估的重要程序。

參考文獻

1. 張志宇，陳亮全，蘇昭郎 (2010)，結合國土安全與災害防救思維的關鍵基礎設施安全防護策略，環境工程會刊，第 21 卷第三期，中華民國環境工程學會
2. 國家災害防救科技中心 (2011)，關鍵基礎設施災害脆弱度評估與風險管理，國家災害防救科技中心技術報告 NCDR 99-T12。
3. Chen, L.-C. (2011), Critical Infrastructure Protection Strategy and Development: Taiwan’s experience, Proceeding of 2011 International Conference on Homeland Security, Taipei