



健全都市防災及維生系統



◎歐陽嶠暉

學歷：中國文化大學國家工學博士

現任：國立中央大學環境工程研究所教授

專長：環境工程

著作：《下水道工程學》

《都市環境學》

《生物處理新技術》

經歷：國立中央大學土木系教授、主任
工學院院長

教育部環保小組執行祕書



摘要

一般所謂的「都市防災」是指都市中對應於災前預防、災害搶救應變及災後復建各階段，所進行之各項「都市計畫防災規畫」、「都市基盤防災建設」及「都市防救災管理工作」。因此，就營建及都市計畫的角度而言，即使經由都市計畫及公共設施建設過程，增進計畫及設施之都市防災功能，並促進都市計畫及公共設施與防救災管理工作相結合；亦即應加強各都市中之土地利用、維生管線系統、防救道路系統及各項防救據點，如縣市政府、消防警政等防救指揮據點、學校公園等避難據點及醫院衛生所等醫療救護據點之防災規畫建設。

維生系統（lifeline）包括自來水、電力、電信、瓦斯、下水道及消防用水，尤應加強瓦斯管線防震遮斷裝置，避免產生爆炸延燒之二次災害或引起大樓悶燒增加受困民衆罹難機率；同時進一步規畫建設共同管溝，促進維生管線管理維修及災害防治。

本文就都市防災中如何強化維生管線系統，以降低災害損失及災後對生活造成不便和混亂為重點加以討論。

壹、前言

台灣地區近 80% 的人口居住都市，並近 90% 以上國民享有自來水、電力、瓦斯及電訊等之方便。但台灣又處於一地震、颱風帶，災害年年頻傳，如何強化成爲一安全都市使市民

能享有免於恐慌的安全生活，則一個健全的都市維生系統為全民所期待。

在九二一大震災，台灣中部地區雖無都市大火，但台北市東星大樓及台北縣博士的家均發生建築物內小火悶燒的情形，不但加速受困者罹難時間，也阻礙消防人員無法進入建築物內部，展開救援活動。另中部地區整體自來水系統的完全破壞，造成所有自來水供應系統無法供水，災民不僅生活不便、混亂，更帶來衛生上的威脅。

貳、都市防災

台灣是一各種災害頻繁發生之國家，每年皆造成相當大的損失，為保障國民生命財產的安全，如何形成一安全的國家、安全的社會和具有安全的都市，依據黃光國等研究提出安全都市系統架構如圖 1。

安全都市系統架構包括：

- (1) 都市防災基本計畫
- (2) 都市計畫防災
- (3) 都市防災基礎
- (4) 都市防災管理

四大項，其詳細內涵如圖 1 中所示。

圖中都市計畫防災之全國性防災措施，應透過都市防災及國土保安以為防救之策略，另有都市局部防災措施。

防災急救及疏散，有賴廣域完成的交通網，以及由陸海空

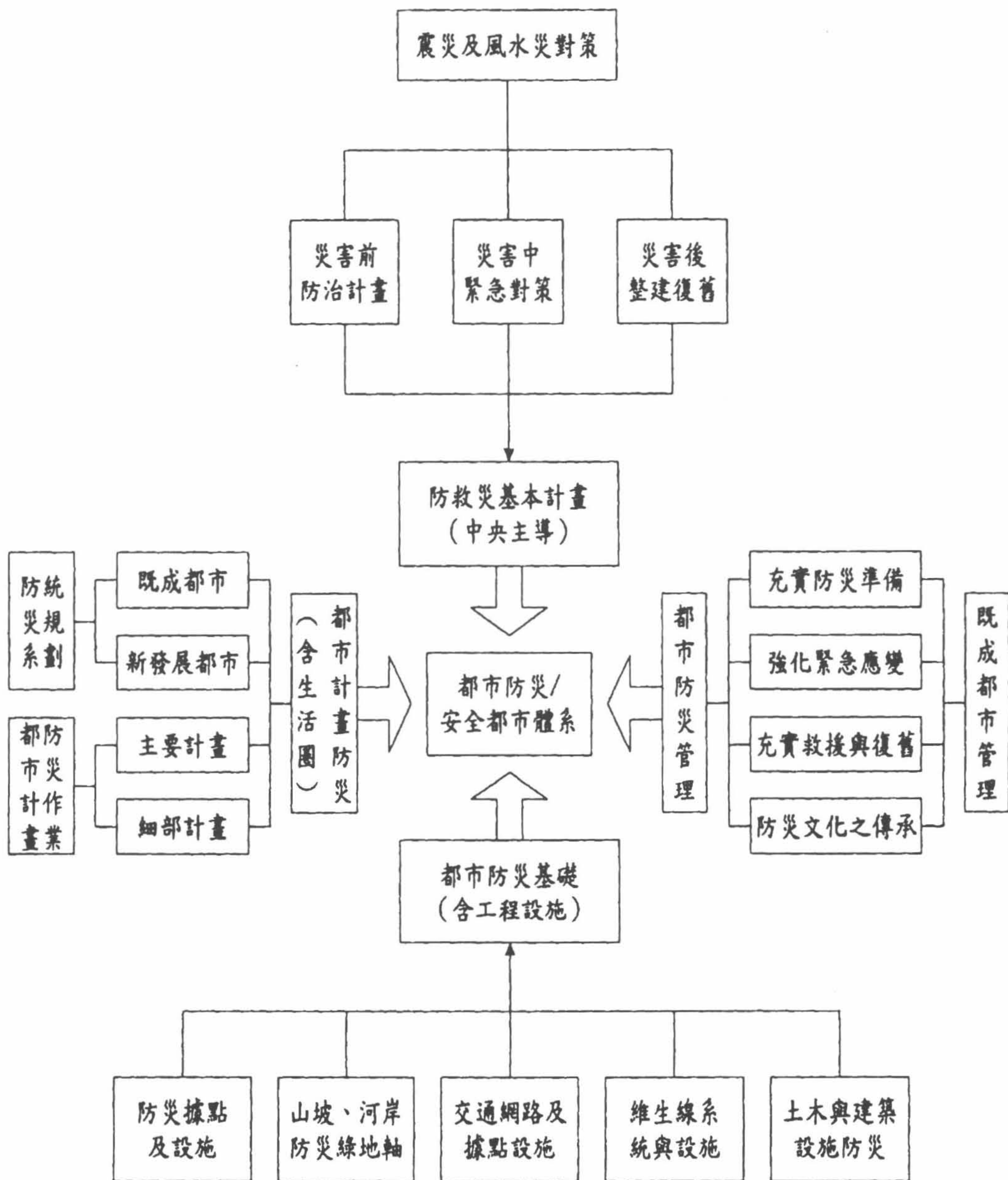
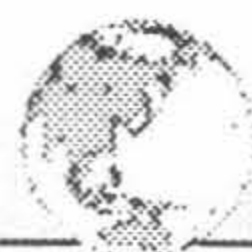


圖 1 安全都市系統架構圖

所聯合而成之廣域防災資訊及急救輸送系統。

至於都市防災基礎建設，包括綠化及維生系統、防災規畫，其中防災綠地軸之規畫體系，則包括河川綠地、街道綠地、山麓綠地及臨海綠地等。

參、都市維生系統

都市維生系統為都市防災基礎最重要之一，是都市市民賴以生活的基本公共設施，包括電力、自來水、瓦斯、電話和下水道，任何設施皆會因災害的互動，而使得災害更加擴大而導致市民嚴重的生命財產損失。

在維生系統之災害中，尤以地震導致之損害和影響面最大，如何在此等公共設施設計時加以防災和規範，以做有效的事先預防和維護管理，延長使用壽命，或以有效的管理措施減低災害損失，進而維護市民生命財產之安全，乃為維生系統防災之目的。

做為都市公共設施的電力、瓦斯、自來水、下水道等供給系統，以及道路、通訊、資訊系統等稱為維生系統（lifeline），為今日都市最基本的公共設施，而這些維生系統總體之間互有關連，而藉人工建造多埋設於地下而成。

維生系統為維持都市住民正常生活不可欠缺的基本設施，但因災害尤其是發生地震，除造成生命財產的損失外，更因維生系統的破壞，有造成二次災害之危險性，同時使得住民生活遭受極大的影響，甚至長時間因復建不易，而造成都市長期的



癱瘓。

台灣處於地震帶，一旦發生大地震，其破壞和修復皆不易，九二一大地震是一教訓，故對其重要性以及預防措施，不得不加以重視。

一、維生系統防災

任何國家皆經地震後，藉得地震的教訓，對於構造物提升耐震設計，而使往後所設計的構造物得以更加強固。美國於 1906 年之舊金山大地震及 1933 年長堤的地震之教訓，使得 1961 年以後道路橋樑的設計，皆能導入耐震設計。繼而 1971 年 Sanfelland 的地震，使得道路橋樑受到重大的損壞，而於 1974 年後設計震度提升為 2 ~ 2.5 倍。並為增加橋腳的韌性，增加鋼筋混凝土的帶鋼筋，並導入防止落橋的設施。

在日本也由於 1978 年宮城縣的地震造成自來水管、瓦斯管嚴重破壞，而有設置防災道路之議，而設置地下共同管溝如圖 2 所示，藉以容納自來水管、下水道管、都市瓦斯、電力、電話、有線電視電纜（CATV）及光纖等，其對於災害急救較具方便性。再則也因阪神地震，進而有資訊 highway 之構想，而將所有電線類皆收入共同管溝。並以地下共同管溝為中心，進行建設 CAB、System 及電線共同管溝（C. C. box），採全部電線類地下化為災害對策。

台灣經九二一大地震後，如何加強防災設施，尤其是維生系統防災，有賴政府未來積極檢討推動。

二、都市防災維生系統規畫

為確保都市災害發生時，能減低維生線系統之最低損壞程度，應提高都市緊急應變機能，如圖 3，都市主要計畫防災維生線之規畫考量因素和細部計畫之設置原則應包括：

(一) 主要計畫

應著重於檢討整體公共工程系統之規畫，以確定重要維生線幹管路徑，並預留搶修空間，包括：

- (1) 規畫都市維生線共同管溝系統。
- (2) 推動電線管路之地下化系統。
- (3) 提高管路耐震化作業系統。
- (4) 設立維生線管理中心系統。

(二) 細部計畫

細部計畫於規畫時，應建立維生線佈設資訊系統和配合防災計畫系統（各種範例如圖 4），於主要逃生路徑及防災區劃週邊，儘量以共同管溝予以容納，並提供災害發生時搶修及運用，及至少規畫一個以上之「源頭」，作為替代運用。各維生線系統之劃設原則，包括：

1、給水系統

- (1) 管線佈設應避免跨越斷層地帶或潛在地質災害地區，如確有必要應於潛在地點，採用多節、柔性接頭連接管道。
- (2) 除非必要，地下埋設管線應優於地面管線；另陡峭

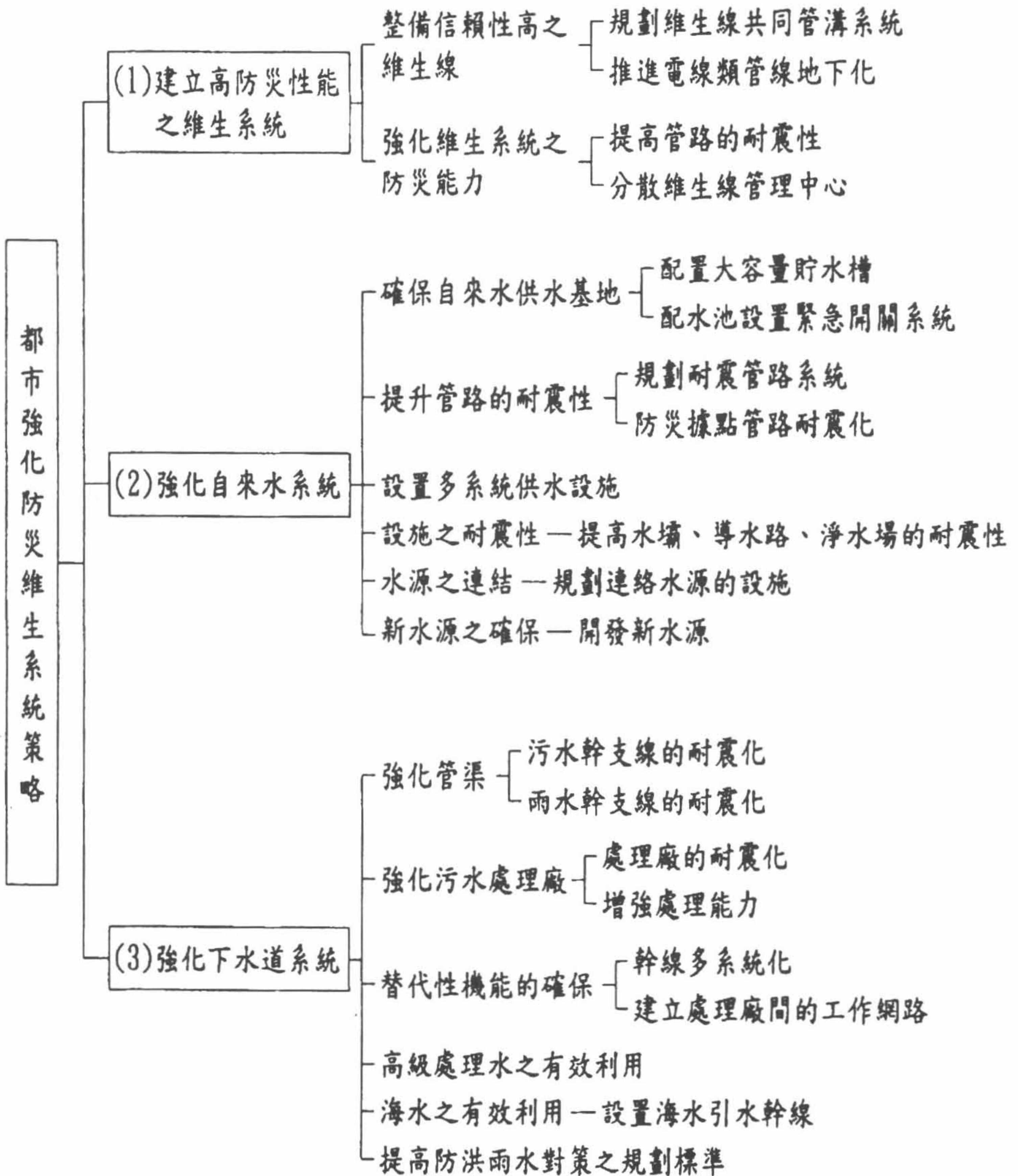


圖 3 都市強化防災維生系統策略

山坡地帶應特別避免地面設管。

- (3) 應有一個以上水源，必要時於主要斷層下游設置緊急儲水用水站。
- (4) 給水管與下水道的水平距離應留設至少 3 公尺以上，且給水管應高於污水管線，如因水源必須設置於不良地點，下水道工程應特別處理。
- (5) 消防用水應有專用管網及水源。
- (6) 水塔設施應採用防震設計水塔高度之 1.5 倍，水平距離內應避免其他建築物和設置於潛在地質災害地區及建物密集地區。

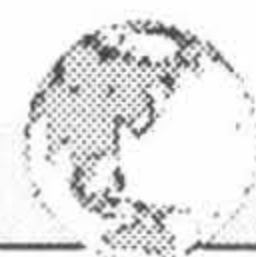
2、電力系統

- (1) 輸送路線應予地下化，並避免穿越斷層帶。
- (2) 變電設施應儘量設置於防火區劃邊緣。
- (3) 建立勘查系統，以於發生災害時，有利檢查輸送或儲存設施。
- (4) 公共建築物及避難場所，應具備緊急電源。

3、電訊系統

- (1) 輸送線應予地下化，避免穿越斷層帶。
- (2) 通訊中心及儲放緊急供給設備之建築物，應採防震設計。
- (3) 應考量區域隔離措施，避免被破壞之區域，影響其他區域之正常運作。

4、瓦斯系統



- (1) 輸送線應予地下化，避免穿越潛在地質災害地區。
- (2) 應設置偵測漏氣及緊急切斷系統之自動化控制設備，並可隨時改以人工操作代替，以利應變。
- (3) 輸送路線應與電力路線，保持至少 3 公尺以上之安全距離。
- (4) 瓦斯加油站應設置在空曠地區，並應有完善之防災措施。

肆、維生系統防災措施

為能強化維生系統，其應採之防災措施包括：

一、自來水

日本 1995 年發生之阪神大地震，造成神戶市 65 萬戶斷水，過去日本自來水管之設計最低強度，並未考慮地震的災害，而以一般使用為基準。一般自來水管的材質多為鋼筋混凝土管或鑄鐵管，且由於長年埋設於地下，而有腐蝕等問題。

雖然 1980 年日本政府曾訂有「水道敷設耐震工法指針」，以為加強自來水戶耐震化的依據，但欠缺強制力。若從耐震性的考慮，依該指針所更新的自來水鋼管或硬質塑膠管，應具有可承受震度七級的強度，其他如冷卻水及工業用自來水也一樣要達到上述要求。

過去一般傳統的自來水配管之接頭部份，對於地震較弱，故配管之接頭必須更換為具耐震性者。接頭若為螺栓式將一部

份改爲波浪式的蛇腹式，將可提升自來水管的耐震性，但較一般自來水管之埋設費約增加 30 ~ 40% 的經費，以致並不很普及，但若從防災的角度來視之，卻相當的重要。

爲使自來水設施在緊急時其供水能力不會降低，因之無論是取水設施或淨水設施皆應具耐震化，同時提升配水池的容量至 12 小時，設置淨水設施及配水池之緊急關閉閥，以備地震時可及時關閉而防止外洩。

又做爲緊急水源，可於地下埋設直徑較大的配水管，當發生災害時該配水管可做爲地下貯存槽的功能。其次可在很多的地方設置給水地點，設置地下或地上式貯水槽，但貯水槽在平時必須保持其自來水的正常循環，以保持水的新鮮狀況，這些水當發生災害時，可藉避難所的臨時發電機抽出供用。

發生災害時，學校及都市公園之游泳池水，可使用爲消防用水，若提供爲避難所並做爲生活用水時，則游泳池水應附有淨化設施，以能去除 25 μm 以上的不純物並藉氯鹽消毒之，再以活性炭過濾後，使可當飲用水。

消防用水，除普通之自來水外，也可設置防災用高壓自來水。除設置防火用貯水槽外，也可以都市排水溝或貫穿市區之灌溉圳路等水利設施，作爲防火用水。

不再使用的水井，予以加蓋保留之，災害發生時可做爲緊急用水之水源。而在避難所則可開鑿公共用緊急用水井，除可設置緊急電源外，也可採用手壓抽水泵抽水。

自來水事業爲公用事業，因水價受到限制，而無法加強耐



震性高的自來水管之敷設。但依據日本經驗，其以較強耐震性設計的北海道釧路市及青森縣八戶市，當發生震度較大的地震並未破損，可顯示自來水耐震設計之效益。

近年來由於瓶裝水輸送方便，對於維持災害基本飲用水已較無問題，但對於衛生上之沖洗用水，因量大，仍須仰賴自來水。

二、下水道

下水道系統，尤其是污水下水道，為都市基本排水設施，一旦發生地震災害造成斷裂，不僅影響排水且更影響衛生。

地震時污水處理廠及抽水站之受害原因，包括

- (1) 液化現象
- (2) 側向移動
- (3) 設施底板高度不平均較多
- (4) 水池內之接合部斷裂漏水
- (5) 管廊的接合部龜裂致污水或地下水流入
- (6) 管廊之導流管及流入管等之管渠配管的損傷

等等，而其對策第4項水池內以不設置接合部，而5項之管廊的接合部以採用具伸縮性及止水性之接頭，6項之配管管線之設計，則以具可繞性者為適。

下水收集系統的管渠因多埋設於地下，因之其受害不像污水處理廠較不易察覺，而必須進入管渠直接察視或以遠距電視照相調查。

管渠的受害狀況包括：

- (1) 龜裂
- (2) 破壞
- (3) 接頭脫落
- (4) 堆積砂土

上述(1)、(2)、(3)項可從各種施工法改善之，以防長期間功能降低，4項則可以水壓清洗方法改善之。另外，對於重要幹線及配管則可採複數系統改善之。

三、都市瓦斯

如同自來水及下水道，都市瓦斯設施以具耐震構造為宜。因一旦發生破壞維修耗時，影響市民生活至大。

日本東京都之瓦斯系統，以地震為對象，將全東京都分為10個區，共設置3,300個地震計，以視所察覺建築物崩壞狀況，可自動的停止供給。為防止地震時瓦斯外洩之異常現象，可自動停止供應之微電腦普及已達90%以上，同時也設置基礎地震計，能感知震源位置和深度而將所測得之資料傳遞至防災急救中心，以預測受害狀況。

尤其都市瓦斯管線及建築物瓦斯供應裝置應具備地震自動遮斷裝置，同時檢討遮斷分區，以免引起都市大火二次災害，並檢討建築物轉接閥設置位置，避免建築物倒塌，無法及時關閉瓦斯供應，引起建築物內悶燒，加速受困者罹難時間及妨礙倒塌建築物救援工作。



都市瓦斯一旦受害，其影響面極大。但若用桶裝瓦斯則其損壞可較少，惟用桶裝者，應將桶以鍊條固定在牆壁上，但若設置地下室專用桶式瓦斯之貯存槽，其對防災上較具效益。

四、電力系統

地震時可能受害的包括火力發電所、變電所、架空送電線路、地下送電線路、配電線路及通信設施等。其中將有關土木設施受害加以區分，包括：

- (1) 護岸的移動與下陷
- (2) 發電所內地盤下陷
- (3) 設備基礎之下陷及傾斜

因之，對於各種電力設施其基礎之安全非常重要。

另電線桿及空中之電線類，也可能因地震而倒塌，影響交通及妨礙車輛的通行，故為能對災害有較強的因應能力，仍於共同管溝內容納電線類以達地下化最為重要。

地震之後，在生活環境之恢復上，雖電力之早日恢復甚為重要，但若房屋已倒塌再加以通電，則損害的電力會發生斷路，甚至由於電源的引入造成電器設備的火災。在日本阪神大地震後之大火災，此亦係其中原因之一。

五、電話

電話通訊已是都市中市民各種資訊連絡不可或缺設施，一旦發生災害及故障，將影響全面連絡及救災連絡極大。

電話通訊的防災對策，包括

- (1) 交換台等電話打入者造成很大的影響，以及設備如 microwave 鐵塔發生傾斜等。
- (2) 為改善停電，可以蓄電池或自家用發電機併用之。
- (3) 電話電纜被切斷時，可採用的非常手段，以應急電纜改善之。
- (4) 確保無線衛星線路之複線化。
- (5) 利用共同管溝與電力線相同，並納入地下化。

由於發生地震災害時，關心者的電話會集中傳至，受災地的電話交換機將受到衝擊，為防止此等現象，可自打電話的來源依地區別加以限制。將打電話的地區加以控制，而只有公共電話之使用不加管制。因公共電話為緊急用，故應不加管制。其次，相同地未加管制的為 119，再次為國外的電話亦未加管制，故外地親人託國外友人代打電話也是一種方法。

攜帶用電話——大哥大則因與一般電話不同，其限制較少，在阪神大地震時也達七倍，而必須加以限制，當然若基地電話局因地震而故障，將無法通話。又受災區自宅電話不通時，又因一般電話受管制而無法利用，則可用公共電話，但因地震時多停電，公共電話的電經切斷，無法使用電話卡。

利用者的災害對策，在必要避難時，而須先以電話與外地接洽，以與親人建立連絡網，可請受災地區以外地方的親人一人，代為告知其他外地的親人以建立系統，此點甚為重要。

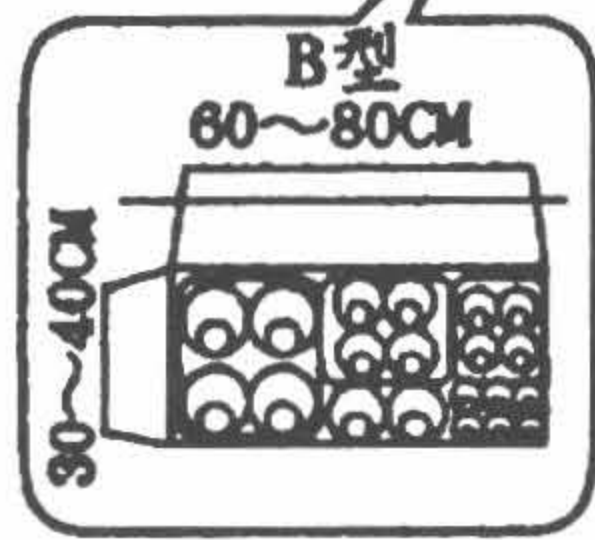
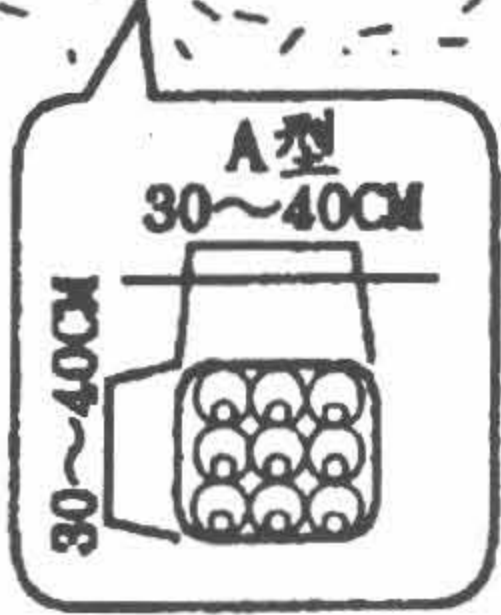
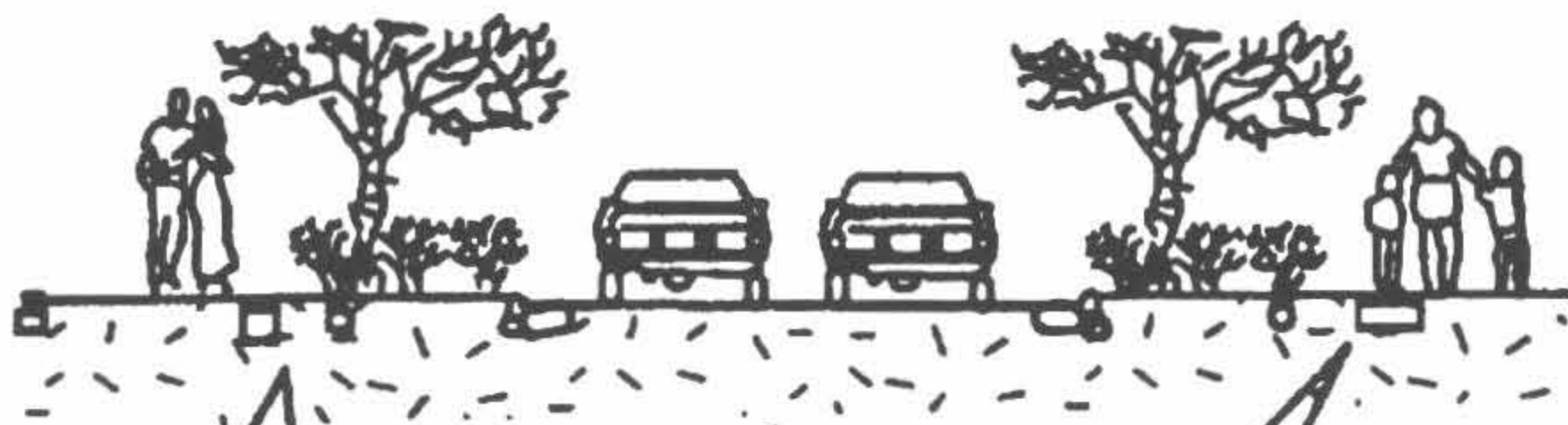
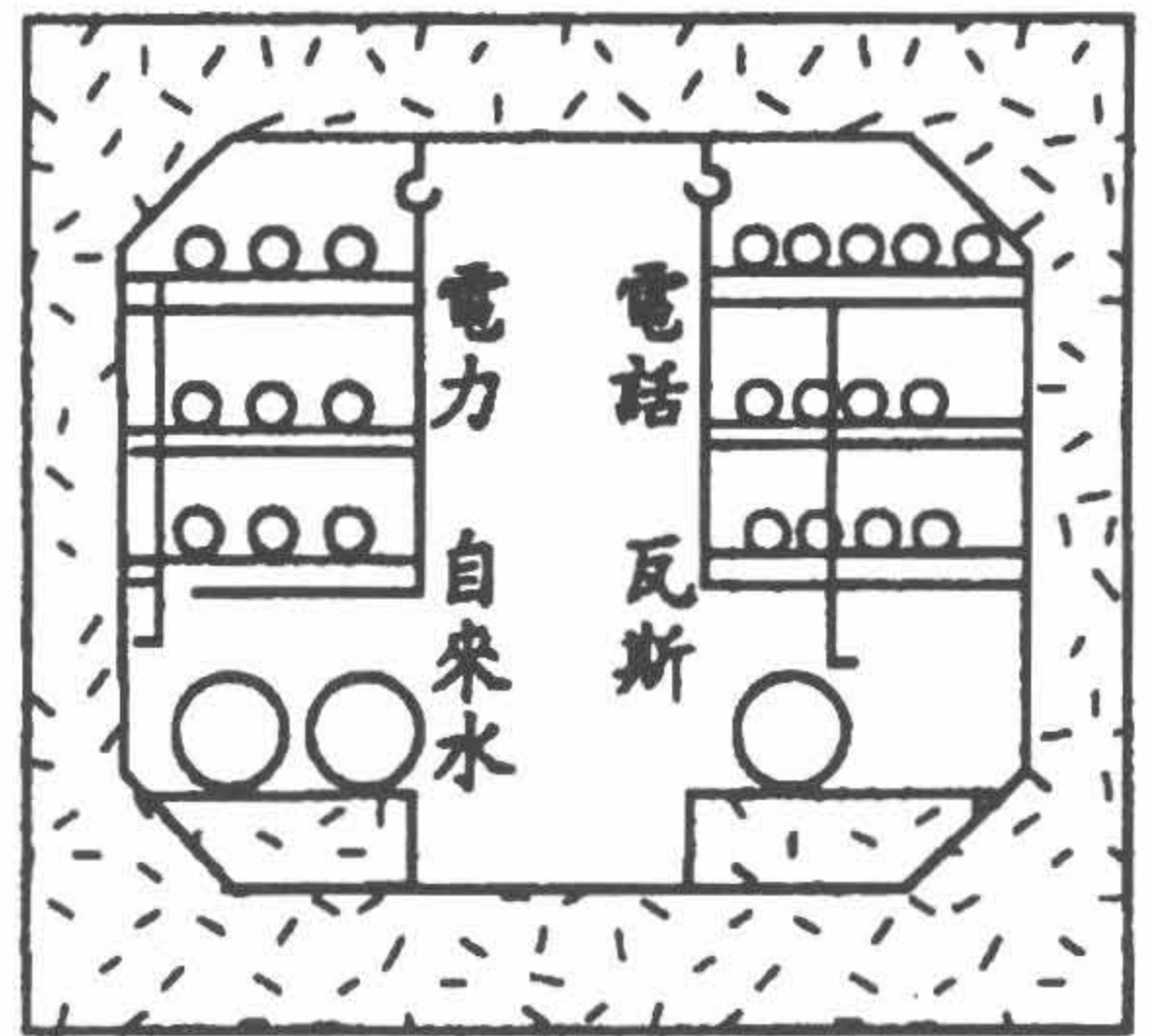
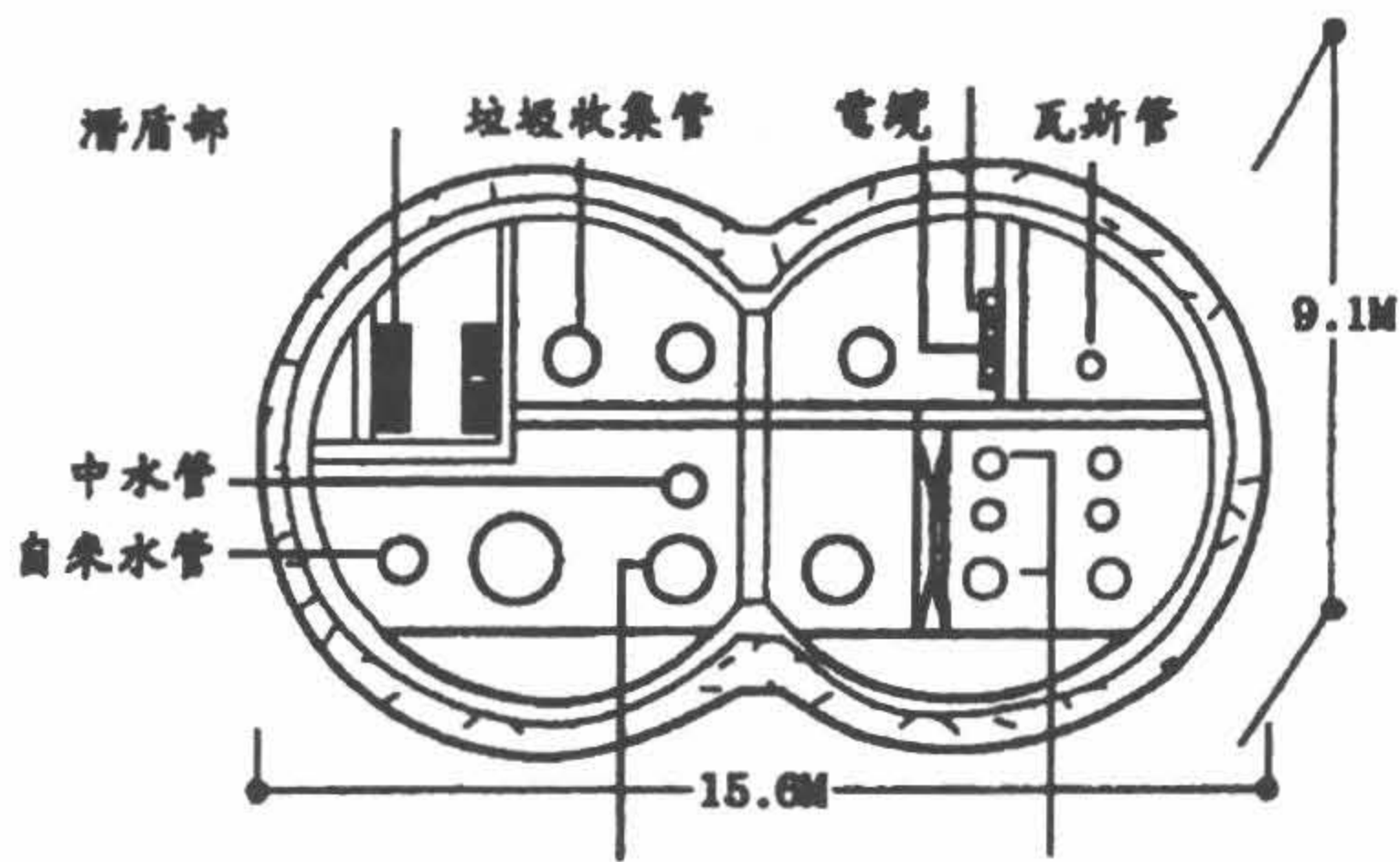


結語

台灣災害防救法甫行通過，各種防災策略及措施千頭萬緒，本文僅就健全維生系統提出維生防災、維生系統規畫及維生系統防災措施等供參考。

參考文獻

- 【1】內政部建築研究所，《九二一集集震災都市防災調查研究報告結論報告》，1999年。
- 【2】內政部建築研究所，《都市計畫防災規畫作業研究》，1997年。
- 【3】歐陽嶠暉等共編著，《土木工程防災概論》，1997年，藝軒出版社。
- 【4】歐陽嶠暉編著，《都市環境學》（待印行）。



電線共同管溝 (電纜系統)

