

自來水緊急救援措施之探討

*吳陽龍，**王炳鑫，***陳信利，****曾坤慧
*總工程司，**經理，***工程師，****幫工程司
臺北自來水事業處工程總隊，台灣省自來水公司

摘要

民眾及工商業對自來水的依存度愈來愈高，相對其所要求品質與服務亦高，停水、限水或水質問題等，均會對民眾生活產生重大的不便，同時影響工商業的活動與發展，因此，如何在任何可能的災害事故狀況下，減低對民眾的影響以及縮短對民眾的不便，實為自來水從業人員應當認真思考的問題。「921集集大地震」高屏溪污染事件及近期北部地區乾旱所引起的停水、限水措施，給民生帶來前所未有的不便，亦讓政府及自來水單位窮於應付。因此藉由蒐集國內外自來水災害或事故之資料及研析，瞭解各類自來水災害及事故的原因及對策，探討國內供水系統的特性及災害或事故的對策能力。藉以探討如何提升災害或事故時搶救能力，以及如何提升供水系統的防災及應變能力，強化自來水單位災害發生時的緊急救援能力，強化整體救災體制，確保民眾供水的穩定與安全。

前言

隨著自來水的普及使用，民眾及工商業對自來水的依存度愈來愈高，停水、限水或水質問題等，均會對民眾生活產生重大的不便，及影響工商業的活動與發展，如大地震所帶來的供水系統損害，重大污染以及近期北部地區乾旱所引起的停水、限水措施，均讓政府及

自來水單位窮於應付，有鑑於此，中華民國自來水協會特利用八十七年度結餘款，辦理「自來水緊急災害救援措施」之相關研究，企望由過去國內外有關災害或事故所造成停水或限水等問題的處理經驗，探討如何減少災害或事故發生對供水系統的影響，如何加強供水系統的防災應變能力，以及如何強化災害發生時的緊急救援能力，確保供水的需求與安全。

自來水有關的災害及事故

地震

在自來水相關的災害及事故中，地震所造成供水系統的破壞最廣，相對其對民眾供水的影響也最大，如1994. 1. 17洛杉磯發生6.7級大地震，造成五條原水幹線及十二分之一的配水管線損壞，修護時間由2天至67天不等，使Northridge地區必須長時間由其他地區支援供水；1995. 1. 17發生的7.2級阪神大地震，造成壩三處損壞一處，淨水場七處損壞二處，配水池一一九個損壞一個，導水管43 Km損壞二處，送水管260 Km損壞六處，配水管4,002 Km損壞1,757處，道路上給水管損壞14,651處，屋內給水管損壞75,023處，辦公廳舍嚴重損壞者四處(包含總管理處，一個營業分處及二個服務中心)，受影響用戶65萬戶。1999. 9. 21台灣中部所發生的7.3級集集大地震，造成石岡

水壩受損及豐原廠一場內淨水設備完全損毀，致大台中地區二十萬用戶完全停水，且太平、大里、霧峰、豐原、東勢等地區輸配水管網亦嚴重受損。南投縣之草屯、中興、南投、中寮、名間、水里、集集、埔里等淨水場，損害嚴重無法出水，且因輸配水管線受損及通訊、道路中斷致全部停水。而中寮變電所和超高壓輸電塔嚴重損壞，造成大停電，也間接影響自來水的供應。

乾旱

隨著地球暖化影響，氣象變化越來越異常，如久不下雨或雨量不足，因水庫儲水容量不足，以及用水量不降反增的情況下，很容易發生乾旱缺水的現象，今年三~七月北部地區發生嚴重乾旱，執行二十年首見的分區供水，除影響工商業的營運及發展外，間接地引發各用水標地爭水與地方之間爭奪水資源的政治議題，期間因水壓降低及供水方式的變動，引發不少用戶水質污染的問題。

颱風

2001.9.16 納莉颱風夜晚自台灣東北角登陸，新店溪水位暴漲，因沖下大量垃圾及枯枝造成取水口的堵塞，原水濁度一度超過淨水場負荷能力，暫停取水；鹿角坑水源及大坑溪水源亦因相同原因數度暫時停止出水。淹水造成南港加壓站機電設施損壞無法運作，電力電訊中斷，使監測設備、場站通訊中斷，遠距監控系統無法運作。超大雨量導致台北市內湖、南港、松山及信義等地區遭洪水肆虐，千餘棟建築物地下室嚴重積水、停水停電，市政大樓地下室(含府前停車場及基隆路車行地下道)及捷運系統等亦慘遭淹水無法運作，嚴重影響市民作息。

停電

1999.7.29 台南縣左鎮鄉山區一座電塔傾倒所引起，導致全台電廠如骨牌效應般連鎖式的跳機，造成長時間的大停電。各地需要用電的自來水設備如無自備發電機，均無法運作，高地區及間接用水的用戶，亦因抽水設備無法運作，生活及用水大受影響。

水質污染

2000.7.13,14 兩日.王金成等人代運長興化工二甲苯、二氯聯苯等廢溶液，未依規定妥慎處理，直接傾倒在高屏溪上游旗山溪口，造成魚蝦大量死亡，高屏溪原水臭度高達百度，迫使坪頂、澄清湖、拷潭淨水廠停止進水，大高雄地區減少供水二十萬噸，使得高雄縣鳳山、林園、大寮、大樹；高雄市左營、鼓山、旗津、前鎮、小港等地區停水五日。

工程意外事故

管線常因其他工程單位施工不慎，損壞而需停水修復，2000.10.12 北水處供應士林北投地區自來水之主要輸送幹管(φ2000 公厘)，因中油於基隆河岸施作水平導向式鑽掘(HDD)施工不當，導致幹線位移及接頭鬆脫漏水，需停水近三十小時緊急搶修，因仍有九處接頭拉脫超過容許變位值，重新埋設一條替代管路改接，受影響戶數約 23 萬 3 仟戶。

戰爭及恐怖破壞

由波灣戰爭及阿富汗戰爭顯示，先進的傳統武器已能精準地摧毀各種防體及建築，而 2001.9.11 美國紐約世貿大樓與五角大廈遭飛機恐怖攻擊，以及發生在世界各地的汽車炸彈恐怖攻擊事

件，如發生在自來水設施上，亦會造成極大的災害事故。

災害或事故發生時的救援及應變與檢討

災害或事故發生後，自來水事業必須儘全力動員相關的人員機器，加以搶修同時必須設法滿足民眾用水的需求，如果自來水事業平時沒有適度的準備及適當的訓練，必然驚慌失措，手忙腳亂而延誤救災的時程，因此每次的災害事故，均應加以檢討，以求改進，平時必須模擬各種可能發生的災害，訂定各種災害救援的標準作業程序並確實演練純熟，以期在災害事故時能沉着應付、調兵遣將，妥善處理。

災後民眾的感受與期待

災害發生後，當然會全力搶修，一般的災害事故，大多能在短期內完成修復供水，但如因災害面積過大，災害點過多，無法於短期內完成搶修供水，則災後市民的感受歷程如何，國內並無相關的分析研究，而由神戶市於阪神大地震時，依民眾各時程來的電話加以分析研究結果，在災害發生後第一週，屬於避難混亂期，市民對突然斷水而憂心是否能確保飲用水，因此電話多希望了解什麼時間可來修復，可在何地取水及送水車什麼時候來等等，此時自來水事業應儘速設立緊急供水站，並廣為宣導以明確告知用戶那裏可取得所需用水；第二週時，災害事故發生後的狀況大致穩定，民眾開始回家整理家園，知道缺水係因管線斷裂或其他設施損壞所致，但其又需水孔急，因此急切地想知道何時可正常供水，因此應向民眾明確告知搶修情況，並預估恢復供水的時程，使其能稍安勿燥；在第三週時，社會的恢復差不多，民眾開始一些社交活動，如其尚處缺水地區而知道其他地區已通水而

感到不公平，並會對給水量及給水時間不足而不滿，又取水的人手不足且運搬不易，期望早一點能通水以恢復正常生活，希望不要限制緊急供水的量及時間，來電者會顯示不安、著急，因此除儘可能地加以公平地辦理復舊，並在配水系統的完成修復而給水管尚未修復時，依地區需要加設臨時給水栓供民眾使用；到第四週時，因大多恢復正常生活，對水的需求更大，但運搬水量卻有限，而取水工作又太煩人，太累人，如尚未修復，其不公平的感覺更大，因此來電對仍未能正常供水，多感憤怒、悲痛，要求儘快通水到家裡，此時自來水單位應儘可能完成復舊工作，如果不能，亦應充分提供用水；第五週以後，均已正常生活，對缺水的忍受已達極限，嚴正要求馬上通水到家裡，此時應能全部通水到用戶。由此可了解用戶最大的忍受限度大約為四週，因此所有的搶修工作，應以四週內全部完成為目標。

災害事故發生時的緊急供水

災害事故發生後，首要考量民眾用水的基本需求，必須緊急設置臨時供水站，並以送水車送水補充，大區域的災害事故，以自來水事業本身的設備、人力勢必無法應付，而須尋求外援。以阪神大地震為例，由於地震災害的地區廣闊，水公司之給水車無法負荷，其他都市，軍方之運水車及民間的運水船亦大力支援，給水車多達 432 台，支援之團體有 104 個，支援及自願協助人數高達八百多人。921 地震發生後大台中地區因為水源供應不足，除採取分區輪流供水措施。並於大里、太平、東勢、霧峰等災區設置一〇九處供水站及一二處臨時供水站，以十四輛送水車機動調派供應用水。

災害事故搶修復舊

災害事故發生後，應即判斷受災情

況，一方面調整制水閘辦理供水調配，使停水影響範圍降至最低，一方面動員調派人員、機具、材料進行搶修，以期在最短時間內修復供水，如地震時損壞地點過多，水公司自有人力及特約承包商有限，必須仰賴外力支援，以神戶大地震為例，支援者來自全國 38 個都市，支援人數 735 人，給水內線修護支援 272 人，約三個月才全部修護完成。921 震災災區受損之設備及輸配水管線，省水公司儘可能調度所有廠商及本身人力及機具由上游分五階段向管路末端搶修，並由各區處調派八十六組搶修隊日夜搶修。

地震時大部分的地區可能發生電力中斷，設有緊急發電機之場站即時能發生功用，有雙饋線之場站，如供電設施未損壞，約可在 5 分鐘內恢復；神戶大地震之電力設施修復及調配，使約 60% 的設備於 4 小時內恢復，其他幾乎均可在 12 小時內恢復操作。

救災過程的水質管理

以台北抗旱 5.13~7.5 期間發生的水質污染申訴(水臭、水濁、水中有虫或其他疑慮)案件約 1430 件，肇因於用戶直接抽水、管線老舊破損以及用戶缺乏正常維護管理等等，而災害事故造成管線損壞污染亦頻傳，因此加氯量應提升使給水栓之餘氯達 0.5~1.3 mg/l。另應加強災害地區、避難所、緊急供水點、修護通水後的取樣及用戶取樣頻率，提高檢驗效率，並將結果公告，如有不合格則追蹤至改善為止，以確保民眾用水安全。

災害事故後的檢討

災害事故發生後，應就發生時間、原因、搶修過程、緊急供水及系統調配、預估損失等提出檢討並研擬預防及改善

建議，以避免類似事件再發生或提升日後的搶修應變能力。以國內外發生的大地震的檢討結果如下：

(1) 預估地震規模偏低

部份地區房子倒塌，結構物破壞係因以前設計耐震力偏低，必須修改技術規範，提高重要建築物的抗震能力。

(2) 管線耐震化的範圍不足

管線損壞發生地點主要在易產生液化作用之地區、坡地滑動及道路崩塌發生地區、斷層地區(主要發生在臨近斷層一公里範圍)及河川週邊地區；其損壞主要原因包含管體破壞、接頭拉脫以及附屬設施如消火栓、制水閘及丁字管、彎頭等的損壞。除有防脫接頭(KF、AF、UF 及 S 型接頭)之球狀石墨鑄鐵管(DIP)未發生損壞外，其他各管種均有損壞，其中以非耐震管材之石棉管(ACP)、塑膠管(PVCP)、一般鑄鐵管(CIP)損壞較為嚴重，耐震能力較佳的鋼管(SP)、一般 A、K 型接頭之 DIP 仍有接頭拉開及擠壓變形之事件發生；給水管之損壞，主要係因為管材為塑膠管(PVCP)、內襯 PVC 鍍鋅鋼管或鍍鋅鋼管(GSP)，除其耐震能力較差外，房子倒塌和地層滑動變化影響亦是主要原因。

(3) 民眾對生活用水的需求

災後之用水需求除了緊急飲用水，病院大量之透析用水應優先考慮外，隨著時間的推移，居民對衛生用水、洗澡及清理用水之需求亦日益迫切，因此有需要建立各階段之緊急供水計劃以應付所需。

(4) 指揮機能的喪失

因為通訊系統的損壞，自來水指揮中心的破壞所引起初期指揮系統的混亂，影響指揮系統的正常運作，因此往後應建立及加強緊急通訊系統。

(5) 水源水量的確保及廣域的支援系統

由於管線破壞漏水，水量不足供應，因此區域供水必須審慎調配控制，並與鄰近自來水事業之供水系統互相連絡支援，另外其他可能之替代水源如地下水、海水淡化、泳池及公園水池的水等亦列入考量。

(6) 復舊順序

復舊地區的順序必須慎重決定，並向用戶詳細說明，避免讓用戶有不公平的感覺，因此應充分掌握災情，並有明確的復舊目標及做法。

(7) 其他都市的支援問題

災害發生後，各地支援的人力、機具、材料大量湧入，未能妥善安排及發生指揮系統等問題，影響支援搶修時效。

(8) 救災通報系統問題

自來水救災過程，緊急供水作業和預估供水時程等消息，應充分透由救災通報系統使民眾充分了解救災工作，以避免民眾對自來水事業產生救災能力的誤解。

供水系統的特性與對策能力檢討 —以台北供水區為例

每一地區除地理與地質的差異外，水源的不同，管網系統是否健全，用戶分布情形等等，均影響對災害事故的應變對策能力，以台北自來水事業為例，檢討人口集中的都會區自來水緊急救援措施。

供水系統設備能力檢討

(1) 水源系統檢討

台北供水區的水源，97%來自新店溪，有翡翠水庫、直潭壩及青潭堰，後兩者設有取水口，當初規劃設計時，應已考量避開斷層地帶及地質不佳地區，

其中青潭堰曾有洪水沖刷損壞再建記錄，餘均未有損壞之報告，現行壩體上設有監測設備隨時了解運作情況，並每年配合經濟部水利署辦理水庫安全查驗，如有問題即加以改善，以確保安全。陽明山區、雙溪及鹿角坑水源，雖只佔3%，但災害事故發生時，仍有救急之用。

另外五、六〇年代為解決嚴重缺水，曾開鑿深井34口，總出水量約10萬日立方公尺，在翡翠水庫開始蓄水後，為減少地層下陷而停用；以目前地下水位均已回升的情況下，有需要配合防災據點或緊急避難所的設置，先行調查水質及容量，以利後續設置深井，以供緊急之需。

(2) 原水輸水系統檢討

直潭原水管（直潭取水口至直潭淨水場，建於1984，口徑3.8公尺，長1.904公里，輸水容量270萬日立方公尺）及青潭原水管（青潭取水口至長興及公館淨水場，建於1974，口徑3.2公尺，長11.12公里，輸水容量108.5萬日立方公尺）興建完成迄今，因無替代管路，故未曾全面檢修，為此，直潭第二條原水系統正辦理規劃設計中，預計民國95年完成，屆時現有直潭原水管即可全面檢修；青潭原水管則待直潭第五座淨水設備92年底完工後經由第二條清水輸水幹線調配支援取代長興公館淨水場出水，即可全線辦理停水維修，以加強其耐震能力延長其使用壽命。

(3) 淨水設備檢討

淨水設備主要分為三處其中直潭淨水場有四座淨水設備（50萬CMD/座）長興淨水場有三座（20萬CMD/座），公館淨水場有二座（25萬CMD/座），每座均可獨立切換出水，三處淨水場相距甚遠，且地質狀況亦不相同，同時發生災害的機率不高，地震發生時，彼此可透過清水輸水幹線及管網系統，互相支援提供所需，唯切換支援作業，須事先模

擬操作。

(4) 清水輸水幹線檢討

第一條清水輸水幹線(清一幹線)完工於民國七十三年,於88年辦理徹底整修,第二條清水輸水幹線(清二幹線)已於2002.09.29全線完成通水,並與清一幹線形成的清水輸水幹線系統,日後可分段維修,提高系統對災害的應變能力,對確保供水的穩定及安全必有相當的助益,其切換供水作業,亦應事先模擬操作,以了解其水流分配狀態。

(5) 配水池及加壓站

工程總隊曾於八十六年十一月針對現有八十二座配水池進行安全性普查,其中使用中萬芳一配、二配、中和及北投一配等四座可能受地質、地形潛變影響需長期偵測者,餘則尚無安全顧慮;除非設在斷層上,依以往紀錄地震對地上式配水池結構損壞並不多,而多發生在進出管線,仍因地質不均勻沉陷所引的破壞,造成水量流失,因此除進出管線應加設可撓管外,出水管應檢討設緊急遮斷閘以防止管線斷裂時水量的流失,避免二次災害的產生。

加壓站受地震的破壞亦為進出水管或站內管線,主要是因地層不均勻沉陷或地震力影響所造成,一般設計裝置伸縮可撓管即可加強其耐震能力。另以現有供水分區之畫分,任一加壓站被破壞時,其供水分區可由其他的加壓站來支援,而直潭淨水場及清水輸水系統也可於必要時改以重力供水,因此對災害事故之緊急供水有相當的應變能力。

(6) 輸配水管網系統檢討

依統計資料,台北供水區輸配水管之總長度為三千多公里,其中耐震性較佳的DIP、SP約57.8%,接頭具有可撓性之MJP、PCCP約23.8%合計約81.6%,其他管線如CIP、RCP、PVCP等約佔18.4%。在地層穩定的情況下,對一般

中、小規模的地震,系統尚可承受,大規模之地震則系統的安全性仍有不足,對於容易發生液化地區及山坡地等地層較不穩定或地盤變化之地區管線,設計應考慮採用防脫接頭或加設可撓性接頭,系統安全將日益完善。目前所使用的防脫接頭係用螺栓迫緊的摩擦力來防止管線拉脫,唯其防脫效果不若F型防脫接頭,對地層變化較大地區仍有拉脫可能,宜協商DIP製造商引進或配合研究生產含F型防脫接頭之管線及管件,以達到真正防脫效果。

(7) 給水外線檢討

用戶給水外線有不銹鋼管(SSP)、聚丙烯管(PBP)、聚氯乙烯管(PVCP)、鍍鋅鋼管(GSP白鐵管)及鉛管(LP)等總長亦約三千多公里。其中耐震力極佳的不銹鋼管,約佔6.5%,除新設用戶多宣導並規範其強制使用不銹鋼管外,近來更利用擴大內需經費逐年汰換為不銹鋼管,將有助系統耐震能力的大幅提升。

(8) 機電設備

目前各主要設施如取水口及淨水場等均設置有急發電機,大同加壓站設有雙饋線,發電機亦規劃設置中;松山、中和、北投等加壓站等緊急可改重力低壓供水則尚未設置。而防止落雷、淹水及加強門禁管理等預防措施經常檢討改善,並辦理日常檢核維護。

緊急供水能力檢討

(1) 儲水設施及容量檢討

依用水設備標準,間接用水的用戶之水池水塔容量為每人每日設計用水量(250公升)的40%,約估為總蓄水容量45萬立方公尺。對緊急供水極為重要,此為何一般的停水並未對用戶產生太大的影響的原因。供水系統中,地下式配水池210,000立方公尺,另十萬噸配水池正興建中,高地配水池約52000立方公尺;經過市區的超大口徑輸水幹管亦

是極佳的配水池，可供緊急供水之用，其中清一幹線於市區部份 ϕ 2000mm長約8公里，清二幹線於市區部份 ϕ 2400mm長約9公里，兩者可儲水合計約65,000立方公尺。

前述之儲水量於災害發生時，用戶之水池及水塔之水量可就地供原有住戶使用，供水系統之配水池及大口徑送水管則須設置緊急取水設備，以利分配。

(2) 緊急送水設備

以水處目前的送水車僅四輛(10噸三輛、5噸一輛)緊急供水桶約三十個，於大區域停水或抗旱時期發揮不少功用，如災害引起大區域長時期的停水，則仍需請消防車，公園處水車，環保局的撒水車支援，必要時亦可請軍方的運水車或調用民間的送水車等支援，唯應先調查車輛數量及送水能量，以供緊急供水之需。

(3) 配水系統間的連絡支援

而水處與省水公司板新供水區於中和中山路，三重三和略，北投大度路設有連絡管，與基隆供水區於內湖東湖路、南港南港路設有連絡管，與深坑石碇供水區於木柵木新路設有連絡，現在雖均由本處支援供水，但如有緊急須要省水公司支援時，仍可透過該等連絡管支援緊急供水。

災害搶修能力檢討

本處分五個營業分處，每分處設有修漏股，並有二~三家修漏廠商，辦理日常的修漏事宜及管網維護，每家廠商人員機具設備水準參差不齊，部分廠商對大口徑之搶修能力，尚有待加強，另外總隊約有十數家水管商辦理新設、抽換及管網改善工程，必要時亦可動員加入搶修工作。

目前本處所有材料已移置直潭淨水場，因其位於山區及路途較遠，如山崩或道路中斷，則車輛進出有困難，一有狀況，多少會影響搶修時效，部分搶修材料可交由分處置於適當地點或於合約中責成修漏廠商應有場地置放搶修最低備料，以應緊急之需。

監控及資訊系統的利用

本處設有監控系統以了解管網配水及水壓狀況，另有水質監控系統以了解系統水質狀況，亦積極建構地理資訊系統(GIS)中，將所有管線資料數值化以利管理及快速查閱的圖面資料，並與台北市政府門牌數值系統結合，讓民眾容易透過網路查詢緊急供水站及有關管網停水及災情等相關資料，目前正推動設備管理系統整合，以利掌控所有管線設備資料，擬定更新計畫，另與地質資訊系統結合可了解容易液化或地質不佳地區以加強管線的耐震設計，另計畫發展供水管網指揮系統，加強供水系統狀況研判及調配指揮功能，提升緊急救災成效。

提升緊急救援措施

強化供水系統的防災應變能力

(1) 強化自來水設施的整體應變能力

- a. 新設及更新自來水設施時，提高設計耐震系數。
- b. 強化各種電氣設備、計裝設備的穩定及耐震能力，如雙回線受電化，備用發電機的設置等。
- c. 善用無線通訊與資訊科技建立有效的指揮管理及回報系統。
- d. 建構完善的管路管理資訊系統—地理資訊系統對災害支援機能的強化及電腦網路化。

(2) 加強配水管網系統的耐震化

將非耐震管材的石棉管、塑膠管、一般鑄鐵管等抽換為耐震性強的球狀石墨鑄鐵管，對地質易於液化的地區埋設具防脫接頭的球狀石墨鑄鐵管。配合緊急復舊時期的供水目標，以滿足緊急供水之取水，研討比照日本重要防災據點供水路線，全面的耐震化，設置耐震強的幹線(500mm)管網系統及支線(200mm)管網系統的可行性。並建立供水管線的雙系統化，強化供水應變能力。

(3)建立 Block 型態的小供水分區

由於地震災害往往集中於某一地質較劣地區，因此如果將供水區依街廓、管線配置、區位、高程等畫分小供水區，每一小供水區（依地區而異）約 2,500 戶，人口約 10,000 人，供水水頭損失約 10M，有二供水來源，如此將易於掌控受災地區之漏水情況及提高搶修時效，平時對每一獨立小供水分區，亦可裝表計量，了解系統漏水狀況，早日處理，藉以提高售水率。

(4)新技術的引進與開發利用

利用電腦模擬震災狀況與所應採取的對策，研究利用 GIS, GPS 掌握初期災害狀況，引進利用精密的漏水探查技術以早期發現漏水搶修及建立政府遠距傳訊系統，強化救災狀況的掌控。

提供順利有效的緊急供水

(1)用水優先順序的擬定

災害後，因設施嚴重損害而造成大地區的供水中斷，在水量有限的情況下，應依可供水量的多寡以下列優先順序來供應：

- 第一優先：維持生命所需之飲用水，醫院所需之人工透析及醫療所需用水。
- 第二優先：基本生活所需的清潔衛生用水。
- 第三優先：與民眾切身有關的營業用水，如公共設施，飲食店等的供應。

(2)設定緊急復舊期供水目標

隨著災後各項設施和管線的復舊，以及居民用水需求的提高，必須增加供水點，減少取水運搬距離，擬定的供水目標：以三日內每人每日 3 公升，供水來源為用戶儲水設備，運水車及緊急供水站或耐震貯水槽，供水範圍或運搬距離為一公里以內。10 日內每人每日 20 公升，供水來源為幹線上的臨時給水栓，供水範圍或運搬距離為 250 公尺以內。21 日內，每人每日 100 公升，供水來源為配水支管上的臨時給水栓，供水範圍或運搬距離為 100 公尺以內。28 日內，每人每日 250 公升，供水來源為配管至用戶之水栓或公用水栓，運搬距離為 10 公尺以內。

(3)水量的確保及廣域的支援系統

由於管線嚴重破壞大量漏水，水量不足供應，因此除供水區域系統必須審慎調配控制水量之外，並與鄰近自來水事業建立廣域的自來水原水與清水之供水系統，以利災害時能互相連絡支援，另外，其他可能之替代水源如地下水、海水淡化、泳池及公園水池等水的淨化利用。並設置各種緊急貯留系統，如防災據點及送水車取水基地設置耐震配水池，增加設置大容量蓄水池，設置大口徑送水管等。

(4)緊急供水作業的計畫及演練

重大災害後，如未能讓民眾了解系統損害和搶修狀況以及緊急供水的作業情形，在心情不安及需水迫切的情況下，會懷疑自來水供應不公而憤怒抱怨，因此自來水事業必須事先對緊急供水作業加以計畫及演練。其內容包含：

- a. 水車運送計畫及緊急支援應變措施。
- b. 避難設施及緊急供水點的相關位置及環境資料。
- c. 供水的時間及次數，接水設施裝置及裝水容器（自來水供應或用戶自備）之種類及大小。

- d. 對年老者，殘障者，以及非居現地之外國人的供水擬定協助計畫。
- e. 緊急供水作業所需人力，事先應透過當地里鄰長召募志願協助者辦理分水作業和維持秩序等。

提高復舊時效

由於民眾習慣由水龍頭取水，在無法全面供水前，緊急復舊時應先考量設置臨時供水龍頭，了解其他設施的復舊情形及對民眾生活的可能的影響，配合調整搶修的順序及時程；復舊的計劃時程和地區，應公告讓民眾充分了解，以避免產生不必要的誤解，影響緊急復舊的作業。

(1) 確立復舊目標

一般的災害或事故，均可於短期內修復，但阪神、九二一等地震修復時間長達一~三個月。依用戶的電話資料斷水時間如超過3~4週，居民會因用水不便及提水之苦而不安及憤怒，因此修復目標以3~4週內修復完成為原則。

(2) 訂定復舊順位及加強向用戶宣導

復舊應依設施損壞的影響範圍，擬定優先順序，一般由上游開始，由輸水幹線，配水幹線，配水管，給水管之順序，使斷水區域逐步縮小；停水時間過長時，尚未通水地區居民，會有強烈的不公平感，因此，應將復舊方式、復舊順序的安排原因及預計通水時間，充分地與居民說明，避免誤解。

(3) 器材及備品的準備

a. 建立材料及備品合理庫存及週轉制度

搶修材料及備品應依系統使用材料特性訂定合理的安全庫存量，列表管理，定時盤點，以應不時之需。

b. 規劃妥善的材料放置場地

由於地震時交通可能中斷，器材放

置一處，如有交通問題，搶修工作將遭至甚大困難，因此應分散設置儲存場，以確保備用器材的安全。特約修漏廠商的儲存場亦列入規劃加以利用。

c. 訂定廠商緊急支援供料辦法

事先與供應材料製造商訂定緊急供料辦法，就價格、生產、運送方式事先達成協議，協議內容對災害急需之材料，能全力配合生產，以救燃眉之急。

(4) 訂定相關事業的支援協定

大災害發生後之搶修作業，當地之工作人員無法短期內完成，必須由其他都市的人員或同行支援，所需的經費、材料、人員住宿飲食、設備及指揮系統等問題，均必須需事先考量，建立彼此互相支援的制度，訂立相互支援契約，以加強支援搶修時效。

(5) 救災組織及體制的建立

災害發生時，成立自來水救災總部，統籌指揮緊急復舊及緊急調配供水工作，為避免救災時產生的混亂，將有限的人力及物力投入，求取最大的救災效果，必須要有堅實的組織，明確分工，以及訓練有素的成員。

(6) 自來水防災總部的設置與編制

緊急搶修指揮中心設於發生災害地點或鄰近地區，救災指揮中心設於平時自來水事業之辦公處所內或鄰近的建物內較寬的場所，如會議室等。儘可能設於樓層少之較低建物，並設有井水與自備發電機等必備之設施。設置地點應有良好的通訊設施，供緊急連絡之用。

救災組織的編制應包含指揮人員：全面掌控下達決策命令，督導人員：人員編組及現場指揮調度，搶修人員：現場執行搶修相關事宜，支援人員：器材調度及材料運送及其他支援事項，總務人員：負責餐飲食宿，用戶申訴，支

援單位之連絡協調事宜等。

(7)訓練及資料準備

除了自來水事業人員的平日加強訓練外，與居民生活習習相關的里鄰長、區公所、學校教職員及自願協助之民間團體等，平日亦應加以救災訓練，才能到時派上用場，不致造成初期的混亂。圖面為各救災單位或團體參與所依循必要的資料，為避免圖面等相關資料於災害時損壞，應建立備份並分散放置。

(8)救災時的動員及通訊

依災害及事故的狀況及須緊急處理事項，召集相關人員（什麼樣的狀況須要什麼的人員參與應事先擬定）作必要的處置。參加人員應著安全舒適的服裝及鞋子。帶公司配送的收音機、手電筒、雨具及必用品。向指揮中心報到時，並將途中自來水設施的損壞情形向指揮中心報告。

(9)緊急通訊系統的建立

由於災害發生後之一般通信系統可能損壞，有需要將一般商用無線通訊系統納入使用，並配合都市救災系統或自行設置緊急無線通信系統，確保救災的通訊能力。

(10)整合區域性防災組織

震災發生時，除了自來水之外，尚有其他救災單位同時參與救災，為避免彼此互相牽制，影響救災成效，有必要事先整合。

- a. 區域防災以鄰里為基本單位，緊急供水位置的選定，供水作業的方式以及現場人員的安排，均需與鄰里長討論協議訂定。
- b. 地震發生時，對斷水區域的預估，緊急遮斷關的連作狀況，搶修作業等狀況，均應明確地與消防局連絡，對災害發生斷水時的消防及其他用水的需求，應先與消防局及相關單位研商，取得替代水源。

- c. 預估電力設備損壞時的停電期間，考量道路、電力、瓦斯、污水等同時搶修的配合問題，應先達成協議。
- d. 緊急支援車輛的徵召，應與相關單位如軍方、警方等先達成支援配合的協議。
- e. 管路復舊及平時耐震化措施的執行時，亦應與道路管理及河川管理單位等事先協議。

(11)培養優良水管商增強搶修能力

以目前的採購招標方式，廠商每案或每年投標，工作無法固定延續，缺乏增加人員機具誘因，對廠商能力及素質無法提升，因此有必要以訂定長期修漏合約（如每五年一次）培養優良水管商為特約承包商，平時即加以輔導訓練，辦理人員及器材之檢核及充實，以加強其搶修能力。

有關災害對策的財政問題

由於重大災害發生，可能發生長時間的停水，嚴重影響民眾生活及社會經濟活動，供水及復舊工作未能完成之前，生活及社會均會蒙受巨大的損失，因此加強系統的耐震能力以及災害復舊能力，事前的投資預防是須要的。由於其係因防災需要而作的投資，並非自來水事業設備的擴充，並無法增加營運收入，以自來水事業須自給自足的情況下，並非其能力所能負擔，因此，加強災害防治能力的經費，必須另行籌措，擬具的來源如下：

(1)由國庫補助

由於災害發生將嚴重影響社會經濟活動，影響政府稅收之外，亦會提高國家整體付出成本，因此由國庫補助涉及跨縣市災害防範設施及自來水的基幹設施（水源、原水管、淨水設備，輸水幹管及大型配水池及加壓站）的建設經費，是合理且必須的，自來水事業亦應

積極擬具計畫來爭取。

(2)由相關單位編列預算

有關災害發生時的緊急供水，確保救災及消防所需用水等所須增加的設備投資，宜由消防救災單位編列預算支應或由自來水事業促請地方政府編列公務預算來辦理。

(3)由用水者負擔

讓用水者知道為了確保供水的穩定及安全，降低災害發生時斷水的可能性及減少停水期程，必須花錢辦理一些正常供水設備以外的加強設施，例如備用設備，補助系統，設施加強等，以受益者付費原則，將所需的改善建設費用由用水者額外負擔，應是合理的。

結語及建議

對絕大部份的民眾而言，自來水是唯一的供水來源，不可一日或缺，但天有不測風雲，任何天然或人為的災害都可能造成供水停止，嚴重影響民眾的不便，甚且造成衛生或生命安全的問題，『最壞的打算，最好的準備』是建立自來水緊急救援措施應有的原則，相信只要平時先強化供水系統的安全性，加強供水系統的緊急應變能力，加強緊急供水的能力，相信一定會將災害及用戶不便降至最低。

誌謝

感謝自來水協會劉祕書長家堯及技術委員會各位委員對自來水緊急救援措施的重視，提供機會及經費供本小組辦理相關研究，此文為期中研究部分成果，後續研究將以建立各種檢核機制為目標。

參考文獻

1. 第四回 水道管路國際研討會論文集，日本水道技術研究中心，平成9年11月12日。
2. 九二一集集大地震之供水設施損壞分析研究，陳耀楠等，水協會，2002。
3. 阪神大震災水道復記錄，神戶水道局，平成8年2月。
4. 東京水道局震災予防計畫，平成13年5月。東京都震災応急対策計畫，東京都水道局，平成8年3月。
5. 2002年台灣北部地區嚴重枯旱供水因應措施報告，台灣省自來水公司，2002。
6. 水道耐震化計畫策定指針(案)解說，日本水道技術研究中心，平成9年5月。
7. 抗旱四月，臺北自來水事業處，2002。
8. 集集大地震災害調查研討會論文集，國科會工程科技推展中心，1999。等