

下水道地震防救災手冊

[附冊 下水道地震後緊急對應 SOP(日本模式)]



內政部營建署

CONSTRUCTION & PLANNING ADMINISTRATION

內政部營建署

中華民國一百零八年十一月二十五日

目錄

第一章 總論	1
1.1 概說.....	1
1.1.1 下水道之地震對策目的.....	1
1.1.2 下水道設施的區分.....	2
1.2 下水道地震對策.....	2
1.2.1 下水道地震對策.....	2
1.2.2 下水道地震對策之基本考量.....	4
1.3 地震與下水道的關連.....	6
1.3.1 地震的發生與震度.....	6
1.3.2 震災及震後狀況特徵.....	8
1.4 名詞定義.....	12
1.5 相關法規.....	14
1.6 本手冊的適用.....	14
第二章 震前防災對策	17
2.1 概說.....	17
2.1.1 下水道防災計畫.....	17
2.1.2 地震救災組織架構.....	18
2.1.3 實施地震受損培訓.....	22
2.1.4 設施檢查與維護.....	23
2.1.5 設施之管理文件的維護.....	28
2.1.6 確保復原所需設備和材料的安全.....	30
2.1.7 政府辦公大樓的抗震.....	31
2.2 階段性的地震對策及減災計畫.....	32
2.2.1 階段性目標的設定(防災目標及減災目標).....	32
2.2.2 受損預測和耐震診斷.....	34
2.2.3 受損預測方法和應用.....	34
2.2.4 下水道地震防震災計畫.....	44
2.2.5 下水道地震緊急對策計畫(行動計畫).....	45
2.2.6 中長期計畫.....	47
2.2.7 下水道減災計畫.....	47
2.2.8 下水道防災地圖.....	48
2.3 具耐震性的下水道計畫.....	49
2.3.1 基本思維.....	49
2.3.2 下水道間聯絡管線設施評估.....	50

2.3.3	污水處理廠設施計畫.....	53
2.3.4	抽水站設施計畫.....	55
2.4	設施震前對策.....	56
2.4.1	管線設施的防災計畫.....	56
2.4.2	地震災害時污水處理廠的因應對策.....	57
2.4.3	污水處理廠機械及電氣設備的檢查與維護.....	66
2.4.4	抽水站受地震損壞時的對策.....	68
2.4.5	抽水站設施的機械及電氣設備的檢查維護.....	69
第三章	震後基本對策.....	72
3.1	概說.....	72
3.1.1	震後復原之基本方針.....	72
3.1.2	震後復原的流程.....	73
3.1.3	災害評估作業程序.....	80
3.1.4	相關機構間的協調.....	83
3.1.5	減災對策.....	83
3.1.6	復原迅速化.....	84
3.1.7	災後體制.....	85
3.2	下水道使用受限之因應.....	87
3.2.1	實施限制使用下水道.....	87
3.2.2	下水道使用限制的對應.....	88
3.3	災害時的水肥對策.....	89
3.3.1	實施水肥對策.....	89
3.3.2	廁所用水的確保.....	90
3.3.3	可使用沖水馬桶前的替代措施.....	91
3.3.4	相關單位的協助.....	92
3.4	資訊聯絡方法及宣導.....	92
3.4.1	資訊聯絡及實施宣導.....	92
3.4.2	資訊的聯絡與收集.....	93
3.4.3	宣導活動.....	96
第四章	震後對策(調查與復原).....	100
4.1	基本事項.....	100
4.1.1	通則.....	100
4.1.2	地盤調查.....	102
4.1.3	不同調查階段的評估項目.....	102
4.1.4	震災復原標準.....	105
4.1.5	緊急復原標準.....	105

4.1.6 原狀復原標準.....	105
4.2 緊急檢查.....	108
4.3 緊急調查與先期調查.....	110
4.3.1 調查目的與內容.....	110
4.3.2 地震發生後的報告內容.....	112
4.3.3 緊急調查與先期調查方法.....	112
4.3.4 管線設施的緊急調查方法.....	113
4.3.5 處理廠設施的緊急調查方法.....	117
4.3.6 抽水站設施的緊急調查方法.....	118
4.3.7 管線設施實施緊急措施之判斷.....	120
4.3.8 處理廠、抽水站實施緊急措施之判斷.....	121
4.4 緊急措施.....	123
4.4.1 管線設施的緊急措施.....	123
4.4.2 處理廠、抽水站的緊急措施.....	124
4.5 一次調查(初步調查).....	127
4.5.1 管線設施之一次調查(初步調查).....	127
4.5.2 處理廠和抽水站設施之一次調查(初步調查).....	131
4.5.3 管線設施緊急復原工程之判斷.....	133
4.5.4 處理廠及抽水站設施緊急復原工程實施之判斷.....	133
4.6 緊急復原.....	136
4.6.1 管線設施緊急復原工程.....	136
4.6.2 處理廠和抽水站設施的緊急復原工程.....	138
4.7 二次調查(細部調查)及災害評估.....	142
4.7.1 災害評估所需的文件.....	142
4.7.2 管線設施二次調查.....	143
4.7.3 管線設施第二次調查(細部調查)方法的選擇.....	145
4.7.4 處理廠和抽水站設施的主要復原調查.....	157
4.7.5 對復原工作實施的判斷.....	158
4.8 主要復原.....	159
4.8.1 管線設施的主要復原工程.....	159
4.8.2 管線設施的復原方法.....	160
4.8.3 處理廠和抽水站設施的主要復原工程.....	167
4.9 各部門協調、聯絡及宣導.....	168
4.9.1 與其他機構的磋商，溝通和公共關係.....	168

第五章 防止地震後二次破壞措施..... 171

5.1 降雨對策.....	171
5.1.1 一般調查.....	171

5.1.2 降雨對策.....	172
5.2 海嘯對策.....	174
5.2.1 一般事項.....	174
5.2.2 海嘯對策.....	177
5.3 餘震對策.....	177
5.3.1 一般事項.....	177
5.3.2 餘震對策.....	178
5.4 其他措施.....	178
5.4.1 復原的道路陷落的對策.....	178
第六章 下水道作為防災設施的活用.....	181
6.1 下水道設施作為防災設施的活用.....	181
6.1.1 一般說明.....	181
6.1.2 下水道設施作為防災利用的施設.....	182
附冊 下水道地震後緊急對應 SOP(日本模式).....	附 1~98
審查意見.....	i~xiv

前言

台灣位處歐亞板塊與菲律賓板塊的接觸帶，由於板塊的碰撞擠壓，使得台灣的地形陡峭，地層不穩定，再加上台灣位處副熱帶季風氣候區，每年的梅雨與颱風季節，除強風與暴雨常帶來洪水外，也常導致嚴重的坡地災害及平原臨海地區的淹水積水災害，因此地震、颱風、水災、坡地及淹水就成為台灣最主要的天然災害，對社會造成直接損失至大，每年平均高達 300 億元。根據世界銀行早在 2005 年統計即指出，台灣同時在三項以上天然災害的土地面積達 73%，面臨災害威脅人口也達 73%，均高居世界第一，而同時暴露在兩項天然災害的土地面積與人口更高達 90%。

台灣人口密集居住分佈的地區，也幾乎集中於天然災害之一的地震災害風險區，近年來政府投入數千億元，在人口密集之城鄉建設雨水下水道與污水下水道等維生系統，也就暴露在有隨時可能發生地震災害之風險中，其重要性不言可喻，如何能使當項設施一旦面臨地震時能降低破壞損失，以及能迅速恢復維生系統的功能，以降低避免因地震災害所造成的二次災害的損失，因之下水道的防災及減災，成為下水道設施建設及維護管理很重要的一環。

台灣地區平均每年發生震度 5 及以上的地震多達數次，而達到對下水道設施破壞性，死傷及財產損失嚴重之震度 7 及以上者，依過去記錄約 20~30 年發生一次，也即在一般下水道設施其可使用年限內，就有遭遇一次地震災害的威脅，因之無論設施的設計和施工管理，皆必須慎加防備，以降低其可能之災害損失。

台灣下水道建設主要開始於 1990 年代，可說現已建設的市鎮下水道，都尚未有過 20~30 年發生一次大地震之因應經驗，故幾乎都未能建立完整的下水道設施地震防救災體系、技術和制度，惟有從零開始。而日本全國各大都市下水道建設較早，且已歷經數次重大地震災害的洗禮，而據以建立完整的下水道設計規範和防救災體系、技術，頒行全國。

現為早日建立國內的下水道設施防救災整體做法，特全盤先將日本下水道協會 2006 年及 2014 年所印行的「下水道地震對策マニュアル」及附冊「緊急對應マニュアル」等，再融入國內相關地震資訊，彙整成此「下水道地震防救災手冊」，期能提早彌補下水道管理經驗之資訊不足，俟將來能藉實際因應經驗累積資訊，再據以修訂為在地化之手冊。

本手冊之編撰係由內政部營建署委託台灣水環境再生協會辦理，由歐陽嶠暉教授負責整體策劃編撰，全冊共六章，分別由歐陽嶠暉教授(第一章總論及附冊「下水道地震後緊急對應 SOP(日本模式)」)；林猷堯技師、王維綸技師(第二章震前防災對策)；李啟銘技師(第三章震後基本對策)；林金龍技師、廖彥雄技師、吳忠柱技師(第四章震後對策之調查及復原)；許鎮龍技師(第五章防止地震後二次破壞措施、第六章下水道作為防災設施之活用)共同編撰而成。本手冊於編撰完成後，由編撰者全體成員共同組成審查會，由計畫主持人游勝傑教授主持全書六次審查會議，並邀請科技部國家災害防救中心綜企組組長蘇昭郎博士，全程參

與協助台灣相關地震資訊的融入，另營建署魯子裕課長及顏慧敏課長的全程參與，得以完成，在此謝謝大家的熱心參與，使得國內能有這麼一冊專為下水道地震防救災應用的參考專書。

另本手冊初稿完成後，承營建署下水道工程處副處長曾淑娟邀請吳金和委員、陳森森委員、徐瑞旻委員及下水道工程處北、中、南各區分處、六課及機電課等人員，惠予審查指教，再據以修正定稿，感謝上述各位的指教。

台灣是受地震風險威脅的災害大國之一，過去因下水道建設較晚，尚未有過下水道重大地震災害的經驗，而被忽視，甚至對下水道災害完全沒有「危機意識」，但有備無患(只能減患)卻是千古定律，希望由於本書的完成，能夠透過學習，喚起各級從業人員負起地震防救災的責任，隨即開始籌備建立防救災體系，即行策劃適合在地化的防救災計畫，並落實緊急應變和演練。因地震災害的風險時刻存在，一旦發生大規模地震，其災害無可倖免，惟有防災才能減災，即是保護自己，也是保護眾人的生命、財產安全，尤其各縣市位處第一線，更需主動啟動，建立健全的下水道地震防救災體系，中央更應率先建立危機意識，督促各縣市互相建立互助體制，並結合民間及有關機關資源設備及人力，成立防護網，以期能隨時因應地震災害的風險與威脅。

第一章 總論

1.1 概說

1.1.1 下水道之地震對策目的

下水道為市鎮污水收集、處理，具改善生活環境，確保公共衛生，雨水排除以防止淹水，減除污染，保護公共水體等功能，為維護市民生活安全及環境之市鎮基本公共設施。

同時污水下水道又為收集生活污水，具市民日常生活最基本的功能，與電力、瓦斯、電訊及自來水，同為維護市鎮生活機能的重要維生系統。

當大規模地震發生後，會造成生活污水滯留，且若未能處理，以致污水溢流，恐有導致發生傳染病，以及失去排除雨水的功能，也有造成淹水之害，同時也為確保生活污水之排除處理等，因之為維護下水道的功能，下水道的防震對策就成為很重要的挑戰。

解說：

下水道是市民生活、安全及守護環境、維護市民生活的社會基礎設施，與電力、瓦斯、電訊及自來水等，同為日常生活不可或缺的重要維生系統之一。

對市民生活來說，當地震發生時，如何維護下水道的正常運作，以確保市民的生活活動極為重要，因之及早推動下水道地震防災對策，甚為重要。

下水道設施對市民的重要性，包括：

1. 確保公共衛生

污水下水道設施一旦受到地震破壞，就無法收集輸送生活污水，即造成污水到處溢流、滯流，造成市鎮生活空間受到威脅，污染地下水及水源，進而導致發生傳染疾病之虞，而傳染疾病更會威脅市民健康，若污染水源更有造成全面擴散之危險。

為維護地震不致造成公共衛生之威脅，確保災民健康安全，如何確保污水下水道設施不受地震影響和破壞，以能維持其收集、處理污水的機能，甚為重要。

2. 防止淹水受損

在梅雨、颱風降雨期，若雨水下水道的排水及抽水站抽水設施，因地震受損，以致無法順暢排水，將使市鎮居民的生命財產頓失安全保障，因之為確保市民的安全，雨水下水道的設施不受地震破壞，以保障居民之安全，下水道的地震防災，成為很重要的防災工作之一。

3. 確保沖廁排水設備功能

在污水下水道已接管地區，居民沖洗廁所的排水皆直接排入污水下水道系統，併同其他生活污水排至污水處理廠處理，但當發生地震而污水下水道設施無法排水時，居民沖廁的使用就有困難，影響居民生活不便，因之地震後的

污水下水道功能是否得以維持，成為很重要的問題，成為地震對污水下水道安全之威脅，因之抑制污水下水道因地震受損，有其重要性。

4. 確保緊急對策順暢

當地震發生後，雨水下水道的人孔及污水下水道的人孔，有上浮之虞，管線破損、道路陷落會影響緊急救援的順暢及安全，延遲急救之緊急通行，也會影響道路及維生系統的復原工作。

因之確保下水道功能之同時，確保災害時的交通機能，有必要抑制下水道管線受損。

1.1.2 下水道設施的區分

本手冊防災對象之下水道設施，包括：

1. 管線設施。
2. 污水處理廠設施。
3. 抽水站設施。

解說：

本手冊之防災對象，包括下水道的三大設施，其內涵：

1. 管線設施

包括管渠、人孔、陰井、連接管及倒虹吸管等。

2. 污水處理廠設施

包括廠內之抽水站、污水處理設施、污泥處理設施、放流設施及管理中心等。

3. 抽水站設施

包括雨水排水抽水站、污水中繼抽水站及人孔式抽水站等。

1.2 下水道地震對策

1.2.1 下水道地震對策

日本於承受多次地震災害後，相繼訂有下水道地震對策手冊(下水道の地震對策マニュアル，1997年版及2016年版)及下水道設施之耐震對策指針及解說(下水道設施の耐震對策指針と解説，1997年版及2016年版)，該兩指針及手冊所討論之內容和重點，彙整出下水道地震對策。

解說：

經彙整之下水道地震對策，主要分震前對策及災後重建兩部分：

1. 震前對策

(1) 構造物的耐震對策，包括：

- ① 下水道設施之耐震設計。
- ② 管線設施之耐震設計。
- ③ 污水處理廠、抽水站設施之耐震補強設計(土木、建築、機械及電機設

施等)。

- ④ 既有下水道設施之耐震補強設計。
- ⑤ 既有管線設施之耐震補強設計。
- ⑥ 既有污水處理廠、抽水站設施之耐震補強設計。

(2) 下水道地震對策計畫(含災害預測、地震災害地圖的製作公佈)

① 下水道緊急地震對策計畫(行動規劃)

A. 管線設施

- 人孔及管線的接合部，採用可撓性接頭。
- 採用較具耐震性的管線工法施工。
- 既有管線系統設施網狀化。
- 其他埋設物共同施行回填土，防止液化對策。

B. 污水處理廠、抽水站設施

- 從進流管至放流管各管各池構造物的接合部，採用可撓性接頭。
- 池槽構造物耐震設計。
- 管理中心等建築物以耐震設計。
- 增設備用池等設置之考量。
- 避免機械、電機設備淹水，管廊分區隔離。

C. 廁所

設置防災中心、據點之臨時廁所，其他污水收集設施之下水道減災對策計畫。

② 下水道減災對策計畫

A. 管線設施

- 確保災害復原所需器具的調度及貯備。
- 藉可移動式抽水機、儲備的管材，確保水流機能。
- 雨水貯留管之彈性運用，以達網狀化。
- 製作淹水危險地區地圖，檢討防災據點。

B. 污水處理廠、抽水站設施

- 確保緊急用的電力、水源。
- 雨水滯洪池的彈性運用，以確保沉澱池及消毒設施的機能。
- 預定臨時沉澱池及加氯消毒池之設置場所、方法，並確保配備必要的器具之調度方法。
- 與自來水單位聯繫，資訊聯絡及營運管理等。

C. 廁所

- 利用管線設施暫時貯存糞尿。
- 確保臨時廁所的調度。

D. 中、長程計畫

- 繞流管、雙管設施的網狀化及再建置之計畫及運作方法。

③ 下水道防災計畫

- A. 震災時的組織體系。
- B. 震災訓練的實施。
- C. 設施的檢查、整備。
- D. 設施管理之文件整備。
- E. 確保復原所需器具等。
- F. 辦公場所的耐震化。

2. 災後重建

- (1) 檢查、調查。
- (2) 緊急復原。
- (3) 災害查定。
- (4) 正式復原。

1.2.2 下水道地震對策之基本考量

1. 確保構造物的耐震能力

下水道管線系統、抽水站、污水處理廠等設施，為確保其耐震能力，基本上應依設施的重要性，於設計時考量其對應之地震等級，以確保設施耐震能力為基本條件。

2. 系統化對應

下水道系統遍佈全市鎮，為因應不確定性的地震災害，萬一發生地震仍可確保其一定的機能，於下水道系統設計時應考量污水處理廠的網狀化，管線設施的複數化，為確保下水道機能，應以系統化設計考量，以提升耐震能力。

3. 維生系統(自來水、電力等)的對策

電力及自來水等維生系統停止供應時，污水處理廠及抽水站則可備用緊急發電，確保水源和電力，以因應缺水、缺電。

4. 體制面的對策

平時為災害發生後能早日復原，應建立救災體制，加強震災訓練，並與其他防災單位建立互助機制，確保復原所需相關器具，並備妥各種防災基本資訊，以因應緊急需求。

5. 震後對策

對於地震後損害之調查及復原等對策，應充分檢討，以為對策之依據。

6. 設定階段性目標

考量大規模地震有隨時發生的可能，檢討下水道的地震對策為時間軸，分緊急、中期及長期確保之機能，並做必要的整備與補強。在緊急對應上到底要維持怎樣的機能，以能及早復原為前提，所做的暫時性減災對策，皆必須充分檢討並設定防救災計畫。

解說：

1. 確保構造物的耐震能力

下水道設施在使用期間內，大約會遭遇1~2次頻率在之水平震動1(Level 1)之地震，作為設計原則，但也有重要的設施在供用期間內，雖然頻率低的強度，仍應以較具強度的水平震動2(Level 2)進行耐震設計，以確保耐震能力。

2. 系統化對應

下水道設施係於市鎮全區域埋設管線、污水處理廠及抽水站等，係由土木、建築構造物，以及各種機械、電機設備等所構成，以發揮下水道的功能。但當發生地震時，仍應能維持其基本機能，在規劃及設計時，應加充分考量。

包括污水處理廠、抽水站，預先處理設施和設施之複數化及緊急用電力等，確保用水水源，污水處理廠及抽水站間之聯絡幹線使達網狀化，提高整體系統的可靠性為具體對策。檢討污水處理廠、抽水站之網狀化，並掌握各設施之餘裕量做有效利用。

平時雨水系統、污水系統與污水處理廠間建立聯絡管線，以備平時的系統在震災時，可做暫時性多目標利用，以達網狀化為考量設計之。管線設施之雨水與污水兩系統則以確保複數路徑及管線設施間網狀化檢討策訂之。

系統化對策為目的之設施，平時時和震災時之利用形態明確化，以達相互利用之效果，包括經濟性做整體檢討之。

3. 維生系統(自來水、電力等)的對策

地震時若發生停水停電，就有發生二次災害之疑慮，為確保最低限度的排水機能，所必要的水、電力及燃料，必須能確保所需要的緊急發電，以為動力源等。

4. 體制面的對策

依日本過去歷次地震的經驗，平時的準備及震災時的緊急對應所獲得之教訓，包括：

- (1) 緊急對應及復原訓練，以及民眾教育的宣導，提升居民對應能力等，皆有賴平時的施行。
- (2) 緊急時決定方法、聯絡體制及各相關機構間之聯絡體制之確立。
- (3) 為確保市民的安全，應有防止降雨造成二次災害的對策，緊急時也應能確保飲用水水質的檢測體制。

5. 震後對策

地震發生後之對應，包括受損狀況的掌握及復原，其流程為：

緊急檢查→設置救災中心→緊急調查→先期調查→緊急措施→一次調查(初步調查)→緊急復原→二次調查(細部調查)→受害災審定→正式復原工程

為能在地震發生後，一連串的對應得以順利，最重要的在於作成震後對策，有關震後對策的作成，可參考本手冊附冊「下水道地震後緊急對應 SOP(日本模式)」之基本資訊。

6. 設定階段性目標

在既有設施欠缺耐震化的狀況下，要所有下水道設施皆具耐震力，恐尚需很長的時間，因之以現狀發生地震為因應對策作為措施的考量。要求耐震高之優先順位的設施，以 5 年為目標，進行緊急對策之設施。而以 10 年改善對策的設施，則可於改建、更新時期施行對策。而設定緊急、中期、長期的防災目標，尤其對於必須緊急達成者，列為行動計畫，以 5 年為計畫策訂實施。

7. 其他重點的、緊急地震對策的促進

台灣在過去 60 年間，自 1964 年白河大地震後，地震規模在 6.1 以上的地震已有 7 次以上，包括白河、花蓮、嘉義、南投及高雄美濃等，顯示為一不定時炸彈，地震會發生在何時何地，無法掌握，過去因下水道建設普及慢，尚未有完整的下水道地震災害之統計，未來為保護近年逐漸普及的市鎮下水道設施，實有加速建立下水道地震對策，以備因應。

1.3 地震與下水道的關連

1.3.1 地震的發生與震度

地震有關的一般事項，分兩大項解說：

1. 地震的規模。
2. 震度。

解說：

一般的地震，乃為地球的板塊及外殼之邊界附近及板塊內部，進行緩慢的變形，當超過限界，該邊界面及板塊內部的斷層，為向變形的方向解消，而突然動盪，致發生急激的破壞，而自該處發生地震波的現象。發生破壞的地點稱為震源，而震源所產生的地震規模就以震度(一般以 M 表示)為指標，用以表示所觀測之地震的震度，並加以分級表示。

1. 地震規模

中央氣象局對地震強弱訂有震度分級，而成為地震防災一般以震度 5(M5) 及以上為對象，必須加以注意的是震度每相差 1 級，地震的能量就增減約 30 倍，若以單純的思考，也即 7 級地震約為 6 級地震的 30 倍，因之對地震的規模及災害範圍相差很大，且同一規模，若距震源的遠處，振動也較小。

一般土木工程設施之受損範圍及地震規模，如表 1.1。

2. 震度

地震的嚴重程度，多以震度表示，中央氣象局震度之分級標準，為將震度由 0 至 7 分為 8 級。各級的地動加速度及其感受，如表 1.2。

另依預計 2020 年起，震度分級將調整為新制，震度分級為 10，其現制及新制比較，如表 1.3。

表 1.1 地震規模與土木設施可能受損範圍(日本例)

地震規模(震度)	可能受損的範圍
M6.5	震源之直上方，一般並不會受損
M7.0	震央起半徑 20 km 左右
M7.5	震央起半徑 120 km 左右
M8.0	震央起半徑 200~300 km 左右

表 1.2 中央氣象局之震度分級標準

震度分級		地動加速度 範圍 gal*	人的感受	屋內情形	屋外情形
0	無感	0.8 以下	人無感覺		
1	微震	0.8~2.5	人靜止時可感覺 微小搖晃		
2	輕震	2.5~8.0	大多數的人可感到 搖晃，睡眠中的人有 部分會醒來	電燈等懸掛物有 小搖晃	靜止的汽車輕輕 搖晃，類似卡車經 過，但歷時很短
3	弱震	8~25	幾乎所有的人都感 覺搖晃，有的人會有 恐懼感	房屋震動，碗盤 門窗發出聲音，懸 掛物搖擺	靜止的汽車明顯 搖動，電線略有搖 晃
4	中震	25~80	有相當程度的恐 懼感，部分的人會尋 求躲避的地方，睡眠 中的人幾乎都會驚醒	房屋搖動甚烈， 底座不穩物品傾倒， 較重傢俱移動，可 能有輕微災害	汽車駕駛人略 微有感，電線明顯 搖晃，步行中的人 也感到搖晃
5	強震	80~250	大多數人會感到 驚嚇恐慌	部分牆壁產生裂 痕，重傢俱可能翻 倒	汽車駕駛人明 顯感覺地震，有些 牌坊煙囪傾倒
6	烈震	250~400	搖晃劇烈以致站 立困難	部分建築物受 損，重傢俱翻倒， 門窗扭曲變形	汽車駕駛人開 車困難，出現噴沙 噴泥現象
7	劇震	400 以上	搖晃劇烈以致無 法依意志行動	部分建築物受 損嚴重或倒塌，幾 乎所有傢俱都大幅 移位或摔落地面	山崩地裂，鐵 軌彎曲，地下管線 破壞

*註：1gal = 1cm/sec²

表 1.3 新、舊制震度分級表

現行		新制 (草案)	
0	無感	0	無感
1	微震	1	微震
2	輕震	2	輕震
3	弱震	3	弱震
4	中震	4	中震
5	強震	5 弱	強震
6	烈震	5 強	烈震 行動困難
7	劇震	6 弱	強震 站立困難
		6 強	烈震 無法站立
		7	劇震 建築物受損或倒塌

1.3.2 震災及震後狀況特徵

震災及震後狀況，依地質之規模及災害地區的特性，有很大的差異，因之想像震災及震後狀況，結合以往案例，並依該地區災害的特性，加以充分考量之。

解說：

1. 地震之強度及震災

震災的強度依地震的強度而異，地震強度愈強，一般受損程度愈大，依過去地震災害案例看，震度 5 以下，一般並未發生大規模的土木設施災害，故以震度 6(弱)以上，作為震災復原對象。表 1.4 為台灣歷年發生重大地震災害之統計。

表 1.5 為日本歷年地震震度，對下水道管線、污水處理廠及抽水站受損的關連性之彙整。

表 1.4 台灣歷年重大地震災害統計

編號	地震名稱	發震時間 (120°E)	震央位置		震源深度 (公里)	地震規模 (6.1M)	人口死亡	
			北緯<N>	東經<E>			死	傷
1	斗六地震	1904/11/06 04:25	23.575	120.250	7.0	6.1	145	158
2	梅山地震	1906/03/17 06:42	23.550	120.450	6.0	7.1	1,258	2,385
3	南投地震系列	1916/08/28 15:27	24.000	121.025	45.0	6.8	45	159
		1916/11/15 06:31	24.100	120.875	3.0	6.2	3	20
		1917/01/05 00:55	24.000	120.975	0.0	6.2	0	85
		1917/01/07 02:08	23.950	120.975	5.0	5.5	0	21
4	新竹-台中地震	1935/04/21 06:02	24.350	120.820	12.0	7.1	3,276	12,053
5	中埔地震	1941/12/17 04:19	23.400	120.475	5.0	7.2	358	733
6	新化地震	1946/12/05 06:47	23.070	120.330	4.0	6.1	74	483
7	縱谷地震系列	1951/10/22 05:34	23.875	121.725	1.0	7.3	68	856
		1951/10/22 11:29	24.075	121.725	18.0	7.1		
		1951/10/22 13:43	23.825	121.950	16.0	7.1		
		1951/11/25 02:47	23.100	121.125	36.0	6.1	17	326
		1951/11/25 02:50	23.275	121.350	20.0	7.3		
8	恆春地震	1959/08/18 16:57	21.700	121.300	18.0	7.1	16	85
9	白河地震	1964/01/18 20:04	23.100	120.500	15.0	6.1	106	653
10	花蓮地震	1986/11/15 05:20	23.992	121.833	6.0	6.8	13	45
11	嘉義瑞里地震	1998/07/17 12:51	23.51	120.66	2.8	6.2	5	27
12	南投集集地震	1999/09/21 01:47	23.85	120.82	8.0	7.3	2,405	10,718
13	南投地震	2013/06/02 13:43	23.86	120.97	14.5	6.5	5	18
14	高雄美濃地震	2016/02/06 03:57	22.92	120.54	14.6	6.6	117	551
15	花蓮地震	2018/02/06 23:50	24.10	121.73	6.3	6.2	17	291

表 1.5 震度對下水道設施之災害(日本例)

設施 震度	管線	污水處理廠、抽水站
4	• 一般無受損	• 一般無受損
5(弱)	• 連接管管接頭、人孔接頭及連接管一部分發生受損	• 建築物二次部材損傷，一部分脫落 • 一部分構造物發生小裂紋
5(強)	• 液化地盤破壞處之接頭、管渠上浮或下陷	• 與構造物接合處的配管破損 • 構造物發生龜裂
6(弱) 6(強)	• 管體龜裂、接頭部錯開 • 液化地點管渠發生蛇行、脫白、不均勻發生下陷	• 構造物龜裂嚴重 • 塔狀設施傾倒、掉落
7	• 多數發生管體龜裂、接頭部錯開	• 側向流動造成基礎坑破損 • 構造物配管脫白、破斷、配管損傷等

2. 液化造成管線設施受損

依日本各次或各地震後受損，地盤的液化導致管線上浮或下陷之不同，其受損狀況有很大的差異，有些是因液化而側向移動，坡地地盤滑動造成管線脫落、龜裂為主，也有因回填土液化造成管线上浮，影響交通等，因之其受損依地域地盤特性等，而有很大差異，應參考各地的特性加以檢討。

3. 下水道設施受損特性

下水道設施為收集污水進行處理，或為容納雨水機能以排水的系統，應為重力流，否則污水因溢流造成衛生的問題，以及雨水無法排洩造成淹水的問題，甚至也可能因地震而造成抽水站及污水處理廠整體失去機能。

4. 其他維生設施受損而影響下水道設施

自來水、電力、瓦斯、電信等維生設施的受損，因其設施管理或復原活動會造成很大的影響，必須了解這些設施的復原對下水道的影響。

表 1.6 為各種維生系統而導致的主要影響，必須先了解一個系統受損，而連續的造成其他系統的影響，例如自來水系統受損造成無水可用，使得沖廁無法使用，下水道受損(含排水設備)，則會影響自來水的復原使用等。停電會造成自來水系統供水及污水處理廠的處理無法運作，也會影響自來水的使用等，因之對於維生系統的受損及連鎖效應所波及其他維生系統，必須加以充分把握。

5. 與水災類似及差異性的檢討

一般對豪雨所造成的淹水，與震災之體驗，相對的較多，因此應對兩者之相似點及不同點，加以分析掌握，把水災所得的經驗應用在地震災害，尤其是災害後的復原體制可供參考。

6. 豪雨與地震同時發生的風險

在梅雨及颱風季節，若雨水抽水站或雨水管線等設施，失去雨水排水機能，將造成淹水災害，對市民的生命財產有造成威脅之虞。

因之必須考量多雨期發生地震可能造成之受損，以確保市民生命財產的安全，尤其是作為防災據點的避難所，學校、醫院、醫療設施等，其他地震時的雨水因應對策也應及早策訂實施。

表 1.6 各種維生系統設施地震受損特性

設施 項目	自來水	電力	瓦斯	電話通訊	下水道
規模	都市	數縣市	都市	全國	都市
設置位置	地下	地上、地下	地下	地上、地下	地下
設施受損之 直接影響	<ul style="list-style-type: none"> 漏水並造成家屋淹水、道路損壞等 	<ul style="list-style-type: none"> 漏電，電線桿倒塌 	<ul style="list-style-type: none"> 瓦斯外洩、火災、爆炸 	<ul style="list-style-type: none"> 電線桿倒塌，危險 	<ul style="list-style-type: none"> 環境衛生惡化 雨天淹水
日常生活 之影響	<ul style="list-style-type: none"> 飲用水不足 廁所不能使用 不能炊煮 不能洗澡 	<ul style="list-style-type: none"> 停電，家電不能使用 	<ul style="list-style-type: none"> 不能炊煮 不能洗澡 暖氣不能使用 	<ul style="list-style-type: none"> 電話不能使用 	<ul style="list-style-type: none"> 廁所不能使用 不能炊煮 不能洗澡
地震後復原 之影響	<ul style="list-style-type: none"> 斷水而不能緊急發電 溢水造成交通中斷或二次災害 	<ul style="list-style-type: none"> 電腦、號誌不能使用，交通大亂 各種以電力為動力的皆不能使用 夜間不能照明 廣播及電視資訊傳達失效 不能傳訊及收訊 	<ul style="list-style-type: none"> 瓦斯外洩造成交通中斷 	<ul style="list-style-type: none"> 資訊無法傳達 網路、FAX無法傳遞 	<ul style="list-style-type: none"> 人孔上浮、道路下陷、交通中斷
替代性	<ul style="list-style-type: none"> 井水 給水車 瓶裝水 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急發電 切換送取電系統 手電筒 	<ul style="list-style-type: none"> 其他替代燃料 	<ul style="list-style-type: none"> 無線 手機 	<ul style="list-style-type: none"> 臨時廁所 移動式泵排水抽水 收集糞尿處理

1.4 名詞定義

本手冊所使用名詞定義如下：

(1) Level 1 地震(水平震動 1)：

下水道設施在供用期間內發生 1~2 次頻率之地震。

(2) Level 2 地震(水平震動 2)：

在陸地所發生的大規模板塊地震或直立型地震之地震動，為設施在供用期間頻率較低，但具較強度的地震。

(3) 緊急檢查

為防止造成人們受到傷害之二次災害發生於未然，並能進行緊急調查，以確保安全為目的之作業，於地震發生後隨即進行之工作。

(4) 緊急調查

以重要的管段為主，從地面上巡檢，以便掌握災害狀況的概況，在使能提早發現重大災害，以及下水道功能的受害而發生二次災害之原因為目的所進行之檢查，亦可成為地方主管機關彙整向中央主管機關呈報受害狀況的初期報告(第一報)。

(5) 先期調查

要求或申請中央支援協助成立組織體制，以建構一次調查(初步調查)、二次調查(細部調查)所需規模為目的之調查。若緊急調查資訊不足時，為防止災害範圍擴大導致二次災害，及做緊急處置等必要性的判斷為目的之調查，也可成為向後方支援體制建議所需必要的調查器具、設備種類及必要量之依據。

(6) 緊急處置

為對於有可能發生二次災害帶來危險性所做的緊急處置，在管線設施為對道路的影響，及對周邊設施的影響程度重點為主。另對於污水處理廠及抽水站設施，則為其機能的障害可能造成二次災害之危險性程度，及污水處理廠及周邊環境可能造成的影響之程度為重點的處置。

(7) 一次調查(初步調查)

對於緊急復原或正式復原之必要性的判斷，進行對應方針的決定為目的之資訊收集，以及做成災害報告的資訊查核，管線設施則為供作是否需要進行二次調查(細部調查)所需的必要性判斷為目的，係以目視調查為之。

(8) 緊急復原

依據一次調查(初步調查)的結果，用以判斷構造物的受害程度、機能狀況損害程度、周邊設施之影響程度，藉以作為設施緊急確保暫時機能所進行的復原措施。

(9) 二次調查(細部調查)

正式復原必要的工程對象及其施工方法等的判斷，以及災害審定資訊

報告之製作為目的，所進行的水流流下能力及其異常原因、構造物受害程度等詳細調查。污水處理廠及抽水設施，則以正式復原工程為目的調查之一次調查(初步調查)的延續調查為多。

(10)正式復原

正式復原為設施恢復原本應有的機能之稱。依據一次調查(初步調查)之結果，依其受害程度進行緊急復原工程而達到正式復原所進行之措施。

(11)災害查定

以申請國庫負擔申請者為基礎之查定人員(內政部)、財務人員及申請單位，於災害現場就受害損失、採納要件等進行確認，以決定總經費。下水道設施地震災害，其復原所需經費由政府預算支應。

(12)緊急對應階段

為自發生地震後之數小時至約一日間稱之，尤其是污水處理廠、抽水站等，所進行之緊急檢查之同時，用以掌握主要設施受害概況及防止二次災害，為第一日所進行之緊急措施的階段。

(13)暫定機能確保階段

為掌握整體受害狀況，依必要用以確保設施的暫定機能為目的，所進行的緊急復原階段。

(14)機能確保階段

震災後的混亂已減少，為正式復原所進行的必要調查之同時，所進行的正式復原階段。

(15)一次災害

因主震造成地震動，而引起海嘯直接造成的災害，以及於主震之同時發生火災、爆炸及其他現象，所形成的受害，也即一般社會所看到的災害稱之。

(16)二次災害

於發生一次災害後，又因一次災害的起因而造成的影響，一般社會認定的災害及所看到的稱之。二次災害為因一次災害造成設施機能的新的降低，一次災害的擴大所發生之新的災害者。

(17)餘震

主震引起的一連串地震，而與主震較接近(時間性)，在震災復原期間所發生的地震稱之。

(18)餘命期間

從設施的物理性耐用年數及所要求的機能，兩者所決定的未來尚可利用期間稱之。

(19)防災

為因廣義的自然災害，為保護國土及國民的生命身體及財產，在行政上是非常重要的政策，如本書以下水道防災為重點，在地震後之緊急對策，且各設施構造面皆具耐震化，於提升耐震性之同時，且可確保防災中心等設施

使用的整備作為。

(20)減災

本書就地震減災為主，即使大規模地震隨時會發生，且構造物的耐震化有其極限，但當地震發生時仍能達到避免災害或減輕災害的對策。

(21)地震災害地圖

為將地震的危險度，以及地震時直接、間接所發生的受害程度，將地震災害狀況於地圖上呈現的地圖稱之。

(22)液化地圖

將液狀化的判定結果於地圖上呈現，經判定值有 FL 值(抗液化安全係數)及 PL 值(土壤液化潛勢係數)等。

(23)耐震性地圖

將耐震性診斷結果呈現於地圖上。

1.5 相關法規

下水道管線設施，應有承受風災、水災及地震等之安全考量，同時應有系統多元化、據點分散化及替代措施之規劃與建置。

對下水道系統之抽水站、揚水站、污水處理廠及放流設施等重要設施，安全性應有完善之規劃設計及防救措施。

解說：

地震災害後的災害調查、災害判定、緊急措施、復原工程等，除可參考本手冊外，可參考相關法規、標準、手冊及指針等，列舉如下：

1. 建築物耐震設計規範及解說，內政部營建署(民國 100 年)。
2. 自來水設施耐震設計指南及解說，中華民國自來水協會(2002 年)。
3. 自來水設施之防震措施，自來水設施操作維護手冊第十一章，中華民國自來水協會(1983 年)。
4. 下水道管線設施耐震設計，台灣地區小規模污水處理設施設計及解說第三章第五節(2018 年 5 月)。
5. 下水道設施の耐震對策指針と解説，日本下水道協會(2006 年版及 2016 年版)。
6. 下水道設施耐震設計及解説(編撰計畫中)，台灣水環境再生協會。

國內對於因應地震之各種法規、標準等，皆尚待加速建置。

1.6 本手冊的適用

本手冊適用對象範圍，預定地震規模、利用對象者及利用方法：

1. 對象範圍

本手冊適用於下水道震前對策、震後對象，其內容已述於本章 1.2 節。

2. 預定地震規模

本手冊為參考氣象機關震度分級 6 以上的地震之案例所製作，若所預想的震度及災害狀況與本手冊所預定的狀況有異，則可適當取捨本手冊的

內容，並加補充修正對應之。

3. 利用對象者

本手冊之利用對象者，以各地方政府相關主管機關職員為基本。

4. 利用方法

由於地震對策所必要的資訊，震前與震後不同，而本手冊係網羅震前對象及震後復原所必要的事項，因此於利用時，對於必要利用的項目，可做適當的選擇。

解說：

1. 對象範圍

本手冊目的在提供給各地方政府下水道主管機關，針對其所轄的下水道設施為對象，進行策訂地震災害防救之參考手冊，而以震前及震後之對策為內容：

- (1) 以中、長程之時間為軸，考量重要性及緊急性。
- (2) 確保地區性防災之支援，減災對策、沖廁使用者，以市民的觀點為出發考量，策訂確實可行的「下水道地震對策計畫」。
- (3) 於震災後進行早期復原所必要的災害調查、災害判定及復原工程等有關技術。
- (4) 從整體性的觀點，考量訂定震前對策、災後復原體制、資訊聯絡、宣導與有關機關的協議等對應方法。

有關污水處理廠部分，規模、設置條件及設備數，可參考本手冊之污水處理廠條件的對應方法，另行策訂手冊。

管線設施及抽水站，也應收集相關資料，並依各市鎮之特性，製作因應手冊。

下水道設施的構造面之耐震對策，地震發生後的具體對策，則可參考附冊「下水道地震後緊急對應 SOP(日本模式)」。

2. 預定地震規模

本手冊係以歷次發生 M6.0 以上之地震規模為對象所策訂，地震後災害及復原狀況，又因地震的特性、地域的特性及其他條件等差異很大，無法就震災的規模一併做分析，但災害調查方法及復原方法，較基本共同的考量方法加以說明。

本手冊依照日本各地過去震災復原的經驗，以至目前累積的震前對策、災害調查方法、災害判定方法、措施及復原方法等為基礎，加以整理而成，因之若認為因震災的程度及範圍會有很大的差異時，可依災害狀況對本手冊做適當的取捨，或做必要的補充。

3. 利用對象

震後到底哪些資訊為必要的，以設施管理機關最為關心，原則上包括現場第一線之設計、建設、維護管理等負責人及災區整體管理之上級主管，為相當廣泛的範圍。

4. 利用方法

本手冊係網羅震災復原必要的事項，但不限定於特定地區，主要為留意災害復原相關事項為重點，並不考量地區的特性。

因此於利用本手冊時，各利用者應就其內容做適當的取捨，並充分補充各地區的在地特色。

引用文獻

- 1) 「下水道の地震対策マニュアル」(社)日本下水道協会(1997年)
- 2) 「下水道施設の耐震対策指針と解説」(社)日本下水道協会(1997)
- 3) 「大規模地震による下水道被害想定手法及び想定結果の活用方法に関するマニュアル(案)」(財)下水道新技術推進機構(平成18年)
- 4) 「下水道地震対策緊急整備計画策定の手引き(案)」国土交通省(2006年)
- 5) 「下水道事業における災害支援に関するルール」(社)日本下水道協会(平成18年)
- 6) 「全国を概観した地震動予測地図」報告書」地震調査委員会(平成17年)
- 7) 「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」(財)土木研究センター(1986年)
- 8) 災害対策制度研究会,「新 日本の災害対策」ぎょうせい(2002年)
- 9) 「水道施設耐震工法指針・解説」(社)日本水道協会(1997年)
- 10) 「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」(財)土木研究センター(昭和62年)
- 11) 「建築物の震災復旧技術マニュアル(案)」(社)建築研究振興協会(昭和61年)
- 12) 「震災建築物等の被災度判定基準及び復旧技術指針」(財)日本建築防災協会(平成13年)
- 13) 「既存建築物の耐震診断・耐震補強設計マニュアル」(社)建築研究振興協会(2003年)
- 14) 「平成17年版防災白書」内閣府(平成17年6月)
- 15) 気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp>
- 16) 「平成7年(1995年)兵庫県南部地震災害調査報告」土木研究所報告第196号 建設省土木研究所(平成8年)
- 17) 「下水道災害復旧の記録 新潟県中越大震災」新潟県(平成18年)

第二章 震前防災對策

2.1 概說

2.1.1 下水道防災計畫

為確保地震時之防災對策，根據當地防災計畫制定下水道防災計畫。

解說：

下水道主管機關根據區域性防災計畫，作為災前預防措施，並能成為防止下水道地震措施的一部分，有必要事先準備「下水道防災計畫」，避免由於下水道受損造成的以下問題：

1. 雨水入侵造成污水溢出污水下水道，造成之影響。
2. 污水滲出造成的危害。
3. 管線或人孔之上下起伏，造成救災時道路之阻礙。
4. 災後避難疏散時，因為下水道之受損，無法順利排放生活污水，影響居民生活健康。
5. 餘震引發的二次受損及海嘯等。

因此必須著重於與其他地方政府和民間組織建立合作體系。

對於下水道主管機關而言，污水系統因應地震之對策(包括行動計畫、中長期計畫、下水道防災計畫)，應要求確保設施的耐震性。表 2.1 所示，實施「震前對策」和「震後對策」，並在發生受損時除了努力維持下水道的功能外，還必須盡量減少二次受損並能及時復原。

表 2.1 地震前的措施和地震後的對策

震前措施	震後對策
地震救災組織架構(2.1.2)	地震復原的基本方針(3.1.1)
實施地震救災訓練(2.1.3)	地震復原流程(3.1.2)
設施的檢查和維護(2.1.4)	受損評估事務程序(3.1.3)
建立設施管理文件(2.1.5)	與相關組織的磋商(3.1.4)
復原材料與設備整備(2.1.6)	減災措施(3.1.5)
政府大樓的耐震(2.1.7)	調查和復原(第4章)
污水處理地震對策計畫的制定(2.2.1-7)	防止地震後二次受損的措施(第5章)
考量耐震性的污水處理規劃(2.3.1~2.3.4)	
污水設施震前預防措施(2.4.1至5)	

2.1.2 地震救災組織架構

為了在地震受損發生時立即進行災後復原，依以下項目訂定組織架構：

1. 地震受損救災體系。
2. 調遣人員之緊急呼叫和參與方法。
3. 與相關組織聯繫，建立合作體系。
4. 與其他公共團體間相互支援之檢討。
5. 與民間組織等的協議之檢討。
6. 組織體系維護方法的檢討。
7. 緊急情況下的決策方法檢討。
8. 對居民的宣導活動的檢討。
9. 考量如何利用居民資訊的檢討。
10. 聽取專家及經歷地震者的意見。
11. 與國家調查機構等的合作制度。
12. 通過現場培訓改善組織結構等。

解說：

1. 地震受損救災體系

震後最混亂的時期是地震發生後不久的早期階段(緊急動員階段和臨時救災設施使用階段)，在許多情況下，即使願意響應投入救災，通常是因為不熟悉而無法快速行動，因此，為了在地震發生後立即集合起來，有必要與內部組織和相關組織，保持聯繫系統和合作關係。防災組織例如圖 2.1。

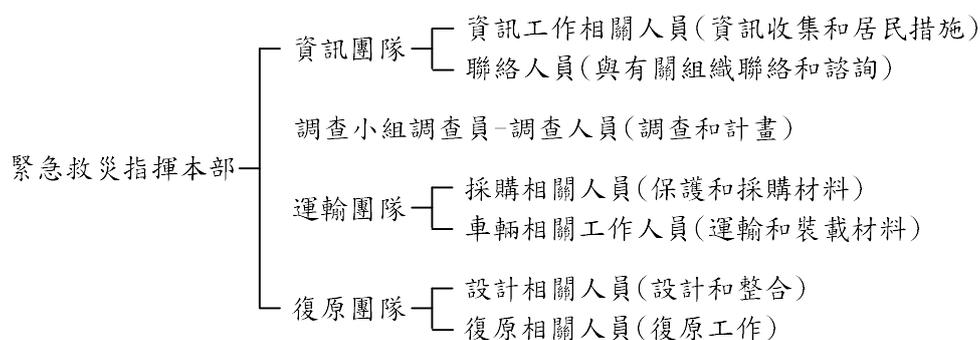


圖 2.1 防災組織(例)

在中小城市，下水道營運人力不足，無法有效建立調查和復原系統，通常依靠外部支援系統和民間組織的合作等，因此，適當判斷本身之能力能否應付，否則應尋求外部單位或民間單位的協助。接受支援時，應負責現地引導及資訊支援等工作，並使所有人員周知。

具體而言，應注意以下事項：

(1) 組織架構

① 確保命令系統

- A. 即使在平時的資訊方法失效，或工作人員參與不足情況下，也要考量指揮系統的功能。
- B. 在發生受損時，各種指揮和命令都會在受損期間從各個方向發出，阻礙災損的有效調查和復原。有一種情況是收集的重要資訊沒有傳送到所需的地點，使得通訊延遲，資訊不順暢或不精確，因此，統一由緊急應變指揮體系指揮官發出，以傳達到對應的地點。

② 緊急應變階段的系統

- A. 在不同季節和地區發生地震，應該考量如何實施緊急檢查、緊急調查和應變措施。
- B. 在發生大地震的情況下，假設下水道部門的工作人員皆能在地震發生後立即派遣復原受災者和救災中心。
- C. 如果研判在所屬的組織內或區域內難以處理，應即根據支援規則請求外部支援，並建立與此相對應的聯絡管道。

③ 臨時機能保障階段後的系統

- A. 因為調查和復原的工作人員在震災現場常有不足，所以需要考量工作人員的復原制度，因此，在組織中建立調查及復原部門，可使整個組織更具有效性。
- B. 在某些情況下，當地辦事處內設立一個新部門，以便有效地進行復原，以及彙整受損報告、實地調查、計畫及整合緊急復原行動。
- C. 在接受支援的情況下，有必要注意其對此的反應並考量組織結構。

(2) 資訊中斷時之聯繫方法

地震發生後，經常會有資訊中斷，因此，為了因應這種情況，應事先考量地震後之各種因應措施及緊急資訊的其他輔助措施。

(3) 與組織和現場人員的通訊系統

負責救災站的人員，必須隨時保持資訊的暢通。在災損發生後的混亂狀況下，可能會傳遞不精確的資訊，造成上級或各級單位救災指揮官之溝通不良，因此各級救災指揮人員應能全面掌握現場之情形。

2. 調遣人員之緊急呼叫和參與方法

例如在 1995 年的日本兵庫縣南部地震，地震發生於早晨，運輸路線與工具受到巨大受損，成為召集工作人員的主要障礙。

由於地震規模、地區特徵、發生時間、工作人員居住地及辦公地點之位置等各有不同，需考量採取各種適當的措施，有必要採取各種不同的調遣及召集方法。

此外，在例如假日或夜晚等緊急情況下，當地震強度等於或大於某一水平時，建立員工自願參加的必要性，如表 2.2 緊急應變部署機制中，工作人員必須追蹤觀察點，依據地震強度的不同，在可能的範圍內自發性協助調查工作。

表 2.2 緊急應變部署機制(日本例)

分級	部署標準	部署人員
第一級 緊急配備	當發生地震強度為4級或更小的地震並且需要對應時	主要人員(事業調整)
第二級 緊急配備	當發生地震強度小於5級或5級的地震時 當發生地震(海嘯)造成的受損或存在發生危險時	主要人員(事業調整) 主要人員(下水道) 主要人員(下水道技術)
第三級 緊急配備	當發生地震強度為6級或更小的地震時 當發生地震(海嘯)造成的大規模受損時 當有發生風險時	全體人員

※ 如果在假日或夜間發生地震，工作人員將盡力留意電視報導或資訊設施的聯繫等，盡可能的瞭解地震強度，除非有特殊情況，否則根據上述部署系統和部署細節，立即自發性聚集至工作場所或預定地點。

3. 與相關組織聯繫，建立合作體系

必須在組織、相關部門、相關內部及外部組織內建立彼此間之聯絡系統，共享及傳播受損的資訊。

(1) 建立相關合作組織、項目清單及協辦事項

考量何種機構是災難復原所必須的，以及需要什麼樣的協辦、聯絡及相互合作。特別是結合公部門機關、道路管理、河川、自來水管理人員、警察、消防及都市間合作體系，受損時的資訊交換，防止二次受損的對策等，需要事前具體的協商。

(2) 緊急調查與應變措施合作體制

當管理設施彼此靠近時或彼此佔用之情形，最好考量是否能配合緊急調查，還應考量合作及執行緊急措施的配合度。

(3) 交換受損資訊

於設施受損資訊等方面，應考量迅速交換的方法。有必要特別確保其他維生管線(自來水、瓦斯、電力等)的資訊。

此外，由於下水道受損之影響牽涉至下游排放點管理單位，因此需要明確有效的解說方法與相互檢討之因應。

(4) 資訊聯絡方法及相互利用

與商用電話相比，中央政府的微波資訊具有優越耐震性能，並且地方政府設有防災管理無線電(基站、固定站、移動站、遙測儀)，安裝隔離防止無線電話等，希望在地震期間，考量使這些有效的裝置可相互運用，以

有效發揮作用。

4. 與其他公共團體間相互支援體制之檢討

在地震受損調查與復原期間，只有受災縣市所在地之政府機關遭遇困難。為了順利實施各階段受損調查與復原作業，有必要在下水道技術人員等派遣、機具、材料與車輛之提供方面，建立與地方政府間的復原。在這種情況下，除應遵守「雙方相互復原協定」，並注意以下幾點：

- (1) 應在組織內公告復原請求標準、請求路線及對策，並尋求與總部的合作，若因工作人員不足也能發揮組織作用。
- (2) 受災的市鎮為能順利接受其他地方政府及民間組織等的復原與合作，受災地方政府應引入先遣隊，進行指導、調查，並確保交通、住宿狀況，及協議外之使用負擔等。
- (3) 接到復原請求之主要城市的代表人員、地方政府，應將參與復原人數及物資列表造冊，並依照下水道對策總部負責人指示參與復原行動。
- (4) 受災地區可由該地區內調派復原，則下水道對策總部負責人應由受災地方政府出任，若受災地區受到大量的外部復原的情況下，則相關復原指令的權力應屬於中央政府下水道主管機關。如果一個主要城市受到影響，則可依據城市間的雙方相互復原協定，派遣人員物資前往協助。

5. 與民間組織等的協議之檢討

與工程顧問公司、建築業組織、下水道承包商、設備製造商、材料供應商、清潔公司等進行商討，確保各環節之合作架構是很重要的。近年來，隨著污水廠及抽水站委託營運管理的增加，有必要與這些廠商建立密切合作體系。

6. 組織體系維護方法的檢討

如地震規模很大，就必須確保水、食物等維生物資是否足夠，同時也必須確保工作人員的安全，並維持組織體制。另外，應注意避免造成特定工作人員過重的負擔，並對受影響之工作人員及復原人員在精神方面加以照顧。

7. 緊急情況下的決策方法檢討

在 1995 年日本兵庫縣南部地震，由於資訊系統功能過載，導致資訊無法傳達給上級機構，相對的，現場也無法向每個站點發出指令，造成資訊收集和指示系統混亂。為了應對這種情況，有必要考量以下事項：

- (1) 若現場沒有負責人，則應由代理人進行決策。
- (2) 即使無法從上級發出指令，工作團隊也可依現場狀況判斷，檢討出可行方法。
- (3) 現場作出緊急判斷的條件如下：事故的規模很大，聯繫功能受到限制等，但部分仍可直接而明確判斷時，則在可通信的範圍內，投入外部支援並將其手段整理出方向。
- (4) 通過實施防災演練，訓練人員在受損發生時，做出正確判斷及決策的能力。

8. 對居民的宣導活動的檢討

在設施受損並必須限制下水道系統使用的情況時，有必要對居民宣導在受災發生時應合作，如節水、限制沖水馬桶等的使用，並避免任意投棄受災清理出的垃圾、建築廢棄物、動物屍體等，對於違規之宣導活動是必要的。此外，排水設施的緊急復原及提供詢問，也被視為宣導的內容。

雖然地震發生時對市民的宣導甚為重要，但平時應對居民宣導發生地震時之應對事項，以利發生震災時之應對，因此平時對居民應告知震災時之聯絡窗口，以及其他注意事項等宣導活動。

9. 考量如何利用居民資訊的檢討

為多面向而精準掌握受災情況，可從居民、下水道承裝商、防災團體等獲取有效資訊，因此希望可考量將其資訊納入系統。

10. 聽取專家及經歷地震者的意見

藉地震經歷者對決定復原之判斷方向有時非常有效。此外，專家在判斷受災情況及選擇復原方法方面，所發揮的作用亦非常重要，故應納入這些專家及地震經歷者的意見。

11. 與國家調查機構等的合作制度

災難發生後，政府的研究機構應立即進行調查，以掌握受損的情況與特徵。公佈調查結果並分析震災之各種問題與耐震措施之耐震成效分析。另一方面，各級機關在許多受損調查過程中獲得的知識，皆是寶貴的防災經驗，受災城市未來應考量積極與土木工程學會等研究機構，建立合作關係。

12. 通過現場培訓改善組織結構等

各種狀態的組織結構，在地震訓練期間可能無法充分發揮作用，因此需要持續把握問題點，分析組織體制及做持續的提升改善。

2.1.3 實施地震受損培訓

為了在地震後能迅速復原，應建立震災訓練，並定期實施。

解說：

有效的地震災害防救訓練，以利於地震後可迅速復原。重點放在地震後立即應對地震(緊急應變階段及確保震災初期，臨時設施的功能)，各種模擬情況的前提下，進行實際訓練，以提升救災人員之防災意識、執行能力及把握問題的能力。

1. 緊急時參與培訓

(1) 假設地震強度之人員緊急集合訓練。

2. 緊急檢查和緊急應變措施培訓

(2) 假設各設施受損下之緊急檢查與緊急措施。

(3) 緊急情況下現場工作人員的決策。

(4) 其他維生管線停止時的應對訓練。

(5) 假設遇停水時，將廁所用之水(處理過的水、雨水等)運送到疏散中心。

(6) 假設其他維生管線備用(如電力)、處理廠及抽水站的緊急應對。

3. 與下水道部門、上級機構、下級機構、相關組織及有關行業的聯絡、協力培訓

- (1) 受災地點與救災指揮部(公部門)之間的資訊溝通培訓。
 - (2) 參與復原聯絡部門的初步演習。
 - (3) 與其他地方公共機構等相互復原系統資訊之溝通培訓。
 - (4) 維生及資訊其他項目(自來水、天然氣、農村聚落排水、電力等)，資訊傳輸及緊急應變機制訓練。
4. 防止二次受害的訓練
 - (1) 處理水排放點之管理單位狀況報告及對應(減災計畫)訓練。
 - (2) 確認液化區緊急運輸路線及資訊聯絡培訓。
 - (3) 預防淹水風險區二次受害的培訓。
 5. 疏散引導訓練
 - (1) 作為避難場所之下水道設施避難引導實施訓練。
 6. IT技術等的利用培訓
 - (1) 關於受損時的資訊通信、下水道系統台帳之分類、向居民發送資訊等、使用復原IT技術、手機等培訓利用。

2.1.4 設施檢查與維護

為了減輕設施受損、即時進行檢測、受損之發現及迅速復原，需整理以下事項，以掌握設施現狀，檢討耐震性，並根據需要採取對策。

1. 過去的受損歷史(受損記錄)的整理。
2. 耐震檢查。
3. 日常檢查。
4. 掌握可能發生地震受損的地區。
5. 建立管線之絕對座標參考點與水準點位置。
6. 地盤資訊和地下水位資訊的整理。

解說：

1. 過去受損歷史(受損記錄)的整理

經由檢查過去受損的情況，可以概略掌握地震受損之風險，因此，地震受損、大雨受損及土石流受損等受損歷史(受損記錄)，必須加以整理。

2. 耐震檢查

利用處理廠、抽水站設施、管線設施的復原歷史、受損報告、設施檢查清單等，關注耐震性能以檢查設施並整理之記錄時，地震評估是很重要數據，可用作耐震對策優先順位及補強之參考。

對於認定上容易受損的地點，做成一調查表，以及各構造物之耐震檢查法也一併列出，對於耐震性能的判斷甚為有效。

3. 日常檢查

一般情況下，由於漏水、湧水等情況發生於某種變形的地點，使得地震受損導致之結構風險較高，因此日常檢查中必須掌握這些部位，故簡單復原也可能是避免嚴重受損的一個因素，所以有必要例行性檢查設施及記錄設施在一

般中、小地震後之狀況。

4. 掌握可能發生地震受損的地區

在受損預防和復原方面，掌握地形條件及地質條件是必要的，因為許多受損多集中在過去發生地震受損的地區。可以採下列方法統計或歸納地震受損集中之區域。

(1) 土壤液化

由於過去地震導致的管線設施之大規模受損，通常是由於軟弱土層（原地質條件軟弱或回填土未確實夯實）液化造成的管線設施受損。作為概略掌握液化的方法，有以下幾點，因此在調查區域特徵、地形、地質等，應加以參考。

① 掌握土壤條件

液化容易在下列條件的土壤發生：

- A. 飽和土壤層，其中地下水位距離地表面 10 m 以內，並且沉積在距離地表面 20 m 的範圍內。
- B. 細料含量 $F_c \leq 35\%$ ，或即使 $F_c > 35\%$ 但塑性指數 $I_p \leq 15$ 的土層。
- C. 累積通過 50% 之粒徑 $D_{50} \leq 10\text{mm}$ ，或累積通過 10% 之粒徑 $D_{10} \leq 1\text{mm}$ 的土層。

② 掌握地形條件的方法

液化傾向發生之地形，如表 2.3 所示。另可依據經濟部中央地質調查所『土壤液化潛勢區查詢系統』，掌握土壤液化潛勢區域。

台灣地區在 105 年 2 月 6 日美濃地震發生後，經濟部中央地質調查所即持續公開全臺初級土壤液化潛勢圖，目前亦持續進行中，現階段可透過『土壤液化潛勢查詢系統』查詢土壤液化潛勢基本資料，或透過已有公開之縣市土壤液化潛勢圖等相關資訊，掌握地形條件及地質條件。

③ 如何掌握砂粒徑分佈(粒徑曲線)的形狀

依據「日本港灣技術基準解說」，砂粒徑累積分佈曲線與圖 2.2 的圖表進行比較，當粒徑曲線落在相應的範圍內時容易液化。

(2) 回填土的液化

液化造成的受損，不僅是由於周圍地面的液化，而且還是由回填土壤的液化所引起的。

在 2004 年新潟縣中越地震，由於液化發生超過 1,400 處人孔突出至路面。在某些情況下，人孔上浮超過 100 cm，還發生了例如車輛與突出人孔之碰撞受損。此外，由於路基下回填部分液化導致的沉陷、土壤及砂流入管線的受損部分、砂流入凸起人孔底板，導致路基下方變成空洞、道路坍塌。這種崩塌造成交通中斷等交通事故。

除了周圍地面易於液化的地面之外，這種液化造成的受損可以通過軟化的粘性地盤、泥炭地等回填處的地下水來補充，即使在周圍地面未液化的地面上也是如此。同樣地，當預期在下雨天、溫度將暫時升高時，可能

發生回填部分的液化。另一方面，如果周圍的地面是一個同類型地面，一個緻密的砂質土壤，如果埋藏深度淺或地下水位低，則不太可能由於這種回填土壤的液化而造成受損，因此，為了防止由液化引起的受損，還需判斷回填土壤液化的可能性，這對於現有管線設施的耐震措施也很重要。

由於回填土壤液化造成受損，雖然沒有確定的方法作判斷，但從目前受損情況來看，如果在以下所有條件，則可能造成回填土壤液化。

表 2.3 易於液化之地形類別

分類	地形條件
(A)可能會高度液化的地區	現有河道，舊河道，原水面上的回填土地，垃圾掩埋場
(B)有可能液化的區域	(A)、(C)以外之沖積低地
(C)液化可能性低的區域	台地，丘陵，山地，沖積扇

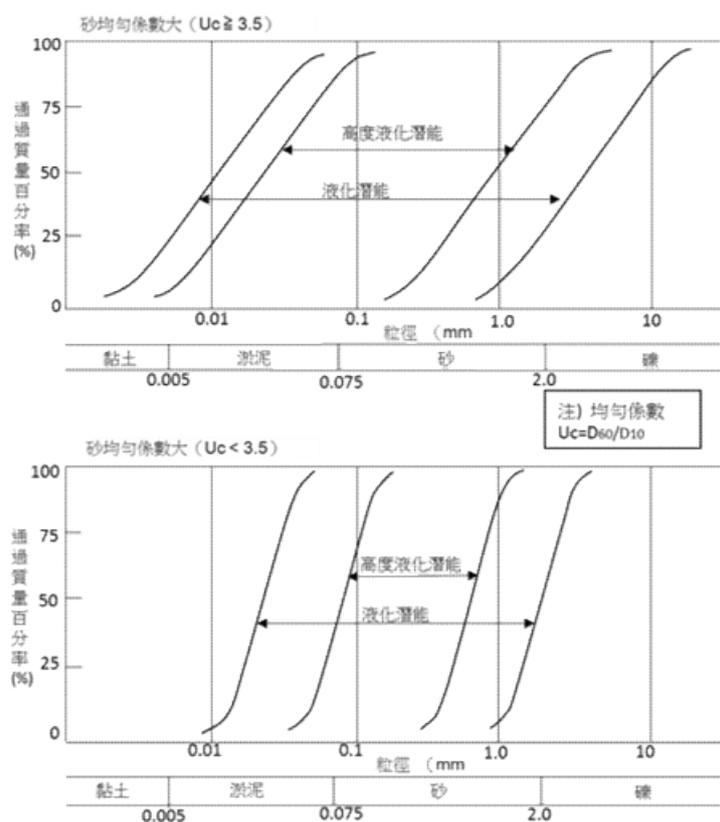


圖 2.2 易於液化之粒徑分佈

- ① 地下水位高時(G. L. -3 m以下)。
- ② 埋深較深時，管線覆蓋深度大於G. L. -2 m，同時在地下水位以下。
- ③ 當周圍地盤較弱時(鬆散的砂地(N值大約 ≤ 15)，軟粘性地盤(N值大約 ≤ 7)等)。

基於微地形分類的周圍地面及再生土壤液化的可能性，可以總結如表 2.4作為參考，並且可以概略研究液化受損的可能性。該表顯示地形由於土壤、濕地、沼澤、台地/平台低層表面的液化，造成受損的可能性。

表 2.4 基於微地形分類的回填土壤液化的可能性

微地形		液化受損的可能性
分類	細分	
谷底平原	扇形谷底平原	小
	三角洲型谷底平原	中
沖積扇	陡峭的沖積扇·沖積帶	小
	漸變扇地	中~大
天然堤防	天然堤防	中
	特定高度的天然堤防·自然堤防周邊部分	大
點條(曲折狀態)	-	大
後背溼地*	-	大
舊河道	新的(明顯的)舊河道	大
	舊(不明顯)舊河道	中~大
舊池塘	-	大
濕地*	-	大
乾涸的河床	沙質的河灘	小
	砂泥質河灘	大
三角洲(Delta)	-	中
砂洲	砂洲	中
	砂磯洲	小
砂丘	沙丘	小
	沙丘末端緩坡	大
海灘	海灘	小
	人工海灘	大
砂丘之間的低地和波峰之間的低地	-	大
填海土地	-	中
垃圾掩埋場	-	大
湧水地點(帶)	-	大
回填土地	在沙丘和低地之間的邊界附近的回填土地	大
	毗鄰懸崖和陡坡的回填土地	大
	山谷平原上的回填土地	大
	在低濕地的回填土地	大
	填海土地上的回填土地	大
	其他回填土地	根據原始地形
台地	上位面	小
	中位面	小
	下位面	小
	低位面	中~大

註)由於回填土壤的液化造成的受損被認為是「從微地形學看到的液化潛力的標準」對要完成的地形進行分類或進行液化潛能評估。

*表示周圍地面液化的可能性小到中等，但由於回填土壤的液化造成的受損這是一個很有可能的地形。

(3) 軟弱粘土地盤

非常軟弱的地盤，主要由粘性土壤及正常時期壓密沉陷發生之地區組成，即使在地震時也容易受到損害。對於鋪設在柔軟地區、地下水位高、回填土壤高液化潛能地區之管線設施，很可能會受到損害。表2.5顯示根據「日本道路橋梁示方書同解說耐震設計篇」的地盤類型(簡化方法)，可以判斷為第Ⅲ種地面(軟地面)的地方受損的可能性相對較高。另可參考內政部營建署「建築物耐震設計規範及解說」(2.4 工址短週期與一秒週期水平譜加速度係數)進行軟弱地盤之判定。

表 2.5 耐震設計的地盤種類(摘錄「日本道路橋梁示方書同解說耐震設計篇」)

4.5耐震設計上的地盤類型

原則上用公式(4.5.1)計算地盤特徵值 T_G 、耐震設計的地盤類型應按表4.5.1分類。在耐震設計中地面與基礎面一致時，應為Ⅰ級地盤。

$$T_G = 4 \sum (H_i / V_{si}) \dots \dots \dots (4.5.1)$$

式中，

T_G ：土地地層週期(s)

H_i ：第i層的厚度(m)

V_{si} ：第i層的平均剪切彈性波速(m/s)

i：從地面到地震的n層防震設計分成地面時從地表開始的第i層的編號

表 4.5.1 耐震設計的地盤種類

地盤類型	工址地層週期 T_G (s)	備註
Ⅰ類	$T_G < 0.2$	第一類地盤(堅實地盤)
Ⅱ類	$0.2 \leq T_G < 0.6$	第二類地盤(普通地盤)
Ⅲ類	$0.6 \leq T_G$	第一類地盤(軟弱地盤)

地震設計上之地盤類型，根據4.2和4.3設計地震時，規定須考量地盤條件的影響。一般來說，Ⅰ類地盤是良好的洪積層和岩石，Ⅲ類地盤是沖積地的軟弱土地盤，Ⅱ類地盤是不屬於Ⅰ類地盤及Ⅲ類地盤，可以被認為是沖積土。這裡提到的沖積層包括新的沉積層、表土、掩埋地以及由於滑坡等引起的軟弱層，沖積層之緊密砂層、砂層及鵝卵石層，可以視為洪積層處理。

國內係依土地表層下30公尺內之土層平均特性決定，如下表：

地盤種類 [Ⓐ]	\bar{V}_s (m/sec) [Ⓐ]	\bar{N} 或 \bar{N}_{CH} [Ⓐ]	\bar{s}_u (kgf/cm ²) [Ⓐ]
第1類地盤(堅實地盤) [Ⓐ]	$\bar{V}_s > 360$ [Ⓐ]	$\bar{N} > 50$ [Ⓐ]	$\bar{s}_u > 1.02$ [Ⓐ]
第2類地盤(普通地盤) [Ⓐ]	$180 \leq \bar{V}_s \leq 360$ [Ⓐ]	$15 \leq \bar{N} \leq 50$ [Ⓐ]	$0.51 \leq \bar{s}_u \leq 1.02$ [Ⓐ]
第3類地盤(軟弱地盤) [Ⓐ]	$\bar{V}_s < 180$ [Ⓐ]	$\bar{N} < 15$ [Ⓐ]	$\bar{s}_u < 0.51$ [Ⓐ]

(4) 建築地等之填土

在切割和路堤的邊界處可能發生受損，主要是由於移位，例如路堤沉陷，位於坡面的路堤，可能會同時因為坡面滑動或沉陷，導致管線設施的受損。

(5) 陡坡

在陡坡中，由於地震造成山坡滑動等，很可能也會對下水道設施造成受損。

(6) 地形和地盤條件突然變化的部分

在火山地和沖積地之間的邊界，或沖積層厚度突然變化的部分等，埋設管線設施穿過地盤變化處，地盤有可能受到嚴重受損。

(7) 活動斷層區

在預期存在活動斷層的區域，當發生大規模地震運動，並且由於斷層位移可能發生。

5. 管線建立絕對座標之參考點及水準點

在下水道設施發生受損時，有些情況下，受損的嚴重性是根據受損造成的設施變化或移動程度來判斷的，因此，需要設置參考點及平時之位置關係。

6. 地盤資訊及地下水位資訊的整理

除了下水道系統之主管機關外，還要從中央地質調查所或相關研究機構獲得地質資料及地下水資料，這些資訊是進行設施的耐震評估與耐震設施設計的重要資訊，但在許多情況下很難在短時間內收集，因此有必要平時例行性累積地質資料。

2.1.5 設施之管理文件的維護

由於設施的設計文件和管理資料，可有效提供受損地區復原與調查之需，因此應妥善保存書面資料或電子文件。

解說：

1. 書面資料的維護

在緊急應變的階段，假使可以提供管線設施的相關圖面資料，就足以應用於救災工作，因此，管線設施有必要建立相關的竣工圖資或管理資料，例如設施種類、構造物尺寸、水位關係、基礎類型。一般來說，與其他維生管線相較，污水下水道並非壓力管線，較不易觀察出受損的部位，因此災後需排定管線調查的優先順序，除了妥善維護污水下水道台帳系統外，有必要適當的分區劃分地震受損的調查區域，以進行有效的受損調查。

在臨時機能確保階段及功能確保階段，有必要提前準備這些書面資料，以便使用污水下水道台帳系統，完成的文件和檢查清單，這些是在正常時間用於維護和管理的管理文件。對於污水下水道台帳系統而言，可考量增加震災發生時對應的需求項目，例如地質條件等其他項目。

因此，在管線設施，處理廠和抽水站的設施台帳的維護中，考量保存、管

理、相容性、多功能性、互換性及泛用性等，有必要開發一種有效系統，該系統可利用與位置資訊直接相關的GIS數據。

此外，為了今後的耐震評估和耐震補強，建議建立一個數據庫，總結結構物的設計及施工內容，以及現有的結構和新建的結構也一併列入。

2. 備份系統

(1) 保管方法

保管方法可考量表2.6中所示的方法。皆為不需要特殊系統且可容易保管的方法，不僅是地方政府的污水下水道部門，即使是民間機構只要有個人電腦和繪圖儀器，就可以處理。然而在任何一種方法中，都需要定期更新數據。

表 2.6 保管方法概述

保管方法	保管規範	繪圖所需的設備
紙，膠片儲存 註1)	-	一般場所影印機
圖像儲存 註2)	格式用於圖像數據等	存為檔案 不需再開發
中間文件儲存 註3)	使用相容的格式	可商購的CAD軟件，需要轉換工具。事先需要轉換測試

註1) 保持紙質圖紙。與過去一樣，每年輸出一次紙張，並將其保存在耐震/耐火的地方。在這種情況下，如果將原始圖形儲存為縮微膠片，則可以使儲存位置變小。

註2) 將圖形另存為圖像數據，如圖像文件。如果數據以標準格式儲存，則圖中不需要特殊設備。

註3) 以兼容的文件格式儲存數據，以便可以在不同的CAD系統之間進行數據交換。如果數據以標準格式儲存，則不需要特殊設備。

在儲存各種圖紙或將污水下水道台帳系統轉換為數字數據時，應是一種可以相互復原其他當地政府部門的數據格式。此外，在準備電子產品創建說明等時，也要注意格式。

(2) 存放地點

在風險分散方面，希望在偏遠地區作為保管場所。但是，考量受損發生後有立即使用的需求，因此希望儲存於都市地區，並同時考量耐震性和耐火性。

保護儲存場所，可以考量以下幾種：

- ① 在相關城市的公共設施中，與其他部門共同建立一個儲存場所(希望分兩個地方保存)。
- ② 在下水道設施中建立保管場所。例如，設置在處理廠、抽水站等。也可與該市鎮其他部門共同設置專用保管設施。
- ③ 與復原關係中的其他城市相互保管，若考量大規模之地震受損時，可與其他市鎮之主管單位相互保管。
- ④ 外包給專業保管儲存。

- ⑤ 台帳系統維護外包儲存承包商。

2.1.6 確保復原所需設備和材料的安全

為了精確地執行緊急應變措施和緊急復原，應注意以下項目並確保必要的復原設備：

1. 掌握並確保調查用器具及緊急復原用之資料。
2. 與民間組織等的協議。
3. 資訊傳輸設備的維護。

解說：

1. 掌握並確保調查用器具及緊急復原用之資料

- (1) 最好備有緊急調查及緊急措施所需的設備與材料(路障、交通標誌、睡袋、攜帶式收音機等)。
- (2) 地震發生後，掌握所貯存設備的名稱和數量，並存放可立即使用地方。
- (3) 共享相關團體擁有的設備資訊等，對外部復原時甚為有效。
- (4) 經常使用設備及材料，可於平時補充消耗品，並且可事先熟悉操作。
- (5) 根據下水道設施的實際情況，有計畫地儲存設備及材料，避免於地震發生時造成受損。
- (6) 緊急復原材料如下：
 - ①小口徑管(各種管類型螺栓、襯墊、接頭等)。
 - ②電線類。
 - ③控制及信號用線材。
 - ④角鋼、鋼板及吊架。
 - ⑤水泥及砂。
 - ⑥土袋(米袋)。
 - ⑦人孔蓋及框架，陰井蓋及框架。
 - ⑧可攜式泵。
 - ⑨可攜式發電機。
 - ⑩管線設施修理、清潔機械及工作車輛。
 - ⑪ 卡車。

2. 與民間團體等的協議

- (1) 調查民間團體設備及材料的擁有狀況及籌措方法，並建立其運作系統。
- (2) 在臨時機能保障階段，確保必要的設備和材料後，建立合作關係非常重要，包括與建築業者、下水道施工廠商、設備製造商、材料供應商、清潔公司等，建立合作協議。
- (3) 保持合作關係非常重要，例如與工程顧問公司、測量公司、台帳系統相關承包商，簽訂緊急調查及記錄之合作協議。
- (4) 為無法充分建立緊急應變系統的受損市鄉鎮做準備，可藉民間組織的緊急調查及緊急措施之復原系統。

3. 資訊傳輸設備的維護

在震後的混亂期間，例如電話線等資訊裝置受損，對災後復原影響很大，因此保持多個資訊傳輸裝置是重要的。

(1) 需要維護的設備

- ① 可以利用網路傳輸及接收高速、同步、大容量資訊的系統設備。
- ② 手機與可攜式傳真機的組合系統。
- ③ 無線電話。
- ④ 緊急電話。

(2) 設備維護的要點

- ① 地震時，由於新聞媒體等會帶入大量高功率無線電，當小功率無線電輸出小，則靈敏度變差且可能受到干擾，並於某些情況下無法使用，因此，在無線電法規定之頻率範圍內，盡可能選擇大頻率且不易受干擾的無線電。
- ② 即使有緊急電池，由於地震造成的傾倒及數量短缺，在有些案例中是無法使用的，因此需採取相關對策。

2.1.7 政府辦公大樓的抗震

政府辦公大樓等之耐震化，應檢討以下幾項原則：

1. 政府辦公大樓、內部設備及設施的耐震化。
2. 復原據點的分散化。
3. 學校及公共設施等避難場所之給排水設施的耐震化。
4. 廢棄物及垃圾的處理方法之檢討。

解說：

1. 政府辦公大樓、內部設備及設施的耐震化

政府辦公大樓，應盡可能對地震、海嘯、滑動以及火災等公共安全受損，有耐震的對策。同樣，內部設備的耐震性也很重要。

2. 復原據點的分散化

基於風險分散，在平時就分散復原據點非常重要。

1995年兵庫縣南部的地震，由於神戶市政府大樓受損，無法運出台帳及其他文件進行調查，對於受損調查及復原造成嚴重影響。在那種狀況下，分散在各處理廠所等的文件則發揮很大功能，並且有效作為工作據點。

3. 學校及公共設施等避難場所之給排水設施的耐震化

作為防災中心的設施，如學校、公共設施、醫院等，平日應加強儲存廁所用水及排水設施之耐震性，期望採取例如連接避難場所到醫療點的耐震管線等措施。

另外，需要與自來水部門合作，如果可在疏散中心建立具耐震的自來水設施，則可確保如廁所用水及飲用水等水源。

4. 廢棄物及垃圾的處理方法之檢討

地震發生後，一般會出現瓦礫、營建廢棄物等，因此需考量這些廢棄物的處理方法及處置場地等。根據過去例子，確認處置場所之所有權人，通常需要很長時間，有必要與相關組織進行溝通並進行適當的處理。

2.2 階段性的地震對策及減災計畫

2.2.1 階段性目標的設定(防災目標及減災目標)

下水道是重要民生設施之一，下水道設施的受損不只直接影響居民的生活，也會造成污水滯留在生活居住空間，未經處理的污水流出會污染公共水域及洪水受損時，喪失排除雨水功能導致淹水等重大社會問題。

下水道地震對策，依照下水道應有功能的必要性和急迫性，設定階段性的目標，固定的對策之外又加上制定，包括臨時對策和軟性措施，使之能付諸實行。

解說：

下水道地震對策的考量方法，導入時間軸的概念，和防災、減災的概念，應設定防災目標(緊急、中期、長期)和減災目標。

關於地震對策，基本上個別設施結構必須耐震，同時在一般大規模地震時，下水道應具備功能，根據必要性及急迫性進行安排，檢討使其能保有最低限度功能的緊急耐震對策。(防災目標)

更進一步的地震對策，假設現在發生大規模地震造成下水道設施受損，檢討能快速復原其最低限度功能的臨時對策。(減災目標)

1. 防災目標

提高結構耐震力用於防災，地震時根據下水道應具備功能之必要性與急迫性，設定緊急、中期及長期的階段性目標，如表2.7所示。再者對於未來的改建，應考量其他部分的實施時間，以達成合理的目標。

確保以上階段性目標功能為前提下，各種設施緊急及中期目標的基本事項(範例)如表2.8所示。中期目標中，設施配合緊急目標執行，更有效果的耐震強化和需要較長時間的大規模設施更新等，將目標時間包括緊急目標時間，訂於10年內完成。

2. 減災目標

下水道的地震對策，基本上是基于減災目標的耐震性，但即使在沒有充分準備措施的情況下發生受損，也應立即採取臨時措施，並且需要滿足最低目標。

減災目標基本上是基于臨時措施，以確保在這種緊急目標下的最低功能，因此，其內容不一定相同，並且設定了適合於地方政府特性的應變方法，並計畫必要的措施。

此外，快速掌握受損情況所需的軟體對策，例如確保下水道系統台帳和電子化，也是重要的。

表 2.7 階段性防災目標所應確保之功能

緊急目標 (約 5 年內完成)	地震發生時下水道所應具備功能的必要性和急迫性，對於急需在耐震性方面改善的設施，進行耐震補強，確保污水流通、集水等處理的基本功能。
中期目標 (約 10 年內完成)	在執行緊急目標地震對策的同時，邁向長期目標，對於時間上不需等待改建更新而可以優先進行耐震補強的重要設施，進行耐震補強等以提升耐震能力。
長期目標	<p>確實確保以下所示的耐震性能：</p> <p>第一級 對於地震震動，”重要幹線”、”其他管線”確保流水正常。</p> <p>第二級 對於地震震動，”重要幹線”確保流水機能正常，即使發生地震受損，也能將污水收集至污水處理廠或抽水站。</p>
	<p>第一級 對於地震震動，以不造成結構物受損而能保有原本機能為原則。污水處理廠確保抽排水功能、污水處理功能及污泥處理功能正常。抽水站確保抽排水機能正常。</p> <p>第二級 對於地震震動，允許結構物某種程度的受損。避免整體結構物的受損，即使功能暫時停止也可迅速復原。</p>

表 2.8 緊急和中期目標的基本事項(範例)

	緊急目標	中期目標
管線設施	<ul style="list-style-type: none"> 防止連接處理廠、緊急應變總部設施(辦公室等)和特別重要的大型防災中心的管線功能降低的防震，防止軌道和緊急運輸道路下所埋設管線造成嚴重的交通問題 通過利用現有設施的聯網等系統措施，提高流水機能的耐震性能 	<ul style="list-style-type: none"> 防止地震以確保除左側列出以外的重要幹線的功能降低 通過兩條主要管道的轉換和處理廠的網絡化，達到耐震性等系統措施，提高整個污水下水道系統調度的靈活性
處理廠	<ul style="list-style-type: none"> 確保抽排水功能、沉澱處理功能、消毒處理功能 火災、爆炸等，劇毒及有毒氣體外洩可能的設備的耐震性 可能因崩塌等而產生嚴重影響的設施的耐震性 	<ul style="list-style-type: none"> 確保二級處理功能之耐震性
抽水站	<ul style="list-style-type: none"> 防震，確保連接到管線設施的污水抽水站的抽水和排水功能 雨水抽水站防震，確保現場的抽排水功能 可能因倒塌引起交通紊亂等，造成嚴重社會影響的設施的防震 	<ul style="list-style-type: none"> 除了左側列出的污水抽水站外，還能確保排污水和排水功能的防震能力
廁所	<ul style="list-style-type: none"> 確保在地區防災計畫中的防災中心廁所使用(改善臨時廁所的廢水接收設施等) 	

2.2.2 受損預測和耐震診斷

下水道處理設施的受損預測和耐震分析的結果，被用以推估受害狀況以及實行耐震對策順位之依據。這些結果與防災資訊併同繪製成防災地圖，以易於理解的方法顯示耐震狀態和受損的影響。

解說：

確定現有下水道處理設施的耐震性能，是否能確保下水道在地震發生時應具備的功能，是制定下水道地震對策計畫的重要項目。

因此，下水道主管機關需考量地震的發生而採取對策，並且在發生受損時，也要記住保護的功能以及確保的措施。在這種情況下，難以立即完成所有現有設施的地震對策措施，重要的是考量輕重緩急，計畫性逐一在每個階段完備防災措施。

下水道耐震計畫利用受損預測和耐震分析等結果來估算受損的位置和程度，同時考量緊急應變之需求和長期防災對策，下水道必要的功能，包括臨時對策和措施也很重要。

2.2.3 受損預測方法和應用

注意以下項目，以檢討預測方法和預測結果的活用，並進行受損預測：

1. 受損預測之目的。
2. 預測範圍和預測所需的數據及其累積狀態。
3. 受損預測方法。
4. 與其他相關資訊的比對，如防災資訊和土地利用情況。
5. 如何使用受損預測。

在受損預測中，首重必要收集的資料，並闡明資料分析結果的用途，並妥適採用防災資訊以達預定的成效。受損預測概要示意如圖 2.3。

1. 受損預測之目的

受損預測的基礎是進行地震分析，估算下水道設施的受損情況，收集防災資訊等。如檢視地震對策的必要性和優先順序，有系統的完備地震防災對策。

此外防災對策中，讓民眾充分瞭解下水道系統受損會對日常生活和社會經濟活動產生何種影響，以及需要採取哪些措施來防止受損，顯得格外重要，因此，我們利用展現下水道系統耐震性能和受損危險圖的方法，讓民眾容易瞭解。

2. 預測範圍和預測所需的數據及其累積狀態

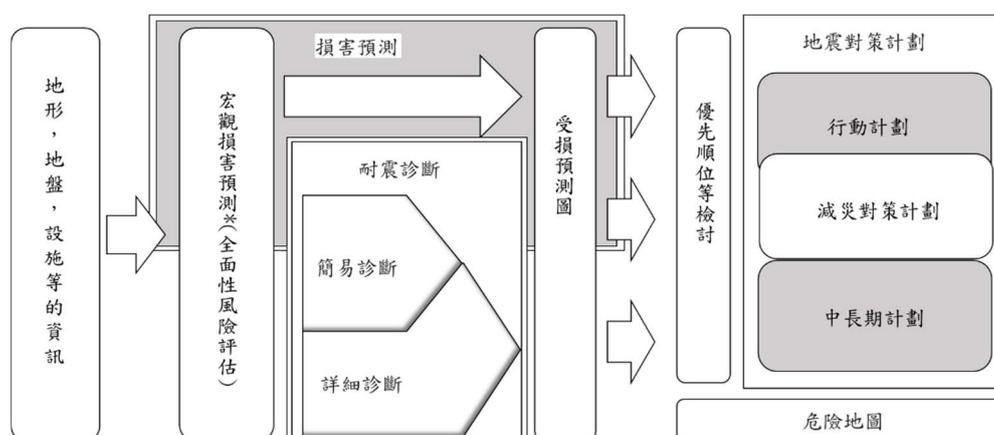
受損預測最初應包括：

- (1) 過去地震下水道設施的受損情況、受損位置及其地面各種數據，如設計/施工/結構條件和地震強度。
- (2) 實施受損評估。

參與評估地區之地形地貌，下水道設施的建設/工程/建設條件、維修

狀況以及相關之地震歷時數據，在上述情況中，數據的累積通常是不足的，被認為是不能進行受損預測的原因之一。

因此，在嘗試收集必要的數據時，並考量時間軸，因應各個階段的需要，收集資訊來預測受損。



*受損預測，係依觀察區域各種數據的範圍和狀態，用以檢討耐震診斷的順位之用。

圖 2.3 受損預測概要示意圖

3. 受損預測方法

對於受損預測，主要是依據累積的數據，快速制定地震對策計畫，其方法的選用甚為重要，由於可以收集的數據類型和數量並不一致，可以配合受損預測的方法，一併檢討。在進行受損預測時，務必注意以下幾點：

- (1) 為了宏觀累積各種數據來掌握受損發生和危險度的分佈情況，盡可能包括整個區域收集與彙整。
- (2) 將各種數據彙整，進而就管線設施的危險等級判斷估計的受損情況，並且估計每個處理廠/抽水站的受損情況，作為預測結果。
- (3) 危險度的評估，以參考歷史地震受損的實際狀況，受損率和受損量的方法為基礎(參考引用文獻1中的大範圍受損估計的示例1)，採定性方法呈現受損程度，並符合地方政府的需求。
- (4) 即使不能收集評估和分析個別設施所需的數據，也必須依據既有之老舊設施或不完整之地形、地質資料，以定性方法作危險等級的判定。
- (5) 即便有定性的資訊，但為了做出有效率的預測受損並判斷危險程度，相關區域採取網格單元劃分，以外部地面資訊劃分，考量主幹管必須通過之地形、地貌等，以分割的方法予以細分及檢討。
- (6) 部分設施可收集到耐震性能和劣化情形之數據時，可通過簡單診斷識別各個受損的位置，依評估列出受損嚴重的設施，並確定由受損引起的影響程度。

4. 防災資訊和土地利用情況資訊彙整

為了使用收集的數據或受損預測結果，來檢查討對耐震措施的優先性等，

在受損預測圖的基本圖上，可以使用與受損資訊等相關資訊套疊的地形圖。

5. 受損預測的活用方法

受損預測的結果可用作以下檢討的基礎：

(1) 篩選選擇地震對策的實施地點

① 根據定性資訊，進行以下大區域之受損預測，判斷地震對策的必要性、優先順序等。

A. 管線設施的風險評估。

B. 評估處理廠和抽水站的受損類型和受損重要性。

② 主要用作選擇緊急應變措施實施場所的材料。

(2) 耐震分析的順位檢討

① 為了有效進行耐震分析，可以先行初步評估，以確定耐震分析的優先順序。

(3) 根據簡單分析訂定優先事項

① 除了例如風險程度等資訊外，還可以透過整合更詳細的地形地貌資訊、設施資訊等，來進行簡單分析。

當執行簡單評估時，基於該評估結果、受損部位及受損狀況的識別，藉由受損引起的影響程度，回饋到受損預測圖。

② 簡單評估的結果可用於進一步提高上述內容的準確性，如檢查具體的耐震措施。

(4) 危險地圖製作(參考本章2.2.8危險圖)

① 下水道有必要考量資訊傳播，以供居民充分了解受損發生時，採取措施的必要性和適當行動的理解。

② 耐震分析結果及防災相關資訊，可用以掌握耐震情況和受損發生時的影響等，製作容易了解的危險地圖。

③ 以下是主要根據過去的受損案例，製作的受損預測例子：

A. 多面向的管線設施受損預測和利用示例<引用文獻 1-①，②>。

B. 處理廠受損類型分類案例<引用文獻 1-③>。

C. 基於管線受損數據了解，計算鋪設條件受損率的實例<引用文獻 2>。

<引用文獻 1>外部範圍的受損預測的案例

顯示受損估計手冊中的受損預測方法。

① 受損預測的基本概念

作為受損預測的結果，管線以計測單位受損率、受損長度及受損種類，處理廠、抽水站則以各廠各站為單位之受損率、受損長度及受損種類統計，因之進行預測時，將計測範圍予以分割，而以計測單位之地震、地盤種類、設施數據予以輸入，進行受損預測。

另外，為了利用這些預測結果作為制定地震防災計畫的基本數據，建立受損預測概略圖，如圖2.4受損預測概略圖所示。

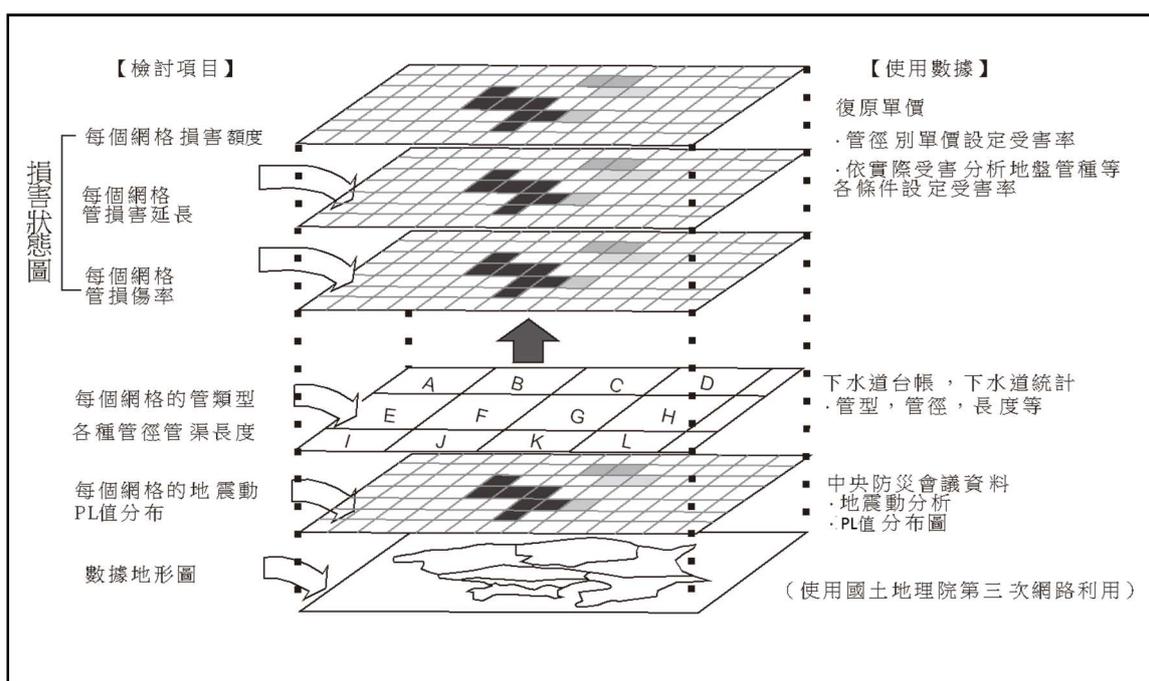


圖 2.4 從受損狀況製作受損圖之程序(以管線為例)

② 受損狀況圖利用

通過與例如防災資訊等其他資訊重疊，可以利用受損預測概略圖，來審視防災對策實施的先後順序。例如，通過與防災基地、緊急運輸路線、急救醫院等防災相關資訊，管線的鋪設年度、檢查結果等設施管理資訊，加以整合篩選，用以制定地震對策計畫。

如果有多個防災據點，根據每個防災中心負責的風險等級，依銜接污水處理廠各級下水道之優先順序，應可有效實施防震對策。圖2.5顯示根據每個網格的受損率考量防災基礎的風險等級時的概念示意圖。

③ 處理廠受損類型的分類

對於處理廠和抽水站，可以從設施的地理位置、構造物的耐震性能以及地震強度歷時反應等，對受損類型加以分類。

根據每個處理廠/抽水站所在網格的地震強度與液化風險，以及現場設施配置引起的側向流動之影響，可依圖2.6所示之流程為基礎，分為四種類型，表中每個網格的PL值，係指液化潛勢，數值愈大，發生液化之可能性愈高。表2.9顯示每種類型的受損特性。另外，經由過去的受損實際狀況設定每種類型的受損率，就可能估算受損金額。

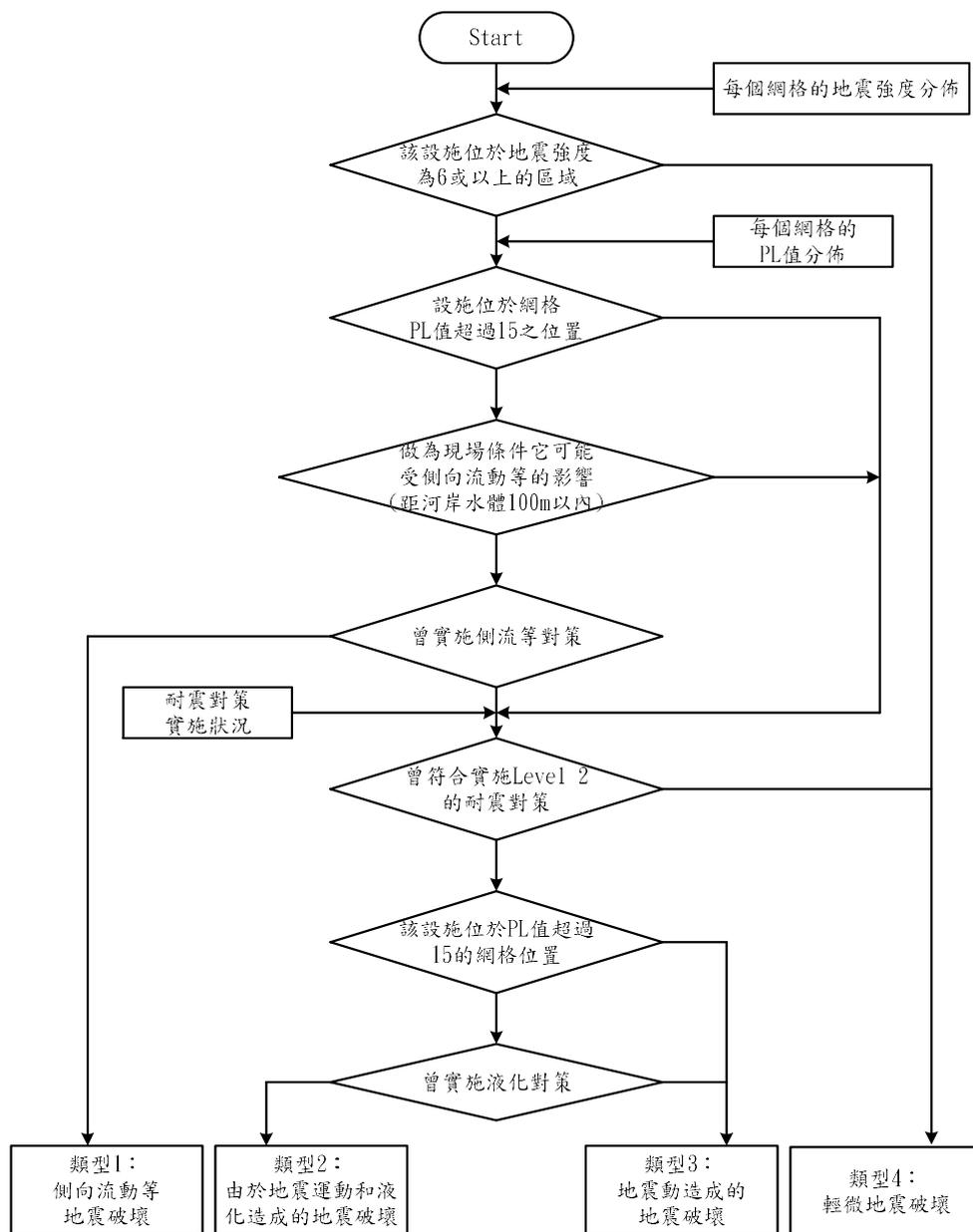


圖 2.6 處理廠/抽水站的受損類型分類流程表

表 2.9 處理廠/抽水站的受損類型分類例

受損類型		假設受損的概要
類型 1	側向流動等引起的地震受損	除受地震地面運動影響外，特別是由於側向流動，處理廠/抽水站的地盤變動很大，受到了巨大的受損
類型 2	由於地震運動和液化造成的地震受損	除了受到地震地面運動的影響，特別是由於地盤液化，導致處理廠/抽水站受地震受損
類型 3	地震運動造成的地震受損	由於地震運動的影響，處理廠和抽水站受到地震受損
類型 4	輕微地震受損	未受地震受損或即使受損也很輕微，並且處理廠/抽水站的處理功能和排水功能不受受損

<引用文獻 2>神戶市一部分地區受損的預測例

1995年兵庫縣南部神戶市的地震部分，其管線設施條件別之受損率為例。

① 受損預測的基本概念

1995年兵庫縣南部地震之前的地震，下水道管線的受損主要是由液化引起的下陷、上下起伏或蜿蜒等，所以透過預測液化的位置，有可能用以概估管線受損之程度。然而，在1995年兵庫縣南部地震，液化造成的受損較小，反而是掩埋場和住宅用地，因地表位移引起的管線變形之受損，顯示地震造成龜裂受損。

根據1995年兵庫縣南部地震的實際受損數據，利用多變量分析等，在各種條件下，定量評估這些不同類型的受損類型和受損因子之間的關係，被認為應可預測受損的程度。

② 受損預測的詳細分析

神戶市數百公頃的管線受損，依下列條件為基礎，以數量化理論Ⅱ類之多變量分析。分析對象地區，多在震度V~VII之地區，並與1995兵庫縣南部地震受損最嚴重的地區對應。

- i 土地條件(沖積扇、回填層、地勢平坦區域)
- ii 沖積層的平均N值
- iii 沖積層的厚度
- iv 管型(混凝土管、塑化管)
- v 跨度延長
- vi 覆土厚度

經由分析受損之形態及受損的程度，如圖2.7所示，得到分析之係數可以充分反應受損的趨勢，在所有受損中，地質條件對於是否發生受損的影響最大，其中以厚度較大之大範圍沖積土層最顯著。考量地質因素，以回填層(包括垃圾掩埋場)危害度最高，當回填層覆土厚度約2~3公尺，且位於厚度超過10公尺，延伸範圍30公尺以上之沖積層時，即可能發生明顯之受損。

此外，建立這些係數量化與實際受損率的關係時，由於獲得了係數總和與受損率(受損跨度數/鋪設跨度數)之間的對應，因此有關參數之分析，為合理反應受損之近似值。

③ 受損預測方法

使用②中獲得的參數，可以通過以下程序在其他地區預測受損。

- i 使用②中獲得的係數，可以通過以下程序在其他地區預測受損。
設置單個或多個管線跨度的 i)到 vi)的條件或每個適當的地圖網格的鋪設條件(②上面的)。(圖 2.7 中的陰影“1. 設置條件”部分)
- ii 對於要搜索的受損類型，根據每個合適的地圖網格的條件，加所設置的一個或多個管線跨度或係數。(圖 2.7 的陰影部分“2. 總係數”)

iii 基於從實際受損數據獲得的係數的總和與受損率之間的關係，從設定條件下的係數的總和獲得特定受損類型的受損率預測值。(圖 2.7 的陰影部分，“3。對應於係數值總值的受損值作為預測值”)

這項研究的結果是使用神戶市特定地區的受損數據進行分析的結果。在其他地區的應用，例如，在與地質等相同的分類的條件下，即使存在情況，特性也可能根據區域而不同，因此需要注意數據採樣區域和預測應用區域之間的條件差異。

1. 設定條件(陰影部分是計算示例)

①係數值

鋪設條件		損害形態					
		本管破損	接頭破壞	接頭脫離	侵入水	鬆弛	總損害
土地 狀況	扇狀地	-0.0266	0.3609	0.2193	-0.1968	0.3191	0.184
	砂州等	0.3715	0.3625	0.4446	0.6876	0.4901	0.5518
	填土地	-0.2412	0.2459	-0.0411	-0.1838	-0.4971	-0.3182
	平坦化地	0.0776	-0.5561	0.2684	0.2919	-0.3335	-0.2868
	其他	0.061	-0.0977	-0.1847	-0.1003	0.3335	0.3209
沖積層 N 值	0~5	0.134	/	/	0.2304	0.1967	/
	5~10	0.0226			0.12229	0.0273	
	10~15	-0.0752			-0.225	0.17	
	15~	-0.0217			-0.1229	-0.398	
沖積層 厚(m)	0~5	/	/	/	/	/	0.0802
	5~10						-0.0105
	10~						-0.2342
管種	H 管	-0.0206	-0.0057	0.008	-0.0215	/	/
	PVC	0.601	0.1327	-0.0447	0.4659		
	其他	-0.4217	-0.0121	-0.3253	-0.0264		
延長 (m)	0~5	0.1104	0.3758	0.2772	0.1132	0.2762	0.2484
	10~20	0.1535	0.0701	0.0379	0.1091	0.064	0.1941
	20~30	-0.1252	-0.3278	-0.1232	-0.0115	-0.1839	-0.226
	30~	0.3174	-0.1064	-0.3942	-0.5217	-0.3238	-0.4817
覆土 (m)	0~1	0.0613	0.1709	-0.0624	/	/	0.1032
	1~2	-0.0293	-0.0942	-0.0344			-0.0884
	2~3	-0.1491	-0.0884	0.1072			-0.027
	3~	0.3433	0.3197	0.3715			0.3879

↓

2. 係數值合計(作為計算示例陰影部分的總和)

②係數值的總值

↓

係數值的總值	-0.6112	-0.176	-0.1491	-0.4419	-0.5109	-0.5682
--------	---------	--------	---------	---------	---------	---------

↓

3. 係數值總計對應的損傷率設定為預測值
(陰影部分對應於②總值)

③損害率

係數值的總值	本管破損	接頭破壞	接頭脫離	侵入水	鬆弛	總損害
~-0.7	8.00%	3.70%	13.30%	2.30%	5.50%	13.70%
-0.7~-0.3	6.50%	2.50%	6.30%	2.10%	2.40%	9.00%
-0.3~0.1	4.70%	1.30%	3.50%	1.00%	1.10%	7.10%
0.1~0.5	2.70%	1.20%	2.00%	0.40%	0.20%	4.30%
0.5~	2.70%	0.30%	0.00%	0.20%	0.00%	2.90%

圖 2.7 受損率預測值計算流程(計算示例)

2.2.4 下水道地震防震災計畫

下水道防震災計畫可根據下水道應具備的功能的必要性和急迫性，制定各階段之防災計畫，因應各階段之需求。

1. 排定行動計畫與執行緊急目標的防震措施之下水道緊急應變計畫。
2. 假設發生地震和下水道設施受損的情況下，設置臨時措施和軟體對策，及時恢復的下水道減災對策計畫。
3. 規劃中長期個別設施結構之耐震補強之時間表。

解說：

下水道之地震防災計畫在本章「2.2.1 分階段目標設定(受損目標和減災目標)」中對應受損目標和減災目標，取決於下水道應具備功能的必要性和緊迫性，定行動計畫、下水道減災計畫及中長期計畫。

關於防災對策和執行方面，下水道主管機關，應針對每個設施考量其功能，並進行適當措施。此外，並與其他設施老化對策，合制定下水道設施之防震補強計畫與設施老化之延壽計畫。

1. 下水道緊急應變計畫(行動計畫)

根據震災緊急應變之需求與相關對策，制定緊急實施進度之應變計畫。

在制定下水道緊急應變計畫時，同時應遵循下水道減災計畫，考量受損對下水道設施的影響程度和範圍，以確認執行對策之先後順序，以及執行的時程。

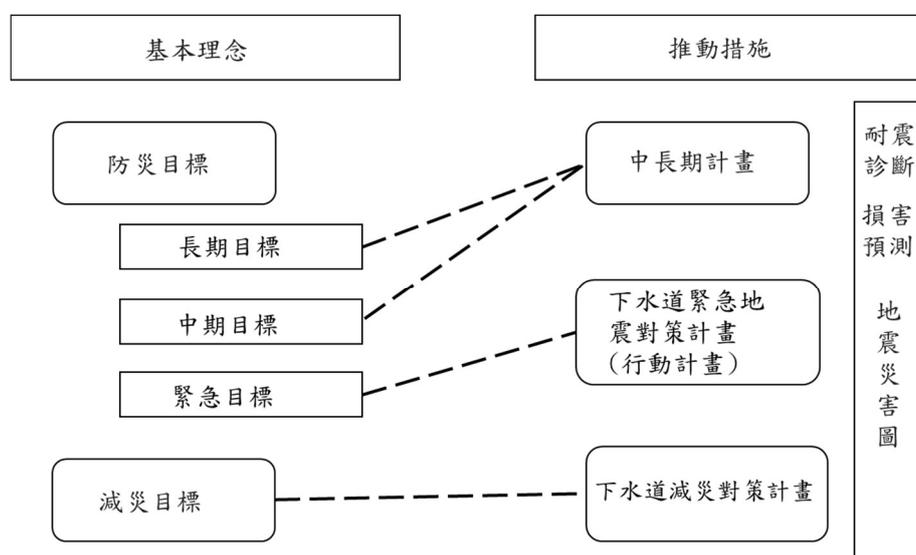


圖 2.8 下水道設施耐震對策基本理念及推動措施

2. 下水道減災計畫

在沒有制定下水道減災計畫或相關減災程序的情況下，應立即制定必要的預防措施與下水道減災計畫。

在制定下水道減災計畫時，需根據污水處理設施和區域的特點，確定影響的程度和範圍，以確認減災方法與執行地點。

3. 中長期計畫

下水道對於地震防災的中長期計畫，應該訂定階段性的目標與預定時程。

在訂定中長期計畫時，應同時考量下水道緊急應變計畫和下水道防災計畫所規定的地震防災對策與實施狀況，並透過模擬來預測受損之情形，用以決定中長期防災計畫施行的優先順序。

2.2.5 下水道地震緊急對策計畫(行動計畫)

為依緊急目標設定具體目標及對策之實施時程。

解說：

下水道主管機關，應瞭解設施遭受受損時的狀況：

1. 造成與人生命安全有關之受損的設施。
2. 存在嚴重二次受損風險的設施。
3. 可能受損疏散/救生/復原活動的設施。

至關重要的是，有責任採取措施加強結構和功能。從這個角度來看，下水道應該發揮的最低目的是：

1. 不要排放未經處理的污水。
2. 不要因爆炸或倒塌而造成二次受損。
3. 受損發生後，下雨時不要造成嚴重的淹水受損。
4. 接管地區防災計畫中，設立防災基地的下水道。
5. 不得造成緊急運輸路線、疏散路線等人孔上浮，危害緊急復原行動之情形。
6. 為了確保必要的功能，下水道主管機關應在有關設施中訂定具體措施，並將其設定為「緊急目標」，以便在短期約5年內完成。行動計畫是實現這一目標的執行計畫。

由於在行動計畫中明確規定緊迫性和滿足其基本之功能，因此最好盡可能簡化與檢視被標定之設施，以期儘早完成。

圖 2.9 顯示行動計畫的實施概念。

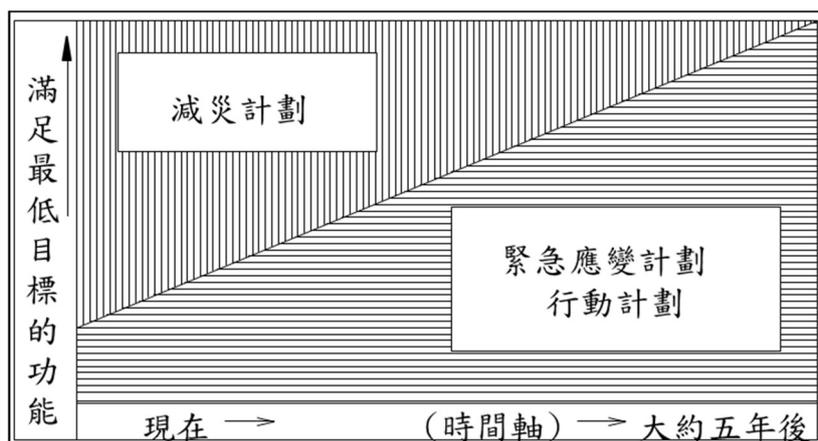


圖 2.9 行動計畫的實施概念

以下項目為緊急應變項目耐震措施之處理原則：

1. 管線設施

(1) 確保輸水機能

- ① 在人孔和管線之間的接縫處設置撓性接頭。
- ② 評估管線復原方法，以提高耐震性能。
- ③ 增補既設管線與設施，使下水道系統網絡化。

(2) 確保緊急運輸路線

- ① 針對土壤液化的區域，加強管線周邊區域回填土之地質改良。
- ② 在人孔和管線連接處安裝撓性接頭。
- ③ 考量管線耐震補強更生工法的實施。

2. 處理廠/抽水站(確保處理功能)

(1) 土木工程構造物

- ① 管線與構造物間之銜接處設置撓性接頭。
- ② 使用耐震性之接頭，確保槽體功能，並且壁體應採耐震設計。
- ③ 若地震時引致水平側流之動態水壓力時，需加強基礎之加固措施(當存在側向流動時)。
- ④ 管理大樓之耐震補強或增設耐震支撐構件(特別是人員辦公處所)。
- ⑤ 建立處理單元間之繞流管線(例如沉澱池、抽水站或加氯消毒池)，以降低處理等級之方法進行污水處理。
- ⑥ 擴建或增設貯留池槽，並安裝基本之處理設備。

若是難以提升污水廠構造物及設備之耐震性能，則重點在於有必要考量整個下水道系統，考量槽體所需之體積，設置適當的貯留設施，相關之備用設施需一併納入污水廠之改建或擴建計畫。

(2) 機電設備

- ① 防止機械和電氣設備淹水。

- ② 安裝撓性接頭(構造物、管線間或設施與管線間)，設備與結構體固定妥適，機械設備本身之耐震措施，以及緊急停止以免受損擴大。

3. 廁所

防災單位和臨時廁所之安裝廠商之廁，所使用管理措施共同實施。

- (1) 在防災中心設施建立臨時廁所的污水收集設施。
- (2) 在防災中心設施及耐震補強作業時，建立廁所的儲存設施和排水設施。
- (3) 與有關部門合作，設置公共下水道連接式人孔廁所。

2.2.6 中長期計畫

在污水處理中長期計畫，制定漸進目標和長期目標，以實現長期目標和實施進度。

解說：

中長期計畫旨在確保與行動計畫和下水道防災計畫之執行成效保持一致，確保除了行動計畫以外相關設施之耐震性能以及處理廠和抽水站的二級處理功能，這是一個逐步實現「中期目標」和「長期目標」的執行計畫，因此，以模擬地震受損、耐震性能之評估，考量執行策略之先後順序，以及執行的相關細節，進而評估出執行經費與進度。

此外，在訂定流域下水道計畫或污水處理廠改善計畫的同時，相關主管機關應該檢討下水道系統雙系統化，以提升耐災性，確保繞流系統之網狀化，達到提升對應的系統。

2.2.7 下水道減災計畫

下水道減災對策計畫為在未能達到防災目標而受損時，暫定之對應方法、程序、組織及事前必要之處置。

解說：

下水道減災計畫為永久性措施尚未完成或局部不充分之處，下水道減災之相關措施，可以使其保持最基本之功能。

在訂定污水下水道減災計畫之重點，在於根據下水道設施和區域的特點以及影響的程度和範圍，並應確定對策執行之地點和方法。另外，掌握下水道系統數位化台帳資料以及確保備份等受損狀況。

以下條列減災目標其減災目標的項目：

1. 管線設施

- (1) 採購移動式之設備以及臨時管線復原設備等(與民間機構或其他地方政府之復原協議)的確保。
- (2) 儲存受損發生時無法採購的復原設備和材料。
- (3) 藉著移動式抽水機和臨時搭設之管線，維持污水排放之功能。
- (4) 開放使用雨水下水道，作為污水處理廠紓流之管線，使污水排放彈性操作(安裝繞流管線配管及溢流閘門以利分流等)。

(5) 標示具有高淹水風險的區域(創建淹沒風險圖),包括作為防災基地的理想措施(必要時部署移動式抽水機)。

2. 處理廠/抽水站

- (1) 設置緊急發電設備的燃料儲備量,來確保緊急應變電源。
- (2) 複數化及處理水再利用設施耐震性的提升,確保緊急用水。
- (3) 妥善儲存足夠之固態氯鹽或次氯酸鈉等消毒劑。
- (4) 利用雨水滯洪池或景觀水池等,作為沉澱池或消毒池之功用,藉著彈性操作確保沉澱功能和消毒功能(搭配紓流必要配置管線或逆流輸水管線設施)。
- (5) 藉著移動式抽水機或雨水抽水機(合流式下水道系統)確保排水功能。
- (6) 如果設施難以配合上述方法彈性操作時,必須確保臨時沉澱池的設置方法,位置和安裝必要的設備(抽水機、臨時管線、擋水板等)。
- (7) 用移動式脫水機(車)進行污泥處理。
- (8) 與有關部門和其他地方政府合作處理和處置污泥。
- (9) 與流域內有關之自來水管理者,協調在水源區外的下游放流。

3. 廁所

廁所對策是確保災害地區受損者健康的基本事項,有必要根據行動計畫盡快實現。但是,有時需要限制下水道的使用,以減輕地震受損的影響,防止二次受損的發生,期間需至完全復原為止。同樣情況下,確保廁所功能是維持居民健康和減輕精神負擔的重要因素。

- (1) 使用下水道管線設施臨時存放污水(確保有處理真空車輛的措施)。
- (2) 與有關部門和其他地方政府合作,確保臨時廁所設備的採購方法和必要庫存。
- (3) 使用雨水儲存設施確保廁所用之水。
- (4) 與相關部門和其他地方政府,合作採取緊急水肥處理措施(例如需要其他污水處理廠處理臨時廁所的排泄物及污水)。

2.2.8 下水道防災地圖

利用淺顯易懂之防災地圖,公佈下水道之防災計畫所預測之可能受損,以有效執行防災對策,促進受損發生時安全合理的疏散活動,提高震後救災復舊對策的執行效率。

解說:

1. 下水道防災地圖之目的

防災地圖包括液化潛能之標示,設施之資訊以及設施受損之預估,以準確標示地震受損之風險程度,以利於受損發生時之疏散活動與提升災後復原的效率,另外還可以提高民眾對於地震防災對策之意識,建立震時防護及救災之協調一致。

2. 下水道防災地圖製作方法

設施，其中土木、建築結構物，各種機械以及電氣設備等，在這些各式各樣的設施共同作用下，下水道系統才能發揮其應有作用。在地震發生時，這些設施至少必須保持基本的系統功能。

因此在規劃和設計方面，需要充分考量下水道系統的靈活性、可靠性和安全性，以提高整體系統之耐震性。特別是在下水道系統中，在原樹狀的管線系統之外，增加處理廠間聯絡管線及各下水道系統間的聯絡管線，將可提高下水道系統的可靠性(如圖 2.11)。

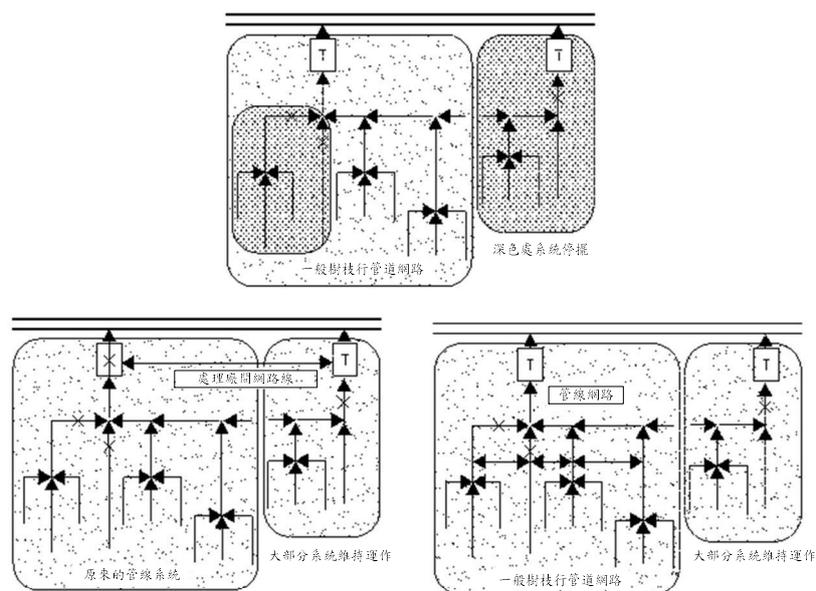


圖 2.11 處理廠間及各下水道系統間的聯絡管線示意圖

2.3.2 下水道間聯絡管線設施評估

下水道系統可施作聯絡管線的考量因素：

1. 作為多用途設施的可能性。
2. 適合各市鎮之個別下水道系統特性。
3. 聯絡管線類型及種類。

解說：

1. 作為多用途設施的可能性

下水道設施的聯絡管，可以在發生地震或其他緊急情況時提高系統安全性，另外，在正常時間也可增加下水道系統的靈活性，甚至可以重新分配系統負擔量。聯絡管在正常時間與發生災害時，功能的有效結合(多用途設施)，在實務上是很重要的。

2. 適合各市鎮之個別下水道系統特性

聯絡管設施會因不同個別系統而有所差異，須配合每個城市下水道工程的進度、歷史、自然和社會特性做出綜合評估。在考量聯絡管時，需根據每個系統的個別情況，聯絡管對下水道和污水廠功能的重新分配功效及施作方法，對既有系統做全面及完整評估及計畫。

聯絡管施作可行性分析流程，如圖 2.12 所示。

3. 聯絡管線有下列種類：

- (1) 污水下水道管線間聯絡管線。
- (2) 雨水/污水抽水站聯絡管線。
- (3) 污水處理廠聯絡管線。
- (4) 提供電信及光纖之聯絡管線。

① 污水下水道管線間聯絡管線

- A. 污水下水道系統中，管線間聯絡管線有通過旁通管和雙排管連通，並透過設置分水人孔方法連通分配。
- B. 當下水道管線的一部分遭受損壞時，使用聯絡管作為替代路線。
- C. 在受地形限制情況下，聯絡管可能施作困難，因此在大城市地區，需考量將聯絡管設置於較深地層。
- D. 根據未來的更新計畫情況規劃聯絡管。
- E. 由於都市發展及擴大而需增設下水道管線，應一併考量該類管線與既有管線的容量及餘裕。在增設管線及既有管線間施作聯通管，通過整合，可將這些既有管線作為地震時必要的緊急替代系統。
- F. 將鄰近的最上游人孔合併為分水人孔，作為備用路線，一般來說，幾乎不用增加經費，但可以保護基本的管線功能。分水人孔的設置，亦可使安裝光纖電纜等共構設施，如圖 2.13 所示。
- G. 由於管線是整體設施，所以要使所有管線都具抗震，需要很長時間，但聯絡管系統可以有效地防範災害。在考量管線設施損壞、預防及抗震功能時，在管線系統更新計畫可優先考量。

② 雨水/污水抽水站聯絡管線

雨水抽水站的網絡化很困難，因為取決於地形，在大都市地區，需考量使用在較大理管深度建立聯絡管的可能性。若為污水抽水站與另一抽水站或系統管線的聯通，在更新抽水站時，也可以考量設置聯絡管線，使其可作為防災中心的備用設施。在淹水風險較高的區域，利用聯絡管線將雨污水排水抽水站與防災計畫結合是有必要的。

③ 污水處理廠聯絡管線

污水處理廠的聯絡管線設計旨在充分利用每個設施的能力，並充分利用興建階段所規劃的設施餘裕量。

通過聯絡管線設計，污水處理廠功能在受到地震等災害的影響時，可以使用未遭受損壞的其他設施。此外，聯絡管線已可協助在正常情況下，被分到處理能力達到極限的污水處理廠，在設施更新或進行替換設施時，暫用其他污水處理廠的設施餘裕量。

即使當污水處理廠受到災害影響喪失功能時，也可以利用聯絡管線連結鄰近雨水池塘，以靈活操作各種水利設施及資源。

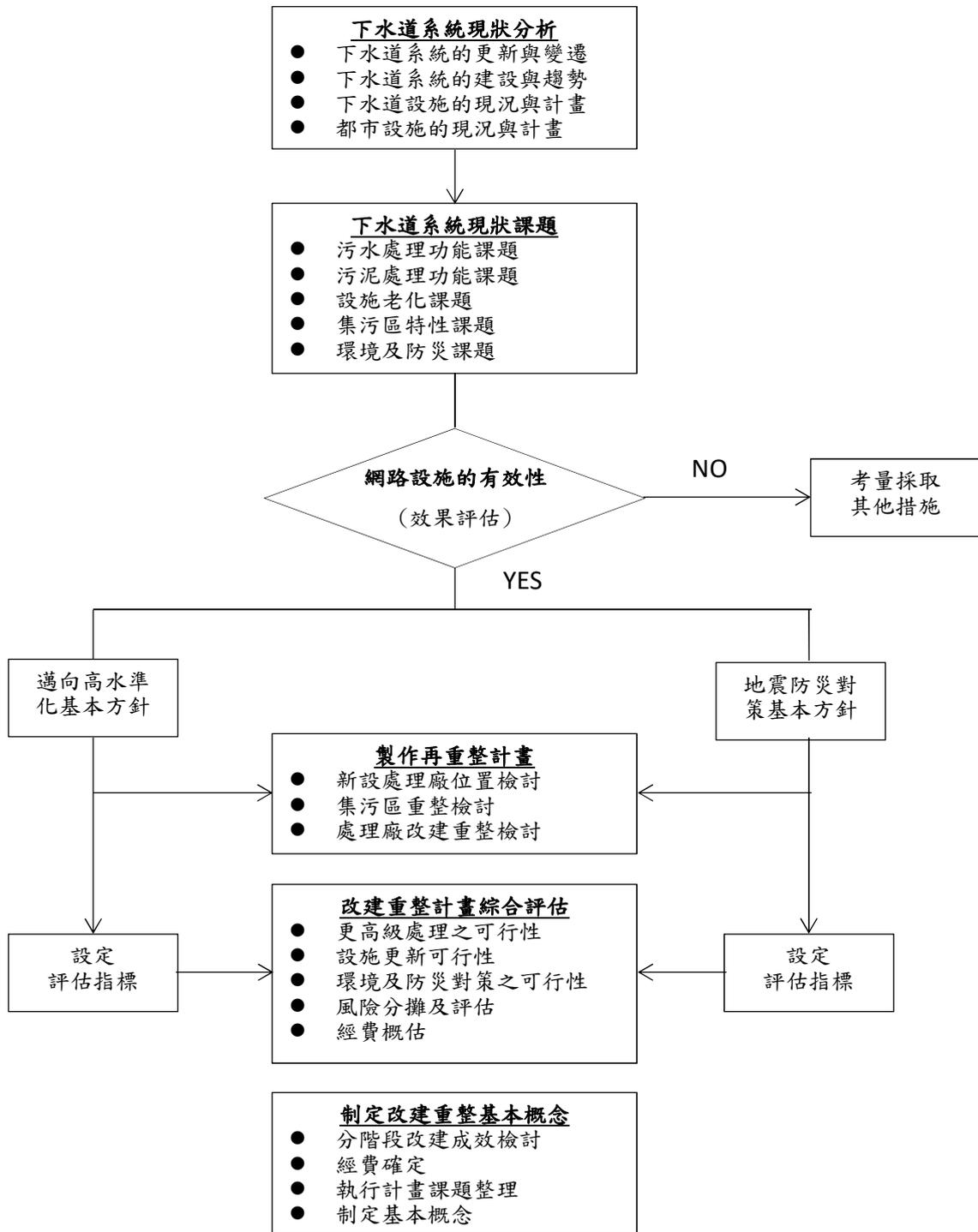


圖 2.12 聯絡管線施作可行性分析流程圖

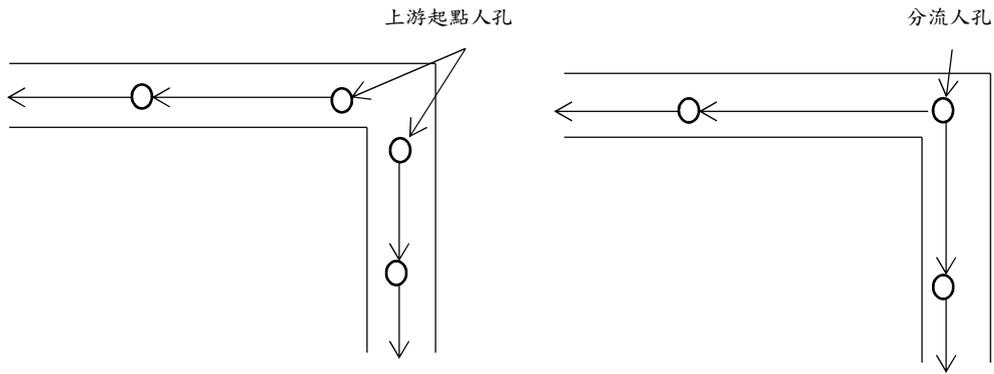


圖 2.13 分流人孔示意圖

④提供電信及光纖之聯絡管線

當發生如地震的災害時，可能原電信管線系統將會受到影響無法使用，於下水道系統內設置聯絡管線，並利用設置廠外設施與污水處理廠的信息(光纖)系統，除了平時可將其用作污水管理系統的一部分外，還可以在發生地震災害時，利用作為提供某種程度的訊息傳遞。

⑤聯絡管在運營系統中的綜合考量

綜合評估，有效的發揮雨水/污水抽水站、污水處理廠等設施的功能，以充分利用未受災害影響的設施的餘裕量處理能力。

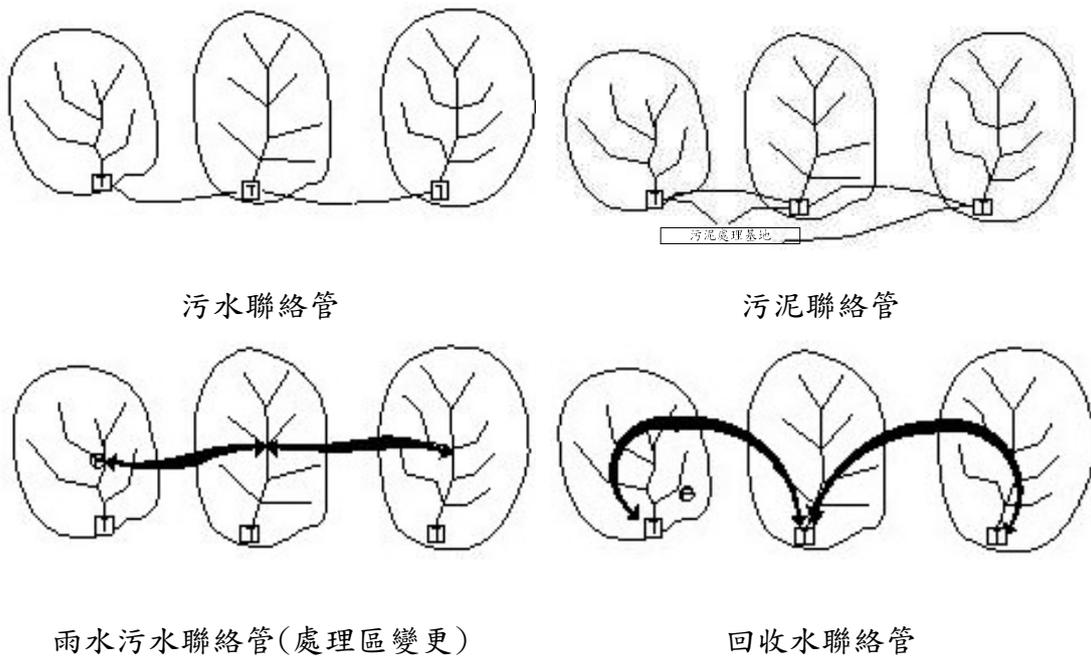


圖 2.14 依不同目的設置聯絡管線概念圖

2.3.3 污水處理廠設施計畫

為了策劃能抵抗地震災害的污水處理廠，應參考歷史災害記錄，在災害發生時，儘可能利用污水處理既有設施和設備能力，負擔其他受損的處理程序。

解說：

污水處理廠的停擺意味著整體污水系統的癱瘓，會降低民眾對污水下水道系統的信賴度，因此提高這些設施的可靠性是非常重要的。依據 1995 年日本兵庫縣南部地震的破壞案例所獲得的經驗教訓，在污水處理廠設計規劃時，應該確保地震時緊急電源/水源、重要設施聯絡管線及設施的餘裕量。

應該根據災害程度，規劃確保各項單元處理功能，同時通過多功能使用每個設施來彌補受災時其他設備的處理功能，有關污水處理設施的靈活操作等，請參考“本章 2.4.2 地震破壞時污水處理廠的因應對策”。

以下為污水處理廠抵抗地震破壞的計畫內容：

1. 一般項目

(1) 配置計畫

- ① 規劃足夠的暫存空間，在災後修復時作為臨時存放、修復及拆除設備零件使用。
- ② 為了使施工機具能夠在災後修復中順利調度，在設備安裝位置中應規劃維修通道，或在每個設施鄰近保留適當空間。
- ③ 各種處理單元設施，在災害發生時仍能保有最低限度處理功能，包括管理中心、沉澱池、加氯消毒池、處理水再循環設施等，都需要特別確保抗震性能。

(2) 管廊設計

- ① 管廊扮演著連接各處理單元設施的角色，但另一方面，其是設施容易產生洩漏或損壞的區域，並且有可能導致整個處理設施功能喪失，因此，管廊應多段設計多個阻水設施，以限制受損區域。
- ② 對於設置或存在於管廊中的設施，也應該檢核其材料及安裝方法等，使漏水可能引起的損壞最小化。

(3) 繞流管線

- ① 考量災害可能影響的範圍或位置，設計繞過原處理設施的繞流管線，並於運作時改變原處理程序。
- ② 消毒處理：從沉澱池抽水連接至加氯消毒池。
- ③ 簡化處理：從沉澱池連接至加氯消毒池(標準活性污泥法)，從沉砂池抽水連接至二沉池(氧化渠法)。
- ④ 關於繞流管線，應考量雙向轉換的功能。

(4) 非污水處理設施於災害時使用

將雨水滯洪池、流量調節池、景觀池設施，於震災時多目標利用，替代污水處理之沉澱池或消毒池使用，以補充災害發生時的處理功能。

(5) 設施預製

對於不能確保抗震性能的既有設施，將來於擴建污水處理廠時，應優

先考量加以補強。

2. 附屬設備

(1) 在地震發生時恢復維生管線系統(供水/供電)的措施

依據設施的位置、修復時間、區域特性等，確認及檢查備用供電和供水之儲存(需求)量，是非常重要的。

① 如表 2.10 所示，以 1995 年在日本兵庫縣南部地震為例，該次震災持續停水約 40 天，在此期間為確保機械設備恢復運轉，使用水循環系統或抽取地下水來因應。

② 電力恢復通常是比較容易的，採用緊急發電機便可快速恢復電力。如表 2.10 所示，1995 年兵庫縣南部地震，只有神戶東灘處理廠的停電達 10 天，在其他污水廠則停不到 1 天。此部分燃料取得須能維持 1 到 2 天餘裕時間，燃料考量應是在緊急情況優先考量，事先與特定供應商簽訂合同，以便他們可以提早備料。

③ 此外，緊急發電機的形式，冷卻水的需求，配件數量，使用燃料的多樣性，也應是考量的重點。

(2) 消毒系統的加氯裝置，須能在地震災害時仍進行消毒處理，藥劑的儲存容量預計約為一週。

(3) 在考量地震破壞時，100%的回收污泥儲存容量。

(4) 污泥處理設施的運轉時間，地震災害時可延長運轉時間。

(5) 污泥處理有消化槽的情況下，地震破壞時，可考量將濃縮-脫水等污泥繞流。

表 2.10 日本部分污水處理廠震災後恢復運轉所需的時間(日本例)

地震名稱	發生日期	自來水	電力	備註
宮城県沖地震	昭和 53 年 6 月 12 日 M7.5	10~11 日	1 日	
日本海中部地震	昭和 58 年 5 月 26 日 M7.7	20 日	5 分	
釧路大地震	平成 5 年 1 月 15 日 M7.8	1 日	1 日	
三陸はるか沖地震	平成 6 年 12 月 28 日 M7.5	5 日	1 日	
兵庫縣南部地震	平成 7 年 1 月 17 日 M7.2	38 日	10 日	神戶多南處理廠
		37 日	5 小時	神戶西部處理廠
新潟縣中越地震	平成 16 年 10 月 23 日 M6.8	2 天~1 個月	1~11 日	山古志村、不包括小千谷市

2.3.4 抽水站設施計畫

規劃一個能夠抵禦地震災害的抽水站，使設備可以在發生地震時恢復系統運作，有效降低災害損失。

解說：

抽水站的功能是將管線設施收集的污水送到污水處理廠，或將雨水送到承受水體。災害造成的停電，會使集污區域的生活污水溢出或雨水溢出引起二次災害。

1995 年兵庫縣南部地震災害，還發生排水管破裂導致放流水逆流淹水的情況。

基於這個原因，在規劃一個耐震的抽水站，以 1995 年兵庫縣南部地震造成的破壞經驗顯示，應確保緊急電源和水源。另外，也必須有效地利用管網、設備及污水處理廠的餘裕。防震抽水站的規劃內容如下：

1. 土木結構

淺埋的排水管線及壓力管線容易受地震破壞，因此設計時對土壤的沉降量、管配件和基礎結構都應有所考量。

2. 建築結構

建築結構受地震破壞多發生於接點、牆體裂縫、配件等，應更進一步加強建築結構連接點的抗震設計。

3. 機械和電氣設備

(1) 確保機械設備恢復運轉，可抽取地下水來因應。

(2) 在緊急情況下，緊急發電機燃料須能支持至系統功用恢復，燃料儲存量需可以維持設備連續運轉，並有 1 到 2 天時間餘裕量，燃料應是在緊急情況優先考量的事，事先與特定供應商簽訂合同，以便他們可以提早備料。另外，標準水量的估算標準如下：

污水泵：以每日平均污水量預估。

雨水泵：以計畫降雨量預估。

考量近年來雨水量的增加，是可以全面運作的數量。

*此處提到的保持量是指儲存量加上可能的供應量。

(3) 緊急發電機的形式、冷卻水的需求、配件數量、使用燃料的多樣性(如瓦斯發電機)，也應該是考量的重點。

2.4 設施震前對策

2.4.1 管線設施的防災計畫

如果管線設施被地震破壞，需保持污水系統的排放功能，防止污水溢出污染自來水的供應。在下雨的情況下須盡快恢復雨水排水設施功能。另外，臨時避難所、疏散計畫也應該提早規劃。災害的恢復應排出優先順序，例如污(積)水的排除應優先處理。

因此，防災計畫需考量以下事項：

1. 災害恢復的優先順序。
2. 維修檢查單、下水道系統台帳、竣工文件等。
3. 震後調查和緊急措施所需的材料準備。

解說：

1. 災害恢復的優先順序

下水道管線廣泛的地區，各管段皆依不同的環境條件埋設，於災害發生時應基於以下幾點，排定搶修復原的優先順序。

- (1) 盡量減少損害。
 - (2) 不要造成嚴重的二次災害。
 - (3) 防災基地的維生設施需完備(如臨時廁所)。
2. 檢查清單、下水道系統台帳、竣工圖等。
請參考本章“2.1.5 設施之管理文件的維護”。
 3. 地震和調查後緊急修復所需之設備材料
請參考本章“2.1.6 確保復原所需設備和材料的安全”。
 4. 其他
為了防止回填土壤的液化，在管線復舊進行回填時應充分的夯實。

2.4.2 地震災害時污水處理廠的因應對策

當污水處理廠因地震而受損時，首先要確保污水排放功能，再根據損壞的程度，儘可能確保處理功能，並且對進流水採取必要措施，在正常情況下迅速恢復功能，因此須考量如何處理以下問題：

1. 確保排放功能。
2. 根據受害程度，確定緊急處理順序標準及確定相對應的臨時措施。
3. 採取必要水肥處理措施。
4. 各設施的相互支援運用。
5. 緊急情況下，藥品的安全管理措施。
6. 從臨時處理到正常處理的恢復程序。
7. 維生系統恢復正常前的臨時措施。

解說：

1. 確保排放功能

如果污水處理廠遭受地震損害，首先確保污水排除功能。若發生停電，應切換到緊急發電或柴油發電機，於考量長時間停電時，必須確保足夠冷卻水及燃料。

如果污水無法排放，可使用雨水泵及移動式泵，由重力流排放並考量防止淹水的對策。圖 2.15 為地震災害中確保污水排放功能的範例。

2. 根據受災害程度，確定緊急處理順序標準及相對應的臨時措施

(1) 污水處理

如圖 2.16 所示，污水處理設施的緊急處理順序標準，取決於損壞的程度，可以設想三個層次，並據以作為防災計畫中設置臨時措施的參考。

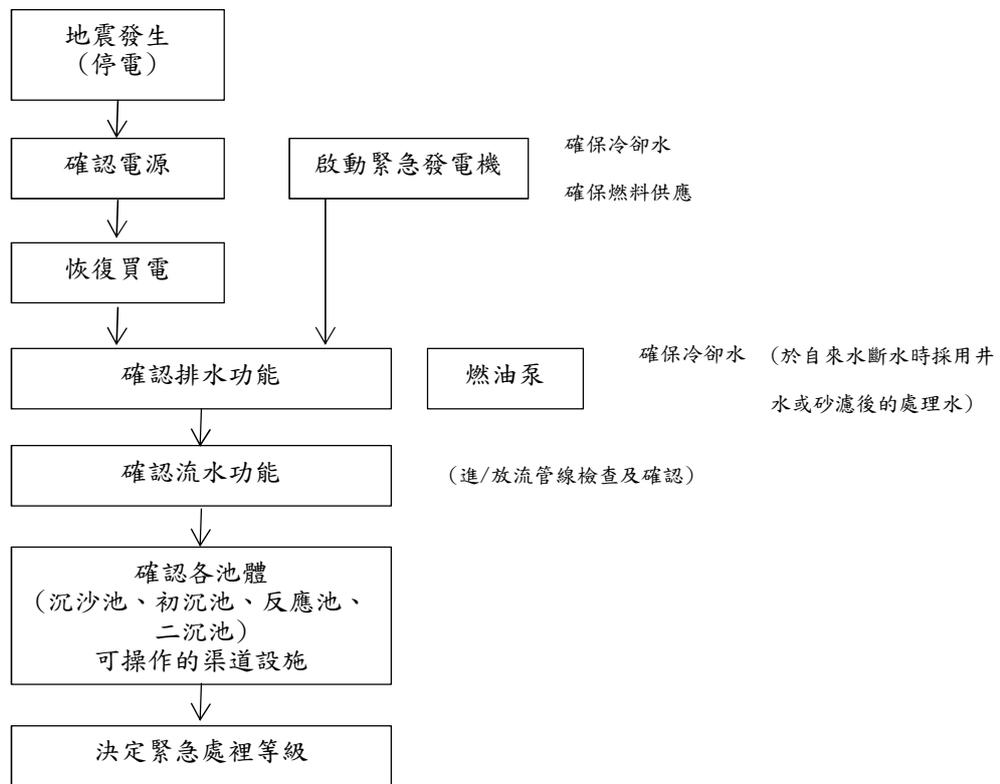


圖 2.15 在地震災害中確保污水排放功能流程(範例)

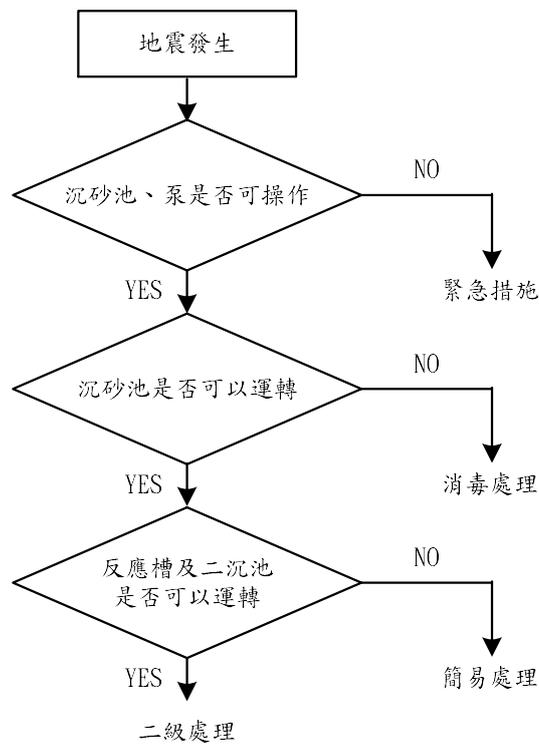


圖 2.16 根據災害等級進行的緊急處理

①消毒處理：

如果主要處理設施和二級處理設施受損，則僅進行消毒處理後放流。在這種情況下，需有沉澱池至消毒池的繞流管線設施。此外，若消毒設施損壞或沉澱池沒有通往消毒池繞流管，必須安裝臨時次氯酸鈉注入設施。至於在水源區採用紫外線消毒者，則平時可貯備氯錠，以備臨時消毒替代。

次氯酸鈉注入率如表 2.11 所示。

表 2.11 次氯酸鈉注入率

污水類型	注入率(mg/L)
進水污水	7~12
初沉池出流水	7~10
二級處理水	2~4

②簡易處理：

如果沉澱處理設備可以進行操作，則進行沉澱處理，然後進行消毒處理及污泥處理。沉澱處理則利用標準活性污泥法作為初沉池，氧化渠法在二沉池，因此，初沉池及二沉池液繞流管線必須設置。為了提高污染物的去除率，有時凝聚劑的添加是必須的。常用的凝聚劑包括硫酸鋁、PAC、陰離子聚合物等。

③二級處理：

依震災狀況，根據水處理設施的損壞情況，有必要考量提高處理能力到一定程度。

在處理能力可以負荷的情況下，可將遭受損壞污水處理單元的進流污水，改由其他處理單元或其他污水處理廠處理。因為進流負荷增加，故相對應的處理能力也可能會增加。依進流污水提高 MLSS 濃度範圍及容許持續時間，都應有所規範及限制。

對此，在標準活性污泥法和氧化渠法中，進流污水 MLSS 濃度將對二沉池出流水的 BOD 濃度(需求為 20mg/L)及固液分離的情況有所影響。在針對水溫及氧氣供應能力極限可能的檢討發現，兩種處理方法中氧氣供應速率都必須提升，在標準活性污泥法中約為正常負荷的兩倍，在氧化渠法中約為正常負荷的 1.6 倍。

<參考>

污水處理廠受災時，實際發生的臨時措施例：1995 年日本兵庫縣南部地震

破壞了東灘污水處理廠，於魚崎抽水站對進流污水作消毒處理(如表 2.12 所示)，並以鄰近運河作臨時沉澱池使用(如表 2.13 所示)，相關作業如圖 2.17 所示。以抽水站作為臨時沉澱池的水位控制，由於其是間歇性的，使得次氯酸鈉也必須以不均勻地注入。處理水的大腸菌群的數量(如表 2.14 所示)，全期都維持在參考值 3,000 個/cm³ 以內，而 COD 和 SS 都維持約 50 mg/L(沉澱法的標準值：SS 150 mg/L 以下)以下。但是，由於消毒過程中，進入臨時沉澱池的水量是間歇性的，故假設其不能充分混合，因此次氯酸鈉的注入速率應該更高，表 2.10 所示應是較合理的做法。

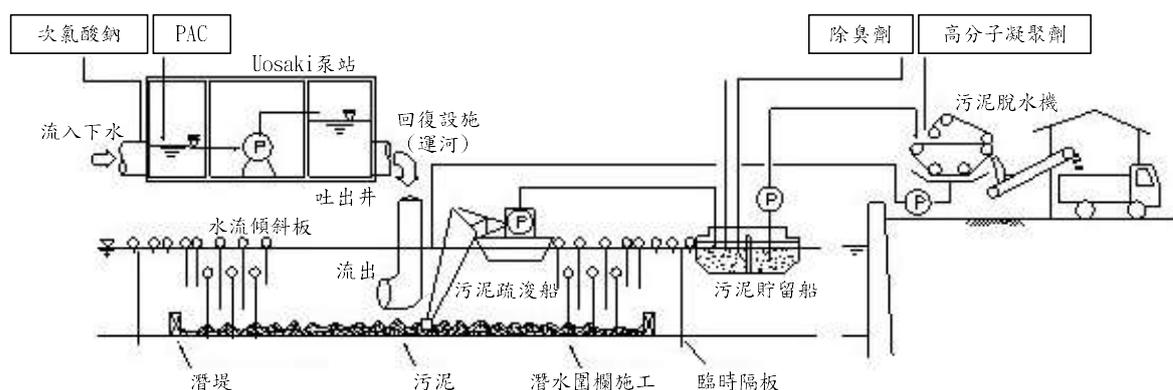


圖 2.17 日本東灘污水處理廠臨時沉澱池及附屬設施示意圖

表 2.12 東灘污水處理廠臨時沉澱池消毒記錄

期間	處理水量(m ³)	消毒劑使用量	有效率(mg/L)
1/17~1/29	1,148,666	Hiclon 182.0kg	0.1
1/30~1/31	175,488	次氯酸鈉 2.35m ³	1.6
2/1~2/28	3,347,904	次氯酸鈉 105.49m ³	3.8
3/1~3/31	4,901,710	次氯酸鈉 202.38m ³	5
4/1~4/29	4,386,018	次氯酸鈉 193.70m ³	5.3
合計	13,959,786	Hiclon 182.0kg 次氯酸鈉 503.92m ³	4.3

表 2.13 凝集劑在沉澱池處理中的添加狀況

凝集劑名稱	處理過的水量(m ³) (註 1)	使用量 (kg)	添加率 (mg/L)
PAC(10%的 Al ₂ O ₃ 溶液)	4,992,576	863,998	173(註 2)

註 1：處理水的量是總沉澱處理期間處理的水量。

註 2：PAC 的添加率是處理水中加入 10%的 Al₂O₃ 溶液的比例。

表 2.14 進流水和處理水的水質

(1) 簡單沉澱處理期間的平均值(1/19 至 3/20)

項目	單位	進流污水	處理水
pH	氫指數	7.1~8.0	7.1~7.9
SS	mg/L	112	50
COD	mg/L	110	50
大腸桿菌	個/cm ³	44,000	850
總氮	mg/L	26	25
總磷	mg L	2.8	1.6

(2) 凝聚沉澱處理期間的平均值(3/21 至 4/29)

項目	單位	進流污水	處理水
pH	氫指數	7.1~8.0	6.6~7.4
SS	mg/L	153	37
COD	mg/L	120	53
大腸桿菌	個/cm ³	140,000	1,200
總氮	mg/L	40	38
總磷	mg/L	3.6	0.8

(3) 整個沉澱處理期間的平均值(1/19 至 4/29)

項目	單位	進流污水	處理水
pH	氫指數	7.0~8.0	6.6~7.9
SS	mg/L	130	45
COD	mg/L	110	52
大腸桿菌	個/cm ³	88,000	1,000
總氮	mg/L	30	29
總磷	mg/L	3.1	1.3

(2) 污泥處理

關於污泥處理設施遭受破壞時應採取的對策，假設損害情況和對策，表 2.15 顯示 1995 年日本兵庫縣南部地震的例子。

在污泥被集中處理的情況下，由於功能停止的影響很大，應在規劃和設計時，考量污泥管線分批清理、臨時儲存、緊急處理等可行的對策。

表 2.15 污泥處理設施的損壞和對策

損壞狀況	對策		日本兵庫縣南部地震案例	備註
災害造成污泥無法處理，或交通狀況造成污泥無法運出	暫時貯存產出之污泥	增加水處理系統中的 MLSS 濃度，貯存在水處理系統中	加古川下游（脫水機損壞） 垂水、玉津（交通影響） 西部、枝川、甲子園浜、鳴尾浜、大野（污泥處理流程恢復）	
		貯存在暫停使用之水處理設施中	武庫川上游、中部（貯存在暫停使用之反應池中）	
		貯存在污泥處理設施中	東部地 2（貯存在濃縮池中）	
		脫水污泥貯存	鈴蘭台、枝川	
脫水機損壞處理功能降低	確保脫水能力	延長脫水時間	加古川下游（彌補一台損壞脫水機之處理量）	
		移動式脫水車處理		限量處理
污泥狀況惡化影響脫水	確保脫水能力	降低操作負荷確保脫水性能	港口島（因大量砂土流入，致離心式脫水機無法操作，採用曝曬法應對）	
因消化槽損壞無法消化	確保污泥處理能力	採用濃縮-脫水方法處理污泥		延長脫水機運轉時間
因焚化爐損壞無法焚化	確保污泥處理能力	採脫水泥餅處置		廠外處理
		廠內存放污泥餅		需有污泥餅貯存設施

3. 採取必要水肥處理措施

由於水肥的性質難以去除色度和氣味，處理廠為了處理接收的水肥，將其投入消化槽中，並設置除渣和除砂設施。若投入水處理系統，除了除渣和除砂設備外，還需具有稀釋調整槽和稀釋水等設施，在水肥量較少與污水混和後已被稀釋的情況下，可允許直接排入人孔。

1995 年日本兵庫縣南部地震，原水肥接收及處理設施是西宮市枝川淨化中心、神戶市港島處理廠、垂水處理廠和西部處理廠。其中，港島處理廠由於交通情況惡化，導致原水肥接收站的水肥須送往臨時設施，藉此有機物質的補充，維持臨時設施活性污泥處理能力。

4. 各設施的相互支援運用

在緊急情況下將景觀池、雨水調節池、滯洪池等作為緊急的沉澱處理設施（簡化處理）。這些設施當作沉澱池使用時，須考量每個設施的流入和流出水量，以便可以設置消毒處理設備，在緊急情況下進行消毒處理並添加凝聚劑。

5. 緊急情況下，藥品的安全管理措施

在污水處理流程中，化學藥品常用於污水處理、污泥處理、水質檢測等。這些化學物質中，有部分種類是不宜與人體接觸的，如果洩漏流出，有可能會對設施本體及鄰近設施造成傷害，此類事件的處理和化學藥品的管理都需要隨時關注。

6. 從臨時處理到正常處理的恢復程序

(1) 標準活性污泥法的情況

標準活性污泥法的水處理設施包括砂濾池/進流抽水站、初級沉澱池、反應池和二沉澱池，根據每個設施正常運作與否的組合，如表 2.16 所示，在此表中列出每種情況下較佳處理的恢復程序。但上述三種緊急污水處理方法的前提是砂濾池/進流抽水站的結構設施是完整，且有機會可以正常運作的。

表 2.16 災害情況下的處理程度和恢復過程說明表(標準活性污泥法)

CASE	損壞情況				處理能力	恢復程序	備註
	沉沙池、 進流站	初沉池	反應槽	二沉池			
A	○	×	×	×	消毒處理	→簡易處理 →二級處理 →二級處理	確保初級沉澱
B	○	×	○	×	消毒處理	→簡易處理 →二級處理 →二級處理	確保初級沉澱
C	○	×	×	○	簡易處理	→二級處理	確保初級繞流 確保二沉繞流
D	○	×	○	○	二級處理		確保初級沉澱
E	○	○	×	×	簡易處理	→二級處理	
F	○	○	○	×	簡易處理	→二級處理	
G	○	○	×	○	簡易處理	→二級處理	
H	○	○	○	○	二級處理		

注)○：可操作，×：無法操作

① 案例A

可以評估比較「初沉池」及「反應池與二級沉池」的恢復程度，若容易修復初沉池或安裝臨時初沉澱池，則應該可以將處理能力提升至簡易處理，並最終恢復到二級處理。另一方面，如果初沉池的繞流管線是可運作的，且「反應池與二沉池」較易修復，則可以恢復到後面描述的CASE D的二級處理。

② 案例B

與案例A一樣，先判斷初沉池和二沉池情況，如果先行修復初沉池，則系統可以恢復至簡單處理。如果先行修復二沉池，則處理系統將可恢復到二級處理。

③ 案例C

在這種情況下，若繞流至二沉池的管線可正常運作，系統已經可以正常簡易處理，於修復初沉池及反應槽後，系統便可以完整恢復至二級處理。

④ 案例D

在這種情況下，因為初沉池沒有減少污染負荷，所以反應槽的負荷會增加，但仍可以將其定位為具有生物處理能力的二級處理。

⑤ 案例E~G

在修復反應槽和二沉池後可以恢復到二級處理。

(2) 氧化渠法的情況

與標準活性污泥法的情況相同，將氧化渠法的水處理設施分為沉砂池/進流抽水站、反應池和二沉池。根據每個設施正常運作與否的組合，如表 2.17 所示，在此表中列出每種情況下的恢復程序。

表 2.17 損壞情況的處理能力和恢復程序說明表(氧化渠法)

CASE	損壞情況			處理能力	恢復程序	備註
	沉砂池、 進流站	反應槽	二沉池			
A	○	×	×	消毒處理	→簡易處理 →二級處理	確保反應槽繞流
B	○	○	×	消毒處理	→二級處理	
C	○	×	○	簡易處理	→二級處理	確保二沉池繞流
D	○	○	○	二級處理		

注)○：可操作，×：不可操作

① 案例A

先行修復二沉池，使系統具備簡易處理能力，再恢復到二級處理。

② 案例B~C

修復反應槽或二沉池，將系統恢復到二級處理。

7. 廠區恢復正常運轉前的臨時措施

電力、給水等維生管線的恢復，緊急發電機運轉時冷卻水和燃料的供應，機器設備用水、地下水或回收水調配供應。同時亦確保供應系統在內的緊急應變程序。

2.4.3 污水處理廠機械及電氣設備的檢查與維護

機械及電氣設施的檢查和維護，為了盡量減少損壞並使修復工作順利進行，須牢記以下幾點，對於有關法律法規規定的設施，應當遵守其規定。

1. 檢查和維護可能導致二次災害的設備。
2. 加強在地震易受損壞的管線設施檢查和維護。
3. 災害恢復優先順序較高的機械設備(如主泵等)之維護和保養。
4. 災害恢復優先順序較高的電器設備之維護和保養。

解說：

1. 檢查和維護可能導致二次災害的設備

(1) 目標設備

- ① 可能引起火災或爆炸的設備：消化氣體貯槽、氣體燃燒裝置、脫硫裝置、鍋爐、焚化設備、燃料儲槽及其管線系統。
- ② 接觸藥劑設備：加氯消毒設備、除臭設備、水質檢測設備。
- ③ 可能導致其他二次災害的設備(淹水/浸水)：進(放)流閘門。
- ④ 燃油動力設備：受變電設施、緊急發電機、電力控制設備。

(2) 維護保養注意事項

① 地震感測器

- A. 為了保持處理功能，建議盡量不要停止各項設施運作，但是有可能於地震時發生二次災害的設備建議停止運作、為了避免人為操作失誤，最好用地震感測器自動停止。
- B. 正常情況對確認地震感測器和控制系統的維護及檢查、甚為重要。
- C. 感震器有可能發生故障，因此在地震發生後一定要重新檢查校正，並重新設定。

- ② 儲存危險品的貯存數量，應分析使用及消耗的頻率，保持最低限度。
- ③ 需要緊急開啟(關閉)點的閘閥，應同時具備電動及手動開/關(必要時應準備攜帶式驅動器)。
- ④ 確實檢查受變電設施、緊急發電機等重要設備的基礎及螺栓固定設施。

2. 加強在地震易受損壞管線設施的檢查和維護

(1) 目標設備

- ① 目標區域(地震時容易受到破壞的區域)在日常檢查時應預測並管制。
- ② 從過往災害經驗來看，管線損壞最常見的是：
 - A. 異質管材接頭及基礎。
 - B. 結構內預埋管線。
 - C. 管架。
- ③ 直立設備的翻倒或掉落。

(2) 維護保養注意事項

管線檢查和維護方面應注意以下事項：

- ① 接頭部分和伸縮接頭部分是否有洩漏，螺栓螺母是否鬆動。
 - ② 管線是否存在裂縫。
 - ③ 管線的支撐和固定狀況。
 - ④ 閘門的運作狀態。
 - ⑤ 地下管部分導致地表沉陷。
3. 災害恢復優先順序較高的機械設備(如主泵等)之維護和保養
- 雖然每個設施的重要性取決於處理廠不同的單元及運轉現況，但這裡是指在地震時，須維持輸排水功能及系統持續運轉的設備(如主泵)。
- (1) 閘門設備
 - ① 確保緊急情況下可以順利開閉操作，定期確認開啟和關閉的運作狀態。
 - ② 平時應做電動和液壓閘門切關的確認，使停電時可切換為手動操作。
 - (2) 攔污柵和除砂設備
 - ① 雨水攔污柵和除砂設備需定期進行安全測試，確認運作情況。
 - ② 檢查刮除、攔除、揚砂設備等自走式設備，以防止設備脫落。
 - (3) 主泵設備
 - ① 定期維護雨水泵並檢查運作狀態，定期開啟備用污水泵執行交互運轉，以便所有泵可以正常運作。
 - ② 一般遠程監控或自動控制的抽水站，須熟悉手動操作以應對緊急情況。
4. 災害恢復優先順序較高的電器設備之維護和保養
- 如同前項，將舉例說明確保重要處理功能的電氣設施。
- (1) 受變電設備
 - ① 備用系統應充分運轉，以便可以隨時進行切換。週期性交互運轉可確認備用系統正常運作。
 - ② 利用部分設施損壞時，作為緊急措施及對策的演練檢討。
 - ③ 定期檢查地震易受損壞的變壓器和其他線路或設備的接點。
 - ④ 檢查確認設備與基礎的螺栓和固定器。
 - ⑤ 平時需確認電保護裝置的安裝位置，並確認其可以正常運作。
 - (2) 緊急發電設備
 - ① 定期確認設備可以正常運作。
 - ② 若停電時間長，應能有足夠的燃料和冷卻水供應。
 - ③ 燃油、冷卻水等管線的檢查和維護。
 - (3) 監控設備

大多數的處理廠都設有中央監控設施，因此須運用以掌握地震時整個處理廠的受變電設備、緊急發電設備和各單元的處理功能，且須定時檢查這些設備的狀態並維持其正常運作。
 - (4) 通信設施

若廠內通信系統癱瘓，需有無線電發收集接收設備等備用通信器具。

2.4.4 抽水站受地震損壞時的對策

需針對抽水站喪失泵送功能時，儘速恢復功能的各項措施。

解說：

1995 年日本兵庫縣南部地震，土木工程及廠區道路外部結構，淺埋設施如放流渠道、建築結構牆壁裂縫、泵及管線等設備損壞。抽水站最常見的損壞是電氣設備、泵設備的損壞，導致泵送功能喪失，在這種情況下，為了及時恢復泵送功能，對於小型抽水站而言可以使用移動式泵維持泵送功能，在合流式抽水站可以使用雨水泵維持污水排除功能，維持泵送功能至少須滿足恢復正常操作前的用水需求。

1. 確保設備的泵送功能

污水中繼抽水站和雨水抽水站在緊急情況下，必須確保泵送功能的最低需求，如表 2.18 及表 2.19。

確保抽水站泵送功能的必要設備是電力設施、進流閘門、攔污柵設備和泵設備，因此，如果這些設施是直接或間接的發生嚴重損壞，就必須立即處理。

2. 恢復正常操作的程序

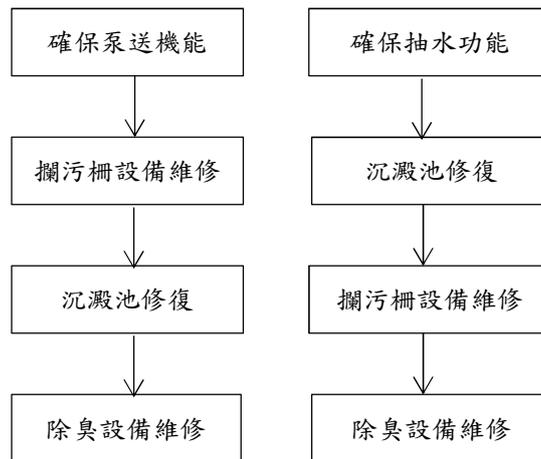
為了維持抽水站的正常功能，除了上述基本的必要設施外，還有攔污柵設備、沉沙池設備和除臭設備。這三個設施的恢復順序，如圖 2.18 所示。另外，為了因應恢復電力、供水等的維生管線，須確保冷卻水和燃料的容量，以便緊急發電機運作。建立一個包括供應系統在內的緊急情況下全面操作方法是十分重要的。

表 2.18 緊急情況下確保泵送功能所需的必要設備(污水中繼泵)

設備		抽水站機能	揚水功能	備註
電氣設備	受變電設備	○	○	
	緊急發電設備	○	○	燃料、冷卻水
進流閘門		○	○	
設備	攔污柵設備	○	○	
	刮集設備	○	-	
	洗滌及脫水設備	○	-	
	貯存設備	○	-	
設備	除砂設備	○	-	
	洗滌設備	○	-	
	貯存設備	○	-	
泵設備		○	-	水位計 軸封、潤滑等 供水裝置

表 2.19 在緊急情況下確保泵送功能的必要設備(雨水排水泵)

設備		抽水站機能	泵送功能	備註
電氣設備	受變電設備	○	○	
	緊急發電設備	○	○	燃料、冷卻水
進流閘門		○	○	
設備	攔污柵設備	○	○	
	乾燥機	○	-	
	洗滌及脫水設備	○	-	
	貯存設備	○	-	
設備	除砂設備	○	-	
	洗滌設備	○	-	
	貯存設備	○	-	
設備	電動機	○	○	
	柴油發電機	○	○	
備註				



(A) 攔污柵設備損壞較小時 (B) 沉澱池損壞較小時

圖 2.18 抽水站恢復運轉的順序圖

2.4.5 抽水站設施的機械及電氣設備的檢查維護

對於抽水站設施的檢查和維護，應依照 2.4.3 進行。通常抽水站的常駐人員數量少，自動操作無人常駐的場站很多。基於這種操作模式，應妥善研議下列事項：

1. 地震災害系統恢復體制的檢討。
2. 地震期間通信系統的維護。
3. 自動控制下的因應對策。

4. 抽水站與其上/下游設施之間的連動控制。
5. 操作維護手冊等檔案建置與管理。
6. 可能引起二次災害如燃料等設施的因應對策。
7. 緊急發電設備的維護。

解說：

1. 地震災害系統恢復體制的檢討

與污水處理廠不同，經調查發現，抽水站在復原人員和材料備品方面，會有短缺情況，因此，除了預先規劃恢復基地外，修復基地的人機料配備也有必要事前備援。

2. 地震期間通信系統的維護

抽水站與恢復基地或污水處理廠通常會有一段距離(污水收集規劃常將恢復基地設於污水處理廠)，而在地震發生時信息傳輸會有延遲和混亂的狀況。基於這個原因，地震發生後在調查和恢復活動中，有必要密切聯繫恢復基地並交換準確的信息。

不僅掌握抽水站，而且還掌握整個災害(包括相關的進流管和放流管)，為了及時並適當做出的決策，維護各種信息傳送系統(警報系統，下水道管理系統)是非常重要的。

3. 自動控制下的因應對策

在中小型抽水站沒有常駐管理負責人，而是使用專用電話線從其他污水處理廠(管理基地)進行遠程管控或監視情況。

因此，這些抽水站的日常檢查和維護就必須落實，同時有必要安排措施和系統，以便在功能停止時及時掌握災害情況。

人孔式抽水站，為及時把握現場狀況，於管線設置時便同步建立監控或管制系統，必要時需要配合建立並維護居民的通信網絡系統。

此外，在人孔式抽水站，掌握管線內的存儲容量，停電時的因應檢討是有必要的。

4. 抽水站與其上/下游設施之間的連動控制

泵送設施有其上游(進流渠道和其他抽水站等)和下游設施(管線，其他抽水站和處理廠)。在採取緊急措施時，若僅考量抽水站情況，無法做整體判斷，因此，應充分了解相關設施的條件，以恢復基地為中心，建置一個系統，以便迅速交換與相關設施有關的信息。

5. 操作維護手冊等檔案建置與管理

為了事故發生時可以及時進行調查和恢復，恢復基地(污水處理廠)有必要建置及保存操作維護手冊等相關檔案，包括下水道系統台帳、竣工文件、設施設備清單等。

6. 可能引起二次災害如燃料等設施的因應對策

因為抽水站與恢復基地或污水處理廠通常會有一段距離，二次災害(如火災)的發生可能無法在第一時間發現，因此，對於防止燃料流出的預防措施(防

溢堤等)必須要確實，適時的燃料補給也是很重要的。

7. 緊急發電設備的維護

日本 1964 年新瀉地震(新瀉市的抽水站)和 1978 年宮城縣海上地震(仙台市的抽水站)的案例中，所有抽水站都斷電，而抽水站內設施的正常運轉取決於緊急發電設備是否能正常操作。在仙台市的例子中，雖然四個抽水站的緊急發電設備可以運行，但是無法同時驅動四個抽水站。

以下列出遭遇震災時可以考量檢討對策的項目，供作參考。

- (1) 基礎、管線補強、防止側滑措施等對策。
- (2) 排氣管系統防震接頭的增設。
- (3) 冷卻水和燃料管線系統補強。
- (4) 冷卻水(自來水)斷水時儲水量及循環利用量的確保。
- (5) 燃料不足時確保上游供應無虞或檢查是否需增加儲存量。
- (6) 啟動裝置(直流電源，壓縮機)的抗震性。
- (7) 操作檢點及定期檢查的實施。
- (8) 緊急設備和材料的現場保管。

此外，如果有許多人孔式抽水站，則需要準備移動式發電機等。

引用文獻

- 1) 「下水道地震対策指針と解説」(社)日本下水道協会(1981年)
- 2) 「下水道地震災害対応の手引き」(社)北海道土木協会(平成17年)
- 3) 「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」(社)日本道路協会(平成14年)
- 4) 「液状化地域ゾーニングマニュアル」国土庁防災局震災対策課(平成10年)
- 5) 「共同溝設計指針」(社)日本道路協会(昭和61年)
- 6) 「港湾施設の技術上の基準・同解説(上・下)」(社)日本港湾協会(平成11年)
- 7) 若松加寿江「詳細な微地形分類による地盤表層の液状化被害可能性の評価」日本建築学会大会学術講演梗概集 B分冊構造 I(1992年)
- 8) 「新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方」下水道地震対策技術検討委員会(平成17年)
- 9) 「大規模地震による下水道被害想定手法及び想定結果の活用方法に関するマニュアル(案)」(財)下水道新技術推進機構(平成18年)
- 10) 「下水道施設計画・設計指針と解説」(社)日本下水道協会(2001年)
- 11) 梅田浩・能勢元昭「阪神・淡路大震災における神戸市東灘処理場の緊急措置について」下水道協会誌, Vol. 32 No. 391(1995年)

第三章 震後基本對策

3.1 概說

3.1.1 震後復原之基本方針

下水道設施的破壞，會嚴重影響地震後整個社會的復原活動及民眾生活的安定等，因此，有必要快速準確地掌握災害情況，並與相關機構協調，以及時復原設施的運作。

解說：

1. 震後復原的重要性

下水道設施是支持民眾生活的重要維生管線之一，如自來水、電力等。除了對民眾的生活產生直接影響(例如在受到災害影響時無法使用廁所)，還可能存在生活空間污水滯留，以及未經處理的污水流出造成公共水域污染，導致傳染病的發生等問題，並有可能造成嚴重的二次災害(例如因排水功能喪失而發生嚴重的淹水損害等)，危及許多民眾的生命財產安全。

在大規模地震，許多房屋受到損壞，因此，許多民眾長時間在避難中心，在這種情況下，存在著越來越多的二次災害和混亂的風險。1995 年日本兵庫縣南部地震和 2004 年日本新潟縣中越地震的發生，造成長時間限制使用廁所，嚴重影響民眾的健康和妨礙社會活動。“日本下水道法”第 14 條規定：「在不可避免的情況下可以限制下水道的使用」，但考量下水道設施是接收系統的維生管線，有必要儘可能避免限制使用。

此外，由於大部分管線設施都埋在道路下方，下水道設施的損壞(例如人孔上浮和路面坍塌而妨礙道路交通等)，可能會妨礙整個社會的復原活動。

另外，當污水處理廠設施損壞並處理功能停止時，可能影響公共水體的各種水利用，也可能影響水環境及生物相等。

2. 震後的基本對策

在發生災害時，有必要快速識別及修復受損區域，以及努力避免損害擴大，防止二次災害等，並迅速復原功能，因此，掌握嚴重損害和聯繫相關機構的初步動作非常重要，並依據預定的緊急應變組織啟動及責任分工，根據重要性、損害程度等進行優先排序及檢查，以確保立即安全。此外，在其自身體制下，無法進行調查和復原的情況下，必要時可請求其他城市提供協助。

「第三章震後基本對策」和「第四章震後之調查及復原」內容包括建立適當的震後對策制度、調查及復原程序和方法、臨時確保下水道的功能、損害影響最小的減災措施、防災計畫中的善後措施。

根據過去的地震災害復原案例，災害的特徵及地震後的反應，對於每次地震都不一定相同。本手冊中的各種調查、判斷及復原方法等，顯示從過去案例到最近案例的基本方針及標準方法，因此，要實施適當的復原及防災措施，必

須採取適合地方政府規模及體制的預先防震措施(參考「第二章震前防災對策」)。

3. 下水道設施的復原

當下水道設施發生損壞時，必須考量餘震、二次災害、災害規模、設施重要性、社會影響，以及與醫院、避難中心等防災中心的聯繫關係，應確保緊急運輸路線和疏散路線，並考量其他維生管線的復原情況，以排定復原順序。此外，為了進行有效的復原，假設發生二次災害和長時間疏散，最好根據情況初步確定評估的優先順序。關於下水道設施部分，宜依以下順序復原：

- (1)處理廠及抽水站等主要設施、重要主幹管等。
- (2)其他主、次幹管。
- (3)分支管網。
- (4)連接管等。

對於處理廠及抽水站，建議依照以下順序進行復原，同時考量設施功能和重要性。此外，當設施被指定為疏散地點時，同樣重要的是優先保護行政大樓空間和衛生設施的安全，以維護避難民眾的身心健康。

- (1)確保緊急用電和水源的安全。
- (2)污水排除(抽水等)。
- (3)污水的沉澱放流(初沉池)，傳染病預防(消毒)。
- (4)污水的二級處理。
- (5)污泥處理。

3.1.2 震後復原的流程

地震後的復原流程，一般分為以下三個階段：

1. 緊急應變階段。
2. 臨時功能確保階段。
3. 功能確保階段。

解說：

根據地震後對應過去的情況，震後階段的復原流程如圖 3.1 所示，各階段的工作概要如表 3.1 及表 3.2 所示。

由於地震後所需的復原對象及標準，將根據地震後的時間序而有所變化，因此根據每個階段進行復原是很重要的。

關於災後復原，基本上其是由國家財政補貼實施項目，因此，有必要考量其程序等情況下進行各項工作。

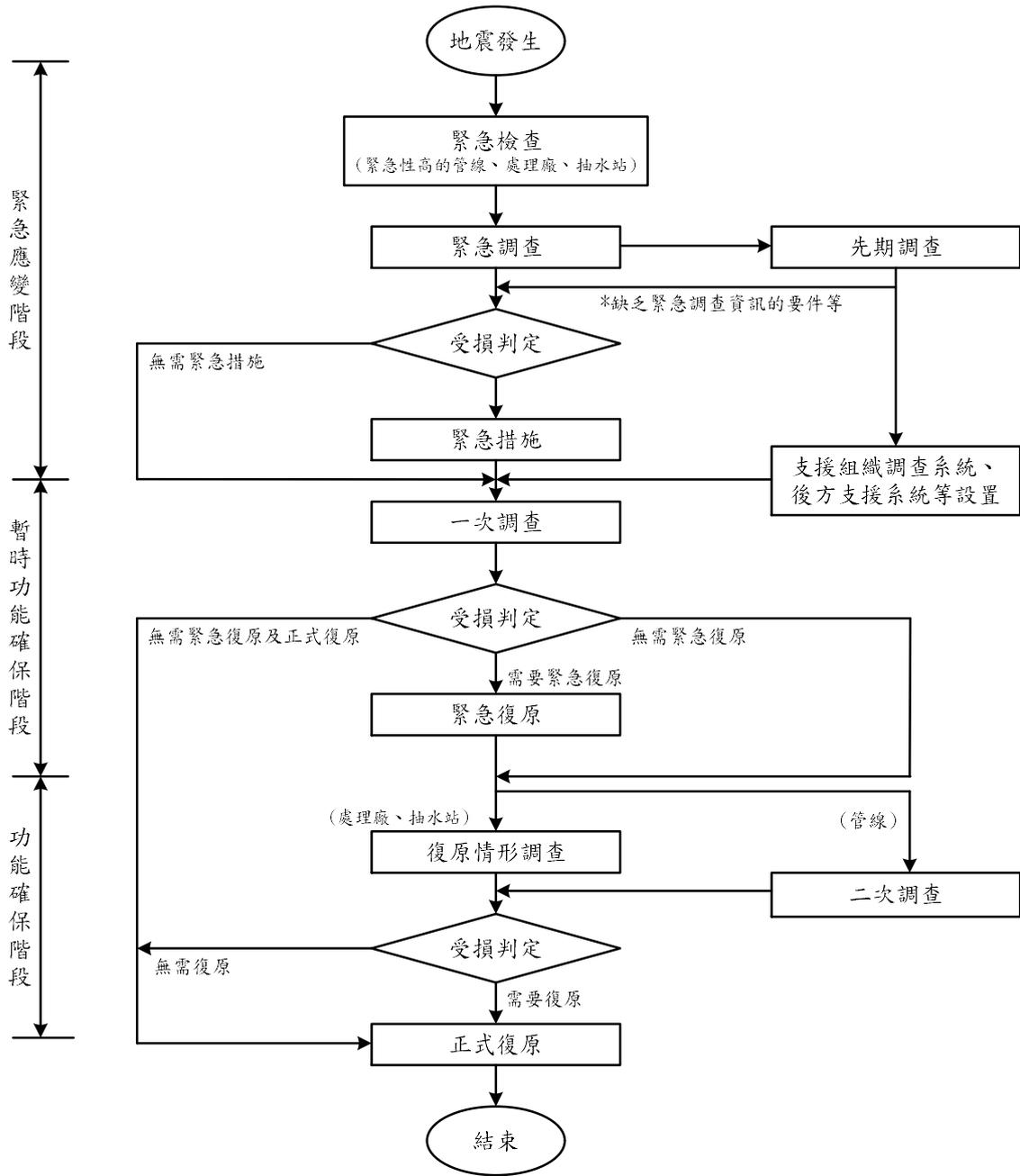


圖 3.1 震後的復原流程

表 3.1 震後調查的內容(例)

調查階段	調查內容	其他對應事項
緊急檢查	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 導致人身傷害的二次災害原因 ◆ 確保緊急調查的安全 可能引起火災或爆炸的設施 (如有毒氣體、燃料流出、漏電等) 處理化學藥品的設備 中央監控設備、閘門等 變電室、發電機、防災設備等 ◆ 基礎設施的損壞狀況對系統造成致命的影響 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 關閉主閥、斷路器 ◆ 停止設備運轉 ◆ 確保緊急通訊 ◆ 災害報告 ◆ 檢查簡易處理等替代功能 ◆ 檢查海嘯、餘震對策
建立對策負責人		<ul style="list-style-type: none"> ◆ 建立總部及前線基地，並通報周知 ◆ 召集副主任、工作人員、事務人員 ◆ 概略掌握所需人員、設備和材料 ◆ 向相關者報告，並請求支援 ◆ 確定調查方針，並通報周知 ◆ 確定調查表單和標準，並通報周知
緊急調查	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 災害現場目視檢查 (原則上檢視外觀) ◆ 掌握及整理損害情況(初步報告) 受影響地區(對周邊設施和交通的影響) 概要(外觀、簡單測量、攝影等) 對系統的影響程度 有無二次災害 (崩塌、洪水、污染等) 投訴、通報等 有害物質流入管線 人孔上浮、液化引起的地面變形等 人孔蓋破損 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 了解下水道規劃、現有設施及設備台帳資料等(類型、功能、性能、人孔編號等) ◆ 確認整備狀態及復原優先順序等資訊(避難場所、緊急設施等) ◆ 確定緊急措施的必要性 ◆ 確定一次調查(初步調查)的必要性 ◆ 災害狀況的報告(初步報告) ◆ 掌握必要的人員和設備 ◆ 支援請求的必要性和支援內容的判斷(對策總部→支援總部) ◆ 要求獲得相互支援協議、報告
先期調查 ※	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 調查內容與緊急調查相同 ※ 支援組織進行先期調查，以在其單位的組織內建立一個系統。如果災害市鎮等的緊急調查不能充分進行，必須進行補充調查 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 同上 ◆ 確定支援對策、組織、聯絡網絡 ◆ 確定調查隊的編成等 ◆ 建立後方的支援組織、編成
緊急措施	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 重大功能障礙、續發性的損害防制措施 ◆ 二次災害的防制措施 路面的落差、沉陷、隆起、凹陷等，蓋及蓋框損壞、污水溢流、危險物流入 氣氣及化學藥品等洩漏、污水的流出等 消化氣體、燃料、絕緣油等洩漏 ◆ 安全的緊急運輸路線等 ◆ 土木及建築結構的影響對策 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 移動式抽水機、繞流安裝 (流下功能備援) ◆ 管理者自訂的規則 (交通、下水道使用等) ◆ 建立安全圍欄、標誌等，事故預防 ◆ 聯繫相關組織及通報等 ◆ 海嘯、餘震對策 ◆ 確定水處理和污泥處理的操作 ◆ 判斷電力設施的可用性 ◆ 判斷現場配電路線的變更 ◆ 確保簡易處理等替代功能

調查階段	調查內容	其他對應事項
	連接部分、伸縮接頭、開口部分、柱、梁等 ◆ 機械和電氣設備的影響對策 構造物的不同下沉、傾斜、轉倒等 配管洩漏、氣體洩漏 斷路器和開關的操作、備用電源故障	
一次調查 (初步調查)	◆ 掌握和整理每個設施的損壞情況 ◆ 變位、變形、異常等測量(原則上，在人孔管線內) 管線和人孔內的結構、功能損壞(土砂堆積、積水、破損、突出、龜裂等) 人孔上浮、高差和間隙等 構造物龜裂、破損等	◆ 調查作業和專業團隊的安排(民間等) ◆ 確定二次調查(細部調查)的必要性 ◆ 確定二次調查(細部調查)政策、系統、評估標準 ◆ 確定緊急復原、功能復原的必要性 ◆ 確定緊急復原策略、功能復原策略和方法 ◆ 掌握緊急應變系統(民間組織等) ◆ 確定災害評估數據，並作成對應政策 ◆ 評估方法的調整(財政部等)並通報周知
緊急復原	◆ 詳細了解和整理每個設施的損壞情況	◆ 確保緊急設施的臨時功能 ◆ 緊急應變系統的安排(民間組織等) ◆ 緊急復原工作的說明、監督等 ◆ 施工記錄、相關文件的編訂
二次調查 (細部調查)	◆ 管線設施的損壞測量(電視攝像機調查等) 鬆弛、蛇行、反向漸變 龜裂、裂縫、變形、接頭位移等條件和程度 人孔接頭、管線(突出、錯開)、管身的裂縫等	◆ 判斷功能復原必要的地方(管線、人孔) ◆ 選擇功能復原方法(管線、人孔) ◆ 確定災害評估數據，並作成對應政策(管線、人孔)
災害評估 資料		◆ 調查、緊急措施、緊急復原結果的摘要 ◆ 關係文件準備、申請程序 ◆ 各種支援結果摘要、報告 ※災害評估約 6 週(並行工作)
正式復原		◆ 確認功能恢復(完工認定) ※處理設施功能恢復約 6 週

表 3.2 震後復原各階段及其內容

各階段	內容
緊急應變階段	<p>在「緊急應變階段」進行「緊急調查」，以便在儘可能的短時間內掌握設施的損壞情況，並獲取判斷向其他城市提供支援請求所需的損害程度等資訊。除了可能導致人身傷害的二次災害外，還要適當判斷重大功能障礙的危險，並在必要時執行「緊急措施」。</p> <p>對於處理廠、抽水站及重要幹線等，在進行緊急調查以防止導致人員傷害的二次災害之前，確保緊急調查的安全性，以及確保生命救援等緊急活動所需的運輸路線，並且「緊急檢查」確保廁所可以使用。</p> <p>此外，收到援助請求的組織，在臨時功能保障階段需要掌握所需的系統和必要的調查及復原設備數量。另外，為了僅透過緊急調查收集不充分的資訊，則進行「先期調查」。</p>
臨時功能確保階段	<p>在「臨時功能確保階段」，為了掌握整個設施的損壞情況，需要擴大調查範圍，並進行「一次調查(初步調查)」以調查損害程度、二次災害的危險性、設施復原的緊迫性、設施的用途等，並根據設施重要性、功能復原建設期等，判斷緊急復原和功能復原，以及二次調查的必要性。</p> <p>在需要緊急復原的時候，設置緊急復原的優先順序和復原標準，並用適當的施工方法進行「緊急復原」。</p>
功能確保階段	<p>在「功能確保階段」，對需要復原的設施進行「二次調查」等詳細調查，考量設施的重要性、災害的位置和程度、復原的難度、設施的未來計畫等，除了確定復原標準外，並考量區域未來計畫及重建計畫進行「正式復原」。</p>

1. 緊急應變階段

在緊急應變階段，於人數有限的短時間內，以重要災害地點為中心的行政機構進行受害情況概要的調查，並獲取資訊以決定後續調查及復原政策，因此，本階段應採取以下措施，另當發現有可能導致二次災害的地方或可能造成人員受傷的情形，應立即採取安全措施。

(1) 緊急檢查

由於許多可能引發嚴重二次災害的設備都位於處理廠和抽水站內，地震發生後，首先採取完全關閉主閥及停止設備運轉等措施，以防止燃料、化學藥品、有毒氣體等流出。

此外，在人命救援及緊急社會活動相關的運輸道路等防災活動，所需道路中埋設的管線，以及避難中心等防災中心接收污水的管線，由於上述管線損壞可能會增加人身傷害，需確認有無人孔上浮及道路坍塌導致道路交通重大障礙。

緊急檢查還有確保緊急調查安全之目的，是進行平穩損害調查的重要的任務。為了加快緊急檢查，根據初步損害估算等，確定損害調查地點的優先順序等對策，也很有效。

(2) 緊急調查

對於緊急調查，重要的是掌握損壞的完整性及嚴重性。在這個階段，雖然不能調動足夠的工作人員，且攜帶式設備等可能不夠，但重點放在速度而不是準確性上，確認設施的損壞情況，而不是被小損壞抓住。

在過去地震的損害調查情況下，首先透過汽車、步行等，將其分成約 2 至 3 人的小組，以調查有關設施概略的損壞情況，當損壞是顯著的，汽車是不可能通過的，並且有必要徒步調查，或在某些情況下，不可能進行現場調查，而是將其定義為一個未經調查的部分。

當第一階段發現緊急調查的結果時，進行組織和分析損害資訊，該結果基於進行後續調查的政策，在判斷系統優先領域等方面發揮重要作用。

(3) 先期調查

根據緊急檢查和緊急調查的結果，收到援助請求的組織將進行先期調查，以便為一次調查(初步調查)和二次調查(細部調查)建立必要的成果。另外，如果緊急調查的資訊不充分，需重新進行同樣的調查，受影響的地方政府，需儘可能地與之前的調查單位合作。

(4) 緊急措施

如果透過緊急調查和先期調查發現重大損害，對於導致人身傷害的二次災害及主要功能障礙的風險，應根據情況採取適當的緊急措施。

一般而言，現階段通常不可能及時實施足夠的緊急復原工作，因此，緊急措施將集中在不用施工的設施管理措施上，在某些情況下，緊急施工工作與緊急調查同時進行，但這是有利於緊急復原。

2. 臨時功能確保階段

從過去地震的復原情況來看，在必要時進行緊急調查及緊急措施後，一般而言，擴大調查範圍進行更詳細的損害調查，並同時進行緊急復原工作，以防止二次災害。根據地區特徵及地震發生的時間，由於調查期及天氣因素，有可能無法確保足夠的調查及復原期，因此，必須與支援組織及相關機構進行適當的協商和協調，並且作出適當的回應。

(1) 一次調查(初步調查)

進行一次調查(初步調查)以掌握整體損害情況，並實施緊急復原及確定復原政策。在這種情況下，有必要將調查的重點從整體轉移到細節，從大綱轉移到詳細調查。

在一次調查(初步調查)階段，可能會發現在緊急調查中被忽視的嚴重損害，但在這種情況下，將採取緊急措施。

關於一次調查(初步調查)的重點，列出以下項目：

- ① 在緊急調查中被忽視，或調查無法調查的部分，是否存在嚴重損壞(特別是在初期階段)。
- ② 如何保護緊急功能的方法。
- ③ 在復原之前損壞是否已經擴大。

④ 是否有可能由於上述③而導致的主要災害或設施損壞，可能對受影響地區產生重大影響。

⑤ 如何進行二次調查和功能復原。

其中，①與緊急調查基本相同，在緊急調查階段，只有在可以確認是否存在嚴重損害的程度上，在一次調查(初步調查)中，其不同之處在於，可以在某種程度上調查，認為不可能嚴重影響功能，但是否存在影響道路和周圍設施的風險。對於②、③和④，都是調查以確定緊急復原的必要性和決定緊急復原方法。另外，⑤是決定實施更詳細的調查和正式復原政策的調查。

(2) 緊急復原

在緊急復原的對應政策中，根據損害的發生狀況和發生時間，有所謂的「臨時建築工程」和「永久建築工程」，前者(緊急臨時工作)是災害評估前要做的臨時建築工程，主要是為了防止損壞擴大，直至復原。後者(緊急主體建築)是指在災害評估之前的緊急復原階段進行這項修復工作，並執行上述判斷③和④之一。

3. 功能確保階段

此一階段是臨時功能透過緊急復原得到保障的時期，是重新開始復原震後混亂的全面生活和社會活動，並進行必要的調查以實現此一復原，與此同時，這是實現這種復甦的階段。

(1) 二次調查

在二次調查中，判斷是否要進行正式復原，確認該復原工作的施工方法和數量，並獲得準備災害評估材料所需的資訊。二次調查的重點如下：

① 構造物的類型和重要性。

② 損害程度和形式。

③ 可能限制施工的條件。

(2) 正式復原

雖然正式復原是基於恢復至原始形狀復原，但是需要適當地判斷設施所需的功能和標準，並考量設施的未來規劃和重建計畫。

此外，正式復原還需要道路修復和其他災害協調，特別是牽涉補償工作時也需要注意，因為其會影響施工進度。

4. 災害復原作業的流程

以日本為例，下水道設施的災害復原基本上受「公共土木設施災害復原事業費國庫負擔法」的限制，許多是作為政府補助實施項目。

對於公共土木工程災害復原作業，從災害發生到復原，可依照以下程序進行工作：

(1) 災害鑑定與報告。

(2) 確定災害復原項目費用、災害評估。

(3) 申請災害復原經費。

- (4) 營運恢復正常。
- (5) 完成復原工程。

上述事項的詳細流程，如圖 3.2 所示。

下水道設施因地震而受損，假設採用上述災害復原項目的情況下，最好先進行緊急調查等，以準備國庫補助申請所需的文件、照片等。

在 1995 年日本兵庫縣南部地震，根據案例進行一些評估的簡化，但是完成評估花了大約一年的時間。另外，2004 年日本新潟縣中越地震，考量積雪覆蓋時間等，管線設施的一次調查(初步調查)、二次調查(細部調查)及評估標準則被簡化，調查大約 3 個月內完成。同樣在日本北海道東北町十勝沖地震，災害評估調查在該年內約 3 個月內完成，但是災害情況、災害時間等，因發生時期和調查政策、內容不同，因此需要特別注意。

3.1.3 災害評估作業程序

在災後恢復項目中，災害評估事務需要大量的人力，因此，即使在中斷和混亂的情況下，必須建立一個便於行政處理的程序。

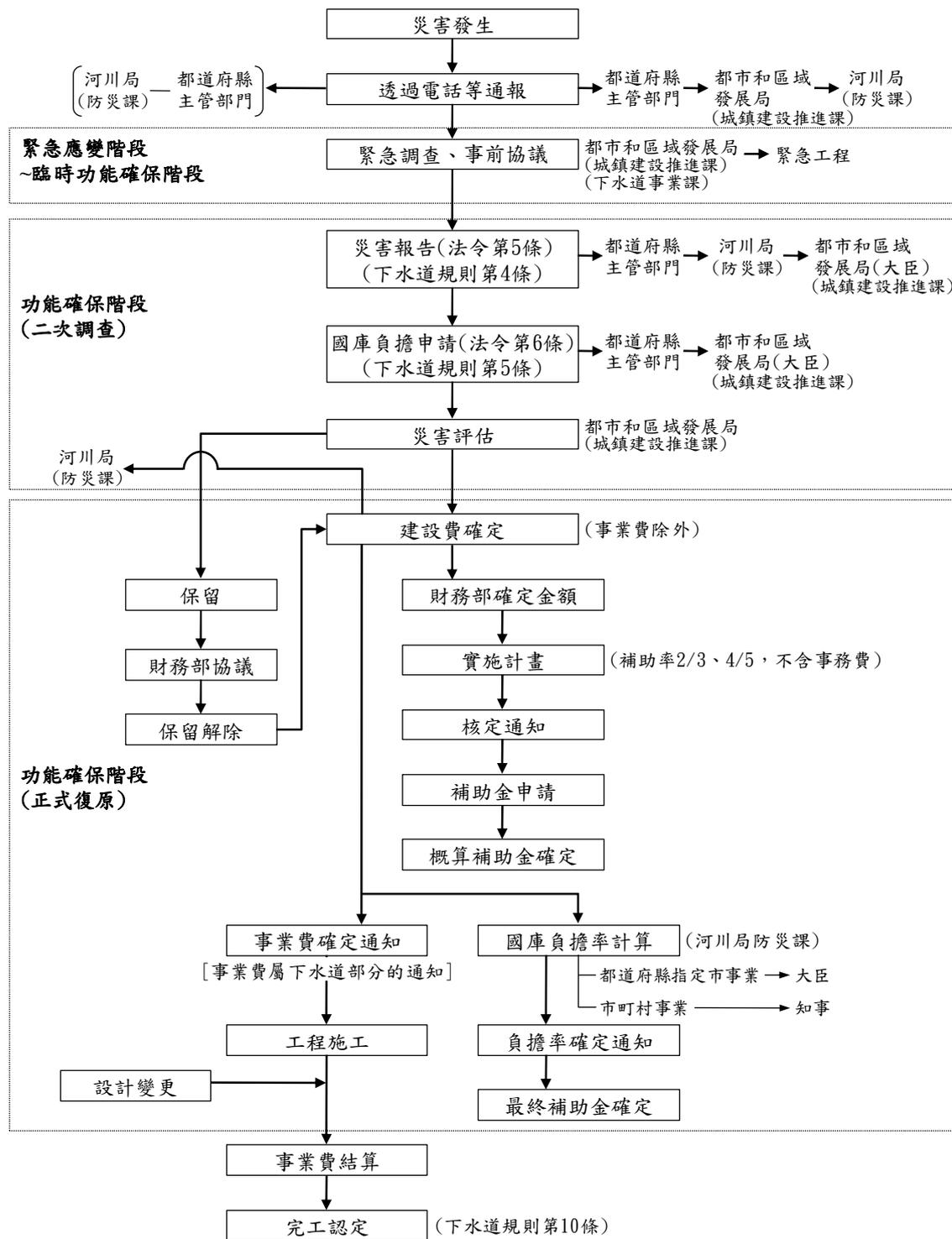
解說：

除了確保民眾的安全外，災害城市還需要掌握損害情況，並在一段有限的時間內完成災害評估報告等文件，這需要大量的人力。在發生大規模災害的情況下，災害城市本身無法建立應變和通訊系統，因此，需要一個多面向的外部支援系統，其作用變得重要。

目前無法目視檢查的小口徑管線和人們不能進入的污水幹線等一次調查(初步調查)，在二次調查(細部調查)中，雖然電視攝像機調查是前提，1995 年日本兵庫縣南部地震，在難以確保調查機器(電視攝像機)安全的同時，需要花時間去除道路上的各種障礙物，並清除流入管內的液狀沉積物，調查期會延長，考量這種情況，為了有效地進行災害評估作業，需注意以下幾點並靈活應用：

1. 根據文件準備的優先順序和目標設施狀況逐步調查。
2. 有經驗的技術人員的安排，可以根據施工的緊急程度、現場的情況等給予指示。
3. 與其他城市等合作建立支援系統。
4. 基於一般行政的共同協議，相互理解「下水道事業災害時支援規則」。
5. 建立聯絡委員會，由發包者、製造商、顧問公司、承包商參與。
6. 電視攝影機調查的必要部分，提前排除障礙物。
7. 作業文件格式等的標準化。

災害評估主要程序，如圖 3.3 所示。另外，請參考「第四章震後之調查及復原」，了解災害評估所需文件的準備程序。



註：本圖中的立法是日本的「公共土木設施災害復原事業費國庫負擔法」。

圖 3.2 下水道設施災害復原流程(日本例)

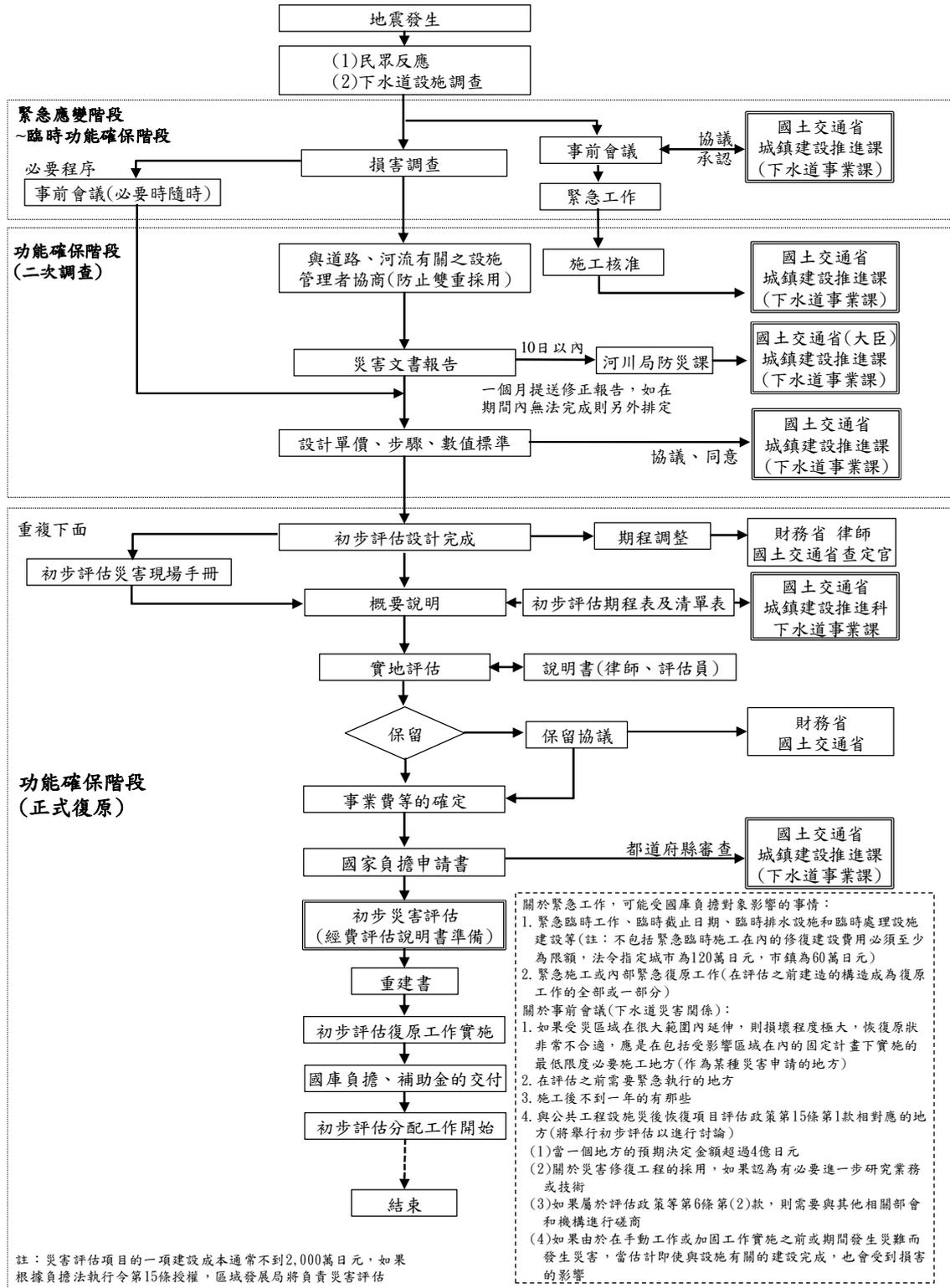


圖 3.3 災害評估程序(日本例)

3.1.4 相關機構間的協調

為順利推動震後應對措施和復原工作，必須與災害對策總部及其他維生管線管理單位等相關機構，充分討論和協調。

解說：

災害發生後，或存在發生災害風險的情況，在日本係根據「災害對策基本法」，由地方政府設立災害對策總部。此外，在震度為6以上的地震時，預計會對下水道設施造成損害，下水道對策總部就設在災害的縣市鎮。

關於地震後的災害調查，各種對策、復原工作、內容、時間、實施方法等，下水道對策總部需與災害對策總部及其他維生管線管理單位等相關機構，充分討論，必要時進行調整俾能順利復原，特別是與河川管理單位的協調，由於會排放臨時處理過的水，污水滯留、人孔溢流及其他健康問題和環境負擔增大等，將直接導致生物相問題。此外，因為下水道使用限制期間也會影響臨時廁所的庫存量等的減災，需要加以注意。

在與相關機構的溝通調整中，與初始決策相關的事項尤為重要，在初期協調階段很容易完成的事項，在有些情況下，由於沒有進行協調，需要花費大量時間進行調整。

在制定總流量計畫和基本計畫時，應進行地震災害的風險評估，最好根據地震前的預測，儘可能與相關機構進行溝通。

3.1.5 減災對策

根據下水道減災對策計畫，注意以下項目，儘量減少地震的損害。

1. 復原迅速化。
2. 災後體制的建立。
3. 下水道使用限制。
4. 水肥對策。
5. 資訊聯絡和及宣導。

解說：

如果在尚未完成防災目標措施的情況下發生災害，則根據初步的下水道減災對策計畫，實施減災對策作為臨時對應措施。

減災對策是必要的第二個改善措施，以便在發生災害時儘快確保必要的排水功能、處理功能和廁所功能。它基本上是基于對現有設施、設備和替代設施等的臨時利用。此外，在民眾的充分了解下，由於政府單位和民間組織必須合作，並努力預防災害，在發生災害時，有必要準確地傳達有關下水道功能復原狀態的資訊。

1. 復原迅速化

當下水道設施受損時，考量餘震、二次災害、災害規模，與醫院和避難中心等防災場所聯繫，確保緊急運輸路線和疏散路線，並考量其他維生管線的復

原情況等，快速復原以達到及時改善功能恢復。

此外，假設發生二次災害和長時間撤離，必須確保有足夠的系統、設備和材料，能有效地確保調查和復原工作的進行。

有關具體措施的詳細說明，請參考本章「3.1.6 復原迅速化」。

2. 災後體制的建立

災害評估和復原工作假設必要的人力和時間，有必要建立一個事先制定的組織架構、責任分工等計畫的震後制度，在發生大規模災害的情況下，透過多面向的外部支援系統處理地震後的對策非常重要。另外，關於調查、復原的判斷，根據既定的指揮命令系統也很重要。

有關具體措施的詳細說明，請參考本章「3.1.7 災後體制」。

3. 下水道使用限制(請參考本章「3.2 下水道使用受限之因應」)

當下水道設施因地震而受損，下水道設施的污水處理功能停止或處理廠的處理功能下降，預計復原工作可能長期化的地方，則要考量限制下水道設施的使用。但是，由於限制使用下水道對民眾的生活會有很大的影響，有必要通知民眾，並在民眾了解的情況下實施。

4. 水肥對策(請參考本章「3.3 災害時的水肥對策」)

在發生災害時，從維持民眾生活水準的角度出發，採取能夠做到的對策儘可能避免限制使用沖水馬桶。但在使用沖水馬桶之前，需要考量替代措施。

5. 資訊聯絡和及宣導(請參考本章「3.4 資訊聯絡方法及宣導」)

為了順利展開地震災害復原，在組織內傳達工作目標很重要，例如準確的資訊傳輸。此外，為了發現新的損害和破壞擴大等，從民眾處收集資訊是有效的。

3.1.6 復原迅速化

注意以下事項，以加快恢復速度：

1. 支援系統的建立。
2. 儘早制定復原政策。
3. 自來水、排水設備的復原。

解說：

為了加快地震後的復原，事先充分宣導震前防災對策，同時實施地震災害訓練也很重要。此外，統一和簡化報告的格式，設施台帳 GIS 等地圖資訊等，開發可用於有效復原的工具，以及與民眾一起使用也很重要。

1. 支援系統的建立

平穩的初步反應對於快速復原很重要。此外，災害評估及復原工作需要大量的人力和時間，在發生大規模災害時需要多面向支援系統，因此，構建支援系統是很重要的。

有關復原制度，請參考本章「3.1.7 災後體制」。

2. 儘早制定復原政策

根據適當獲得的檢查和調查資訊，準確地掌握損壞情況和復原所需的大致時間，並需要在初期階段制定短期和長期復原政策。

對於每個要恢復的設施和設備，考量損壞發生的時間和其他災害復原工作的情况等，確定是否制定緊急措施或永久措施的政策，並設定復原工作的目標時間表。

3. 自來水、排水設備的復原

自來水供水設施與下水道排水設施在功能上是相關的，並且在恢復時，以自來水設施和排水設施能同時復原為目標。

由於地震發生時斷電、斷水等造成的二次災害，為了利用儲存的燃料和水來維持必要的功能，有必要準確地掌握恢復輸電和送水的時間。

3.1.7 災後體制

為採取能夠快速反應地震後損壞的系統，應注意事項如下：

1. 人員責任分工明確化。
2. 指示、命令、資訊收集系統之整合化。
3. 多面向支援之應對。
4. 配置熟練的技術人員。
5. 現場人員的支援。
6. 其他地方政府或民間組織之支援及協助。
7. 專家、地震經歷者之意見吸收。
8. 人員之健康管理、職場之安全衛生管理。

解說：

地震發生後，與平時工作不同的業務，必須在完全改變的環境中及時做好每天的工作，因此，第二章「2.1.2 地震災害組織架構」所示的組織及指揮命令系統，要快速能啟動，必須建立災後體制，而且在大規模災害的情況下，考量多面向支援系統下，做出因應的可能性。此外，當災後體制一旦建立不足時，根據情況加強結構是很重要的。

採取災後體制時應注意的要點如下：

1. 人員責任分工明確化

災害影響的地方政府，尚必須為下水道和民眾支援以外的復原工作分配大量人員。

在這種限制下，為了使災後體制能發揮作用並及時進行調查和復原工作，不僅所有工作人員都應熟悉災後體制，並透過分工規則和區域防災計畫保持一致，來明確釐清責任分工。

此外，負責災害現場的組織和人員，必須常駐可聯絡的場所。在地震發生後的混亂期，一旦進入現場，將無法返回辦公室，這可能會干擾與上級機關、相關機構等的溝通，所以要注意。

表 3.3 顯示 1995 年日本兵庫縣南部地震發生後神戶市的震後組織架構表，

提供作為參考。

表 3.3 日本神戶市地震發生後的震後組織架構表(參考)

班	業務	人員
資訊聯絡班	神戶市全市和下水道辦公室間的聯絡協調	26 名
支援班	避難中心、縣市政府等支援	26 名
排水設備對策班	排水設備的破損和堵塞的通報、處理及修繕的聯絡協調	13 名
管線設施對策班	管線設施的損壞狀況的掌握，通報的處理，實施緊急復原工作	108 名
處理設施對策班	處理廠和抽水站設施損壞狀況的掌握，實施緊急復原工作	30 名
管理辦公室	處理廠和抽水站的運轉管理，損壞狀況調查，緊急復原	244 名
合計		447 名

2. 指示、命令、資訊收集系統之整合化

在地震後之混亂期間，從不同單位發出的指令和命令，將妨礙現場之調查及復原工作效率，並使收集的重要資訊及必須的佈署無法傳達、對應之延遲或沒有順利進行等狀況，因此，重要的是組織明確化和責任分工，以及指示及命令從組織的負責人開始，即整合化的傳達至現場。

此外，如有必要，建立專門的單位來進行調查和復原工作，包括災害報告書、現場調查、緊急復原之設計、估價等之整合。根據以往的案例，這是個有效的方法。

3. 多面向支援之應對

多面向支援系統的應對，是在 1995 年日本兵庫縣南部地震後所編列的規則，並於 1996 年做成「日本下水道事業之災害時援助規則」(以下簡稱“日本全國規則”)，決定在全國 6 個區塊中執行，基於區域系統等創建之各區塊規則等之實施。另外，由 2004 年日本新潟縣中越地震產生日本全國規則之課題重新整理，2006 年重新修訂日本全國規則。修訂後的日本全國規則，是基於原全國規則區塊內之支援系統等，另外如果難以在區塊內作出應對，則請求大城市或災區以外區塊之支援，使下水道的支援活動在全國範圍內得以順利進行。

4. 配置熟練的技術人員

為有效地進行調查和復原工作，有必要在適當的位置佈署熟練的技術人員到現場，以便根據工作場所的條件適當地發布指令。如果難以在災害組織內佈署，則必須與其他地方政府或民間組織合作。

5. 現場人員的支援

在現場的第一線人員，負責調查和復原工作的人數常常有不足的問題，因此，根據工作所需，確保從其他單位調動人員支援。

6. 其他地方政府或民間組織之支援及協助

如果中小城市等的下水道人員不足，使得無法確保足夠的調查及復原工作，評估事務就會受到限制，其他地方政府和民間組織之支援與合作，對於順利實施調查和復原工作是有幫助的。(參考「第二章震前防災對策」)。

調查等方案決定、方法選擇、判定、記錄及向總部報告等之判斷及應對，如下水道組織及民間組織等，包括現場之權限及授權等規則之系統應事前訂定。另外，緊急復舊所需的設備和材料、人員等，適度的與建築機械製造商、材料製造商、承包商、顧問公司及清潔公司等民間機構建立合作關係。在損害普遍的情況下，由於許多承包商將從事復原工程施工，因此有必要建立聯絡委員會，包括發包者、製造商、顧問公司、承包商、清潔公司等，作為共同的現場協調組織。

7. 專家、地震經歷者之意見吸收

依據經歷地震者的經驗判斷，對於決定復原綱要非常有助益。此外，專家在判斷災害情況和選擇復原工法方面，發揮作用也非常重要，因此，應該考量將這些專家和有經驗者的意見，適度考量納入復原和判斷方法。

另一方面，為了在未來的抗震措施中利用災害之經驗，政府和土木相關學會等研究機構，也必須接受此相關經驗。

8. 人員之健康管理、職業安全衛生管理

如果災害恢復為長期的狀況，除了災害民眾之外，參與調查和復原工作的人員健康管理和安全管理也很重要。特別是在大規模災害的情況下，通常是極端長時間的工作，常有假日出勤之情況，即使是緊急時刻，也需要能夠應對長期困難任務的工作，如輪班制度等。此外，要考量自身也為災害戶，以及擔任重責人員之心理健康，並不斷保持人員的士氣也很重要。

3.2 下水道使用受限之因應

3.2.1 實施限制使用下水道

如果下水道設施被地震破壞，下水道設施的污水處理功能停止或處理設施的處理功能下降，預計恢復工作為長期時，需考量限制下水道設施的使用。

解說：

在日本對於使用下水道的限制是根據「日本下水道法」第 14 條，但考量下水道系統是接收系統的維生管線，有必要儘可能避免限制使用。如果限制使用下水道是不可避免的，則應依照以下步驟執行：

1. 與自來水管理單位合作，呼籲民眾節約用水。
2. 當沒有出現效果且出現衛生問題時，應限制使用沖水馬桶。
3. 如果嚴重影響水體的水質污染，應由自來水單位調整後實施供水限制。

即使限制使用沖水馬桶，也必須考量處理廠所有雜排水(烹調、洗滌、洗澡)的流入。

無論如何，由於限制下水道的使用，會對民眾的生活產生很大的影響，因此，

必須事先告知，以利民眾瞭解後始得實施。

3.2.2 下水道使用限制的對應

對使用下水道限制的對應，應事先考量事項如下：

1. 實施的條件。
2. 宣導活動。
3. 雜排水措施。
4. 水肥對策。

解說：

1. 實施的條件

當污水排除功能停止和處理功能停止或減少時，可以進行下水道的使用限制。當污水排除功能停止時，該區域的污水停滯或溢出時，恐會造成衛生問題，如果處理功能停止或下降，將發生對該地區水源使用的影響等，因此，考量這些影響的程度或地形條件等容易滯留的程度，在遭受災害的下水道設施有無替代措施，以及考量處理後之排水目的地等區域特徵，作為考量實施下水道使用限制的條件。

當自來水、天然氣恢復時，對下水道的使用之需求也增加，因此，在限制下水道的使用時，必須精確地掌握其他維生管線的恢復情況。

2. 宣導活動

考量放流區域的特性，當流域的水質污染成為問題時，有必要事先公開告知民眾有可能需節約用水、沖水馬桶之限制及自來水的限制等。此外，公佈不能使用廁所區域及恢復情況，可有效防止民眾陷入過度恐慌。

具體措施請參考本章「3.4 資訊聯絡方法及宣導」。

3. 雜排水措施

(1) 處理廠和揚水站雜排水流入的對策

在短期難以恢復排污功能的情況下，作為臨時措施，以及必須將其排放到公共水體的情況下，可將以下內容視為對該水體水污染的對策。

① 利用雨水滯洪池等設施，確保沉澱處理功能和消毒處理功能

透過雨水滯洪池、流量調節池等，當做沉澱池或加氯混合池使用，或適時安裝臨時沉降池，暫時確保臨時沉澱處理功能和消毒處理功能。為此，設置繞流之配管、水路臨時阻水、管線遷移及臨時水道等，為有其必要。

② 利用雨水揚水站排除污水

在合流制區域內，由於各處理廠及揚水站之雨水抽水機與污水抽水機皆一起設置，透過臨時使用雨水抽水機確保污水排除功能。另外，有必要設置雨水抽水機及污水抽水機可相互利用之連通管，以及於連通管間設置臨時消毒處理設施。

③ 移動式抽水機排除污水

對於小型處理廠和揚水站，可使用移動式抽水機排除污水。其應用應考量地震後的流入水量，設置對應之沉水式抽水機。

④ 防止污染負荷擴散

為了防止污染範圍擴散，在緊急排放口處設置圍欄、臨時圍欄等。

(2) 雜排水流入管線設施的對策

① 透過臨時利用雨水管線等網絡化

雨水管等可以臨時儲存污水雜排水，因此當污水排放，處理功能下降或暫時喪失時，可以供緊急使用。為此，可設置雨水與污水相互連接的連通管、連通閘、抽水機或管線或側溝等。

② 河川水路緊急用排放口設置

有必要考量管線的類型(合流管、排水管)和安裝位置。此外，在向公共水體排放緊急排水系統時，有必要與有關單位就相關規定和後續處理等問題進行協調。

③ 移動式抽水機排除污水及遷移

在具有相對少量水的管線設施中，移動式抽水機和臨時管線，用於緊急情況下確保輸送功能。如果附近的管線設施可用，檢討是否可遷移。

對於應用，有必要考量是否可以透過移動式抽水機抽除地震後的流入水量。如果不可避免，考量緊急排放至水體，有必要與有關單位就相關規定和後續處理措施進行協調，以考量健康和環境之影響。

4. 水肥對策

關於限制排放生活污水的問題，應儘量在管理方面採取對策。有關具體措施，請參考本章「3.3 災害時的水肥對策」。

3.3 災害時的水肥對策

3.3.1 實施水肥對策

即使在發生災害時，為維持民眾生活水準，仍應確保廁所排放污水之功能。

解說：

在 1995 年日本兵庫縣南部地震和 2004 年日本新潟縣中越地震，長時間廁所的使用限制，嚴重影響民眾的健康和社會活動。特別是在 2004 年日本新潟縣中越地震，由於老年人和女廁所之忍耐使用而影響健康，而成為一個社會問題，因此，從民眾的健康和公共衛生的角度來看，再次認識到在災害發生時廁所對策的重要性。

2005 年 8 月日本的「下水道地震對策技術審查委員會報告」，也強調災害發生時對廁所的對策，下列措施被列為災害發生時的防災措施。

1. 使用下水道管線設施臨時貯存污水(通過真空吸引車的清潔確保對策)。
2. 衛生單位與其他地方政府合作調配和儲存臨時廁所設備。
3. 使用雨水儲存設施確保廁所用。水。

4. 相關單位與其他縣市合作的緊急污水處理(包括臨時廁所接收水肥)。

3.3.2 廁所用水的確保

為確保避難中心沖水馬桶功能的措施，應事先考量以下事項：

1. 確保廁所用水。
2. 供水和排水設施的耐震性。
3. 管線之網絡化及確保緊急排水系統。

解說：

有關水肥之對策，採取措施可與相關單位合作，儘可能使用沖水馬桶。

1. 確保廁所用水

(1) 活用游泳池水

在 1995 年日本兵庫縣南部地震，有一個例子使用游泳池水作為廁所用水，但今後游泳池水可能定位為緊急用水，故應注意部分狀況下，不是所有的水都可以作為廁所用水。

(2) 活用下水道的水源

作為利用下水道的水源，可以考量以下內容。

①處理後之污水

污水處理廠處理後之污水在某些情況下，從處理廠運輸或泵送，並運輸到存儲點(配水池等)或是輸送至區域的儲存槽中，並再運輸或泵送。

②雨水

從儲存點(雨水調節池、雨水貯存管等)運輸或泵送，考量透過供水車等的運輸或抽水機泵送，確保泵送路徑則為泵送之的課題。有關存儲點，最好與區域防災計畫中建立的防災處整合。

(3) 其他水源的活用

來自海洋、湖泊、河流等臨時抽取的水可用作廁所用水，關於運輸方法，考量透過供水車等的運輸或由抽水機進行泵送。

2. 給水排水設施耐震化

(1) 至避難所的給配水設施耐震化

與自來水單位合作，重要的是將至避難中心之供應和分配設施進行耐震化，以確保災害發生時緊急水源的安全。

(2) 避難中心排水設施耐震化

避難中心至污水處理廠之管線設施及排水設施進行耐震化，即使在發生地震時也可使用沖水馬桶。此外，如將排水系統視為一個網絡系統，起點人孔作為分散構造，可提高排水系統的耐震性能。

即使排水設施是耐震的，如果撤離人數很多，也有廁所數量不足的情況，所以應考量本章「3.3.1 實施水肥對策」相關措施為前提。

3. 管線網路化以確保緊急排水系統的安全

如果供水和電力恢復後不能使用某些污水設施，那麼確保管線迴圈和連

通等功能的網絡是非常有效果的。為了作為緊急時的網路對應，透過緊急移動式抽水機或臨時管線繞過有損壞的部分，或考量使用雨水管等確保排水系統。

對於緊急用之設備，應設置適當之儲備場所。

3.3.3 可使用沖水馬桶前的替代措施

由於難以確保沖水馬桶用水，下水道設施的損壞等而難以使用抽水馬桶的情況下，需要採取以下對策並確保沖水馬桶功能。

1. 使用臨時廁所。
2. 使用管線設施臨時存放水肥，並確保接收設施。
3. 水肥固化，作為垃圾排出。

解說：

1. 使用臨時廁所

(1) 臨時廁所之設置位置

下列情況，必須設置臨時廁所：

- ① 當實施對下水道使用限制時的替代措施。
- ② 在確保廁所用之水(使用沖水馬桶)困難情況下之替代措施。

有關臨時廁所之管理，許多地方政府由下水道單位以外之環保、衛生等單位管理。地方政府有必要將臨時廁所的使用方法明確化，並重新考量下水道單位可以處理的措施。

此外，由於人孔設置型的臨時廁所的普及，可以靈活地選擇確保使用廁所的對應方針。人孔設置型臨時廁所的概念如圖 3.4。此外，近年來臨時廁所多樣化，人孔設置型、移動式等也投入實用化。

關於明挖貯坑廁所，考量對環境的影響，並不是一種理想的方法，是一種限於對環境影響小的區域的措施。

(2) 使用方法及注意事項

1995 年日本兵庫縣南部地震係使用臨時廁所，並以真空吸引車收集水肥。之後，人孔設置型臨時廁所即投入實際使用。

當使用臨時廁所時，必須考量災後的交通惡化及設置環境的時間，從平時就需確保臨時廁所及真空吸引車。對於臨時廁所和真空吸引車，有必要考量與其他當地相關機構分享資訊和發展合作關係。

2. 使用管線設施臨時存放水肥，並確保接收設施

除了透過真空吸引車收集之外，還可以臨時儲存或將其轉移到另一個可接受設施的方法，或利用下水道管線(活用雨水儲存管線、公園等臨時廁所用之人孔設置)、水肥之儲存設施設置或協調接受從防災點臨時廁所來的污水，需事前適度的檢討。

3. 水肥固化，作為垃圾排出

對於水肥的固化，當作垃圾丟棄(使用塑膠袋、報紙等)，其處理方法將成為問題，因此，有必要與環境單位協調並提前考量處理方法。特別是，當在塑

膠袋等丟棄時，如在無法處理該垃圾之處理廠，其處理方法將成為問題。2004年日本新潟縣中越地震，除人孔設置型廁所外，相關廠商也持續開發廁所相關的產品(移動式廁所等)。

無論如何，為了確保民眾不被迫長期採取這些措施，有必要從行政管理中充分宣導，採取適當的災前對策和防災措施。



鶴見綠地公園內

圖 3.4 人孔設置型臨時廁所概念(日本例)

3.3.4 相關單位的協助

關於水肥的緊急處理方法，事先與有關單位和其他地方政府協調配合。

解說：

當限制日常生活中不可少的馬桶使用時，提出臨時馬桶等替代計畫及產生之水肥處理，有必要與相關單位協調合作。合作夥伴包括基於區域防災計畫、市民部門、水利單位、衛生單位及道路單位等的支援協議。下列為應該協調的重點。

1. 防災基地接受臨時廁所污水的協議。
2. 公共下水道等人孔，設置型臨時廁所、移動式廁所等，設立和使用方法的告知。

3.4 資訊聯絡方法及宣導

3.4.1 資訊聯絡及實施宣導

為了促進加速地震災害恢復，災後資訊通信和災害前後的宣導活動應準確實施。

解說：

在過去的實例，許多情況下，地震後恢復的最大障礙，為無法獲得準確的資訊。

造成不能獲取資訊的原因，資訊傳輸裝置多為中斷，但同時經常存在如何傳

送或接收資訊的問題，因此，這是一項缺乏相互溝通的修復工作，或由於沒有正確理解要點，後續需要花費很多精力進行調整。

因此，為了便於地震後的恢復，根據本章「3.4.2 資訊的聯絡與收集」的內容，準確地進行資訊溝通，制定相應的規則作為震前對策，並根據該規則實施地震災害訓練。

3.4.2 資訊的聯絡與收集

有關資訊溝通和收集，應考量以下之項目。

1. 資訊通信系統和電話通信的統整。
2. 資訊通信方法和處理方法。
3. 來自民眾的資訊聯絡。

解說：

1. 資訊聯絡系統和電話通信的統整

為了在地震後準確可靠地傳達必要的資訊，有必要統一資訊通信系統及窗口。

(1) 窗口統整

無論白天、假日、夜晚，重要的是窗口是統一的，並將立即作出必要的判斷，或將通信傳達給必要的地區。

(2) 製作通訊錄

在輸入資訊(包括外部電話)時，最好能夠以人、事、時三大要件簡單做成記錄(電話聯絡簿)，如表 3.4 所示。另外，為此準備表格和輸入程序。製作此類記錄對於確認是否確實有相關資訊進入非常有用。此外，將該記錄傳遞給相關單位，可以提高資訊傳輸的效率。

(3) 技術者的電話交換

地震發生後(特別是「緊急應變階段」和「臨時功能保障階段」)，將進入各地混淆的電話，但經常需要科學上和工程上的判斷和解釋。故除了能立即與必要的單位聯絡，外部來的無相關的疑問也應有適當的對應，故電話窗口應由習慣辦公室工作的技術人員為之。

2. 資訊聯絡方法及處理方法

(1) 災害時的優先電話

指定用於災害的電話應不受通話限制，因此，在與電信公司協商後，有指定與災害相關人員的指定電話的位置和號碼，以便在發生災害時可以毫無困難地使用。

表 3.4 通訊錄(範例)

通訊錄	
接收日期時間	年 月 日 時 分
發話者姓名	
發話者地址/電話	
資訊內容(詳述位置、狀況，該資訊為何時，由誰發現必須做確認)	
受話人	單位

(2) 無線電

當無線、有線線路不通時，無線電成為一種強大的資訊傳輸手段，但其不是萬能的，必須注意以下幾點：

① 無線電通話頻段的適應性

手持防災無線電、巡邏車無線電及攜帶式無線電的通信頻段必須一致。

② 訊號混亂

因為許多通信發生在災害發生時，經常會發生干擾。如有必要，必須安排切換到其他頻段。

③ 掌握無線電可使用的範圍

由於山坡等成為無線電波干擾點，通常無法進行無線電通信。而且，根據無線電輸出，通信距離可能很短，因此，在“無線電法”允許的範圍內，儘可能多地使用大功率輸出，並掌握無線電的可用範圍。

如果預先確保線路，使用通信衛星的無線電，就不會受到例如山坡的干擾。

(3) 手機

考量手機普及的情況，應將其視為從現在開始的資訊通信方法的中心。另外，在與攜帶式傳真機等組合使用方面，或近年來傳輸技術也可傳播位

置、圖畫、照片等，不僅可以傳輸文字，也可以傳輸例如圖像等許多資訊。

(4) 縣市防災行政無線電

如在縣市內設置防災行政無線電的地方越多，並且在災害發生時成為有效的資訊傳遞手段，因此，必須確保足夠數量的頻段。

(5) 業餘無線電

在過去發生的災害情況下，很多業餘無線電已經證明其有能力從隔離區域傳遞資訊，可以考量是否可以在該區域內採用這種合作方法。

(6) 其他的資訊聯絡方法

除了上述資訊聯絡方法外，還有用作資訊通信手段的網際網路、光纖網路等。網際網路在 2004 年日本新潟縣中越地震，用 GIS 地圖公佈損害資訊，包括損壞狀況、恢復情況、交通資訊等。此外，通常使用電子郵件和網路上的雙向資訊通信等之聯絡，可用於日常檢查和管理。

(7) 上級機關對下級機關的資訊聯絡之處理

① 指令資訊與相關資訊的通信及其準確性

基本上，聯繫指示「應該這樣做」的資訊是好的，但同時重要的是，要顯示相關資訊和掌握度的確定性。為了應對地震災害，要從不同的角度來看待多方面的資訊，但有些情況下資訊即使是可靠的，但所知道的狀況就像目前這樣時，現場接收的方法會是完全不同的。

② 複雜而重要的資訊文件聯繫

在許多情況下，在電話中由誰說了、是否真有此狀況等聯繫，內容是否被正確理解等，會有很多狀況是很難被理解的。此外，工法的討論、災害的詳細狀況等，通常僅透過電話是很難表達，因此，如果發生災害，以書面形式告知雖很麻煩，但可防止誤解，更可節省時間。為此，使用傳真和照片文件是有效的方法。

③ 現場傳來資訊的要求

雖然收集災害資訊需要一定的時間，但是通常緊急情況會要求短期內提供有關現場的資訊。特別是當負責人員沒有查看災害現場，恐無法準確傳輸正確的資訊，因此切勿草率要求。建立一個能夠在正常時間，快速準確地收集必要資訊的系統非常重要。

(8) 下級機關對上級機關的資訊聯絡之處理

因無可避免的注視面對著現場的災害，故災害情況的細節往往很晚才與上級機關聯繫。由於這個原因，往往會產生與未見現場的上級機關的判斷差異，因此即時聯繫上級機關非常重要。

(9) 下水道設施之間資訊聯絡之處理

在管線設施、揚水站和處理廠之間，建立日常聯絡系統，對於地震時的功能恢復也很重要。

(10) 其他的資訊聯絡處理

即使在緊急情況下，為了維護人員的健康並合理地實施恢復活動，需

要進行輪替、任務分配等。此外，人員很少的地方政府需有其他地方政府的支援。因建立該系統非常重要，故有必要準確地接續任務和資訊。

3. 民眾的資訊聯絡

當災害大範圍發生的時候，民眾的聯繫在發現損害及擴大時，通報二次災害的可能性等方面發揮著重要作用。

(1) 適當的資訊分類

從民眾來的資訊，對管理者來說，重要的資訊和不重要的資訊，皆同為未整理資料，因此，重要的是從大量資訊中快速選擇重要資訊，並檢討在震後能提出至何種程度。

(2) 資訊發出的時間點

新時間點的資訊不一定晚於早期資訊，由於現場地震後的情況時時刻刻都在變化，因此，在收到資訊時，必須清楚資訊發生的時間點。

(3) 資訊來源確認

當接收資訊時，重要的是知道經由什麼管道以及誰是發訊者。即使相同的資訊，也可能來自多個路徑而被當成不同資訊，而造成發生混淆的情況，故資訊必須有良好的匯整。

(4) 電腦通信，利用網路收集資訊

考量最近傳播普及情況，可以期望從現在開始考量這種資訊收集方法。事實上，在 1995 年兵庫縣南部地震發生時，疏散中心的狀態被張貼在網路的留言板上，對於資訊收集有很大助益。

3.4.3 宣導活動

有關震後的損壞情況、恢復情況、恢復前景或限制使用污水，有必要妥善進行宣導相關活動。此外，有必要宣導平時如何對於地震之相關因應。

解說：

1. 宣導活動之必要性

限制使用下水道和水肥處理系統的宣導活動，使民眾不要過度恐慌，因此，必須採取適當的宣導措施，並通過與媒體合作。宣導活動的效果如下所示：

- (1) 災情、恢復政策、恢復情況確實的宣導。
- (2) 於恢復時，獲得民眾的支援及支持。
- (3) 在長期恢復工作的情況下確保防疫、健康與衛生。
- (4) 要求節約用水、限制使用沖水馬桶和限制供水等，供民眾周知。
- (5) 通過確保替代設施(臨時廁所等)和防災措施消除衛生焦慮。
- (6) 告知污水所排放區域之水權所有者的安全確保及影響。

2. 事前的宣導活動

在 1995 年日本兵庫縣南部地震，民眾對污水處理設施進行多次詢問，但若於平時加以宣導，則民眾可予以處理應對。

因此，為了便於災害時的順利對應，除了下水道設施的災害現場的申報請

求及申報窗口外，實施使用限制的可能性等之排水設施相關內容的宣導是很重要的。除了有關污水處理設施本身的內容外，還需要提前通知以下項目：

- (1) 如何在停水時使用抽水馬桶(因停水而用少量的水試圖排出水肥)。
- (2) 排水設施結構說明及堵塞時的對策(民眾應個人可以單獨修復的內容)。
- (3) 介紹排水設施的維修經銷商(如果發生災害，可以通過讓直接聯繫經銷商來減輕政府對民眾的反應負擔。但是，由於經銷商本身也可能是受害者，因此注意有必要與經銷商聯繫。此外，每個地方政府都必須從平時與相關業者有聯繫)。
- (4) 排水設施修理貸款制度內容的說明。
- (5) 有關管轄範圍以外可能聯繫的事項及其權責單位(在 1995 年日本的兵庫縣南部地震，對污水處理單位以外的事項進行許多詢問)。
- (6) 臨時廁所的使用方法。
- (7) 關於地震後井水作為飲用水使用的注意事項(地下水有污染的可能性)。

用於宣導關係的手段，比起傳達之目的，其他災害時也可以適用是最好的選擇。如果是區域性的可用防災無線電，如在相對較廣的區域時，考量使用網際網路和收音機廣播等，應事先模擬並確認其效果。眾所周知的資訊，還包括災後的民眾安全相關資訊。

3. 地震復原各階段的宣導活動

地震後所需的宣導活動，依地震後的時間序而有所改變。災害恢復緊急應變階段～功能確保階段的之宣導，重點如下所述：

(1) 緊急應變階段(緊急檢查～緊急措施)

在此階段，管理單位通常也無法獲得足夠的資訊，因此無法從管理端進行主動宣導活動。但是，由於此時媒體等的集中詢問，因此可以根據損害情況的掌握程度，考量以下列方法宣導：

- ① 似乎有相當大的災害，現在正在調查中。
- ② 目前正在調查中，但……有災情發生。
- ③ ……有災情發生，現在正在研商對策。

此外，有關於民眾有危害之緊急性事務，應積極的宣導。

(2) 臨時功能確保階段(一次調查～緊急復原)

當進入地震恢復的暫時功能確保階段時，隨著時間的推移幾乎可以掌握損壞情況，並將開始對恢復工法的據以檢討。此階段的宣導重點如下：

① 有無二次災害的危險性

如果地震後下雨，可以想像由於污水管線的破壞等，導致影響下水道管線的輸送能力，雨水會從人孔等溢出。而且，地下水可能由於各種原因而被污染，因此，應宣導這些危險性和對應策略。

② 設施損壞的概要

在宣導有損害的同時，重要的是發佈在某個地方沒有或輕微損害的宣導。

③ 復原的展望

如果設施的功能受到嚴重損害，重要的是公佈恢復時程。在一次調查(初步調查)階段，通常很難詳細掌握恢復時間，但重要的是要公佈恢復時程至沒有太大差異的程度。此外，希望根據恢復工作的進度，在縮短恢復日期的方向上，逐步修改恢復時程。

(3) 功能確保階段(正式復原的調查～功能復原)

在進入地震恢復的功能確保階段時，宣導的重點轉移到正式復舊的日期。恢復日期的宣導，基本上與臨時功能保障階段所示的相同，但如果與恢復管轄範圍外設施相比，設施的恢復有延遲的話，應宣導修復工作的難度和修復的進展。

4. 對於當地民眾的宣導

由於管理設施的損壞，受到一定程度的不便或受到修復工作影響的當地民眾，儘可能瞭解損壞地點和恢復時程(包括緊急恢復)此外，有必要反覆做宣導。這對加強當地民眾對於恢復工作的理解和合作非常重要。在過去災害的情況下，作為當地民眾的宣導獲得好評的案例，包括以下內容：

(1) 適當的告示牌設置

希望在受影響的區域中，登載管理單位的名稱，並儘可能設置大型的告示牌。這表明管理單位已經在災害地區進行恢復工作，並且不讓民眾對災害地區是否無人管理感到不安。此外，在這些告示牌張貼災情的照片，將有助於當地民眾了解狀況。

(2) 民眾陳情的掌握

由於無法使用設施或受到修復工作影響而遭受不便的民眾，通常會提出有關修復工作的各種請求(投訴)，這些請求中許多為管轄範圍外之需求，為了獲得恢復工作等之協助，應由熟悉當地的人員為主，深入民眾內詳細予以對應。

(3) 可以使用廁所的資訊通知

無法使用廁所的人口之恢復情況，為穩定民眾生活之重點，地方政府應以統一的方法，公佈包括聚落排水之資訊。

5. 透過媒體的宣導

對於直接受地震破壞的當地民眾和其他地區的民眾，通過大眾媒體的宣導一般都有很大的影響力，因此，在緊急對應階段和暫時功能保障階段，以及功能保障階段，應分別針對災害情況、恢復狀態，適當開展宣導活動。

在對媒體之宣導活動，有必需要注意以下幾點：

(1) 對媒體的應對窗口需整合，並由熟悉相關工作人員擔任。

(2) 如有必要，向媒體相關人員展示當地恢復損壞之情況，並獲得正確理解。

(3) 如果發布的內容發生基本上的變更，應儘快修正並公佈。

引用文献

- 1) 「下水道事業の手引」(財) 全国建設研修センター (平成 17 年)
- 2) 「災害手帳」(社) 全日本建設技術協会 企画課 (平成 17 年)
- 3) 「都市災害復旧事業等事務必携」(社) 全国市街地再開発協会 (平成 18 年)
- 4) 「阪神・淡路大震災における下水道復旧の記録」神戸市下水道局 (平成 7 年)
- 5) 「下水道地震対策技術検討委員会報告書」国土交通省 (平成 17 年)
- 6) 大阪市都市環境局ホームページ
<http://www.city.osaka.jp/toshikankyo/contents/jigyou/jishin/index.htm>
- 7) 埼玉県・埼玉新聞ホームページ
<http://www.saitama-np.co.jp/>
- 8) 北海道土木協会, 「下水道地震災害対応の手引き」(平成 17 年)

第四章 震後對策(調查與復原)

4.1 基本事項

4.1.1 通則

地震災害調查的實施，需考量以下幾點：

1. 以能因應震後的各階段及有效掌握現場災情的方法為主。
2. 利用拍攝照片、影片方法進行。
3. 利用既有之地形圖、地調成果以及設施建造時等相關之竣工圖資進行調查。

解說：

1. 因應震後各階段的調查方法

進行調查的情況，基本上可分為對象、精度、調查時間等三種面向，由於該三種面向於震後各階段皆不相同，故依據震後不同階段，選擇適合的調查方法相當重要。

震後的各階段，依其需要之受損調查方法特性做區分，列舉如下：

(1) 緊急調查、先期調查

- ① 緊急調查主要由災區主管機關進行，以掌握災情及找出可能造成進一步災害的區域，彙整調查成果，向災區地方政府與中央政府進行災情之初期報告(第一次報告)。另外，先期調查係受託組織針對緊急調查所不足之處，進行補充調查，提供必要之支援建議，掌握調查器具之需求量。
- ② 具體來說，依重要的場所為中心，進行設施災情的概要調查，係以目視為主，並以照片、影片的方法補其不足。若災害範圍廣大，而無法進行地面調查的情況下，利用其他機關之空拍結果亦為有效方法。此階段的調查，以迅速完成優先於高正確性。
- ③ 此外，針對能掌握初期災情之簡易技術(感知器、通信技術等)，持續追蹤相關發展，提高調查的效率。

(2) 一次調查(初步調查)

- ① 一次調查(初步調查)之目的，為依據緊急、先期調查的結果，判斷緊急復原的必要性(損害的擴大與防止二次災害)，並作為決定是否辦理二次調查的依據。調查對象為下水道的功能、構造物損害程度、對於下水道利用者的影響以及其他維生管線的影響。
- ② 具體而言，緊急調查、先期調查的結果，係用以災害現場為中心掌握全管轄設施之災情，判定緊急復原的必要性以及復原工法選用資訊的製作，因此，在這個階段相較於詳細的調查來說，比對既有圖面、航拍影像、錄影畫面等，才是本階段的基本作業。

(3) 二次調查

- ① 二次調查(細部調查)之目的，為經由一次調查(初步調查)後認為有必要的地點，針對其復原工程的必要性，判定與災害鑑定所需之資料收集後進行調查。
- ② 此階段基本上，因災後的混亂已有相當程度的復原，能夠採用較為精細的調查方法。為了復原所進行之調查作業，亦可視情況加入分析災害原因之作業。
- ③ 表 4.1 係依據災後不同階段所整理而成，為掌握災害狀況所使用之主要方法。可參考本表並選用適宜之調查方法。另更具體的調查方法以及其所需之調查器具，如後說明。

表 4.1 震後各階段調查方法的分類

調查方法	適用性		
	緊急調查/先期調查	一次調查 (初步調查)	二次調查 (細部調查)
目視調查	◎	○	
攝影	◎	○	○
錄影	◎	○	
CCTV 檢視車攝影 (管線內)			◎
平面、斷面調查		◎	◎
地盤調查		○	◎

備註：◎非常有效 ○有效

另外針對各調查方法，可參考本手冊附冊「下水道地震後緊急對應 SOP(日本模式)」，以較高效率方法進行調查作業。

2. 實施災害調查之注意事項

- (1) 利用調查車輛緊急前往災害現場，常因道路受損及鄰近建物的倒塌而使車輛無法通行，就以往的經驗，常因道路混亂而無法利用車輛快速巡檢的前例，在此狀況下可避免使用四輪車輛，改以自行車或摩托車較有效。
- (2) 須攜帶個人無線電話或攜帶無線通訊器。由於震後通常無法使用有線電話進行通訊。但要注意無線通訊器具也可能有斷訊問題。
- (3) 考量緊急調查作業交由第一線之主管機關，並無法全盤考量，建議事先與測量、設計公司及調查、巡檢維護廠商締結相關協定。
- (4) 考量有持續發生餘震的可能性，除必須事先進行適當的調查外，現場調查作業的安全應為第一考量。

3. 相片及影片的利用

照片及影片所提供之資訊，對於傳達災情作為佐證相當有用，但必須明確記載其拍攝地點以及時間。

此外，對於影片的記錄內容，因可於地上以及人員可進出場所進行巡檢，調查作業以手持攝影機拍攝，管線的二次調查(細部調查)基本上以 CCTV 檢視車進行等，具有可利用收錄之周邊狀況，來進行災情判定的優點。

另外，除了下水道的受損調查外，也可利用航拍影像的時機，如震後以航拍攝影進行受損調查，可作為參考。

4. 既有資料的利用

於受損調查時(特別是一次調查的階段)，有效活用既有資料是相當重要的，因此必須將相關資料事先彙整完畢。

4.1.2 地盤調查

地盤調查為因應復原工法的設計或其他必要性，作為釐清致災的地盤移動機制所進行之調查。

解說：

1. 既有資料的收集與整理

在地盤調查實施前，於臨近現場區域收集、整理既有地盤調查資料，掌握地盤特性與狀況，本計畫的調查成果亦可作為後續補充調查的依據。

2. 選定調查方法

地盤調查的方法因目的、適用範圍、調查精度、所需時間等因素而異，實施時應考量復原階段、調查目的、各調查方法的適用性後，採用適宜的方案。

地盤調查通常於初步功能確保階段後實施，初步功能確保階段主要包括目視，或簡易的測定方法之現勘作業。除上述調查方法外，亦可增加如聽音、鑽孔調查、標準貫入試驗、抽樣調查、室內試驗等詳細的調查方法。

4.1.3 不同調查階段的評估項目

震後的調查一般可分為以下三大類，依據各階段的評估項目辦理調查作業，評估項目的詳細說明如下：

1. 緊急應變階段的評估項目。
2. 初步功能確保階段的評估項目。
3. 功能確保階段的評估項目。

解說：

1. 緊急應變階段的評估項目

於緊急應變階段，除了必須迅速掌握設施的災情外，為避免市區內之污水溢流與未處理污水之放流，以及降雨造成淹水等狀況，所需進行之緊急措施，以減少設施引起二次災害的可能性。其重點為掌握管理設施的大致災情，以及所對應的應變措施，因此，緊急調查與應變措施將依狀況不同(初步功能確保階段與功能確保階段)而異，且應變措施中關於復原的作為相對較少。實施緊急調查與緊急措施時，原則上所考量事項說明如下。

下列各項皆為考量二次災害發生可能性之重要原則，特別是找出攸關人

身安全之災害與施行相對應的適當措施為主，惟二次災害可能性與緊急措施所該調查的程度，需依據震災規模及範圍而異。

(1)地震(主震)之特性以及餘震、海嘯、氣象等條件

依據地震(主震)之特性以及餘震、海嘯、氣象等條件，判斷是否實施/終止/繼續緊急調查，並考量二次災害的可能性。

(2)二次災害發生可能性

由緊急調查研判可能發生二次災害，需立即實施應變措施，惟必須事先確保緊急車輛、支援車輛得以通行。

(3)其他設施之關連

除了掌握下水道設施的災情，亦須了解其他類似相關設施之災情，以協同其他單位合作的觀點執行應變措施。其他緊急應變所應考量項目如下：

- ① 應變措施對復原後所產生之影響。
- ② 火災、淹水、復原作業的障礙因素。
- ③ 一次調查(初步調查)中需重點實施的災害區域。

2. 初步功能確保階段的評估項目

於初步功能確保階段時，需在大量地震受災區中選定緊急復原場所，因此如何評估復原優先順序相當重要。換句話說震災規模如果較小，災後復原作業無論哪個場所皆可同時開始，其優先順序並非問題。若如震災規模大，需要緊急復原的區域較多，在無法同時進行復原作業的情況下，則須考量受損設施的重要性、二次災害的可能性等因素，進行適當的優先順序評估。

決定緊急復原作業的優先順序時，需考量伴隨一次災害後所產生的二次性災害影響，以及之後衍生影響的可能性。

不同於緊急應變階段，特別著重於二次災害的影響而施行應變措施。於初步功能確保階段中，必須考量災害後所造成社會活動的妨礙與影響。上述設施於復原作業期間，其設施功能無法完全發揮所衍生新妨礙之可能性，稱之為二次性災害影響所衍生的可能性。

以下所述為初步功能確保階段，所應考量的主要項目：

(1)災情與程度

由緊急調查、一次調查(初步調查)所掌握的災情與程度，災害場所與受損形態(管線上浮、管壁裂縫、管體脫落、設施之接頭破壞等)特性分析。

(2)伴隨一次災害後所衍生的二次影響所發生之可能性與程度

依下水道設施的災情，檢討其對於震後的社會活動，所產生影響以及二次災害的可能性

(3)對於緊急復原的限制條件

針對緊急復原之必要性以及其限制條件進行彙整，評估是否可進行緊急復原。

(1)~(3)的評估項目彙整，如表 4.2。

表 4.2 初步功能確保階段之評估項目

分類	評估項目	
整體性之受損掌握	設施(含管轄外區域)的災情	管轄外區域或是管轄區域受到極大損害
	地區的災情	有無發生人身災害 有無發生住宅倒塌、火災等情況 對都市功能有無造成重大災害 是否為廣域性的設施受損
	構造物負荷能力降低程度	建築物的荷重能力
	受損部分的安定性	是否發生沉陷、阻礙道路狀況
	設施功能降低程度	設施功能的負荷能力
	設施無法使用產生的影響程度	對社會、經濟的影響
由一次災害導致二次災害的可能性(導致因素)	人為因素	大型重型車通行之危險
	自然因素	餘震 海嘯 水位上升：颱風、梅雨等之豪雨 漲潮 融雪、暴雪
影響範圍大小	影響範圍的大小	管線阻塞後之淹水範圍 抽水站附近之淹水範圍 處理廠附近之淹水範圍 放流水質惡化時之影響範圍
	影響地區的重要性	居住人口數(戶數) 地震災害的影響程度
緊急復原作業開始前之限制條件	社會條件	因仍在進行緊急救援而無法開始復原時 為搜索失蹤者而無法開始復原時 復原責任分配確定前無法復原 因刑事等要求需保留現場狀態
	地理條件	接近受損場所的難易度
	資源條件	復原資源是否有庫存 復原機具是否能調到 是否需要特殊機具 復原人員的數量安排 向上級機關等請求支援
	配合事項	與道路、瓦斯、自來水管等其他機關的配合
緊急復原完成前的限制	自然條件	掌握降雨等促進二次災害要因的發生時間 降雨等促進二次災害即將發生
	社會條件	已達公共設施暫定的使用期限 觀光季節到來必須終止復原作業 地區性的祭典等事件
	其他	達到無法繼續緊急放流的情況 抽水機的抽送能量已達極限狀況 自來水等修復後污水處理量急增的情況

3. 功能確保階段的評估項目

進入功能確保階段後，一般震後的混亂大致平復，同時因緊急復原階段中，多數的短期設施功能亦大致完整，原狀復原階段應開始考量調整設施功能的標準，以及該如何訂定設施之耐震能力之標準。

於原狀復原實施之際，基本上以回復原狀為目標設定復原計畫，並考量轄管設施之未來規劃與強化復原場所的耐震能力。1~3 之評估要點彙整如表 4.3 所示。

4.1.4 震災復原標準

震災復原包括緊急復原與原狀復原，依據各自的復原標準執行復原作業。

解說：

依震災復原的評估項目決定，由緊急復原至執行原狀復原，或是直接執行原狀復原作業。另外關於這些復原作業的復原標準，須充分檢討以下內容後訂定，並進行災後復原作業。

4.1.5 緊急復原標準

緊急復原標準原則上為原狀復原作業完工前，利用假設之外力標準為基準，並考量該構造物的災情、外力標準的推測精度、設施整體的用途、重要性，及二次災害的規模與可能性、地區整體的災情等綜合評估後制定。

解說：

依據設施的類別，而判斷是否須執行緊急復原，如經評估後有必要實施緊急復原，則可參考以下基本概念制定復原標準。

設施的災後復原，可考量針對地震造成構造物的荷重力低落或其復原所需之作業。

如受力超出構造物的荷重力，須考量可能將發生二次災害。二次災害發生之可能性與歷經時間之關係，如下分類：

1. 目前災害擴大中或是已預測到的災害。
2. 目前並無持續產生災害，但恐將發生二次災害的情況。

緊急復原標準必須針對設施目前的狀況進行綜合評估，緊急復原基本流程如圖 4.1 所示。

4.1.6 原狀復原標準

原狀復原標準為檢討以下項目，進行綜合評估後制定。

1. 受損設施的功能及擴充。
2. 位置或是路線變更。
3. 復原的可能性。
4. 強化耐震能力。

解說：

依據設施的種類而異，判斷是否需進行原狀復原作業，如經評估後有必要進行原狀復原作業，則以下列幾個方向進行考量。另復原標準須充分與各機關協議後決定。另外，原狀復原標準與災害評定得到的復原標準應事先整合，災害復原為以將受損設施回歸原貌為目的，原狀復原並非災害評定的所屬項目，所以在制定原狀復原之水準時，亦有必要考量由災害評定所得到之評估標準。

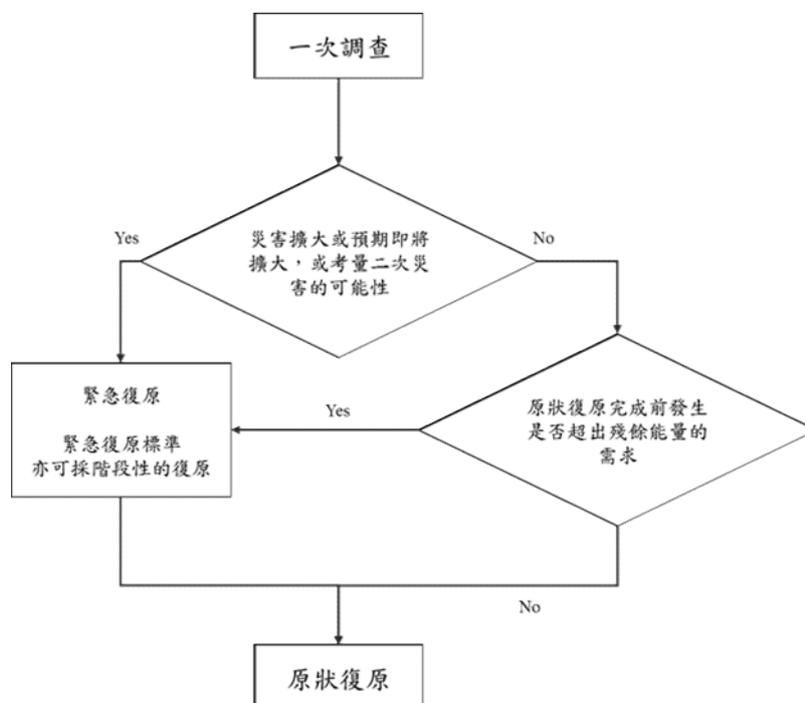


圖 4.1 緊急復原流程

表 4.3 功能確保階段之評估項目

評估項目	內容
設施的復原計畫	進行原狀復原作業時，除以回復原貌為目標，亦須考量轄管設施的未來計畫以及強化復原場所的耐震能力
再度受損的危險性	進行受損設施的原狀復原作業之際，重點為需充分檢討再度發生災害的危險性
與其他設施之關連	進行原狀復原作業時，需事先考量復原工程、工法等，以及與其他設施復原作業的整合性
其他	進行各種設施的災害復原之際，剩餘的復原作業將會成為附近居民的關注焦點，因此需考量管轄地區內外的復原狀況後，決定整體方向。

1. 受損設施的效用、功能擴充

受損設施如有未來、效用、功能的擴充之改善計畫，或是以震災為契機而欲進行設施的效用、功能擴充，則將上述內容編入復原計畫中。於制定設施的

未來計畫之際，必須考量涵蓋管轄外設施之整體區域的未來計畫與復原計畫等整合性。另外在效用、功能的擴充前，必須優先確保構造物之耐震能力。

2. 位置或路線變更

如受損程度較大，以目前規劃路線復原相當困難時，如與未來計畫相關，變更規劃路線後與未來計畫相近，則可藉由改變規劃方向使耐震能力更強化。

3. 復原的可能性

評估受損設施其復原的可能性時，可利用以下幾點為判斷依據：

(1) 技術性的復原可能性

以現今技術水準為觀點，研判復原的可能性。

(2) 復原費用

例如復原所需費用太高，或經研判無論復原費用多寡皆無法完成時，則有必要比較新設所需費用，進行綜合判斷。

(3) 設施的剩餘年限

假使受損設施的剩餘年限較短，即使復原完成後，也無法承受長期的使用，建議將復原作業改為新設。此部分的剩餘年限為基於該設施之物理性耐用時間，所訂出未來可利用的時間，以及依據該設施所預期的功能調整而定。

4. 強化耐震能力

進行原狀復原之際，檢討可承受的耐震能力時，可考量以下幾點：

(1) 再次發生災害的危險性

對於可能遭受下一次的地震所害之構造物，提高其耐震等級。

(2) 設施的重要性

對於高重要性的設施，提高其耐震等級。

(3) 設施的剩餘年限

對於剩餘年限長的設施，提高其耐震等級。

(4) 復原的難易度

復原因難意即復原時需要特別的機具、資源，為需要耗費大量資源的工程。針對這種類型的設施，建議提高其耐震等級。

(5) 過往因地震受損案例的多寡

因過去發生地震所致，重複產生類似的災情，建議有必要提高其耐震能力以降低其受損程度。特別是本次地震前同樣受損過的場所，因損害可能累積，亦須充分地檢討其耐震能力。

(6) 受損程度

對於受損程度較大、過去曾發生特殊災害的構造物，充分檢討其受損原因，並提高其耐震能力。有關提高耐震能力之建議，基本上可考量下列幾點：

- ① 構造無法更動，經由變更材料進行復原。
- ② 構造得更動，但材料保持相同進行復原。

◎ 構造與材料皆有異動，而進行復原。

不論上述何種方法，皆需要因應設施的類型而訂定。上述事項以流程圖的方法呈現，如圖 4.2 說明。於此說明一般之原狀復原標準的考量方法，惟其事先需要經過充分的探勘了解設施特性。

4.2 緊急檢查

緊急檢查為預防與人身安全相關之二次災害，以及緊急調查時為確保安全所進行之作業，通常於地震發生後隨即進行。

解說：

關於管線設施，地震發生後假設因路面塌陷以致人孔隆起或管線設施破損等，恐怕將對受損時的救援活動造成重大影響。此外有關處理廠、抽水站所配置之大量設備使用，可能造成二次災害之物質，如燃料或是有害藥品的洩漏、有毒氣體等，亦須進行檢查。

緊急檢查為防止發生上述之二次災害，並同時實施後續緊急調查所需之安全確保作業，為順利進行受損調查前之重要作業。

緊急檢查所必須施行的幾處場所如下所示。另外以人孔式沉水泵或水管橋等較容易辨別災情的設施為重點，亦有前例可及早發現周邊設施的受損情形。

1. 管線設施

- (1) 系統中主要幹線的管線。
- (2) 直接連結抽水站以及處理廠的主要管線。
- (3) 跨越河川、軌道或虹吸管等之管段，恐因地震而誘發二次災害，以及復原極為困難之管線。
- (4) 緊急運輸道路下，所埋設受損時可能對交通造成重大障礙的管線。
- (5) 一定範圍的排水區，其排水口所連接管線。
- (6) 接受防災據點或避難所，或是地區防災對策之重要設施之排水管線。
- (7) 其他，由污水集流機制上所見之重要系統管線。

2. 處理廠、抽水站設施

(1) 機械設備

- ① 容易發生火災或爆炸之設備，如消化瓦斯儲存槽、剩餘瓦斯燃燒裝置、脫硫裝置、鍋爐、焚化爐、燃料儲存槽、都市天然氣設備、特殊瓦斯設備(水質試驗用)等。
- ② 使用劇毒性藥品之設備，氣消毒設備、除臭設備、水質試驗設備等。
- ③ 其他，進水閘門、放流閘門等。

(2) 電氣設備

電氣設備之緊急檢查，於地震後迅速利用中央監控室設備掌握主要電氣設備的作業，並可據此了解處理廠整體的災情。於此為了安全確認，依序由受變電設備、緊急發電設備等進行緊急檢查，宣導必要措施。同時於建築電氣設備之後，亦進行防災設備、緊急通信設備的檢查，期能經由

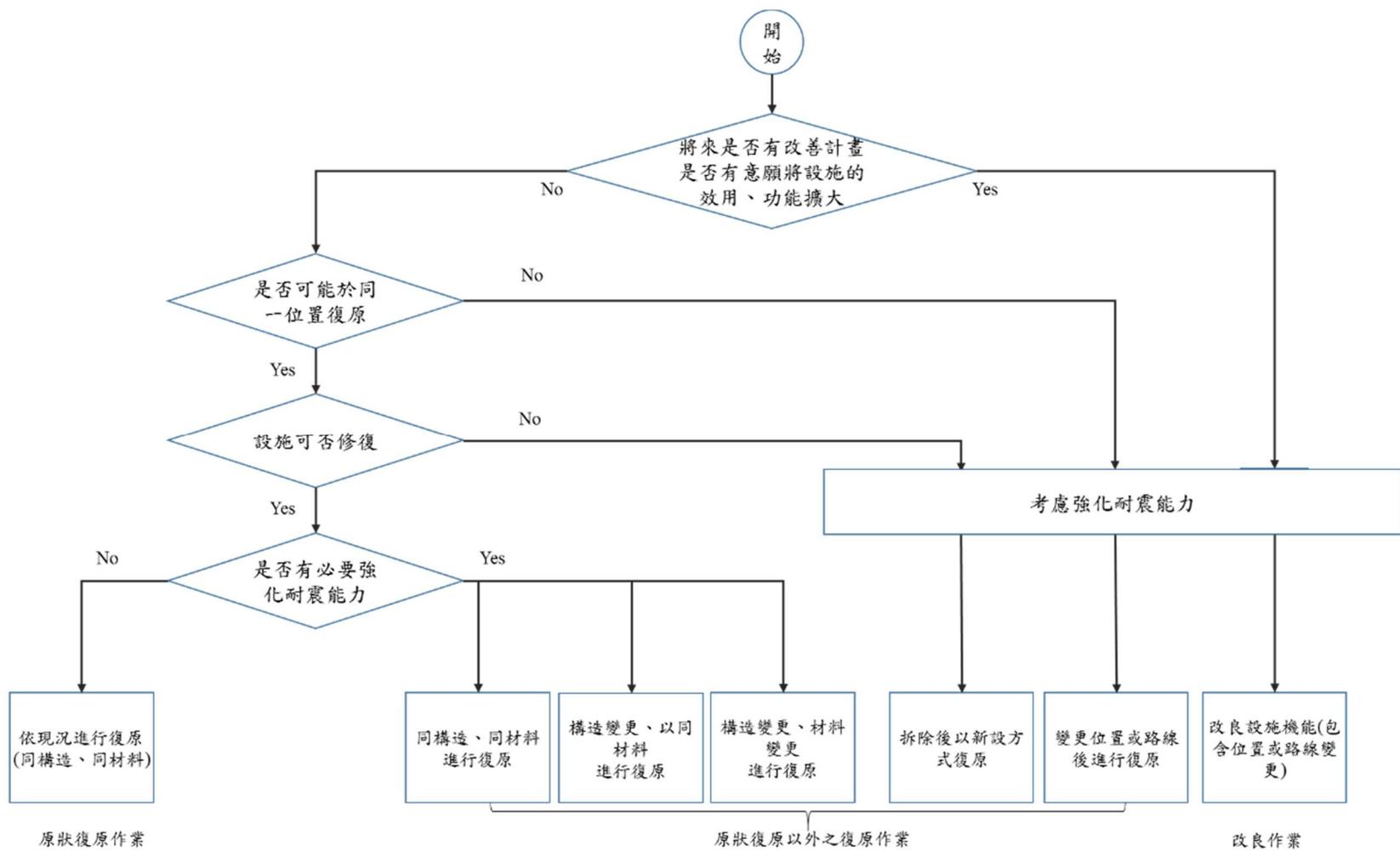


圖 4.2 原狀復原標準的考量方向

這些措施確保緊急調查作業的安全性。

緊急檢查的對象，主要考量以下幾點：

- ① 中央監控設備：主要電氣設備的運作狀態，即時掌握處理廠的整體災情。
- ② 容易發生火災之設備，如受變電設備、遮斷器、電容器等。
- ③ 容易洩漏燃燒，以致二次災害的相關設備，如控制電源設備(蓄電池)、電解液漏液。
- ④ 防災設備，如一般防災設備、緊急通信用設備等。

緊急檢查表，如表 4.4。

4.3 緊急調查與先期調查

4.3.1 調查目的與內容

緊急調查為以重要場所為中心，由地面大致掌握設施的災情，目的為找出可能導致二次災害的重要功能喪失。先期調查為受到支援請求的組織，為了構築一次調查(初步調查)、二次調查(細部調查)所必要體制所進行。此外於資訊不足的情況下，為了避免災害的擴大、二次災害的防止及緊急措施的必要性等，需要進行緊急調查之判斷。

解說：

緊急調查於發生災害後迅速處理，由當地機關請託之組織進行先期調查，致力於建立後續一次調查(初步調查)、二次調查(細部調查)的體制，各調查的內容如下所示：

1. 緊急調查

- (1) 由地面掌握設施大致的災情。
- (2) 找出可能造成大型功能障礙的二次災害與其原因。
- (3) 由受損機關向所屬之地方政府與中央政府，進行災情的初期報告(第一次報告)。
- (4) 緊急措施的判斷。

2. 先期調查

- (1) 由受託組織進行調查。
- (2) 建置後續一次調查(初步調查)、二次調查(細部調查)的體制。
- (3) 補足緊急調查不足之處(與緊急調查之目的相同)。
- (4) 針對必要的後方支援體制提出建議。
- (5) 掌握調查所需資源、材料與機具數量。

表 4.4 緊急檢查表(日本例)

緊急檢查表(機械)

地震

處理廠緊急檢查表(機械)

調查時間：平成

年 月 日

天候：

調查人員：

調查地區：

項次	檢查設施	檢查場所	檢查及措施項目				檢查人員所見	圖號、照片號	
			檢查	有無異常	措施	確認			
1	沉砂池抽水站	流入閘門(自重落下式)	離合器狀況	有、無			確認可否緊急關閉		
		流入閘門(自重落下式)	制動器狀況	有、無			確認可否緊急關閉		
		流入閘門(油壓式)	蓄能器狀況	有、無			確認可否緊急關閉		
		流入閘門(油壓式)	電池狀況	有、無			確認可否緊急關閉		
2	氯殺菌設施 (氯氣)	室內	氯氣洩漏警報裝置	有、無	啟動中和設備		防止氯氣洩漏		
			氯氣瓶	緊急關閉閘	有、無	完全關閉閘體		防止氯氣洩漏	
			儲存槽		有、無			防止次氯酸鈉洩漏	
	氯殺菌設施 (次氯酸鈉)		加藥馬達、配管	有、無	停止運轉		防止次氯酸鈉洩漏		
3	消化槽	消化瓦斯瓶	緊急關閉閘(瓦斯入口)	有、無	完全關閉閘體		防止消化瓦斯洩漏		
			緊急關閉閘(瓦斯出口)	有、無	完全關閉閘體		防止消化瓦斯洩漏		
			剩餘瓦斯燃燒裝置	緊急關閉閘	有、無	完全關閉閘體		防止消化瓦斯洩漏(防止延燒)	
			剩餘瓦斯燃燒裝置	主要瓦斯燃燒器	有、無	完全關閉閘體		防止消化瓦斯洩漏(防止延燒)	
			剩餘瓦斯燃燒裝置	瓦斯升壓鼓風機	有、無	停止運轉		防止延燒	
		其他相關裝置	瓦斯攪拌鼓風機、脫硫裝置等	有、無	停止運轉、完全關閉		防止消化瓦斯洩漏		
4	鍋爐機房	消化瓦斯鍋爐	油遮斷閘	有、無	完全關閉閘體		鍋爐停止運轉		
		消化瓦斯鍋爐	瓦斯遮斷閘	有、無	完全關閉閘體		(防止延燒、鍋爐事故等)		
		消化瓦斯鍋爐	升壓鍋爐	有、無	停止運轉				
			地震偵測器	運作情形	有、無			偵測地震隨即停止運轉	
			重油儲藏槽		有、無	完全關閉閘體		防止重油流漏	
			重油供給槽		有、無	完全關閉閘體		防止重油流漏	
		燃料供給馬達		有、無	停止運轉		防止重油流漏		
5	焚化爐大樓	污泥餅供給設備	定量過濾器	有、無	停止運轉		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	計量輸送帶	有、無	停止運轉		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	污泥餅投入機	有、無	停止運轉		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	主要燃燒機	有、無	完全關閉閘體		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	燃料供給閘	有、無	完全關閉閘體		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	油槍	有、無	完全關閉閘體		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	噴霧閘、燃料供給閘	有、無	完全關閉閘體		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	主要燃燒機冷卻水閘	有、無	完全關閉閘體		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	升壓鼓風機	有、無	停止運轉		停止焚化爐運轉		
		污泥餅供給設備	燃料供給馬達	有、無	停止運轉		停止焚化爐運轉		
			重油儲藏槽		有、無	完全關閉閘體			
			重油供給槽		有、無	完全關閉閘體			
			燃料供給馬達		有、無	停止運轉			
			碳酸氫鈉(苛性蘇打)儲存槽		有、無	完全關閉閘體			
	碳酸氫鈉供給馬達		有、無	停止運轉					
	其他輔助燃料(消化瓦斯、液化天然氣)		有、無	完全關閉閘體		防止輔助燃料流出			
6	脫臭設備	儲存槽(鹽酸、硫酸等)	鹽酸、硫酸等漏液	有、無	完全關閉閘體		防止鹽酸、硫酸等流出		
		注入馬達(鹽酸、硫酸等)	鹽酸、硫酸等漏液	有、無	停止運轉		防止鹽酸、硫酸等流出		
7	放流渠	放流閘門	開關機運作狀況	有、無			確認能否緊急關閉		
8	其他設備(建署附屬設備)	(1)管理大樓							
		1)熱水器室	瓦斯設備	有、無	完全關閉閘體		防止瓦斯流出		
		2)水質試驗室	特殊瓦斯設備	有、無					
			(瓦斯閘、歧管)	有、無	完全關閉閘體		防止特殊瓦斯(氫、氧、乙炔)流出以致燃燒、爆炸		
		3)鍋爐室	空調(暖房用鍋爐)	緊急遮斷閘動作狀況	有、無	完全關閉閘體		防止延燒、鍋爐事故)	
			儲油槽		有、無	完全關閉閘體		防止延燒、鍋爐事故)	
		4)升降機械室	電梯設備		止於最近樓層	有、無			確認感震器連動使電梯向最近一層停止(保護乘員安全)
			(2)沉砂池抽水站						與8.(1)管理大樓相同
			(3)沉砂池抽水站						與8.(1)管理大樓相同

4.3.2 地震發生後的報告內容

有關地震發生後的報告，必須明確以「人、事、時、地、物」之敘述說明，此外事先製作下列各類報告的範本亦相當重要。

1. 緊急調查負責人向下水道主管機關的報告。
2. 由下水道主管機關向地方政府機關的報告。
3. 如有與其他都市締結相關支援協定，則向該協定組織報告。
4. 支援機關單位等支援組織，將必要的資訊向原單位報告。

解說：

1. 緊急調查負責人向下水道主管機關的報告

緊急調查之結果，負責人必須迅速的向下水道主管機關進行彙報，作為第一次報告的報告內容，儘可能如下簡略說明，並建議地方機關將其制式化。

- (1) 受損場所。
- (2) 災情。
- (3) 對於下水道系統影響程度。
- (4) 是否有二次災害？

2. 由下水道主管機關向地方政府機關的報告

下水道主管機關接獲緊急調查負責人報告後，迅速進行彙整統計，如為鄉鎮市則須向地方政府報告，地方政府則必須向中央單位進行報告。報告內容作為第一次報告，雖可依照下列項目，但第二次報告、第三次報告則必須依照其應有內容、報告方法做說明。另外，統計受損概況時可參考參考資料(附冊)中的檢核表，建議儘可能統一各地方機關所使用版本。

- (1) 下水道系統整體災情。
- (2) 是否已向中央單位、地方政府或其他都市請求支援？
- (3) 其他。

3. 如有與其他都市締結相關支援協定，則向該協定組織報告

作為地震受損時的因應對策，如有與其他都市締結相關支援協定，則必須向該協定組織報告是否需請求支援及災情。

4. 支援機關單位等支援組織，將必要的資訊向原單位報告

先期調查時，支援機關單位必須向其原所屬單位報告設置支援組織的必要資訊，同時緊急調查不足之補充資訊，除向原單位報告，亦須向受損機關進行說明。

4.3.3 緊急調查與先期調查方法

緊急調查為了必須短時間內掌握受損的概要狀況，常使用即時性，如目視、拍照、攝影等方法，以簡易的方法估計受損程度，並觀察與記錄。而在進行此類調查時必須事先準備好相關器具。先期調查為基於緊急調查的結果，如同緊急調查的方法致力於掌握受損概況。

解說：

在執行緊急調查時，為了在短時間內掌握受損的大致狀況，訂定受損位置相當重要。但佈設範圍廣大的管線設施與散佈各地之抽水站設施，配置多樣設施的處理廠等，找出受損位置前需要消耗大量時間，故平時就需預先設定緊急調查場所，亦須事先準備緊急調查時所需工具。

另外緊急調查之際，利用其他機關提供的資訊或當地民眾傳達的訊息，對於鎖定受損場所相當有幫助。

4.3.4 管線設施的緊急調查方法

因必須在短時間內掌握受損狀況，本調查利用目視及攝影機等即時性的方法，以估計災情為主的簡單方法進行。調查時以掌握地面設施的災害，主要以道路、人孔等為中心，特別是如要進入人孔作業時，需確保人員安全。緊急調查階段，利用其他機關提供的資訊或當地民眾傳達的訊息，對於鎖定受損位置有其幫助。

解說：

1. 緊急調查的方法

緊急調查之目的，在於找出將引起二次災害的災況，如污水逆流、管線破損、人孔隆起等重大功能喪失，於短時間內掌握設施整體的危險場所，利用目視等方法調查幹線的主要設施是否發生損害、管線設施周邊的道路有無異常、大概的受損地點等，了解受損程度。

管線設施如網一般的廣大，因無法於短時間內掌握整體的狀況，平時應事先依該調查的幾個場所整理出下水道防災地圖，期能優先調查重要場所。

根據以上說明，實施緊急調查前，需要事先留意的幾個重點如下：

- (1) 一定規模以上的地震，將使交通混亂、路面損毀、山崩等，以致車輛無法於道路上行駛，此時利用摩托車、自行車較為適當。
- (2) 緊急調查相較於一般的檢查作業需要時間，理由如下：
 - ① 交通混亂：震災之後常會產生與平時不同的交通需求，常使交通混亂。
 - ② 有交通中斷的場所需另外迂迴或無法通行。
 - ③ 緊急措施(交通管制)的實施。
 - ④ 資訊流通：無法順利的流通資訊，常需要額外時間。
 - ⑤ 餘震影響。
 - ⑥ 夜間調查。
 - ⑦ 雨中調查：緊急調查的方法因震災規模、特性、地區性質而異。
 - ⑧ 於小型災害以及其應對，不需過度浪費時間。
 - ⑨ 受損程度與範圍即使在緊急調查結束後，也不見得能完全掌握，因此目標為盡全力掌握整體狀況。
 - ⑩ 如果可能，將調查範圍分區，以利分工調查。
 - ⑪ 基本原則為去程調查掌握區域災情，回程視其必要實施緊急措施。

(3) 將緊急調查的結果逐項向防災應變中心報告，緊急調查隊如無法即時向應變中心聯絡報告的話，需列出下列理由：

- ① 需要彙整調查結果的作業時間。
- ② 陸續發生災害，以致無法兼顧回覆。
- ③ 沒有其他通訊手段。
- ④ 實行緊急措施耗費時間。

一旦發生如上述任一狀況，在緊急調查作業完成回報之前，災害應變中心將無法掌握整體的災情，亦即無法訂定災後對策，為此掌握留意緊急調查的重點，隨時向應變中心回報資訊是相當重要。

- (4) 緊急調查可發送緊急調查表給當地業者與管線清理業者，要求業者報告周邊應優先搶修路線的災情，儘早掌握狀況。
- (5) 由於道路等的緊急復原受損，當下的現場照片可能不足，考量未來無法重新拍攝，於該階段內盡可能的拍照、攝影。

2. 緊急調查的重點

緊急調查時期儘量掌握管線設施受損的全貌，因管網如全面一般的拓展開來，要迅速調查設施整體的狀況相當不容易，為此事先定義出緊急輸送道路、主要幹線、災害復原道路等優先進行調查。另外事先預設幹線的特殊構造部分(虹吸管、水管橋部分、壓力管線)將發生災害，而成為調查對象。

地震後所進行的緊急調查，因必須短時間內找出災情，如由下水道設施異常所致污水流出或管線設施損害，影響路面及周邊設施等，調查方法為以能掌握地面災情為主。

為此，緊急調查可由下列重點進行：

- (1) 醫療機關、緊急避難所周邊是否異常

關於震後需迅速確保醫療機關、緊急避難所的安全，為防止二次災害需優先進行調查。

- (2) 處理廠、抽水站是否異常

確認處理廠、抽水站其污水是否有正常流出、流入，調查幹線有無異常及處理廠、抽水站的異常狀況，掌握設施周邊污水流出的危險性。

- (3) 確認人孔、管線周邊道路的異常狀況

人孔或管線受損時，常導致周邊路面發生異常狀況，對交通產生極大影響，為避免發生此二次災害的可能性，以及鎖定受損場所影響復原作業等狀況，需掌握人孔或管線周邊道路的異常情況(塌陷、隆起、龜裂、噴砂、噴水、起伏等)。

- (4) 人孔或水管橋管線部分是否有污水流出

調查人孔等設施確認污水是否流出，掌握周邊設施淹水、污染的危險性。

- (5) 管線內有無流入危險物(瓦斯、石油等)

瓦斯管、油槽等受損後，可能將其運送物質流入管線內，為了掌握是

否有危險，實施調查時儘量與其他管線單位交換資訊。

(6) 人孔蓋、框座是否異常

人孔蓋、框座如有異常狀況，則可能使汽車、摩托車、行人等有掉落的風險，或可能使動物屍體、垃圾、瓦礫等落進管線內，為了防止二次災害發生，需致力掌握上述之異常處。

(7) 人孔內以及水管橋管線部分是否異常

緊急調查階段，主要以地面調查為中心，因掌握設施整體災情有時間上的困難，改以找出淹水與周邊設施受到影響的受損場所，並進行以下調查：

- ① 人孔內的土砂堆積與污水的流動狀況。
- ② 人孔與主管線連接處的脫落及破損。
- ③ 人孔內壁的脫落與破損。
- ④ 水管橋管線部分接續的脫落及破損。

3. 緊急調查的器具

一般緊急調查時所需要的器具彙整如表 4.5，並須依照受損規模、地區特性等適當的選擇攜行，選擇時的注意事項如下：

- (1) 夜間調查的情況較多時攜帶照明器具。
- (2) 攜帶如潮濕亦可書寫等易於使用的筆記器具。
- (3) 攜帶輕型、小型等易於攜帶的器具。
- (4) 攜帶通訊良好、電量足夠之通訊器具。

表 4.5 緊急調查必須之主要器具

用途		文件或器具
檢查	文件	緊急調查表、下水道台帳、筆記本、詳細地圖
	器具	望遠鏡(夜視用)、標尺、指南針、大型手電筒、電池、探照燈(附發電機)、捲尺
記錄		筆記用具、攝影機、數位相機、電池、白板等
通訊		行動電話、個人無線電
通行限制		防護柵、繩索、限制標誌、三角錐
其他		圓鋤、防水墊、常溫瀝青、鐵撬

4. 活用調查表單

關於整理調查結果，可參考表 4.6 所示之緊急調查表，緊急調查表可記錄受損的形態、受損程度等(去除主觀因素，儘可能定量分類)，記錄方法可於平時充分討論制定之。

整理調查所得資訊有以下幾個作法：

- (1) 受損位置一覽表與分佈圖(以主要設施為對象)。
- (2) 災害概要圖(一定程度的繪製品質)。

- (3) 來自居民的通報台帳。
- (4) 緊急調查表、統計表。
- (5) 緊急措施的實施狀況表(亦可於受損位置一覽表或受損位置圖一併記載)。

表 4.6 管線緊急調查表(範例)

調查時間		記錄者	
處理區		處理分區	圖號
人孔號碼		GPS E=	N=
道路類別		國道、縣道、鄉道、市區道路、產業道路、其他()	
佔用位置		車道、人行道、其他()	照片 編號
調查 項目	路面落差	無落差、有落差(隆起約 cm、下陷約 cm)	
	周邊路面狀況	無異常、下陷、隆起、龜裂、噴砂、噴水、其他()	
	人孔蓋狀況	無異常、破損、偏移、其他()	
	車輛可否通行	可、否(人孔隆起、路面下陷等使車輛難以通行)	
有無緊急措施或緊急 復原工程		無、有(安全設施、路面鋪設)	
災情、 緊急措施與 緊急復原工程 照片	No.1(人孔隆起狀況)		No.2(上游道路周邊路面狀況)
	No.3(上游道路周邊路面狀況)		No.4(孔蓋狀況)
	No.3(安全柵設置狀況)		No.6(道路鋪設狀況)

4.3.5 處理廠設施的緊急調查方法

處理廠設施之緊急調查，目的為大致掌握災情與防止造成重大功能喪失的二次災害，著眼於可能對處理廠功能產生重大影響的災害，以目視的方法記錄與觀察，利用捲尺等簡單的工具量測受損程度，調查時如需進入環境較惡劣場所，需確保調查人員之人身安全。

解說：

處理廠與網狀遍佈難以進行調查的管網不同，雖設施、設備數較多，但因有整合性的設施，緊急調查以處理廠整體為標的。

1. 緊急調查方法

緊急調查為緊急檢查措施說明後，於短時間內掌握受損概況，並避免產生導致功能障礙之二次災害的調查，以目視(外觀檢查)及照相機等迅速進行。

緊急調查為不拘泥於輕微的損害，而掌握可能造成處理廠功能重大影響的災害。此外，調查結果需要迅速向應變中心匯報，重點為整合資訊。

2. 緊急調查重點

(1) 土木、建築構造物

鋼筋混凝土結構物其發生裂縫場所，調查管線銜接處的異常。

處理廠一般利用管溝於地下銜接各設施，為避免漏水影響其他設施，需進行全設施的調查，特別是土木構造物。

針對建築構造物，主要調查各部件的耐久程度與安全性，檢查其龜裂、剪力破壞、非構造部件的破壞及構造上的五金受損等。另外除了構築建物的柱、樑等主要部件，內外裝修、門窗、隔牆等二次部件，也須確認有無受損並防止二次災害。

(2) 機械、電氣設備

於二次災害防範措施講習後(緊急檢查)，為掌握機械設備、電氣設備整理的災情，迅速進行設備機器、配管、閥件等調查。

(3) 進流管、加壓管相關設施

處理廠設施最易受損處，為處理廠設施與管線的銜接處，因此緊急調查需針對進流管、加壓管與處理廠設施的銜接處，重點檢查其受損狀況。

3. 緊急調查工具

緊急調查以高優先順序的調查場所，以及通報、聯絡場所為對象，利用目視觀察災情，以捲尺等工具進行簡單量測，以照相機進行現況的記錄。

緊急調查需要的工具，如表 4.7，因應受損的規模、地區特性等攜帶適當的工具。關於器具的選定，依不同的狀況留意以下事項：

- (1) 多為夜間調查的情況下，攜帶照明器具。
- (2) 攜帶即使潮濕亦能書寫，容易使用的筆記用具。
- (3) 輕量、小型等易於攜帶的儀器。
- (4) 不攜帶具有雜訊、功率不足的儀器。

此外，緊急調查所必要工具，亦可共通於一次調查(初步調查)時所利用。

表 4.7 緊急調查所必要工具

用途		文件與器具
檢查	文件	緊急調查表、設施平剖面圖(竣工圖)
	器具	標尺、捲尺、手電筒(大型)、電池、探照燈(附發電機)、測距輪、噴漆、拐杖
記錄		筆記文具、攝影機、數位相機、電池、白板等、相片用比例尺
通訊		行動電話、個人無線電、攜帶型無線通訊器
通行限制		柵欄、繩索、限制標誌
其他		圓鋸、防水墊、鋸子、鏟刀等
電器檢查		電表、絕緣手套(橡膠)、禁止供電標籤
安全		安全帶、安全繩

4.3.6 抽水站設施的緊急調查方法

抽水站設施之緊急調查，為以大致能掌握災情與防止造成重大功能喪失造成二次災害為目的，著眼於下列事項，利用目視觀察災情，以捲尺等簡單的工具進行災害的量測。

1. 揚水功能是否正常。
2. 地下室有無積水。
3. 各設施、設備是否異常。
4. 進流管、加壓管是否破損。

此外，關於抽水站的緊急調查，亦可善用遠端監視、控制設備，於實際調查時，如需進入分水井等作業前，必須確保人員安全。

解說：

1. 緊急調查方法

緊急調查為緊急檢查必要措施，於短時間內掌握受損概況，並避免產生導致功能喪失之二次災害的調查，以目視(外觀檢查)及照相機等迅速進行。

抽水站設施散佈在下水道區域內，難以掌握其整體的災情，因此調查時以各抽水站整體災情為重點，需留意勿因較小的災害而失焦。此外，調查結果需迅速向應變中心匯報，重點為整合資訊。

2. 緊急調查重點

緊急調查重要是掌握抽水站設施整體的災情。關於各設施、設備緊急調查的重點如下：

- (1) 土木、建築構造物：請參考本章 4.3.5 節「處理廠設施緊急調查方法」。
- (2) 機械設備、電氣設備：請參考本章 4.3.5 節「處理廠設施緊急調查方法」。
- (3) 進流管、加壓管等相關設施：請參考本章 4.3.5 節「處理廠設施緊急調查方法」。

表 4.8 污水處理廠緊急調查表(日本例)

緊急調查表(機械)

_____地震

_____處理廠緊急調查表(機械)

調查時間：

平成

年

月

日

天候：

調查人員：

調查地區：

No.	調查設施	調查場所	調查項目	有無異常	受災型態	調查人員觀察點	緊急措施	設備編號
1	抽水機	外觀	震動	有、無		掌握復原的可能性		
			異音	有、無		掌握復原的可能性		
			軸搖動	有、無		掌握復原的可能性		
			備用機(軸封水)	有、無		掌握復原的可能性		
			基礎	有、無		掌握復原的可能性		
2	鼓風機	外觀	震動	有、無		掌握復原的可能性		
			異音	有、無		掌握復原的可能性		
			溫度	有、無		掌握復原的可能性		
			補機(冷卻水、潤滑油等)	有、無		掌握復原的可能性		
			基礎	有、無		掌握復原的可能性		
3	電動機類	外觀	震動	有、無		掌握復原的可能性		
			異音	有、無		掌握復原的可能性		
			溫度	有、無		掌握復原的可能性		
			臭味	有、無		掌握復原的可能性		
			基礎	有、無		掌握復原的可能性		
4	塔狀裝置類 (排氣塔、煙囪、高架水塔等)	外觀	傾倒、掉落	有、無		掌握復原的可能性與復原作業的安全性		
			基礎	有、無		(禁止進入等指示)		
5	配管、閥類	外觀	伸縮接頭洩漏	有、無		掌握復原的可能性		
			折損或脫落	有、無				
6	可燃物、危險物等儲存機器、配管類	消化瓦斯	瓦斯洩漏	有、無		掌握復原的可能性與復原作業的安全性		
			(臭氣、聽音、容量計等所得)	有、無		(禁止火源、進入等指示)		
			重油洩漏	有、無		(禁止火源、進入等指示)		
			(目視、油量計所得)	有、無				
7 其他設備(建築附帶設備)								
(1)給水設備	受水池、高架水塔	彎折、水槽內電擊棒損害、漏水	有、無		復原作業時確保飲用水			
	給水器具				重要機器(主馬達類)的冷卻水、軸封水的確保			
(2)排水設備	衛生器具等	器具運作程度確認	有、無		確保能夠排水(污物、污水)			
(3)空調機械等	組合型冷氣機、冷卻塔	震動、噪音、基礎、漏水	有、無					
(4)電梯設備		漏洩、升降通路	有、無					
		安全裝置的運作確認						

另外，進行抽水站設施的緊急調查時，需事先留意之事項與管線設施的調查相同，如下所示：

- (1) 在一定規模以上之地震，調查車輛常因交通混亂、路面高差、坍方等無法通行，於此情況則改採機車、自行車通行較為有效。
- (2) 緊急調查相較於通常檢查更加耗時。緊急調查所耗時之理由一般如下：
 - ① 交通混亂：震災之後常會產生與平時不同的交通需求，常使交通混亂。
 - ② 有交通障礙的場所需另外迂迴或無法通行。

- ③ 緊急措施(交通管制)實施。
- ④ 資訊流通：無法順利的流通資訊，常需要額外時間。
- ⑤ 餘震影響。
- ⑥ 夜間調查。
- ⑦ 降雨調查。

3. 緊急調查工具

請參考本章 4.3.5 節「處理廠設施緊急調查方法」。

4. 活用遠端監視、控制設備(TM/TC 設備)

如為無人看守之抽水站，震後的設備運作狀況、災情，可藉由 TM/TC 設備掌握，等同於迅速親赴現地確認。例如以電話線路或自家專線之監控設備如未受到災害，則首先於管理據點(處理廠等)掌握資訊，藉由 TM/TC 設備瞭解抽水站的受電狀況、緊急發電設備的運作狀況、主要馬達的運轉情況、揚水量以及水位等資訊，多數情況下掌握這些資訊，即能概略的研判災情。此外如前往現場，可利用 TM/TC 設備所附掛之電話進行通訊，對於無人看守之抽水站，期能活用 TM/TC 設備來掌握狀況，如 TM/TC 設備的線路無法使用，則前往現場進行緊急調查。

4.3.7 管線設施實施緊急措施之判斷

是否施行緊急措施，將依據發生二次災害的危險性與影響性進行判斷。利用以下的評估項目進行綜合判斷，必要的情況下施行。

1. 對道路的影響。
2. 對周邊設施的影響。

解說：

實施緊急措施時，以發生二次災害的危險程度及對其他設施的影響為重點，基於目視於短時間內進行客觀的判斷。然而，緊急措施必須在地震之後難以充分應對的情況(人員的集合與器具的調配)下執行，因此，考量受損管線設施災害影響的道路、構造物、周邊設施等重要性、必要器具的數量後，選定優先施行措施的場所。

判斷施行緊急措施之評估項目主要考量以下幾點：

1. 對道路的影響(是否發生)
 - (1) 管線、人孔內因砂土流入使路面沉陷、龜裂。
 - (2) 管線上浮使路面隆起、龜裂。
 - (3) 人孔上浮使路面隆起、龜裂，道路與人孔蓋、人孔框座的落差。
 - (4) 人孔蓋、人孔框座的損壞，使汽車、自行車、行人掉落的風險。
2. 對周邊設施的影響(是否發生)
 - (1) 污水流出使污染周邊設施的可能性。
 - (2) 危險物質(瓦斯、石油等)流入管線，對周邊設施與居民造成危險。

為了取得客觀判斷所需數據進行測試，日本下水道協會製作受損程度分類標

準，如表 4.9 所示，調查項目所對應之受損程度等級，大、中、小的記載內容，需依據各都市的現況、地震所致都市整體的受損程度，進行修正。

表 4.9 受害程度分類標準(緊急調查)

設施	調查項目	受害程度		
		小	中	大
道路	路面與人孔間落差	車輛行走感受到衝擊(落差 3 公分以下)	車輛行走感受到障礙(落差 3 ~10 公分)	車輛無法行走(10 公分以上)
	路面下沉、隆起(平緩上下變動)	車輛行走感受到衝擊	車輛行走感受到障礙	車輛無法行走
	路面下陷、落差	車輛行走感受到衝擊(下陷落差 3 公分以下)	車輛行走感受到障礙(落差 3 ~10 公分)	車輛無法行走(10 公分以上)
	路面龜裂	2 輪車行走無障礙(龜裂 1 公分以下)	2 輪車行走感受到障礙(落差 1~3 公分)	2 輪車無法行走
	人孔蓋及框座損壞	人孔蓋等無破損 框座位移量小(框座法蘭寬度的 1/3~以下)	框座位移量(框座法蘭寬度的 1/3~2/3)	人孔蓋等破損 框座位移量小(框座法蘭寬度的 2/3~以上)
周邊設施	污水流出造成污染	污水未流出 居民無投訴		污水大量流出 居民投訴
	危險物質(瓦斯、石油等)進入下水道	危險物未流入		有危險物流入

4.3.8 處理廠、抽水站實施緊急措施之判斷

是否施行緊急措施，依其可致功能喪失的危險性程度與處理廠對周邊影響程度為重點進行判斷。緊急措施因需在地震之後難以充分應對的情況(人員的集合與器具的調配)下執行，由下列觀點充分考量重要性及緊急度後，施行最低限度的措施。

1. 對土木構造物、建築物的影響。
2. 對機械設備、電氣設備的影響。
3. 對周邊設施、環境的影響。
4. 處理廠、抽水站的特性。
5. 關於感知器。

解說：

實施緊急措施時，以發生重大功能喪失的二次災害危險程度，及處理廠、抽水站對周邊環境的影響為重點執行。處理廠在調查完各設備機器的狀況後，檢查污水處理、污泥處理等系統是否正常運作。而關於抽水站則調查馬達設施、沉砂設施的機器狀況，特別是揚水功能是否正常運作。

判斷的依據分為以下五項進行說明：

1. 對土木構造物、建築物的影響

- (1) 對土木構造物的影響：針對構造物，其耐震容易出現的弱點為接合處(包括流入管線)、伸縮縫部分及門窗等開口部分，針對其施工上的弱點判斷其安全性，調查時需留意污水或污泥的流出。另外，關於管線設施的部分可參考本章 4.3.7 節「管線設施實施緊急措施之判斷」。
- (2) 對建築物的影響：樑、柱作為主要構造，其耐震上容易出現的弱點，亦為構造物的接合處、伸縮縫及門窗等開口部分，針對其施工上的弱點判斷其安全性時，亦調查建築物的建具(窗框、雨遮等)、隔牆等二次建材的位置。

2. 對機械設備、電氣設備的影響

- (1) 對機械設備的影響：構造物因地震產生不同程度的沉陷時，將對構造物本身產生預期外的應力，可能導致機器的基礎傾斜、移動、翻倒或是管線內的藥品、燃料等洩漏或其他災害，當下需判斷機器是否可正常運轉。
- (2) 對電氣設備的影響：和機械設備相同，在構造物產生不同沉陷時，將對構造物本身產生預期外的應力，可能導致機器的基礎傾斜、移動、翻倒或是管線內的藥品、燃料等洩漏或其他災害，當下需判斷電氣設備是否可正常運作。此外依據電氣設備的保護裝置與受損場所之不同，而影響其對應。如果是斷路器自行斷電的情況，特別要確認廠內的配電設備其受損狀況，於斷路器或開關回復之際，需事先經過機電主管、技術人員以及設施主管機關同意。

3. 對周邊設施、環境的影響

判斷是否可能因氯氣、重油等洩漏而影響周邊環境，並需確認是否可能污水流出而污染周邊環境。

4. 處理廠、抽水站的特性

各處理廠、抽水站因其設置地點的特性不同而異，不同都市規模、地形的情况下，設施的受損程度對都市功能、居民生活所影響程度亦不同。

處理廠的特性如下：

- (1) 處理廠已有指定震災時的避難場所。
- (2) 處理廠位於密集的市中心。
- (3) 如排放口為湖沼，放流水質的標準較為嚴格。
- (4) 設有污泥集中處理設施，或與外部處理設施合併設置。
- (5) 為小型處理廠且管理人員少。
- (6) 為大型處理廠且系統設施多。

(7) 排出方法為分流式或合流式，此外抽水站的特性為以下的對應項目：

- ① 抽水站位於人口密集的市中心。
- ② 運作為遠端管理。
- ③ 下水的種類為污水、雨水或合流。

5. 關於感知器

處理廠、抽水站的各類機器設備中，部分因感知器偵測而緊急停止的機器（不論受損與否），當重新啟用這些機器時，為避免重啟後產生災害，需在負責人的指示下確實操作。

4.4 緊急措施

4.4.1 管線設施的緊急措施

針對有必要進行緊急措施之處，因應不同災情執行措施。緊急措施的項目如下：

1. 設置安全柵欄。
2. 限制進入危險場所。
3. 確保道路功能。
4. 針對防止二次災害(淹水等)的處置。
5. 檢討下水道設施的使用限制。

解說：

緊急措施係為了避免下水道設施的重大功能喪失與二次災害的危險，所進行之暫時措施。因地震所導致下水道設施之損害，有可能引發重大功能喪失或是二次災害而產生危險，為了緊急避免發生上述災害而施行相關措施，對於管線設施來說除維持原本的通水功能外，為了防止淹水等災害以及可能對道路交通等設施產生影響，需進行必要措施。

有關管線設施所施行措施，為設置移動式抽水機，或是管理單位自行制定之種種限制等對策，並且聯絡相關單位處理。

然而緊急措施多為地震後所施行，隨著調查的進行將陸續發現須執行緊急措施之場所。

1. 設置安全柵欄

由管線設施受損所引起的道路等重大異常情況(人孔與道路的落差、龜裂等)時，配合設置安全柵欄、標誌等，避免車輛、自行車、行人等掉落及其他交通事故。

2. 限制進入危險場所

有關危險場所的資訊，除由有關機關(路權單位、警察等)所聯絡提供，可對其請求針對重大的危險場，所進行通行管制。

3. 確保道路功能

主要道路的路面異常，對於震後的調查、復原作業將產生相當大的阻礙，

為此對於路面下陷、塌陷、龜裂以及人孔與路面的落差等災害，利用投入碎石等措施，將路面攤鋪後確保道路的基本功能。

4. 針對防止二次災害(淹水等)的處置

對於管線內如流入土砂等，將影響其流動能力，以及降雨導致淹水等二次災害，利用補強其構造、繞道以及抽水機等措施，防止周邊設施淹水。

5. 檢討下水道設施的使用限制

因地震使管線設施的污水排除功能停止，考量復原作業的長期化，有必要檢討下水道設施的使用限制。(參考「第3章第2節 下水道使用限制的對應」)。

4.4.2 處理廠、抽水站的緊急措施

針對有必要進行緊急措施之處理廠、抽水站設施，因應其災情執行緊急措施。緊急措施的項目如下：

1. 設置安全柵欄。
2. 對於重大功能喪失所採措施。
3. 對於二次災害危險性所採措施。
4. 下水道使用限制的檢討。

解說：

緊急措施的考量方法，基本上比照管線設施。處理廠、抽水站所施行措施，為避免火災、爆炸，而將機器停止、完全關閉主要閥件、防止淹水或水災而將閘門關閉或繞道進行緊急排水等措施，或管理單位自行制定之限制等對策，並且聯絡相關單位，進行廣播等作為。

1. 設置安全柵欄

考量覆土崩落等災害的危險性，設置安全柵欄作為防止手段。

2. 對於重大功能障礙所採措施

針對重大的功能障礙，緊急措施的範例如表 4.10 所示。

(1) 土木構造物、機械設備

掌握構造物的不同沉陷、龜裂場所、門窗等構造物的弱點，限制前往危險場所與判斷有安全疑慮處。

如配管、配線以及主要機器發生脫落、掉落等情況，判斷能否運作，必要時進行停止措施。

(2) 電氣設備

① 停電之應變：因地震造成停電而改由緊急發電設備進行運轉，必須事先確保設備是否損害或故障。停電時由緊急發電設備進行運轉，其檢查與操作步驟必須事先制定。

② 受變電、配電設備異常之應變：針對受變電、配電設備因後續可能復電，必須判斷其可能之配電範圍，如發生異常的場所內有受變電設備，研擬將 2 組受電盤中改由 1 組受電，或是廠內配電線路異常時，考量變更其配電路線等措施，或配電設備有部分損害時檢討其負載限制(降低運轉

數)、電器基板內的設備異常或線路短路時，利用斷路器將該側電源切斷，並貼上禁止送電的標籤，讓週遭人員徹底了解等措施。

3. 對於二次災害危險性應採措施

對於二次災害危險性應採措施，如表 4.11 所示。

(1) 抽水站功能停止時的淹水對策

因地震所致功能停止的抽水站，其有可能因降雨產生淹水的危險性，為此設置移動式抽水機，儘速確保其揚、排水功能。

(2) 污水處理設施停止時，未處理之污水放流對策

為了將污水處理設施之災害抑制到最小，因應受損程度確認其揚、排水、沉澱功能以及最少須確保消毒功能可用等措施。

(3) 由燃料槽等洩漏出之危險物質、絕緣油等防漏措施

對於使用危險物質的設備，震後迅速調查其有無洩漏，萬一發現洩漏時聯絡有關機關，並進行防止二次災害的措施。

(4) 防止污泥消化瓦斯相關設備洩漏瓦斯

關於污泥消化瓦斯相關設備，震後迅速調查有無洩漏，如有發現洩漏時，謀求以下措施：

- ① 嚴禁火源及禁止進入措施。
- ② 封閉洩漏處。
- ③ 關閉洩漏處周邊閥體。

(5) 防止消毒設備洩漏氯氣

如消毒設備洩漏氯氣，雖將自動啟動中和槽，但仍需穿戴呼吸用保護器，儘可能迅速找出洩漏原因，關閉洩漏處附近的閥體時，緊急聯絡有關機關以及周邊民眾。

(6) 防止水質試驗室之藥物噴散或漏液

如有水質試驗室之藥物噴散或漏液狀況，其措施參考上述(3)~(5)為基準。

(7) 發生海嘯時的對應

地震時密切注意海嘯訊息，萬一預測海嘯將發生，則尋求以下措施：

- ① 關閉外部防洪閘門。
- ② 關閉內部止水閘門並設置止水擋板。
- ③ 截斷流入閘門。
- ④ 啟動放流馬達。
- ⑤ 停止向受損設施送水、送泥。

4. 下水道設施使用限制的檢討

因地震所致處理廠功能的停止或降低，如預期修復作業將長期化，則有必要檢討其設施之使用限制（參考第 3 章第 2 節 下水道使用限制的對應）。

表 4.10 緊急措施的處理案例(針對重大設施障礙所對應措施)

設備	受損類型	重點	研判	緊急措施案例
土木構造物	<ul style="list-style-type: none"> 主要構造(樑、柱、牆、床板)損傷破壞 	<ul style="list-style-type: none"> 避免復原作業、避難作業之人身災害 	<ul style="list-style-type: none"> 允許、禁止進入 	<ul style="list-style-type: none"> 禁止進入
機械設備	<ul style="list-style-type: none"> 因構造物沉陷不同，以致馬達配管受損 	<ul style="list-style-type: none"> 配線、配管以及主要機器的脫落、傾倒 	<ul style="list-style-type: none"> 可否繼續運轉？ 	<ul style="list-style-type: none"> 停止運轉
電器設備	<ul style="list-style-type: none"> 停電 	<ul style="list-style-type: none"> 於中間監控室掌握整體停電狀況 	<ul style="list-style-type: none"> 由廠內發電，在保護繼電器的運作下，實際於變電所、電氣室內確認變壓器、配電盤等受損狀況，並避免不必要的操作 	<ul style="list-style-type: none"> 如因保護繼電器而停電，在原因確認前將該場所斷路器上鎖、貼上禁止供電或禁止進入的標籤，並徹底告知周遭
	<ul style="list-style-type: none"> 配電盤傾倒、裂損 			<ul style="list-style-type: none"> 供電方停電時，啟動緊急發電系統(多為自動啟動)
		<ul style="list-style-type: none"> 復電作業可能延長 	<ul style="list-style-type: none"> 如無法取得電力來源，則評估是否繼續由緊急發電設備運轉(確保冷卻水、燃料等是否足夠) 	<ul style="list-style-type: none"> 流入閘門(如 TM/TC 設備正常時則關閉相關抽水站)
		<ul style="list-style-type: none"> 受變電、配電設備有部分受損 	<ul style="list-style-type: none"> 研判是否有必要限制負荷(1/2 系列處理)？ 	<ul style="list-style-type: none"> 受配電設備中，利用 2 組電容中之 1 組受電，或變更配電路線等
		<ul style="list-style-type: none"> 配電盤內設備是否異常、或配電盤遭拉扯，即調查配線張力是否過大？ 	<ul style="list-style-type: none"> 判斷配電盤內短路或線路、接頭發生短路的危險性 	<ul style="list-style-type: none"> 利用斷路器遮斷電源，並拔除接頭，貼上標籤，徹底告知週遭

表 4.11 緊急措施的處理案例(針對二次災害危險性所對應措施)

設備	受損類型	重點	研判	緊急措施案例
海嘯等	<ul style="list-style-type: none"> 海嘯導致之精神恐慌 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急避難與警戒制度的確定 		<ul style="list-style-type: none"> 轄區廣播傳達資訊(電台播放)
構造物附屬設施	<ul style="list-style-type: none"> 建築單元(窗框、雨遮等)、裝飾、幕牆等附屬設施的脫落、破壞 	<ul style="list-style-type: none"> 防止人身災害 維持處理廠功能 	<ul style="list-style-type: none"> 允許或禁止進入 	<ul style="list-style-type: none"> 停止運轉
電氣設備	<ul style="list-style-type: none"> 觸電等人身受害 	<ul style="list-style-type: none"> 充電部分有無露出 	<ul style="list-style-type: none"> 廠內緊急調查,確認電氣設備、線路等,其充電露出部分及確認移動是否具有危險性? 	<ul style="list-style-type: none"> 視情況禁止進入或停止該區送電
	<ul style="list-style-type: none"> 流入閘門故障、阻塞 	<ul style="list-style-type: none"> 持續停電中 	<ul style="list-style-type: none"> 確認如溢流是否將對處理設施或居民造成災害? 	<ul style="list-style-type: none"> 暫時設施—移動式抽水機(或消防抽水機)進行揚水作業
	<ul style="list-style-type: none"> 無法揚水(自然流下) 			

4.5 一次調查(初步調查)

4.5.1 管線設施之一次調查(初步調查)

對管線設施進行一次調查(初步調查),以獲得判斷是否進行二次調查(細部調查)的必要性,和規劃整個管線設施復原計劃所需的資訊。

解說：

1. 一次調查(初步調查)之重點

一次調查(初步調查)的範圍,主要進行整體受損狀況的掌握,基本上以全區域為對象,不過,預期特別可能產生重大損害之地區,如從台地向低地轉移地區,土壤液化區域,軟弱地盤地區等,而進行優先調查的效率也很重要,在需要優先調查地方的選定上,宜活用下水道防災地圖協助調查。

2. 一次調查(初步調查)之調查項目

一次調查(初步調查)之具體調查項目,如表 4.12 所示。

3. 一次調查(初步調查)之方法

一次調查(初步調查)之方法，原則上採目視及測量，且一次調查(初步調查)之災害核定事務，以短期可完成為準，若實施測量有困難時，也可視情況將測量調查作業於二次調查時進行。

此外，如果需要進入私有地進行調查時，有必要取得居民的同意。

調查方法選定時，可依照二次調查的討論事項進行，其作為如下。另詳「第4.7.3節管線設施二次調查方法之選定」內容。

- (1) 構造物種類及重要性。
- (2) 受損形態及程度。
- (3) 調查實施條件。
- (4) 調查方法適用條件。

4. 一次調查(初步調查)之工具

一次調查(初步調查)應該攜帶之調查器具如表4.13所示。特別是進入人孔時需攜帶必要之人孔內調查用器具，並充分注意及實施調查缺氧狀況和硫化氫的發生。

5. 一次調查(初步調查)注意事項

在大直徑、大水量之管線內調查，通常不可能在管中採取例如污水分流和臨時存儲之措施，故常伴隨許多困難，因此，可以通過以下方法進行一次調查(初步調查)。

- (1) 根據路面變化和管線從人孔的調查結果，估算管線的損壞程度。
- (2) 如果認為有必要在管線設施內進行調查，可從午夜到凌晨污水量減少時段，並在可以安全調查的時間內進行確認。

(3) 一次調查(初步調查)結果之整理

使用一次調查(初步調查)表來方便組織調查結果，一次調查(初步調查)表填寫損害的形態及損害的程度(為了消除個人主觀，儘可能定量分類)，關於填寫的方法，平時即預先練習。

6. 資料整理

如何整理調查結果獲得必要的資訊如下：

- (1) 損害位置一覽表和損害位置圖(所有目標設施)。
- (2) 損害圖(損害程度儘可能依大、中、小分類)。
- (3) 調查表、統計表。
- (4) 一次復原實施狀況表(可與損害位置一覽表和損害位置圖一起填寫)。

表 4.12 一次調查(初步調查)之調查項目

調查情況	調查項目
污水處理廠、抽水站有無異常	檢視污水處理廠、抽水站之下水流入狀況
人孔和管線周圍路面有無異常	路面狀況異常(如下沉、沉陷、隆起、龜裂、落差、噴砂、噴水、波紋等)
來自人孔及壓力管(特別是水管橋管線部分)之下水道有無出水	
管線有無流入危險物(如煤氣，石油等)	
人孔有無異常	人孔蓋及框座滑動 人孔內壁偏移，人孔破損造成砂土侵入及累積 人孔和管線銜接點偏移，破損
管線有無異常	管線接頭脫落、移位，破損 管線鬆弛(垂直及水平方向蛇行) 管線漏水 墊圈脫落，接縫材料脫落，管線內累積砂土及積水
支管、陰井有無異常	支管異常(突出，破損，壓壞) 陰井異常(漏水，裂縫，滑動)

*調查時宜在當地做標註，並分類整理成容易處理之照相記錄，以利傳達給後續之支援組織。

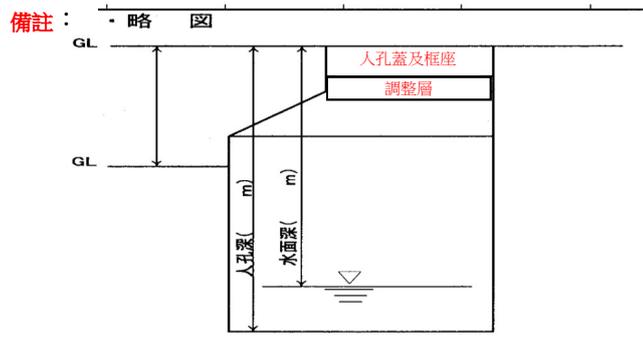
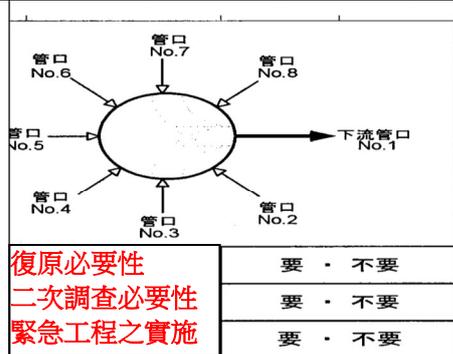
表 4.13 一次調查(初步調查)之主要器具

用途	檔案資料和器具
檢查	文書資料 一次調查(初步調查)表，下水道台帳，現場記錄手稿，詳細地圖
	器具 望遠鏡(具夜視功能)，桿子，鋼捲尺，大型手電筒，電池，照明燈(附帶引擎發電機)，防水布捲尺，長竿子，測量儀器，標尺，手鏡，人孔蓋開啟器
人孔內調查	氧氣偵測器，瓦斯檢測器，鼓風機，空氣呼吸設備，梯子，安全帶，救生索
記錄	筆記本，膠卷相機，攝影機，數位相機，電池，黑板，彩色噴漆
通信設備	行動電話，個人收音機，對講機
交通限制	活動式拒馬，繩索，警告標誌，三角錐
其他	鏟子，防水板，常溫瀝青，鐵橇，螺絲起子(防止鎖孔堵塞)，錘子(防止蓋子變形)等

表 4.14 管線設施一次調查表(以人孔一次調查表為例)

人孔目視調查記錄表(一次調查用)

調查行政區			調查單位						
調查日期			記錄者						
調查區域			圖號						
人孔編號		人孔深度	m	GPS	E=	N=			
人孔形式	0 號 1 號 2 號, 其他[]; 預鑄組立, 現場施作								
道路類別	國道、縣道、鄉鎮道、私有道路、其他[]								
安裝位置	車道、人行道、其他[]							照片編號	
人孔狀況	路面落差	無落差、有落差(上浮約[]cm; 下沉約[]cm)							
	道路周邊狀況	無異常、陷落、隆起、裂縫、噴砂、噴泉、其他[]							
	人孔蓋狀態	無異常、破損、錯位、其他[]							
	框座狀況	無異常、破損、錯位、其他[]							
	調整層混凝土	無異常、破損、錯位、其他[]							
	人孔斜壁	無異常、破損、錯位、漏水、其他[]							
	人孔直管	無異常、破損、錯位、漏水、其他[]							
	底座直管	無異常、破損、錯位、漏水、其他[]							
	導水槽	無異常、破損、錯位、漏水、其他[]							
	積水狀況	無、積水深度[]cm							
	土砂堆積狀況	無、土砂堆積厚度[]cm							
	產生臭味	無、有居民投訴							
	污水外溢	無、有居民投訴							
危險物流入	無、有居民投訴								
管道狀況	管線編號								
	管線種類、管徑								
	管線種類								
	接入點位置	下游 N01	N02	N03	N04	N05	N06	N07	N08
	管線插入	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知
	管線脫離	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知
	破損	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知
	漏水	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知
	簡易照相調查	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知	有、無、未知
	照片編號								
	是否復原	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否
	是否二次調查	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否
	緊急工程	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否	是：否



4.5.2 處理廠和抽水站設施之一次調查(初步調查)

對處理廠和抽水站設施進行一次調查(初步調查)，以獲得恢復處理廠和抽水站最低功能資訊。

解說：

1. 一次調查(初步調查)之重點

根據每個處理廠和抽水站功能被地震破壞之嚴重程度，設定其重要性(復原順序)，並優先考量復原順位高之設備及管線進行調查。

2. 一次調查(初步調查)之項目

一次調查(初步調查)之具體項目說明如下：

(1) 土木工程及建築

確認處理廠壁面漏水，裂縫產生程度，伸縮縫位移程度，以及門開啟和關閉狀態檢查等。

(2) 機械設備

為了恢復處理廠之功能，重要性高之設備、管線等，需優先進行調查。

(3) 電氣設備

緊急調查電氣設備之損壞內容和程度，作為緊急復原判斷之依據。

3. 一次調查(初步調查)之方法

具體之一次調查(初步調查)方法，請參考表 4.15 所列出之調查項目。

4. 一次調查(初步調查)之工具

一次調查(初步調查)攜帶之器具與本章第 4.3.6 節「處理廠設施緊急調查方法」中所述一次調查(初步調查)工具相同。此外，對於工作人員可以安全地進行調查，包括缺氧狀況和硫化氫之產生，建議攜帶工具如下：

(1) 氧氣分析儀。

(2) 瓦斯偵測器。

(3) 送風機。

(4) 空氣呼吸設備。

(5) 梯子等。

5. 調查結果之整理

調查結果以使用一次調查(初步調查)表進行整理較為便利，填寫一次調查(初步調查)表之受損程度，宜消除個人主觀，並儘可能定量分類。關於填寫方法，應從平時即充分預先進行溝通。

6. 資訊整理

調查資訊之處理方法，應考量以下內容：

(1) 受損位置一覽表及受害位置位置圖(以全部設施為對象)。

(2) 受損圖(依受損程度進行大、中、小程度分類)。

(3) 一次調查(初步調查)表，統計表。

(4) 緊急復原實施狀況表(配合受損位置一覽表及受損位置圖一併填寫)。

表 4.15 處理廠、抽水站設施一次調查表
(以處理廠電氣設備一次調查表為例)

一次調查表(電氣)

○○○地震 ○○○處理廠一次調查表(電氣)

調查日期：○○年○○月○○日 天氣：○○

調查者：○○○○課 ○○○○

調查地區：○○○○

註：(觀點)欄：詳細說明調查員在調查時應該具有的觀點。

No	調查設施	調查場所	調查項目	異常有/無	受損形態及程度	調查者(觀點)	緊急復原	圖-照片		
1	特別高壓接收變電	受電狀況	停電是否繼續	有/無		再送電可能性				
		受損場所、程度	使用可能性	有/無		立即使用可能性				
		緊急復原可能性	受損場所	有/無		提早復原可能性				
		緊急復原時間	復原時間推定	有/無		總復原時間掌握				
		配電系統	送電可能性	有/無						
2	受變電設備	受電狀況	停電是否繼續	有/無		再送電可能性				
		受損場所、程度	使用可能性	有/無		立即使用可能性				
		緊急復原可能性	受損場所	有/無		提早復原可能性				
		緊急復原時間	復原時間推定	有/無		總復原時間掌握				
		配電系統	送電可能性	有/無						
3	自備發電設備	受損場所、程度	使用可能性	有/無		立即使用可能性				
		緊急復原可能性	受損場所	有/無		提早復原可能性				
		緊急復原時間	復原時間推定	有/無		總復原時間掌握				
		可能運轉時間	燃料儲存量	有/無		可能運轉時間掌握				
		可能運轉時間	燃料供給可能性	有/無						
		可能運轉時間	冷卻水儲存量	有/無						
		可能運轉時間	冷卻水供給量	有/無						
		排煙給排氣	排煙、給排氣可能	有/無		煙道等運轉可能性掌握				
4	運轉操作設備	送電系統	送電可能性	有/無		送電範圍可能性掌握				
		送電系統	送電必要性	有/無						
		受損場所、程度	使用可能性	有/無		立即使用可能性				
		緊急復原可能性	受損場所	有/無		提早復原可能性				
		緊急復原時間	復原時間推定	有/無		總復原時間掌握				
		緊急運轉必要性	揚水設施必要性	有/無		復原順序掌握				
		緊急運轉必要性	其他必要性	有/無		部分處理必要性掌握				
		運轉方法	集中監視和操作	有/無						
5	儀表設備	運轉方法	再運轉優先順位	有/無						
		運轉方法	運轉障礙	有/無						
		設施機械條件	運轉可能性	有/無		操作確認				
		受損場所、程度	使用可能性	有/無		立即使用可能性				
		緊急復原可能性	受損場所	有/無		提早復原可能性				
		緊急復原時間	復原時間推定	有/無		總復原時間掌握				
		儀表電源系統	停電、異常、健全	有/無						
6	監視控制設備	受損場所、程度	使用可能性	有/無		立即使用可能性				
		緊急復原可能性	受損場所	有/無		提早復原可能性				
		緊急復原時間	復原時間推定	有/無		總復原時間掌握				
		系統使用可能性	能否使用	有/無		總合判斷				
7	其他設施(建築附屬)									
		(1)管理大樓	電燈插座設備	受損場所、程度	有/無		是否可使用			
			電燈插座設備	電源狀況	有/無		是否有電源供給			
			電燈插座設備	緊急復原可能性	有/無		系統損壞程度			
			動力設備	受損場所、程度	有/無		是否可使用			
			動力設備	電源狀況	有/無		是否有電源供給			
			動力設備	緊急復原可能性	有/無		系統損壞程度			
			自動火災警報設備	受損場所、程度	有/無		是否可使用			
			自動火災警報設備	電源狀況	有/無		是否有電源供給			
			自動火災警報設備	緊急復原可能性	有/無		系統損壞程度			
			滅火設備	受損場所、程度	有/無		是否可使用			
			滅火設備	電源狀況	有/無		是否有電源供給			
			滅火設備	緊急復原可能性	有/無		系統損壞程度			
			電話、廣播設備	受損場所、程度	有/無		是否可使用			
			電話、廣播設備	電源狀況	有/無		是否有電源供給			
			電話、廣播設備	緊急復原可能性	有/無		系統損壞程度			
			緊急通信設備	受損場所、程度	有/無		是否可使用			
			緊急通信設備	緊急復原可能性	有/無		系統損壞程度			
			(2)沉砂池.....					7(1)同管理大樓		
			(3)污水處理設施.....					7(1)同管理大樓		

4.5.3 管線設施緊急復原工程之判斷

是否在管線設施進行緊急復原工程之重點，在於結構損壞程度、功能損壞程度及對其他設施影響程度。

以下係用於進行管線設施緊急復原工程之評估項目案例：

1. 管線設施結構破壞程度。
2. 管線設施功能損壞程度。
3. 對道路影響。
4. 對周邊設施影響。

解說：

緊急復原工程可分為兩種：①災害評估前之臨時工程和②在緊急復原階段進行之緊急復原工程。本節緊急復原工程意味著前者，主要在確保臨時污水處理功能一直到該復原工程完成。在採用②的情況下，考量受災時期之特殊性，有關災害調查評估之程序需予討論。

評估項目案例如下：

1. 管線設施結構損壞(如表 4.16)。
2. 管線設施功能損壞。
 - (1) 有無降低污水排放能力。
 - (2) 有無降低雨水排放能力。
3. 對道路的影響
4. 對該地區設施的影響

除上述評估項目外，下水道主管機關、受災地方機關及中央機關應協議是否實施緊急復原工程，並經綜合評估後再推動。

判斷是否進行緊急復原工程的參考資料，其損壞程度之分類標準如表 4.17。但是，每個調查項目之損壞程度(大，中，小)排序將根據每個城市的實際情況和整個城市因地震造成的破壞程度而有所不同，因此有必要根據實際情況適當修改。

4.5.4 處理廠及抽水站設施緊急復原工程實施之判斷

對於處理廠及抽水站設施是否進行緊急復原工程，其重點在於對設施構造受損程度、機能受損程度及對周邊環境影響等進行評估。

有關處理廠及抽水站設施之緊急復原工程，評估項目說明如下：

1. 設施構造受損程度、設備機器及配管等受損程度。
2. 設施機能受損程度。
3. 周邊設施影響。

解說：

表 4.16 管線設施損壞程度

管線設施	損壞程度
管線	接頭鬆開 接頭脫落 接頭錯位 接頭損壞 止水帶脫落、密封膠脫離 管體龜裂 管體破裂 管體上下蛇行 管體上浮 連接管突出 土砂堆積 漏水
人孔	人孔蓋、框座錯位 人孔蓋、框座破損 人孔斜壁、直壁密封膠錯位 人孔斜壁、直壁接縫破壞 人孔斜壁、直壁龜裂 人孔斜壁、直壁破壞 人孔內壁、底板、導水槽龜裂 人孔內壁、底板、導水槽破壞 管線於人孔內突出、管線與人孔接合處龜裂 土砂堆積 漏水 人孔本體上浮
陰井	人孔蓋錯位 人孔蓋破損 本體傾斜 本體破損 連接管突出 土砂堆積 漏水

表 4.17 損壞程度分類標準

設施	調查項目	損壞程度				
		小	中	大		
下水道構造損壞程度	管線	接頭鬆開 接頭錯位	承口深度小於 1/3 管厚之 1/3 以上	承口深度 1/3~2/3 管厚之 1/3~2/3	承口深度大於 2/3 管厚之 2/3 以上	
		接頭破損	接頭重新置放 無漏水	接頭有漏水 無土砂流出	接頭破壞 大量漏水及土砂流入	
		管體龜裂，破損	有裂紋 無漏水	有漏水 無土砂流出	管體破壞 大量漏水及土砂流入	
		連接管異常	連接管突出 (管徑之 1/4 以下)	連接管突出 (管徑之 1/4~1/2)	連接管突出 (管徑之 1/2 以上)	
		管體上浮	上浮後覆土深 0.8m 以上		上浮後覆土深 未達 0.8m	
	人孔	斜壁、直壁錯位	壁厚之 1/3 以下	壁厚之 1/3~2/3	壁厚之 2/3 以上	
		斜壁、直壁龜裂破損	有裂紋 無漏水	有漏水 無土砂流出	破壞 大量漏水及土砂流入	
人孔內壁、底板龜裂破損		有裂紋 無漏水	有漏水 無土砂流出	破壞 大量漏水及土砂流入		
下水道機械損壞程度	管線設施	下水排 污能力 (管內積 砂、污 泥淤積)	圓形管 φ 600mm 以下	內徑之 25%以下	內徑之 25-50%	內徑之 50%以上
		圓形管 φ 600-1400mm	內徑之 15%以下	內徑之 15-30%	內徑之 30%以上	
		圓形管 φ 1400mm 以上	內徑之 10%以下	內徑之 10-20%	內徑之 20%以上	
		下水排 污能力 (管內積 砂、污 泥淤積)	導水槽直徑 φ 600mm 以下	內徑之 25%以下	內徑之 25-50%	內徑之 50%以上
		導水槽直徑 φ 600-1400mm	內徑之 15%以下	內徑之 15-30%	內徑之 30%以上	
		導水槽直徑 φ 1400mm 以上	內徑之 10%以下	內徑之 10-20%	內徑之 20%以上	
	臭氣	無臭氣 沒有居民投訴		有臭氣 有居民投訴		
下水道系統重要性	非下水道系統機能恢 復之重要設施		下水道系統機能恢復 之重要設施			
其他設施影響程度(下水道損壞原因)	道路	路面與人孔有落差	不妨礙車輛通行 (落差 1cm 以下)	車輛通行有衝擊感 (落差 1~3cm)	妨礙車輛通行 (落差 3cm 以上)	
		路面下陷、隆起 (路面高程上下變動)	不妨礙車輛通行	不妨礙車輛通行 (落差塌陷 1cm 以下)	妨礙車輛通行	
		路面塌陷、落差	不妨礙車輛通行 (落差塌陷 1cm 以下)	不妨礙車輛通行 (落差塌陷 1cm 以下)	妨礙車輛通行 (落差塌陷 3cm 以上)	
		路面龜裂	不阻礙摩托車通行 (裂縫寬度 1cm 以下)	阻礙摩托車通行 (裂縫寬度 1~3cm)	阻礙摩托車通行 (裂縫寬度 3cm 以上)	
		人孔蓋及框座受損	人孔蓋無破損 框座偏移量小 (人孔蓋及框座邊緣寬 度之 1/3 以下)	框座偏移量中等 (人孔蓋及框座邊緣 寬度之 1/3~2/3)	人孔蓋有破損 框座偏移量大 (人孔蓋及框座邊緣寬 度之 2/3 以上)	
	周邊 設施	污水流出造成的污染	下水未流出 沒有居民投訴	下水少量流出 居民有投訴	下水大量流出 居民有投訴	
		下水道內有危險物流入 (瓦斯、汽油)	無危險物流入		有危險物流入	

評估項目案例說明如下：

1. 設施結構損壞

(1) 土木及建築

- ① 沉砂池，抽水站：外壁產生龜裂程度。
- ② 管廊：龜裂程度、伸縮縫異常程度。
- ③ 外部裝飾材：龜裂、損壞程度。

(2) 機械設備

- ① 抽水機設備：是否能繼續運轉。
- ② 閘門：是否能開或關。

(3) 電器設備

- ① 受變電設備：是否能繼續受配電。
- ② 自備發電設備：是否能運轉。

上述結構、設施設備、管線等損壞，對處理廠和抽水站運轉影響程度需判定。

2. 處理廠功能之損害

污水廠之功能大致分為抽排水、初級處理(沉澱)、二級處理(生物)、消毒、污泥處理等。

由於處理廠有各種結構和設施，並結合成一個處理系統，部分設施損壞可能影響整個系統之運轉及功能。

因此，掌握每個設施能力，並將其整體能力發揮，以應付部分單元損害也很重要。

3. 對周邊地區之影響

當抽水機之泵送功能不足，會引起周圍區域淹水並導致道路交通問題。此外，水處理和消毒功能的下降，也會導致排放水污染和傳染病發生之問題。

由於處理廠的受損，可能對周圍的設施和環境產生很大的影響，在判斷時應充分考量。

除上述評估項目外，下水道主管機關、受災地方機關及中央機關，應協議是否實施緊急復原工程，並經綜合評估後再推動。

關於每個調查項目的損害程度等級，有必要考量每個城市實際情況來判斷。

4.6 緊急復原

4.6.1 管線設施緊急復原工程

緊急復原與緊急措施具有相同目的，而緊急復原為因應一次調查(初步調查)結果而進行的緊急復原工程，並以暫時恢復必要管線設施之功能為主要目的。

管線設施之緊急復原工程主要有以下各項：

1. 管線及人孔內部的砂土疏浚。
2. 管線破損位置修繕(混凝土包覆、管內壁內襯等)。
3. 以止水膠圈進行壓力管止水。
4. 移動式抽水機進行下水排除。
5. 臨時排水路，臨時管設置。
6. 排水設備復原。
7. 上浮人孔的清除。
8. 與道路管理單位等協調。

解說：

緊急復原工程，基本上是基于一次調查(初步調查)的結果而定，在整個復原工程時間很緊迫的情況下，對需優先進行工程有必要在緊急調查時進行判斷。

為了加快緊急復原工程，有必要在早期階段制定復原政策和復原計劃，並就採行緊急對策或永久性對策作出決定，為復原工程設定目標時間表，並調整整個修復工作非常重要，同時還要考量長期緊急復原之可能性。

由於緊急復原工程需要確認災害評估對象，因此在考量對災害評估的影響時，整理緊急復原資料非常重要。

以下為緊急復原工程的主要方法：

1. 管線及人孔內部砂土疏浚

由海嘯造成之管線損壞，會造成沉積物隨著大量的水流入和積聚，此外管線損壞的地方亦會因雨水流入而積累沉積物，為確保下水輸水功能，將管線內之砂土疏浚是必須的。

對於泥砂疏浚之方法，可比照平時進行管線維護和管理之疏浚工作，可使用人工、吸泥車和高壓清洗車等方法。另外，關於災害時的泥砂處理方法亦需事先考量。

2. 管線破損位置的修繕(混凝土包覆、管內壁內襯等)

如果管接頭因地震斷開或斷裂，緊急應變方法可採用膠帶纏繞損壞的部分並用混凝土包覆固定。

3. 以止水膠圈進行壓力管止水

壓力管常用於處理廠和抽水站內，如果壓力管損壞，設施可能會停止運轉，此情況下，例如管體龜裂之損壞類型，可用止水膠圈止水，以確保管線臨時之壓送能力。

另外，當法蘭接頭偏移管線中心線而無法銜接時，可使用橡膠軟管臨時確保管線輸送能力。

4. 移動式抽水機進行下水排除

當污水從人孔流出時，可用移動式抽水機將污水排放到附近沒有異常的污水管或排水管中，並以砂包防止設施周邊淹水。

5. 臨時排水路，臨時管設置

如果幹線損壞使得整個區域不能排放污水，可暫時安裝臨時水道，並要

求用戶將污水排入臨時水道。

另外，當支管損壞時，可採臨時管連接到相鄰無異常的支管，以確保輸水功能。

6. 排水設備復原

淺埋的排水設施常安裝在建築物周邊，預期地震震動和地面破裂會造成較大的破壞。

排水設施雖是由用戶自行管理，但有必要考量從業人員和下水道施工人員等對居民的指導、支援、維修等合作體制。

此外，可事先向指定承包商提供指導，希望指定建築承包商同時恢復排水設施和自來水設施。

7. 上浮人孔的清除

人孔上浮可能會對交通功能產生衝擊，例如造成救護車和消防車等緊急車輛的交通障礙，並可能因地震而造成二次損壞。

因此，針對上浮的人孔應該及時採取緊急應變修復工程，並依據其上浮的程度，採取必要的切除或下壓等應對措施。

8. 與道路管理單位等協調

一般而言，管線埋在道路下，與道路管理人員進行協商和調整，對於受影響地區是否順利實施緊急復原工作至關重要，有必要提前預先安排聯繫資訊。

此外，工作現場的修復工作可能會很複雜，因此有必要公開宣布施工的時間和細節等資訊。

4.6.2 處理廠和抽水站設施的緊急復原工程

處理廠和抽水站設施進行緊急復原工程，以暫時恢復設施的功能為主，包括安裝移動式抽水機，漏水地點的止水處理，鋪設臨時管線，並採用固體氯劑消毒等。

此外，在處理廠和抽水站設施中，由於每個類別的緊急復原工程是一併進行，因此最好建立一個聯絡委員會來監督每個工程類別，以便能夠順利地進行每個緊急復原工程。

解說：

關於緊急復原之方法，基本上須符合管線設施功能。

通常，處理廠和抽水站設施進行緊急復原時，多混合執行土木、建築、機械、電力等工程，為了促進每種類別的緊急復原工程進行，最好成立一個聯絡委員會來監督、交換和提供資訊。

關於處理廠和抽水站設施的緊急復原工程，其目的是恢復及保持最低限度之功能，例如安裝移動式抽水機、安裝臨時管線恢復泵送功能、以固體氯劑恢復消毒功能等。

緊急復原工程案例說明如下：

1. 緊急復原案例

(1) 土木及建築

- ① 裂縫發生處漏水→止水處理。
- ② 進出口蓋破損→設置禁止進入措施。
- ③ 水處理設施內部管線損壞→使用角材堆疊成堰作為臨時措施。
- ④ 自由進出樓層損壞→設立臨時通道。

(2) 機械設備

- ① 壓力管(出流管)損壞→鋼管、PVC 管、軟管等臨時管線安裝，安裝止水帶。
- ② 抽水機水封(因冷卻水系統故障停止供水)→採其他水源(井水、自來水、處理水、河水等)臨時供水。
- ③ 氯消毒裝置停止運轉 →投入固體氯化劑。
- ④ 停電造成污泥處理停止運轉→以污泥處理設施(濃縮池、消化池等)儲存污泥。

(3) 電氣設備

- ① 停電、斷水等造成抽水機、鼓風機等停止→啟動緊急發電機。
- ② 斷路器漏油、漏氣→設置禁止進入措施、切換備用設備。
- ③ 電氣室淹水、漏水→淹水、漏水部分緊急止水，臨時抽水機排水。
- ④ 照明器具損壞脫落→設置臨時接線及緊急照明。

有關處理廠功能之緊急復原案例整理如表 4.18 所示。另外，最近因地震損壞的緊急復原案例，如表 4.19 所示。

2. 材料、設備儲存

為加速緊急復原之效率，方法如下：

- (1) 材料、設備儲存。
- (2) 與材料製造商、施工廠商簽訂維護合同或協議。
- (3) 與其他城市等建立互助合作制度。

關於材料、設備等儲存，需考量材料和設備類型及儲存場所的選擇等。儲存具代表性之材料和設備如下所示：

(1) 復原用材料、設備

- ① 管線(混凝土管，鑄鐵管，PVC 氯乙烯管等直管，彎管，配件等)。
- ② 抽水機(主要是沉水泵)，緊急電池，空壓機。
- ③ 重型機械(挖土機，推土機，卡車，運輸車輛等)。
- ④ 臨時材料(安全圍欄，樁板材料，橫擋，撐樑等)。
- ⑤ 鏟子，十字鎬等。
- ⑥ 電源，照明電纜(輪座式電源線組，臨時照明設備)。

表 4.18 緊急復原案例

項目	可能損害情況	重點	判定	緊急復原例
抽水機功能緊急復原	<ul style="list-style-type: none"> 不能揚水 抽水機冷卻水系統故障停止抽水 壓力管(出流管)等破損 停電 	<ul style="list-style-type: none"> 到達啟動水位是否自動啟動 確認冷卻水量 備用發電設備 	<ul style="list-style-type: none"> 聯鎖控制電路故障 洪水淹水風險 漏水之程度 	<ul style="list-style-type: none"> 設定手動模式，並配置操作人員 其他水源(井水、自來水、處理水)安裝臨時管線 以移動式抽水機臨時揚水 以PVC管、軟管等鋪設(另一通路)臨時管線
初級處理功能	<ul style="list-style-type: none"> 沉澱池產生裂縫等造成洩漏 	<ul style="list-style-type: none"> 管廊及其他設施淹水，妨礙復原作業(檢查、管理、通報等) 	<ul style="list-style-type: none"> 復原難易度 淹水損害程度 	<ul style="list-style-type: none"> 使用其他系統 洩漏點密封、填縫 設置臨時管線和臨時抽水機，直接流入儲槽 通過角落和砂包改變水路
二級處理功能	<ul style="list-style-type: none"> 停電、斷水造成鼓風機停止運轉 	<ul style="list-style-type: none"> 備用發電設備復歸狀態 抽水機房流入水位 確認冷卻水量 保護裝置、儀表設備故障等，是否可手動操作？ 	<ul style="list-style-type: none"> 處理功能下降或停止對周圍環境的影響(放流水質污濁) 復原難易度 	<ul style="list-style-type: none"> 透過繞流、連接到其他替代系統
消毒功能	<ul style="list-style-type: none"> 氯氣鋼瓶傾倒，氯氣管線破損，可否改手動操作 次氯酸儲槽配管洩漏 		<ul style="list-style-type: none"> 消毒停止對周邊環境影響(傳染病暴發等) 	<ul style="list-style-type: none"> 其他方法(以固氯劑等)簡易消毒 安裝臨時配管
污泥處理功能	<ul style="list-style-type: none"> 停電造成機器停止運轉 凝集劑洩漏 污泥管破損 	<ul style="list-style-type: none"> 復電時間推定 復原作業影響 	<ul style="list-style-type: none"> 復原難易度 復原難易度 復原難易度 	<ul style="list-style-type: none"> 污泥處理設施儲留(濃縮槽，消化槽等) 污泥以運輸車輛搬出 操作閘門改變輸送路線 洩漏物去除、設置臨時通道 安裝臨時管線切回系統
電氣設備(一般)	<ul style="list-style-type: none"> 斷路器漏油、漏氣 廠內廣播 電器室漏水淹水 照明器具脫落、破損 	<ul style="list-style-type: none"> 漏油量、壓力值程度 全廠區、部分廠區 妨礙機器設置 妨礙復原作業 	<ul style="list-style-type: none"> 斷路器開啟和關閉時的安全性 廣播設備、電路 保全及功能影響程度 主要復原場所影響程度 	<ul style="list-style-type: none"> 預備回路切換 依具體情況，關閉電源側並復歸 切換到信息交換，使用收發器等 漏水淹水部分 以移動式抽水機臨時揚水 根據情況，從電源側切斷電源室電源、控制電源等 以臨時佈線及臨時燈安裝，進行部分更換

表 4.19 地震損壞緊急復原案例(日本)

地震地區	城市名稱	處理廠及抽水站名稱	主要損壞內容	緊急復原案例
日本新瀉縣 中越地震 (2004. 10. 23)	新瀉縣	堀之內淨化中心	<ul style="list-style-type: none"> · 分水槽接合部分斷裂 (污水流出) · 水處理設施伸縮接頭脫開 (活性污泥等由管廊流出) 	<ul style="list-style-type: none"> · 挖掘簡易通道 · 設置臨時沉澱池, 臨時加氯消毒池和臨時管線
	石日町市	石日町市 污水處理中心	<ul style="list-style-type: none"> · 鼓風機進氣閥損壞 · 初沉池柱子產生裂縫彎曲 · 管線及除雪管線破損、路面沉陷等。 	<ul style="list-style-type: none"> · 除雪管線修復 · 道路行車處塌陷之修復
	小國町	小國淨化中心	<ul style="list-style-type: none"> · 脫水機無法啟動 	<ul style="list-style-type: none"> · 移動式脫水車因應
	新瀉縣	龍光抽水站	<ul style="list-style-type: none"> · 變壓器損壞 · 廠內道路不均勻沉陷 	<ul style="list-style-type: none"> · 變壓器維修
		宇賀地抽水站	<ul style="list-style-type: none"> · 壓力進水管破損 · 廠內道路不均勻沉陷 	<ul style="list-style-type: none"> · 設置臨時壓力進水管
日本福岡縣 西方沖地震 (2005. 3. 20)	福岡市	中部污水處理中心	<ul style="list-style-type: none"> · A 系統初沉池出流渠道結構龜裂(初沉池部分出流水流至廠內) · B 系統終沉池結構龜裂(終沉池漏水) · A 系統部分刮泥機停止 · B 系統初沉池污泥抽泥管損壞 	<ul style="list-style-type: none"> · A 系統初沉池緊急停止進流 · B 系統二沉池部分停止運作 (以 A 系統臨時復原因應) · 利用 A 系統及 B 系統聯絡管 B 系統及上游側處理區污水至西部污水處理中心處理 · 利用合流改善對策之雨水留池(3.5 萬 m³)
	志摩町	黑磯淨化中心	<ul style="list-style-type: none"> · 迴流污泥管破損(廠內漏水) 	<ul style="list-style-type: none"> · 漏水抽送到污水坑

(2) 緊急設備

手電筒、收音機、收發器、對講機、小型發電機、四合一氣體偵測器、手套、靴子、安全鞋、緊急燃料、緊急食品、飲用水、寢具、急救藥品等。

(3) 其他臨時廁所等。

儲存場所要選擇材料便利運送之場所，且接近下水道預期可能損壞的位置。

此外，在復原材料和設備中，在處理廠準備用於日常維護的小型物品為主，但其他大型材料和設備可與材料製造商和施工廠商達成協議供應。

4.7 二次調查(細部調查)及災害評估

4.7.1 災害評估所需的文件

為了進行災害評估，需要以下文件：

1. 評估設計文件。
2. 損壞情況資料。
3. 復原方法資料。

特別是損壞情況文件，為管線設施進行 CCTV 電視攝影必要的調查，因此需要準備與 CCTV 電視攝影調查有關的檢視系統進行二次調查(細部調查)。

解說：

污水處理設施的主要復原工程，在災害發生後，緊急調查人員通過電話等通知下水道管理人員，對緊急工作進行緊急調查和緊急諮詢，於災害報告發布後，進行災害評估，任何需要緊急建造的設施都可以在災害評估之前進行(但是，一定金額以上者必須事先進行一定之諮詢)。

與地面上的財產不同，管線設施埋入地下，因此有些地方不能直接進入調查管線災難的所在，無法目視檢查的小口徑管線，通過 CCTV 電視攝影進行調查為前提，以日本兵庫縣南部地震為例，CCTV 調查耗費大量人力，因此有必要準備與 CCTV 調查有關的檢視系統。

1. 評估設計文件

評估設計文件需包括以下資料：

- (1) 設計報告書。
- (2) 設計圖。
- (3) 數量表。

2. 損壞情況的資料

(1) 管線損壞情況需要以下文件：

- ① 損壞位置圖和損壞位置列表。
- ② 管線和人孔受損區域的狀態圖。
- ③ 管線和人孔損壞的圖片。
- ④ 視頻。

A. CCTV 管線調查。

B. 管線的 CCTV 電視攝影圖片(CCTV 照片或由印表機印出)。

⑤二次調查(細部調查)記錄表與報告。

(2) 處理廠設施和抽水站設施損壞情況需要以下文件：

①受損地點和受損地點一覽(所有設施)。

②測量數據顯示損壞狀態(建築物的沉陷、傾斜、裂縫等)。

③圖片、視頻。

④二次檢驗記錄表與報告。

3. 復原方法有關資料

復原方法有關的文件沒有標準格式，但是需要注意是否為可以恢復為原始形狀的材料(或方法)。

(1) 判斷材料是否可能恢復原始形狀。

(2) 如果原始形狀不可能或不合適恢復，則說明採用有效性材料的復原方法。

選擇施工方法要點如下：

(1) 嘗試調查災害的原因，考量再次災害並採用防災施工方法。

(2) 考量設施之目的等，使材料和施工方法適用於當地。

(3) 統一施工方法(不要改變每個部分的基本想法)。

雖然沒有損害情況和復原方法的標準表格，但是有必要好好維護受災照片。照片維護要點如下(有關照片的範例，請參考“第2章2.3損壞表格的分類”)：

(1) 可以定量掌握整個災害狀況的照片。

(2) 可以確認周圍情況的照片和復原的必要性。

(3) 拍攝磁帶可以判斷距離和大小等的照片。

2004 年日本新潟縣中越地震的對應如圖 4.3。此外，日本新潟縣和長岡市的災害評估數據如圖 4.4、照片 4.1、照片 4.2，及 CCTV 調查表如表 4.20 和表 4.21。

4.7.2 管線設施二次調查

進行二次調查以判斷是否進行復原工程，復原工程的數量、復原工程的方法及災害評估資料的準備。

管線設施的二次調查方法大致分為直接探勘方法和間接探勘方法。

解說：

1. 二次調查注意事項

在目視調查中，應能同時拍攝和留下記錄。此時，如果同時拍攝 VDR 圖片，將對以後的判斷和復原方法的選擇有用。故在一個災損區域連續拍攝部分照片。

為了提高未來整個管線設施的抗震性，有必要進行一些彩色的研究調查，盡可能對所有損壞的地方徹底安排進行定量的目視檢查。在進行調查時，不僅

考量復原設計的資料，而且考量將其作為提高管線設施抗震性的基礎資料進行調查。

連接管及陰井的調查依據居民的使用情況報告，對於居民的回報，應立即填寫電話聯絡簿，以便隨時回覆。

2. 調查項目

二次調查的項目是編製災害評估資料所必須的項目。有關調查，可參考本章“4.7.1 災害評估所需的文件”。

3. 調查方法和工具

管線設施調查方法的分類大致分為直接探勘和間接探勘。有關調查方法的選擇，可參考本章“4.7.3 管線設施第二次調查(細部調查)方法的選擇”。調查方法有以下類型：

(1) 直接探勘

在直接探勘方法中，除可掌握損壞部分之外，並定量地測量損壞程度。直接探勘方法包括目視抓取受損地點，測量措施造成的損壞程度等，並用 CCTV 電視攝影機調查管線內部等。

但是，在對修復工程進行調查時，透過從內部進行重要結構的勘探難以判斷損壞程度時，則從管外進行調查。

通過電視攝影機進行管內檢測，需要事先用清洗車等清洗管線內部。而由於災害需清除沉積物等時，必須以 CCTV 等記錄土砂的沉積和水流停滯狀態，作為等作為災害評估的文件。

- ①從管線內部和人孔進行目視檢查。
- ②直接調查管線內部和人孔。
- ③各種調查(圖 4.5)。
- ④從外部目視檢查，並直接測量。
- ⑤用 CCTV 電視攝影機調查管線，依條件選擇。
 - A. 視頻縮放器(圖 4.6)。
 - B. 牽引式電視攝影機(圖 4.7(a)、(b))。
 - C. 自走式電視攝影機(圖 4.7(c))。
 - D. 連接管線用電視攝影機(圖 7(d))。
 - E. 特殊防水攝相機(圖 4.8)。

(2) 間接探勘

當由於各種條件不能進行直接調查時，或僅通過直接探勘無法判斷損壞時，應用間接探勘方法。間接探勘方法包括觀察污水的流動狀況、管線阻塞測量、管線設施的水密性測試等。通常間接探勘方法難以指定損壞部分、損傷形式及程度。

- ①觀察水流情況。
- ②藉負載進行堵塞調查。
- ③抽水試驗。

- A. 人孔間(圖 4.9)。
- B. 各部分接頭，裂縫等(圖 4.10)。
- ④注水試驗(圖 4.11)。
- ⑤壓氣試驗(圖 4.12)。
- ⑥流量測試(圖 4.13)。
- ⑦用地下雷達測量地下管線周圍的空洞和其他埋藏物(照片 4.3)。
- ⑧水質檢查，氯離子檢查。

4. 調查結果

調查結果由負責的調查員填寫，並以規定的調查表格式填報(表 4.22)。在調查表中，預先確定和準備與每個設施相對應的格式內容。

至於損害報告，包括可以詳細了解損壞情況(如果可以，以定量表示)、人孔損壞數量等，最好將其劃分為照片(人孔編號、管接頭編號、管線編號，以便可以理解)、草圖、繪圖等，如表 4.22 所示，可以方便地將判斷結果和復原方法(時間表)也填入檢查表中。

當損壞位置變得清晰時，在路線平面的位置和損壞情況也加計 X，通過這樣做，就很容易掌握整體的損壞情況，並將調查結果做成計畫。同樣的，關於損壞數量，需準備清單，並在必要時進行總結。

4.7.3 管線設施第二次調查(細部調查)方法的選擇

在選擇管線設施的二次調查(細部調查)方法時，對應災害評估考量以下項目：

1. 結構的類型和重要性。
2. 損害形式、程度。
3. 調查條件。
4. 調查方法適用的條件。

解說：

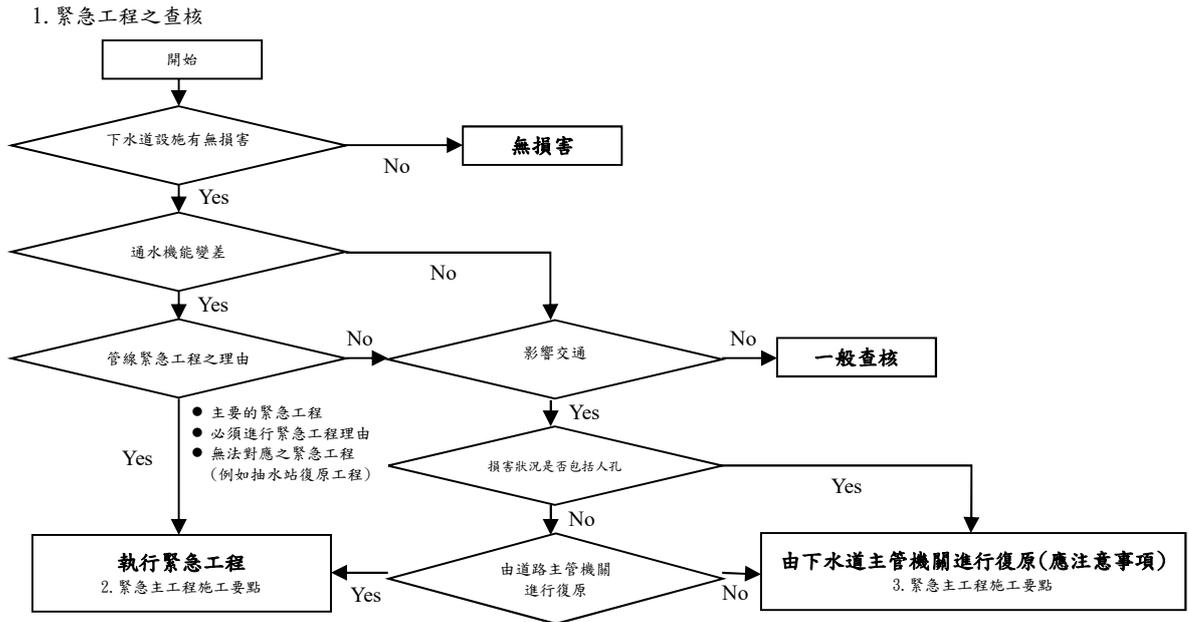
在二次調查(細部調查)中考量緊急調查和緊急措施，一次調查(初步調查)和緊急復原的內容，充分考量結構類型、重要程度，損害形式、程度，調查程度，調查方法的適用條件等，選擇最好的方法。

1. 構造物的類型和重要性

不同類型的構造物，例如人孔、陰井、連接管等種類不同，其適用調查方法也異。而且，即使同是管線，也有人可進入管內或不能進入。另壓力管或明渠，其調查方法也是不同。

即使相同類型的構造物，所需的調查精度也會根據其重要性而變化。

對於重要的幹線，如壓力管等，以避免再發生災害，即使是輕微損害，也應詳加調查。



2. 緊急主工程施工要點(參考附件道路的復原方法)

1) 所需文件(直到與中央協商)

- ◎ 組織緊急主體建設的必要性

2) 抑制水流能力的調查

- ◎ 水流流下受阻地點調查(緊急工程地點)其上下游3處人孔的頂高、管底以及確認坡度有無逆流。
- ◎ 阻礙水流能力特定位置的試開挖，當管底露出時，確認其高程。

3) 人孔隆起

- ① 測量人孔上下游3個人孔之頂高、管底高。
- ② 量測積水深度。
- ③ 將測量結果編入管理圖件，整理受災前後狀況。

4) 攝影照相

- ◎ 拍攝人員和黑板應在內。
- ◎ 施工前，施工期間和施工後拍攝照片
- ◎ 不僅可以同時拍攝點的放大圖像，還可以拍攝遠景，包括可以指定場所的情況。

5) 流下能力受阻時

- ① 流下能力受阻地點之人孔沒有流量狀態的攝影。
- ② 流下能力受阻時其上游人孔積水狀態的攝影。
- ③ 連接管線流下能力情況的攝影。

6) 人孔隆起的情況下

- ◎ 從上游和下游拍攝施工現場。
- ◎ 人孔抬升和路面沉降狀況。
- ◎ 拍攝隆起的人孔內的積水情況(沒有水位的情況)。
- ◎ 在隆起的人孔前後拍攝人孔中的積水狀態。
- ◎ 施工前，施工期間，施工後攝影。

3. 緊急臨時工程之留意點

1) 必要的諮詢文件“直到與中央協議”

- ① 臨時修復工作的必要性的學理
- ◎ 諮詢道路管理員，並留下需要確保運輸功能的文件。

2) 人孔緊急施工的對應

- ① 如果沒有隆起或更少，則通過 AS 對應。
- ② 如果隆起太大而無法流動，則調整人孔高度，例如拆除調整層，調節人孔高度。
- ◎ 如果人孔下沉，在 5cm 以下則填補路面，超過則填補碎石。
- ◎ 在其他情況下，將進行個別協調。

3) 緊急臨時施工拆除材料

- ① 未損壞的材料再利用。

4) 關於攝影

- ① 依照緊急工程為準

4. 開始之前

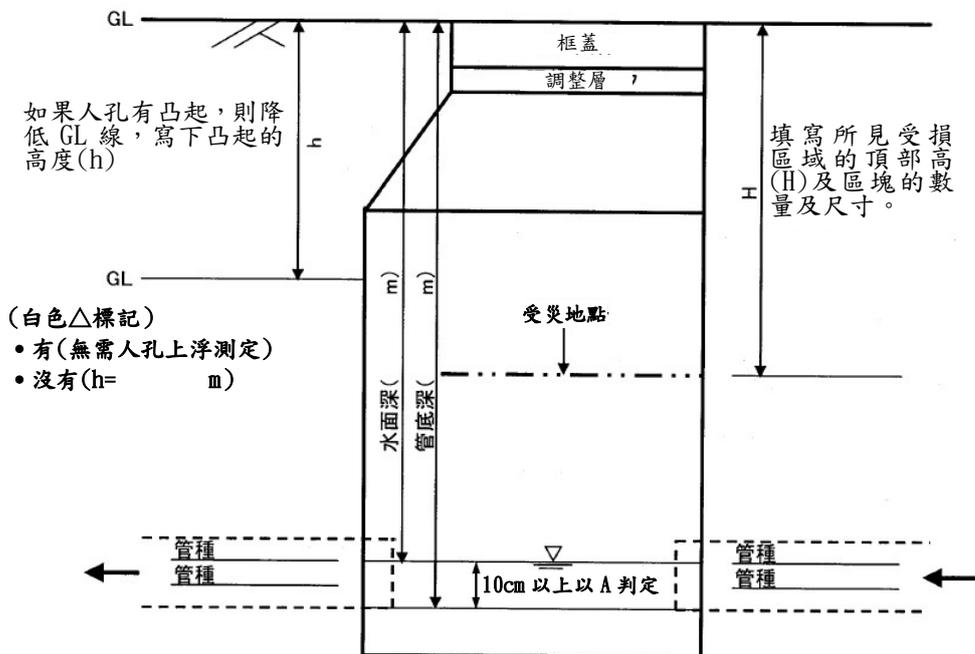
受災地區、損壞照片及復原方法，施工前傳訊給下水道人員。

圖 4.3 2004 年日本新潟縣中越地震災害的對應(例)
(在災害評估之前緊急主要工程，緊急臨時工程的對應)

下水道單位檢查人員

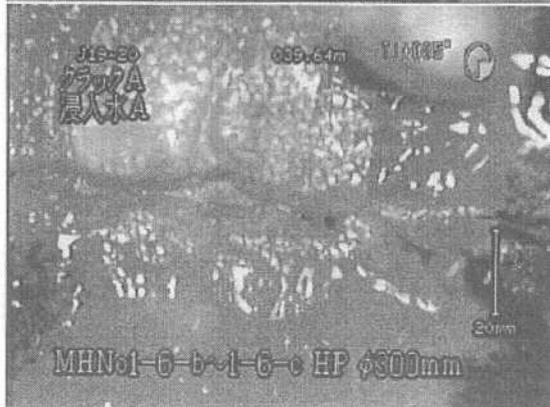
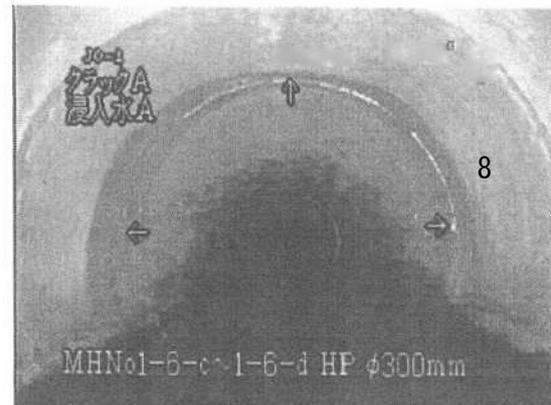
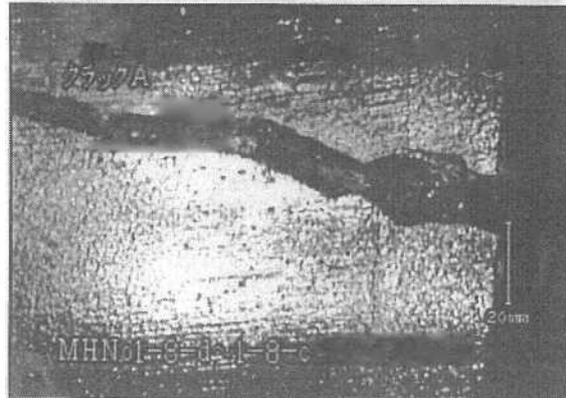
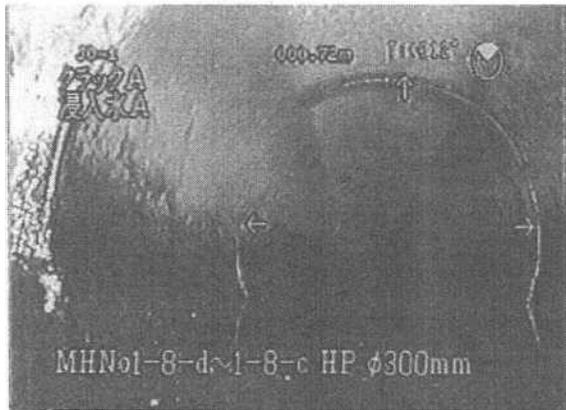
調查日 年 月 日

區位	編碼	人孔形式	人孔深	管頂深(下)	管頂深(上)	調查時的人孔編號
			m	m	m	NO. —



蓋 框 座	小型 人孔	防護蓋	A(有破損)	B(錯開)	
		內蓋	A(有破損)	B(錯開)	
	一號人 孔以上	鉄蓋	A(有破損)	B(錯開)	
		框座	A(有破損)	B(錯開)	
調整層			A(有破損)	B(錯開)	
斜壁，直壁	錯開	A 壁厚 2/3 以上漏水： 流動的噴出	B 壁厚 1/3~2/3 漏水： 漏水程度	C 未達壁厚 1/3	
	龜裂	A 1mm 以上漏水： 流動的噴水	B 1mm 以上(包括記錄)漏水： 漏水程度	C 未達 1mm	
	破損	A			
底板	龜裂	A 漏水：堆積	B 1mm 以上	C 未達 1mm	
	破損	A			
主管銜接處	破損	A			
	突出	A			
	脫開	A			

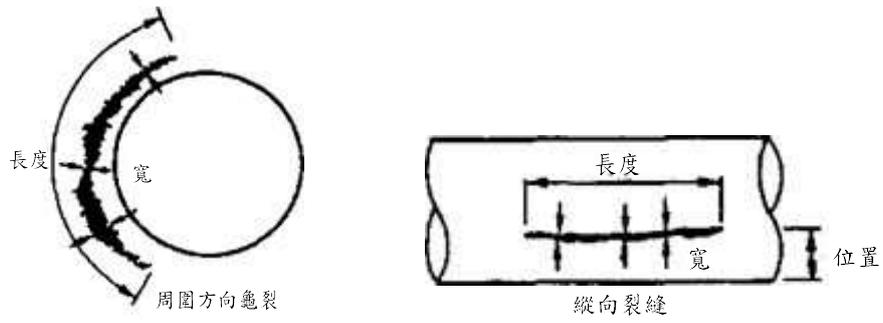
圖 4.4 人孔調整調查記錄表(新潟縣)



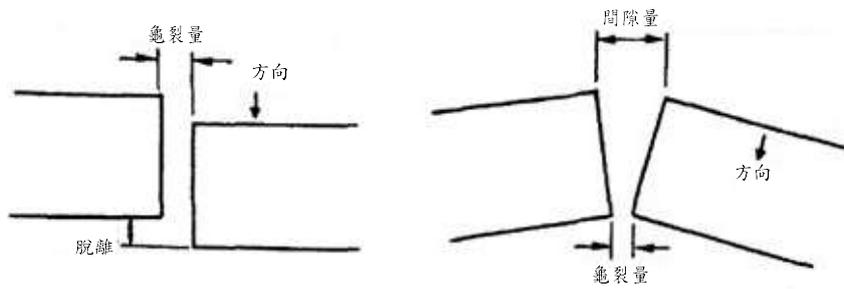
照片 4.1 CCTV 撮影照片(日本長岡市)



照片 4.2 人孔損害照片(長岡市)



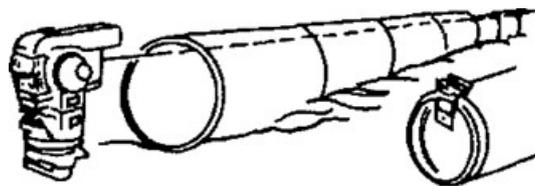
(a) 龜裂的量測



(b) 管接頭損害的量測

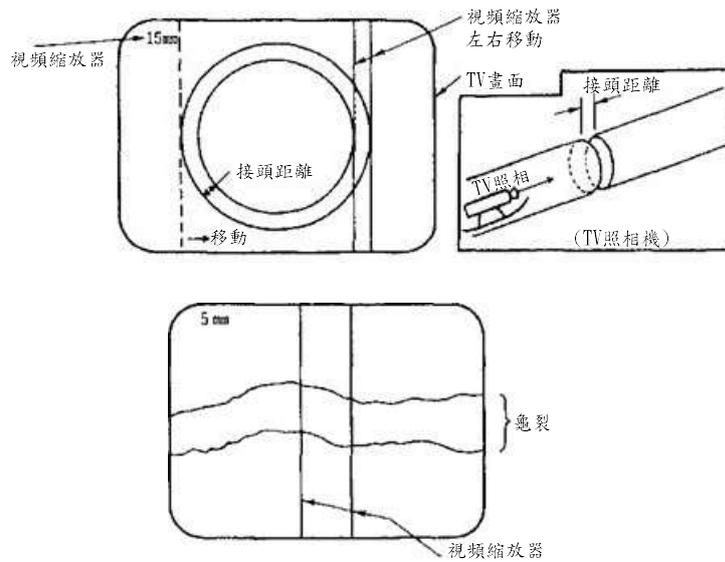


(c) 蛇行的量測



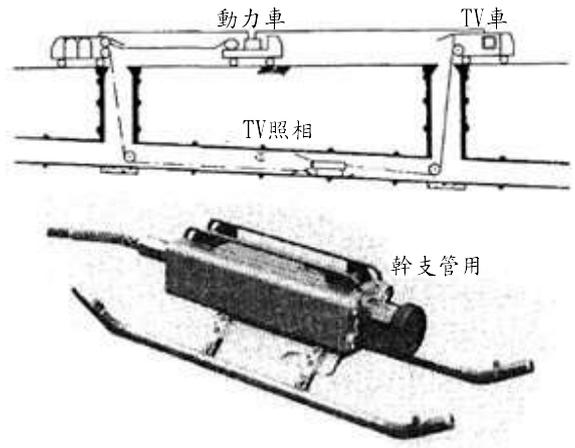
(d) 使用雷射儀器量測的實例

圖 4.5 管線損壞的量測實例

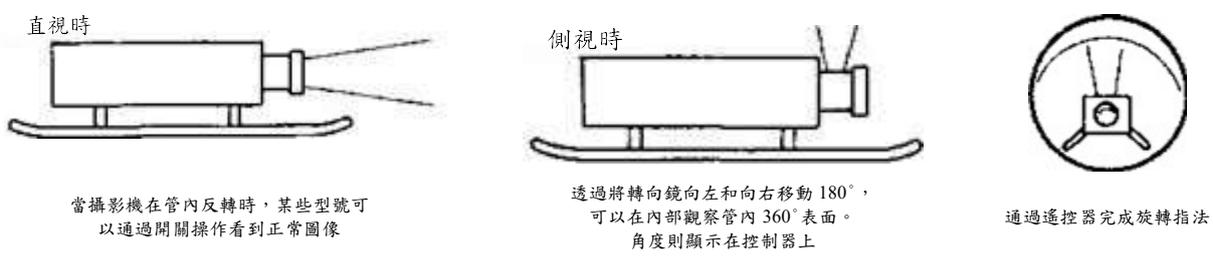


視頻縮放器：縮放器的縮放比例透過將縮放器安裝到已知長度的部分(例如管線)並輸入已知長度來自動確定。接下來，將縮放器安裝到待測部件上，其長度(實際尺寸)顯示在屏幕上。在直接觀察的情況下，相機到目標的距離以及管徑，可以計算實際的管接頭位移量和幾何分離量。

圖 4.6 視頻縮放器量測管線損壞的範例



(a) 牽引式

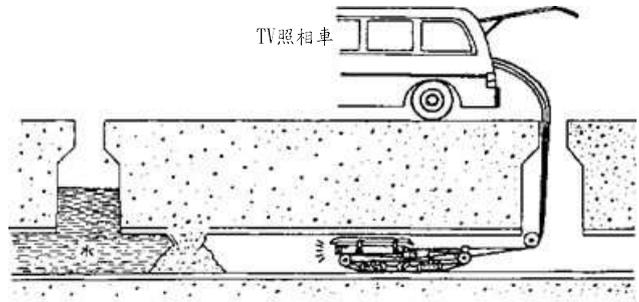


當攝影機在管內反轉時，某些型號可以通過開關操作看到正常圖像

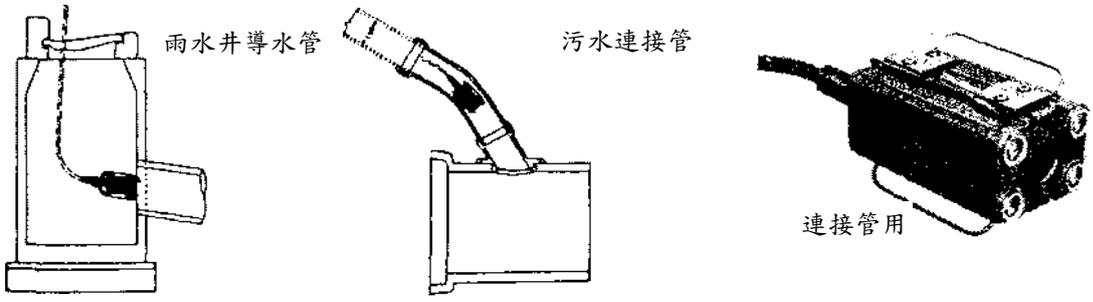
透過將轉向鏡向左和向右移動 180°，可以在內部觀察管內 360° 表面。角度則顯示在控制器上

通過遙控器完成旋轉指法

(b) 直視或側視



(c) 自走式



(d) 連接管

圖 4.7 CCTV(電視攝影機)量測管線的範例

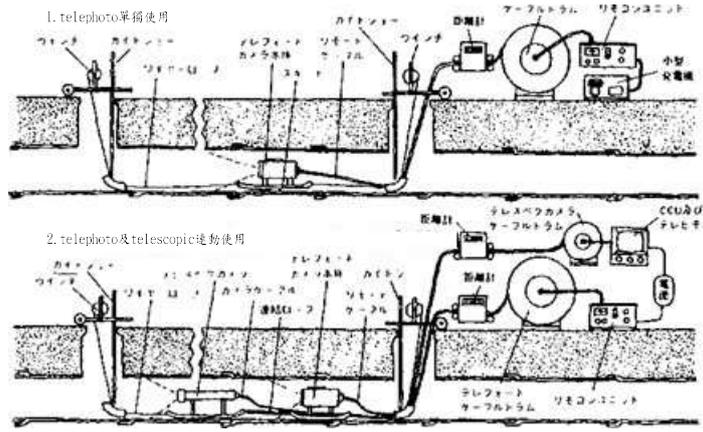


圖 4.8 管道內使用防水攝影機的範例

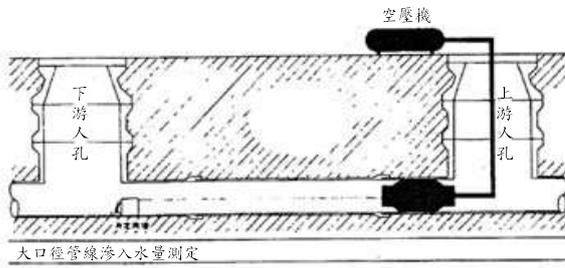


圖 4.9 抽水試驗範例

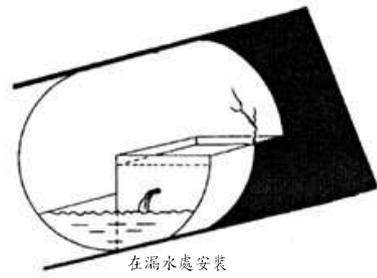


圖 4.10 止水框架的抽水試驗範例

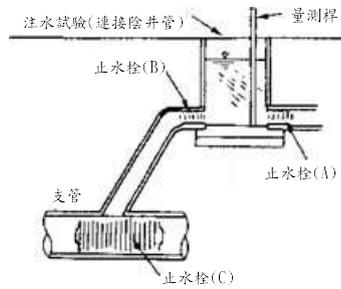
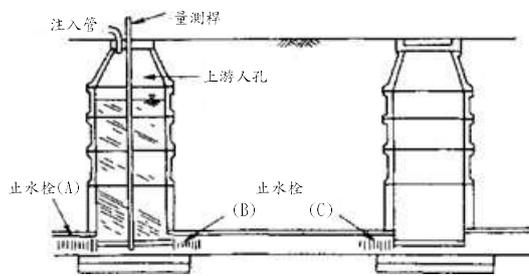


圖 4.11 注水試驗範例

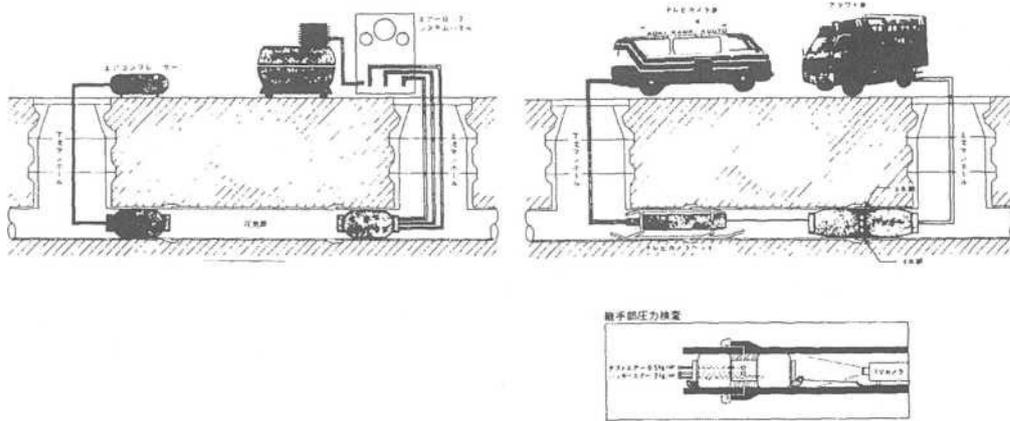


圖 4.12 加壓空氣氣密性試驗範例

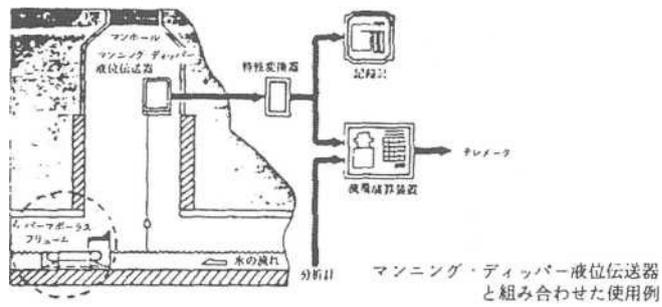
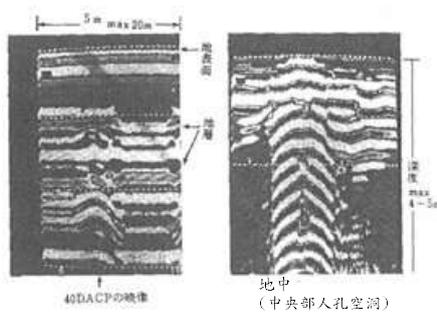


圖 4.13 流量試驗範例



照片 4.3 地下雷達範例

表 4.22 人孔二次調查表(範例)

人孔目視調查記錄表(二次調查用)

縣市		調查公司		研究公司					
調查時間				記錄者					
調查區域代碼					圖號				
人孔編號	人孔深				GPS	E=	M=		
人孔形式	0号. 1号. 2号. 其他() 組裝. 現場施作								
道路類別	國道. 縣道. 鄉鎮道路. 私有道路. 其他()								
佔用位置	車道. 步道. 其他()							照片 NO.	
人孔損壞狀況	路面落差	無水平差異水平差異(上浮約 cm. 下沉約 cm)							
	周邊路面狀況	無異常. 沉陷. 隆起. 裂縫. 噴砂. 噴水. 其他()							
		破損	裂縫	錯位	滲入水				
	人孔蓋狀況								
	人孔蓋框座狀況								
	調整層混凝土								
	斜壁								
	直壁1								
	直壁2								
	直壁3								
	直壁4								
	底座直管								
	導水槽								
	積水狀況	無. 積水深 cm							
土砂堆積狀況	無. 土砂堆積 cm								
惡臭發生	無. 有. 居民投訴								
下水流出	無. 有. 居民投訴								
危險物流入	無. 有. 居民投訴								
管口狀況	管線編號								
	管種 管徑(mm)								
	管種								
	位置	下游NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7	NO.8
	管線插入								
	管線脫離								
	破損								
	侵入水								
	簡易相機調查								
	照片 NO.								
修復的必要性	要. 不要	要. 不要	要. 不要	要. 不要	要. 不要	要. 不要	要. 不要	要. 不要	要. 不要
		備註. 略圖 							
復原(更新)的必要性	要. 不要								

2. 損害形式、程度

管線設施的各種形式地震破壞不同，有必要根據損壞類型和程度選擇一種調查方法。

例如，管線調查應用目視、CCTV 電視攝影機等方法，適用調查管接頭和管線的損壞，並且為了調查管線的狀況，量測水位(也可以使用電視攝影機的結果)、使用傾斜儀等進行調查。另外，也適用於接頭的錯開和龜裂的損壞，但不能應用於管體破壞，管軸大量偏差等的調查。

3. 調查條件

在重要的管線設施中，例如在調查中不可能切斷污水、地下水浸入高水位狀態，但卻又需調查時等。另外，由於附近道路的情況，調查設備不能攜帶等狀況，上述這種調查的條件均有必要充分考量。

4. 調查方法適用的條件

在選擇調查方法時，重要的是要在平時時間充分理解每種調查方法在維護和管理任務中的適用性，並做好準備，以便在地震災害發生時能夠快速因應。除上述技術應用條件之外，還需要考量調查的時間、成本、安全性等。即使採用類似的調查方法，適用性、精度等也可能因設備商和營造廠而異，因此需要加以注意。

當由於交通狀況，天氣條件等，而需要在非常短的時間內復原時，調查的速度及準確性是重要的。

4.7.4 處理廠和抽水站設施的主要復原調查

在選擇用於處理廠和抽水站設施復原的調查方法時，有必要對災害評估考量以下各項：

1. 土木工程構造物、建築物的類型和重要性。
2. 機械和電氣設備的類型和重要性。
3. 損害形式、程度。
4. 調查條件。
5. 調查方法的適用性。

解說：

為了縮短功能恢復期，處理廠和抽水站復原的調查通常不會像管線設施分為一次調查(初步調查)和二次調查(細部調查)，而且往往遵循一次調查(初步調查)即可。

在復原調查中考量緊急調查和緊急措施，一次調查(初步調查)和緊急恢復的內容，充分考量結構類型、重要程度，損害類型、程度，調查條件，調查方法的適用性等，選擇必要的方法。

1. 構造物的類型和重要性

應用的調查方法取決於構造物的類型。另外，即使在相同的構造物中，調查方法也根據人是否可進入而不同。

即使採相同類型的構造物，所需的調查精度也會根據其重要性而變化。

對具有重要功能構造物的調查，即使只是輕微損壞，也要避免造成嚴重的二次災害和未來災害。

2. 機械和電氣設備的類型和重要性

處理廠安裝各種機械和電氣設施，調查方法也不同。但是，在這兩種情況下，都體現了整個系統的功能，有必要對損壞的單個單元對相關設備設備等進行徹底調查。

此外，機械和電氣設備的損壞是由設施結構的損壞引起的，因此需要對周圍結構進行調查及對重要性高的設備進行調查。

3. 損害形式、程度

如損害類型分類中所述，由於污水處理現場的地震破壞形式多樣，因此有必要根據損害形式和程度選擇調查方法。另外，通過預先設定絕對坐標系統的基準點，也可以快速掌握損害形式和程度。

4. 調查條件

由於周圍道路的情況，有時調查區域不可能進行搬入，因此有必要充分考量當地的情況。

5. 調查方法的適用性

為了選擇調查方法，應充分了解每種調查方法的適用性，並做好準備，以便在災害發生時能夠及時作出反應。

除了上述技術應用條件之外，還需要在選擇調查方法時考量調查的時間、費用、安全性等。即使採用類似的調查方法，其適用性、精度等也可能因廠商和工程公司而異，因此需要加以注意。

4.7.5 對復原工作實施的判斷

在判斷該復原工作的實施時，應考量設施的破壞程度、設施使用的年數及長期規劃政策，例如設施未來使用計畫，對該設施是否有必要復原至原形狀，受災地區的特殊性質，作為判斷復原工作的必要性。

解說：

原則上，設施的復原工作是將設施復原到原狀，但是在進行改善工作以防止地震破壞再次發生的情況下，設施的修改只有通過緊急修復工作才能維持良好的設施，考量未來的計畫，我們將對設施進行改進，直到新建設施完工。在判斷是否進行該復原工作時，不僅要根據設施的結構損傷程度進行判斷，而且還要從上述的長期觀點進行判斷。

1. 用於判斷是否進行設施主要復原工作的評估項目，包括以下項目：

- (1) 管線損壞程度。
- (2) 人孔的損壞程度。
- (3) 陰井損害程度。
- (4) 設施使用年數(是否接近使用壽命)。

- (5) 未來設施的使用計畫(改建計畫的有無等)。
- (6) 對用戶的影響。
- (7) 對道路的影響。
- (8) 對周邊設施的影響。

特別是洩漏和泥沙流入、坡度的變化等，對於影響管線設施原有功能和道路等周邊設施的損壞，有必要進行本復原工作。

2. 判斷是否執行處理廠設施和抽水站設施復原工作的評估項目如下：

- (1) 設施主體的損壞程度。
- (2) 設施使用年限(是否接近耐用年限)。
- (3) 設備使用年限(是否接近耐用年限)。
- (4) 設施的未來使用計畫(改造計畫的存在等)。
- (5) 對用戶的影響，如使用沖洗廁所和排水。
- (6) 對周邊設施的影響。

4.8 主要復原

4.8.1 管線設施的主要復原工程

原則上，復原工作在災害評估之後按順序進行，目的是將管線設施恢復到其原始形式，並且有必要根據損壞的形式和程度選擇恢復方法。

原形復原標準如 4.1.6 節所示。

在選擇復原方法時，有必要考量以下各項：

- 1. 構造物和設備的重要性及經過年限。
- 2. 損害形式和程度。
- 3. 地質、地下水位和埋深。
- 4. 施工環境。
- 5. 復原方法的適用性。

解說：

在選擇復原方法時，有必要考量以下項目：

1. 構造物和設備的重要性及經過年限

復原方法根據構造物的類型而不同。另外，即使管徑和管線類型相同，即使對於相同的管線，也存在有採用不同工法的情況。

如果這種復原旨在恢復原始形狀，其復原工法的選擇與構造物的重要性及經過的年數並沒有直接關係。然而，例如當由於各種因素而無法完成原形修復時，通過改良進行復原也可以。這些要因與工法的選擇有關。但對於重要的構造物，或已經過長久使用的構造物，復原至其強度、功能與原始相近或更高的強度和功能，宜選擇能達到原形以上的強度和功能為宜。

2. 損害形式和程度

在一般管線和人孔的情況下，恢復方法主要取決於損壞類型和程度。過

去地震復原的案例，在相對小直徑的管線，接頭損壞，管線裂縫，蛇形的情況下的損壞類型佔主導地位，並且這些大多被替換(那些損壞到管體的管線被更換為新管線並重新鋪設)。然而，在大直徑的管線和以推進方法等工法鋪設，要簡易更替則不易。各種方法依損害狀態、程度而選擇工法。與土壤和地下水水位一併根據形式和範圍選擇施工方法，充分考量施工方法的適用性。

3. 地質、地下水位和埋深

根據地質和埋深，即使使用相同的施工方法，施工成本也可能發生顯著變化。埋深較深的推進管在某些情況下可能進行切割。另外，當地下水位高於管線時，首先必須透過注入化學液體等解決浸入水。

4. 施工環境

通常，即使通過切割和重建進行原始形狀恢復，由於交通狀況(例如在交通量高，不可能長期停車等的交叉路口)，也不可避免地可以考量執行除明挖施工方法之外的施工。但有時根據地質和地下水位(該復原工作對周圍的影響)，進行開挖是不可能的。

5. 復原方法的適用性

上述是復原方法本身的適用性問題。除了技術適用性(可適用的龜裂寬度等)，還要檢討經濟性、工期和對周圍環境的影響，選擇施工方法。

4.8.2 管線設施的復原方法

管線設施的復原方法，大致分為恢復設施結構強度的施工方法、恢復排污能力為目的之施工方法和阻水為目的之施工方法。

即使具有相同的損壞形式和損壞程度，根據施工環境也有最佳的施工方法，並且徹底檢討每種施工方法的適用性是很重要的。

此外，有必要充分考量如 2004 年日本新潟縣中越地震所發生的土壤回填土液化對策，而採取可撓性接頭的考量。

解說：

1. 復原方法的類型和適用性

從長遠來看，管線浸入水成為處理廠沉重的負擔，即使損害很小，也需要進行修復。另外，如果管線的強度不足，導致道路坍塌，也需要提早修理。

對於地震後的復原方法，有針對結構加固之目的，或用於止水之目的，以及用於校正管軸變動之目的。這些目的別的復原方法如下：

(1) 增強管線強度為目的施工方法

目的在增強管線強度的施工方法，包括用新管線替換的替代施工方法、注入樹脂的樹脂注入方法、纏繞混凝土的局部加固工法，以及反轉、鞘管、製管工法之復原工法等。這裡除了旋轉工法外，大多數施工方法需要預先止水，小管徑管線考量經濟性、工期等，新的管線更換替代是常見的。

此外，在選擇和採用復原方法時，有必要確認抗震性能。

(2) 止水為目的之施工工法

用於止水的代表性方法，包括壓接防水材料、設置止水圈等止水方法，及反轉、鞘管、形成工法等改造工法。

(3) 校正管軸變動為目的之施工方法

用於校正管軸變動的工法，包括透過桿注入漿液壓力之校正水平之化學溶液注入水平校正工法、管線更新構造工法等。

復原工法的分類如圖 4.14 所示，圖 4.15～圖 4.23 及照片 4.4 則顯示典型施工工法的概要。

(4) 回填土壤液化的對策

日本在 2004 年新瀉縣中越地震，周圍地區沒有發生液化，但因管線設施中的回填土壤液化導致二次災害，由於道路坍塌和人孔突出造成交通障害。

如果在復原時採用與災難前相同的回填方法，同一地震的類似復發的可能性很大，因此，在土壤有可能液化的區域中，採取以下防止液化的措施。

- ① 回填土的壓實。
- ② 用碎石回填。
- ③ 回填土的固化。

關於這些措施的範圍(高度)，除了考量地下水，希望採取適當的措施，例如在施工時注意擋板的抽出。另外，作為對液化的對策，有必要考量周圍地面的液化的存在或不存在、經濟效益、施工土壤的積極利用等之來選擇施工方法。

除此之外，還可以在土壤中加入生石灰等，對防止液化也是有效的，將來有必要通過累積數據等來建立施工方法。有關詳細資訊可請參考有關管線設施中的液化對策方法。

(5) 安裝可撓性接頭

在人孔和管線之間的連接處安裝可撓性接頭是有效的，以確保污水流下功能。

2. 復原方法選擇標準的範例

2004 年日本新瀉縣中越地震採用的選擇標準範例如表 4.23。評估標準的範例如表 4.24 和表 4.25。

表 4.23 災害調査判斷表和管線復原選擇標準(日本新潟縣例)

分類	形式	細部		判定基準		引用基準(日本)
兩人孔間整段評估	管線坡度			最低流速 0.6m/s 以下		下水道施設計画
				逆坡		
	管線凹陷			管径 1/5 以上($\phi < 250\text{mm}$)或 5cm 以上($\phi \geq 250\text{mm}$)		地震対策マニュアル
	管線蛇行			管径 1/5 以上($\phi < 250\text{mm}$)或 5cm 以上($\phi \geq 250\text{mm}$)		地震対策マニュアル
每支管評估	管體	混凝土管、BOX 矩形渠	龜裂 (CV) 破損 (CH)	圓周方向裂縫	圓周 1/2 以上或寬度 $\geq 5\text{mm}$	宮城県, 神戸市
				管軸方向裂縫	管一半以上或寬度 $\geq 5\text{mm}$	維持管理指針
		PVC 管	變形		變形、扁平 5%以上變形、扁平	了八心3ト1
				破損	破裂的管	
	接頭部分	接頭錯位		接頭錯位	2cm 以上	宮城県, 神戸市
					脫落、入滲水	維持管理指針
		龜裂、破損		龜裂	2cm 以上	宮城県
					部分龜裂超過	
			破損	脫節(PVC 管上下錯位)	地震対策マニュアル	
				破損、入滲水	宮城県	
人孔蓋、框座	小型人孔	保護蓋	破損	是	宮城県" 神戸市	
		內蓋	破損	是	宮城県	
	1 號以上人孔	鐵蓋	破損	是	宮城県	
		框座	破損	是	宮城県	
人孔斜壁、人孔直壁、人孔底板	斜壁、直壁	錯開		壁厚 1/3 以上	地震対策マニュアル(171 口)	
				漏水：模糊、流動、噴出	(被害程度の分類)宮城県	
		龜裂		1mm 以上(包括分離)	地震対策マニュアル	
	漏水：模糊、流動、噴出					
			破損	是	宮城県	
	底板、導水槽	龜裂		1mm 以上	地震対策マニュアル	
				漏水，土砂堆積		
			破損	是	宮城県	
主管連接處	破損		是			
			突出	是		
			失蹤	是		

引用基準範例：

維持管理指針

基準設定項目

地震対策マニュアル

基準設定項目

工法選定手引き(案)

基準設定項目

了八心3ト1

基準設定項目

引用基準欄

下水道維持管理指針(前編)2003年版(社)日本下水道協会 クラック延長, 継手のずれ (ド-じ始

下水道の地震対策マニュアル平成9年8月(社)日本下水道協会 管路のたわみ, 蛇行, 破損神戸市の例(F-198)

下水道管渠改築等の工法選定手引き(案)平成14年5月(社)日本下水道協会 クラック幅, 欠落, 侵入水 IV カメラ調査判定基準(12)

3 1-1 下水道協会規格

變形, 扁平, 許容たわみ量

維持原日文, 以供直接查詢之用

表 4.24 管線部查定基準

分類	形式	細部	狀況	措施	備註
兩人孔間整段評估	管線坡度		最低流速 0.6m/s 以下 逆坡	敷設 管線更新工法	
	管線凹陷		管徑 1/5 以上，5cm 以上		地震対策マニュアル
	管線蛇行		管徑 1/5 以上，5cm 以上		地震対策マニュアル
部分評估	管體	龜裂 裂縫	有龜裂、裂縫	敷設 部分管線更新工法	工法選定手引き(案) 地震対策マニュアル
			裂縫在一個跨度間以內、超過一半以上	敷設 管線更新工法	
	變形 破損		變形，有些扁平	部分更換	
			一個跨度間的變形、總和超過一個 跨度的一半以上	更換	
	接頭 部分	接頭 錯位	洩漏、沒有龜裂破損	止水工法	地震対策マニュアル
			龜裂，有破損	部分管線更新工法	
			脫出、有些脫落	部分更換	工法選定手引き(案)
含連接管有損傷			部分管線更新工法		
	一個跨度中有超過一半的接頭位移	更換			

*備註欄為各標準出處，供查詢之用

表 4.25 人孔評估標準

分類	形式		狀況	措施	備註
組立人孔	接頭		接頭脫落	止水工法	地震対策マニュアル
	骨架	龜裂	侵入水：無 侵入水：有(模糊、流動、噴出)	地震対策マニュアル	地震対策マニュアル
	管口	突出脫落	管口破損：無侵入水 管口破損：有侵入水(模糊、流動、噴出)	止水工法	管路布設替え 区間は除く

*備註欄為各標準出處，供查詢之用



圖 4.14 復原工法的分類

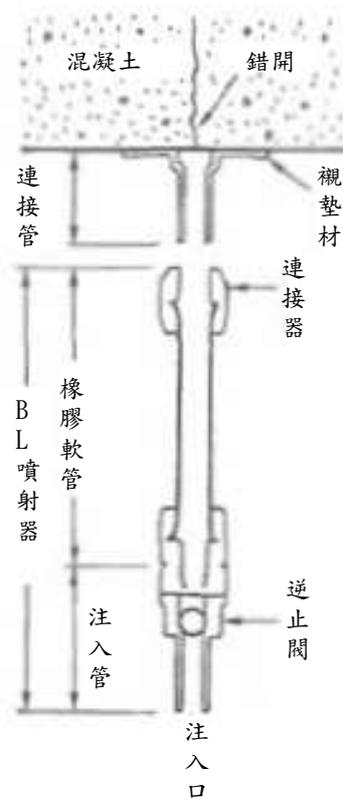


圖 4.15 樹脂注入工法範例

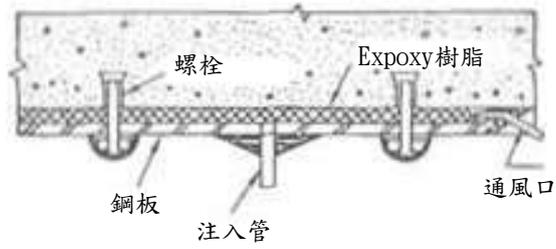
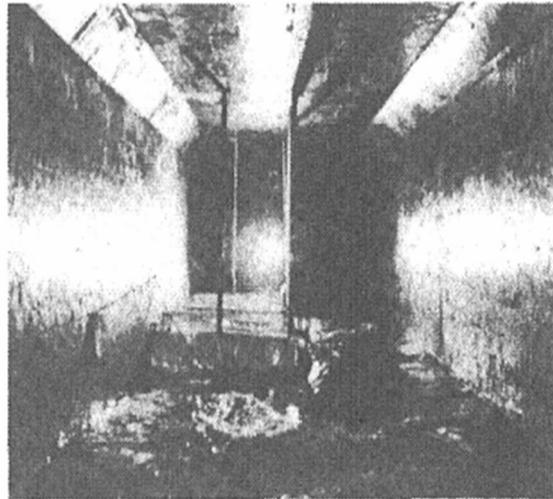


圖 4.16 鋼板接着工法範例



照片 4.4 特殊防水框架工法範例

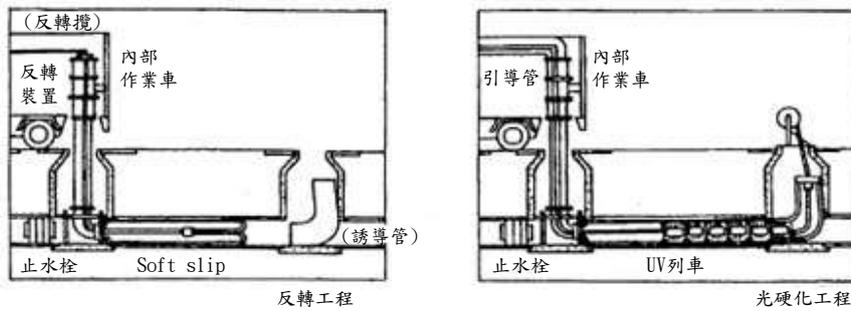


圖 4.17 反轉工法範例

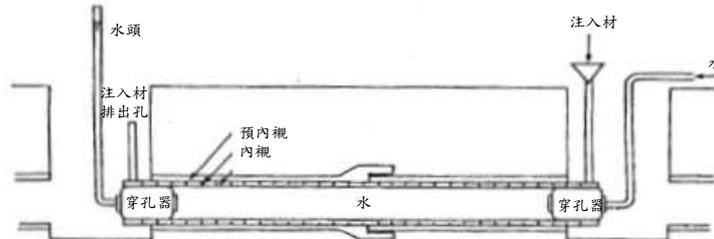


圖 4.18 鞘管工法範例

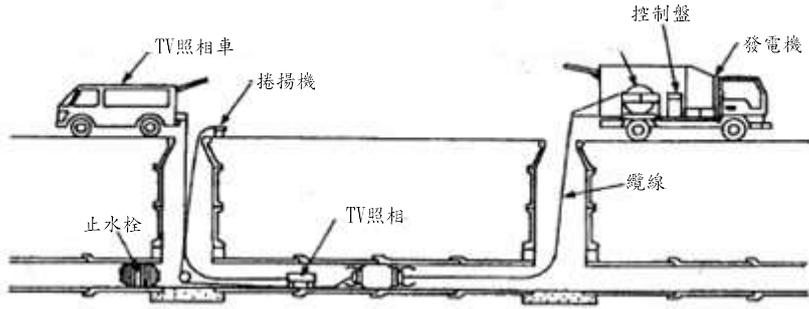


圖 4.19 形成工法範例

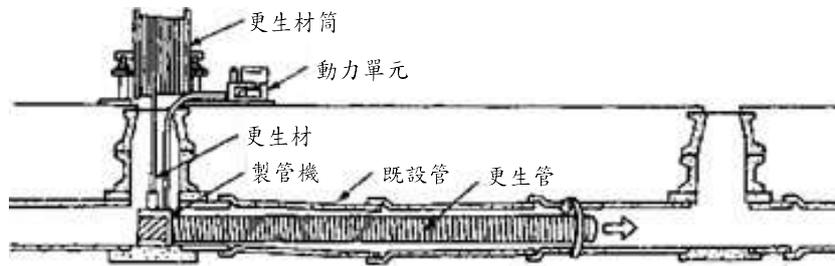


圖 4.20 製管工法範例

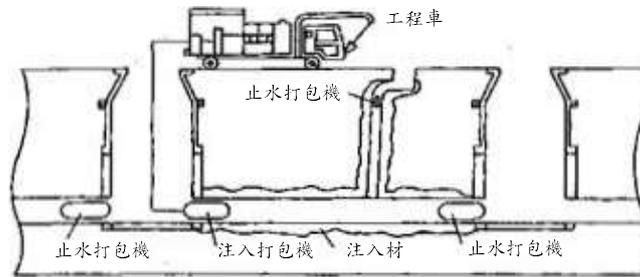


圖 4.21 注入工法範例

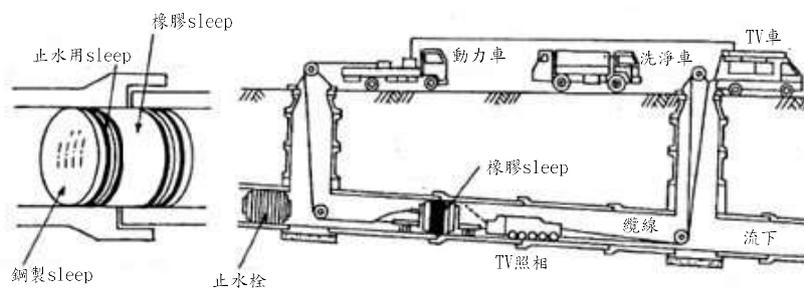


圖 4.22 環圈工法範例

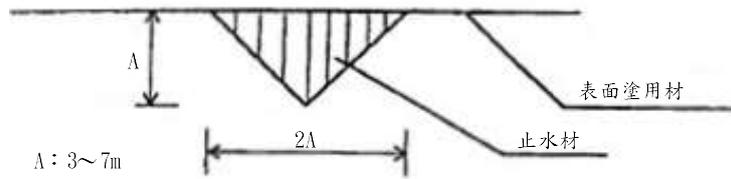


圖 4.23 煉焦工法範例

4.8.3 處理廠和抽水站設施的主要復原工程

修復工程是指恢復處理廠和抽水站設施的原始功能、處理功能復原及結構設施損壞復原的工程。原則上，在接受災害評估後，依次進行施工，並且根據損壞的形式和程度選擇復原方法。

復原標準如本章“4.1.6 原形復原標準”所示。在選擇恢復方法時，必須考量以下各項：

1. 構造物和設備的重要性及經過年限。
2. 損害形態和程度。
3. 施工環境。
4. 經濟效益、工期和周圍環境的影響。

解說：

在選擇復原方法時，有必要考量以下項目。

關於在處置設施中恢復的方法，可參考日本「震災建築物等の被災度判定基準及復回技術指針」。該指針包括地震強度調查和地震災區設施的判斷表，這些是各種建築物調查和各種判斷的有用資料。

1. 構造物和設備的重要性及經過年限

復原方法根據構造物類型而變化。

如果復原旨在恢復原始形狀，則構造物的重要性、經過的年數及恢復方法的選擇，沒有直接關係。然而，這些因素涉及施工方法的選擇，例如，當由各種因素而無法完成原形修復時，或當通過改善進行修復時，期望選擇一種將強度和功能恢復到原始形狀的構造方法，作為具有更長的經過時間，更重要的構造物和結構，或將強度和功能恢復到原始形狀或更多。

如上所述，復原為使基礎設施能達耐震，儘管對主要處理功能幾乎沒有影響，但是在設施之間連接的配管、機械設備和電氣設施中，結構的裂縫和偏差等可能是一個問題，因此，有必要以復原為目標，注意設施之間的關係。

2. 損害形態和程度

有必要根據損害形式和程度，選擇復原方法。

例如，對於相對小口徑配管，如果接頭損壞、管體龜裂、管線蛇形顯著時，則多常進行鋪設更換。但在大管徑管線則不易簡單地更換。另外，當地下水位高於管線時，應考量採用化學灌漿注入方法等。

3. 施工環境

根據構造物等現場條件，可能存在無法確保施工設備的裝載路線和施工重型設備進入路線的情況，因此有必要充分掌握施工環境，並制定能夠順利施工的方案。

4. 經濟效益、工期和周圍環境的影響

在選擇復原方法時，必須對這些項目給予足夠的重視，並在合理的條件進行施工。

4.9 各部門協調、聯絡及宣導

4.9.1 與其他機構的磋商，溝通和公共關係

在調查和復原過程中，需要與其他機構協商和訊息交流。另外，有必要事先準備與其他機構的溝通、通信、合作系統等。

此外，為了便於調查和復原，有必要向當地居民宣傳訊息，並從當地居民和團體收集訊息。

解說：

1. 與其他機構的協商調整

(1) 道路管理者與相關部門

大部分的管線設施埋在道路下方，與道路的損壞有密切關係，若發現損壞，為預防二次災害，與道路管理者及警方進行協商訊息交流是必要的。

另與地方主管機關及中央主管機關之通報機制，包含通報表單(含受損設備資訊等)，以俾利主管機關可即刻掌握災情。

(2) 其他管線單位管理者

同樣的，自來水、天然氣、電力、通信和埋在路下的其他埋設物管理人員，進行協商和訊息交流也是必要的。

許多相同規模的設施被埋在淺層地下，其高程與下水道系統的管道相同，有關損壞存在及損壞位置等信息，將有助於判斷管線設施的損壞。在復原中，由於可能埋在同一個挖掘區，因此在某些情況下可能需要調整施工順序和管線遷移要求等。

此外，來自天然氣公司的信息將有助於估算管線設施的受損區域，由於天然氣管道破裂，管線設施可能會發生氣體洩漏，因此從防止危險的角度來看，與天然氣公司交換訊息非常重要。

(3) 河流管理者，自來水事業等

如果地震對河川或港口排放造成水體污染，則需要與河川管理單位和港口管理單位就排放條件等進行密切接觸。

另外，在處理廠受到影響並且不能進行污水處理的情況下，需要與管理排水區域的環境部門緊密接觸有關排放條件等。另外，如果在排出目的地之下游有自來水取水口和農業用水等的引水，則需要盡快與供水設施和

水權持有機關接觸。

2. 收集居民的訊息

損害調查中，特別是緊急調查中，居民的報告是掌握損害概況的有力手段，除了努力收集這些訊息外，還必須集中訊息，以防止發生誤報和重複訊息。此外，當損害很大時，與相關協會、公會等民間組織的合作，對於進行調查是不可少的，重要的是考量平時與民間組織合作的溝通。

3. 向居民公開訊息

通過大眾媒體等，嘗試向居民傳播訊息(報告當前狀態，合作請求等)，盡量避免混淆，並宣傳當地居民和其他人，以便調查和恢復能夠順利進行。

如果發生二次災害，例如地震時處置區域內有害氣體洩漏，或處理廠周圍火災，預計處理廠會受害，也可能會導致附近居民等受到影響。要求合作防止災害擴大是很重要的。

4. 其他

在恢復設施方面，盡可能恢復道路，供水，天然氣等的建設和調整，並進行平穩有效的復原。此外，當管線設施被禁用時，為了控制流入，應即通知有關供水恢復的時間。關於路面的修復，有必要與廠商討論和調整恢復時間。

處理廠和抽水站設施在電力、供水、天然氣等供應下運行，這些設施遭受破壞，導致處理場所的供應受損，重要的是掌握恢復供應的時間需要多長，以便處理廠復原。

表 4.26 聯繫表範例(以日本為例)

機構、公司名稱	主管部門	電話號碼	聯繫方法
中央，縣市，鄉鎮市區			
電力公司			
自來水管理單位			
天然氣公司			
電信運營商			
河川管理單位			
港灣管理單位			
道路管理單位			
警察單位			
消防單位			
急救醫院			
勞動標準檢驗所			
有互助協議等的地方政府			
相關協會			
營造單位			
工程公司			
設備供應廠商			

處理廠現場，有時會執行抽水站的遠距監控(TM/TC)，這種情況通常使用專用電話線。關於抽水站的運行，有必要掌握損壞情況及復原時間。

此外，由於可以使用該專用線路在抽水站和處理廠之間進行通話，因此可事先考量將其用在污水處理部門內的訊息傳輸方法。

有關組織必須盡可能進行初步磋商，並安排訊息交流、溝通和建立合作系統。營造廠承包商和設備供應商的合作不可少，特別是對於地震後的初步調查和緊急恢復，平時應即與民間組織聯繫建立合作系統。

聯繫表的範例如表 4.26 所示。

引用文獻

1. 土木研究センター，「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」，(1986)
2. 「下水道管路施設災害復旧支援マニュアル」，平成 17 年 11 月，社団法人日本下水道管路管理業協会
3. 「下水道地震対策技術検討委員会報告書」～2004 年新潟県中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方～，平成 17 年 8 月，下水道地震対策技術検討委員会
4. 管谷悌治ら，「平成 17 年福岡県西方沖を震源とする地震による下水道施設の被害」，下水道協会誌，Vol.42, No.512, pp.40-46, 2005/06
5. 「H16 年 新潟県中越地震下水道災害調査および復旧方針説明会資料 2」，平成 16 年 11 月 2 日
6. 「長岡市下水道災害復旧 2 次調査マンホール調査記録表(改定版)」，平成 16 年 11 月 15 日
7. 「長岡市下水道災害状況テレビカメラ調査写真」
8. 「長岡市下水道災害状況人孔被害箇所写真」
9. 「H16 年 新潟県中越地震下水道災害調査および復旧方針説明会 資料」，平成 16 年 11 月 2 日
10. 「下水道管路施設改築・修繕に関するコンサルティング・マニュアル(案)」第二回改定版，平成 16 年 1 月，管路診断コンサルタント協会
11. 「H16 年 新潟県中越地震下水道災害調査および復旧方針説明会 資料 3」，平成 16 年 11 月 2 日
12. 「H16 年 新潟県中越地震下水道災害調査および復旧方針説明会 資料 4」，平成 16 年 11 月 2 日
13. 「震災建築物等の被災度判定基準及び復旧技術指針」日本建築防災協会
震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針(各種構造)

第五章 防止地震後二次破壞措施

5.1 降雨對策

5.1.1 一般調查

在地震前後，除降雨所造成的二次災害外，下水道設施本身也有擴大損害之可能性，應加注意。

解說：

降雨造成的損壞形式，由於降雨導致的逕流量增加，伴隨受災區域的逕流而淹水。造成路堤或坡地由於地震和雨水的滲透而變得鬆散、坍塌及對下水道設施本身造成損害。

1. 淹水等二次災害

在下水道設施中，地震導致雨水管線及雨水抽水站之排水功能之損壞，因此考量地震後降雨引起的受損地區淹水，對於低地及窪地等地區，應需要更多關注。此外，由於土壤液化等原因，沉積物流入管線，影響雨水管線排水功能，而有需要緊急排放雨水的必要對策。

如果污水同時溢流，則會引起災後衛生惡化。對於可能存在這種情況的地區，有必要考量採取貯留管或系統網狀化等方法，減少淹水風險的對策。

2. 由於地面損壞導致下水道設施損壞

另一方面，關於地震前降雨的影響，雨水有可能落在已蓄積大量水分的斜地上，地震時易導致坍塌，造成損壞。

在類似谷地集水區的填地場所，過去也曾看到許多損壞的情況，因此像這些地區，在地震後或平時時，應列為緊急重點檢查時的必要檢查點。此外，處理廠若為填土場所，應確認具備對於排水和穩定性等之對策。

另外，由於土砂造成河流水路的阻塞及對雨水下水道排放受到限制之可能性，應促進資訊能互用。照片 5.1 顯示 2004 年日本新潟縣中越地震引起的填地坍塌的情況。



(長岡市)



(川口町)

照片 5.1 填地坡面的坍塌

5.1.2 降雨對策

被預測認定地震後下雨會造成擴大損壞的場所，應採取降雨防護相關對策。

解說：

作為地震時降雨對策的主要關注點，是掌握降雨狀況及下水道對應雨水排放的對策，從這些觀點出發，立即在各設施進行震後之工作。

1. 掌握降雨狀況

通過遙測儀確認每個觀測站的水位及降雨量記錄之氣象資料(氣象觀測站，雷達雨量站等)，判斷未來降雨的可能性外，進行相關的損害調查，確認損壞的場所，採取必要措施和預測未來相對應策略，為達到此目的，準備必要的設備和材料。

2. 下水道對應雨水排放的對策

在地震發生時，由於液化造成坍塌，引發管線設施的土砂流入及抽水站損壞等原因，導致水之流出能力受阻，造成低窪地區淹水，皆應加注意。發生淹水時，假設以抽水機排水，下水道計畫中對於難以完全應對的豪雨，造成排水困難的區域，應以臨時抽水機等進行排水。另對於受災地區是否適合作為排放區，應取決於排水目的地之損壞情況為限制條件。

掌握集水區保護對象，包括針對受損的雨水下水道幹線集水，調查保護對象，以利震後受損又遇強雨，雨水無法排除造成淹水時，得以依據所掌握的保護對象，即時撤離避災。

基於這些原因，參考淹水潛勢地圖，摘取淹水記錄等，並掌握淹水潛勢高的區域，事先考量疏散中心和疏散行為的措施。下雨時的主要對策包括以下幾點：

- (1)快速配置臨時排水設施，如抽水機等。
- (2)事先預警通報淹水風險區居民的危險性。
- (3)準確收集和傳達降雨資訊等。
- (4)快速指引至安全避難所等。

設備和臨時抽水機等必要的排水設施，適當的存儲場所和維護保養是非常重要的，確保必要的數量，並於整備計畫中確定對應的方針。此外，避難場所的適當配置，是有效的減災對策。圖 5.1 顯示淹水潛勢地圖的範例，圖 5.2 顯示抽水機的對策概念。

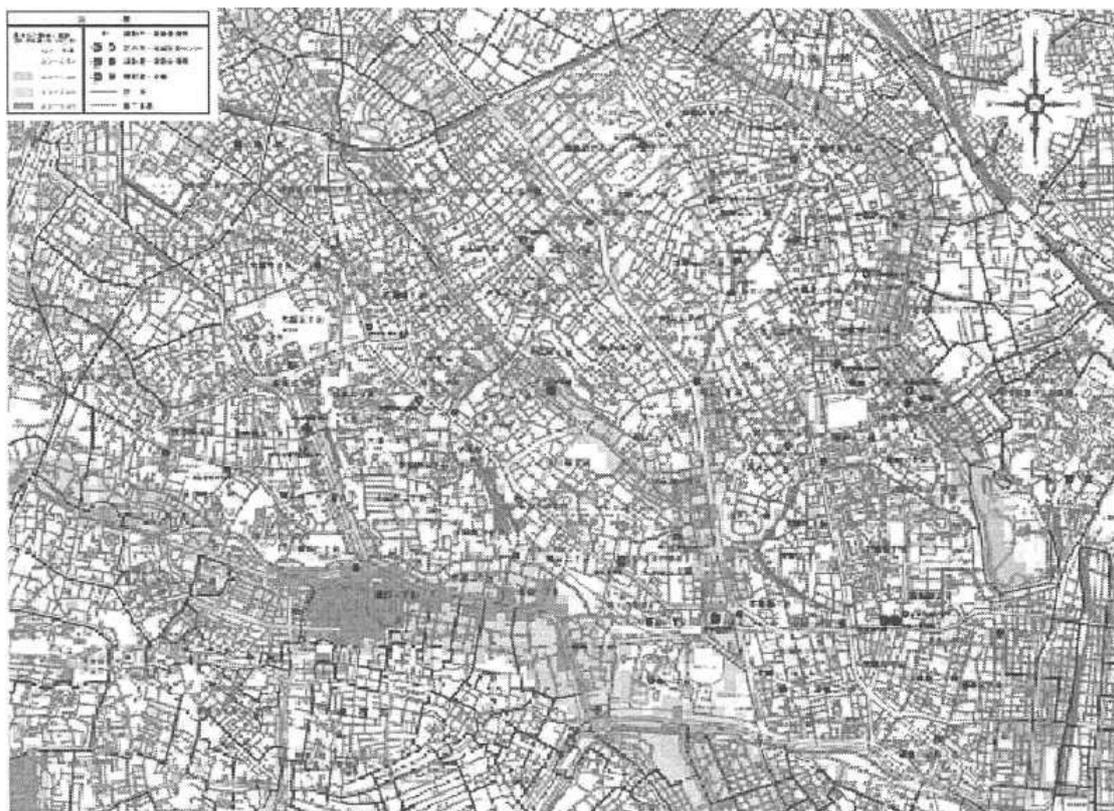


圖 5.1 淹水潛勢地圖

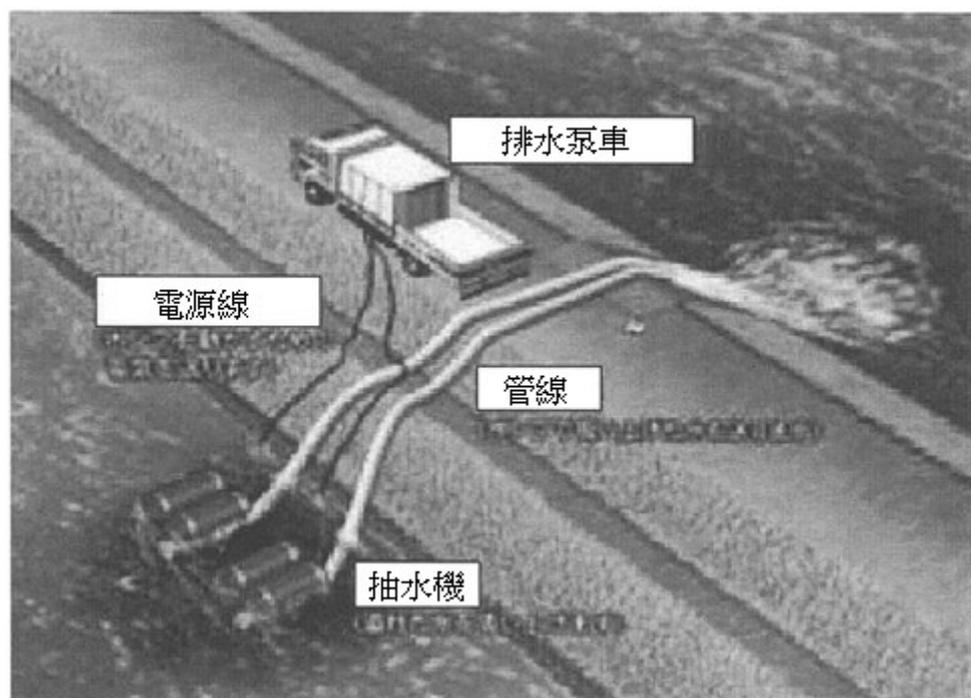


圖 5.2 抽水機的對策概念

5.2 海嘯對策

5.2.1 一般事項

有關海嘯的一般事項，說明如下：

1. 海嘯

如果地震震源位於海底，可能會發生海嘯，並對陸地造成破壞，因此為了地震後之復原，有必要注意海嘯的影響。

2. 海嘯造成的損害

海嘯發生的原因，隨其規模、場所及到達的範圍，時間差異性，海岸線，海灣的形狀和地形條件等，造成損壞之差異性，下水道設施也會造成嚴重損壞。

解說：

1. 海嘯

當海底地面由於海底地震或海底火山爆發等原因，造成海底地盤急劇變形，而出現小的長波，發生波浪梯度，並向海岸陸地傳播消耗其能量。

2. 海嘯造成的損害

(1) 海嘯由地震產生

日本是海嘯常來襲的地區，這些海嘯是由於太平洋和日本海的震源引發之近海地震，以及太平洋的智利和阿拉斯加等遠地地震產生。在近海地震的情況下，海嘯到來之前會發生地震運動，但在地震即使沒有陸上的地震運動，海嘯也會直接發生。關於地震後海嘯的發生，氣象單位會發布預報和預警報告，地震發生時海嘯發生的可能性，有必要準確掌握。

(2) 侵入陸地

當海嘯的波浪高度很高時，海嘯穿過海岸線和護岸，並入侵陸地區域。當陸地區域的地形像河口一樣的場合(海岸線的海嘯高度)時，海嘯會於侵入內陸的同時，破壞周圍的建築物。

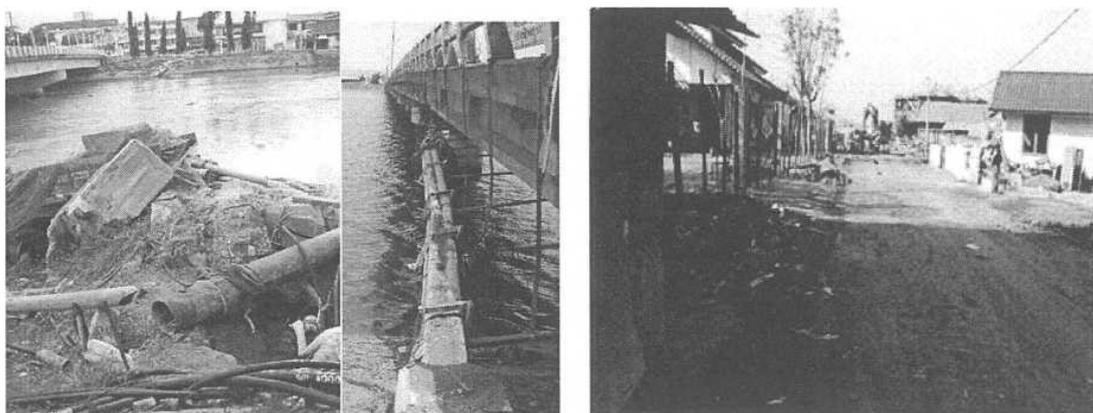
海嘯來襲時，對海岸線護岸近旁，造成較大的破壞。相對較近的深海或在漸進海岸上形成波浪狀的階梯波時，海岸線和保護海邊附近的土地，會遭受巨大破壞。

(3) 海嘯造成的損害

近年來代表性的海嘯破壞有日本海、中部地震、北海道西南地震及東北大地震。但在亞洲，2004年12月26日印尼蘇門答臘地震引發的海嘯，造成30多萬人死亡最為嚴重。其中有一場災難，在蘇門答臘海上地震，班達亞齊海岸線上最大的海嘯高度了大約10 m，而港口區域的海嘯高度大約3 m，導致40%的城市地區淹水。另外，在蘇門答臘島的西海岸，海岸線上海嘯的高度被推定為20 m以上，並推測上坡高度為30 m以上。

另造成供水和污水處理設施的損壞，如照片 5.2～照片 5.5，顯示每個設施的損壞情況。對於與這些類似的處理場所附近的海嘯造成的破壞類型，可以考量以下類型的場景：

- ① 處理場周圍的水深相對較淺，高速沖刷的海浪猛烈地撞擊淺層海底，猛烈洗刷陸地上之土石。
- ② 第二波在第一波背後施加強大的壓力，其在動能上達到第一波。第三波在第二波上施加壓力，海嘯逐步上升。
- ③ 同時，管線因土石被掏空暴露出來，水管橋很可能會流失。
- ④ 未加蓋之處理廠單元，被泥土和沙子淹沒(恢復需要相當時間)。
- ⑤ 有加蓋之處理廠，若結構強度不足，晃動產生的波前衝擊壓力，也會破壞處理廠前端之結構，海嘯可能從該處進入。
- ⑥ 如果放流渠道閘門未關閉時，海嘯就會溯渠道而上，泥土和沙子會流入處理單元。
- ⑦ 海嘯造成電氣系統和機械設備嚴重受損。
- ⑧ 處理廠的地下結構通常具有封閉牆板結構，因此海嘯不會造成問題。
- ⑨ 處理廠的上部若是柱梁結構，海嘯不會造成大的問題，但是在牆壁式的結構時，需要注意，因此，有必要充分意識到海嘯對鄰近海岸線處理設施，可能造成嚴重損壞之風險。特別是，當地震災害而受損嚴重的情況下，當處理廠被定位為避難所時，由於海嘯而造成生命喪失的可能風險，應當注意。
- ⑩ 減輕海嘯造成的二次災害的方法，可以考量處理設施加蓋，保護管線，放流管加設閘門等。



照片 5.2 水管橋流出，排水溝埋沒例



照片 5.3 處理廠及抽水站周邊受害例



照片 5.4 海嘯致淹水受害例



照片 5.5 海嘯致淹水受害例

5.2.2 海嘯對策

如果海嘯發生在地震後，可能會發生人及物之損害，應立即採取以下對策：

1. 必要時關閉放流閘門，以防止海嘯之入侵。
2. 在地震發生後，立即操作放流口閘門。緊急調查期間，海嘯有可能再次侵入，所以要非常小心。

解說：

根據海嘯的波浪高度，當海嘯進入時，海岸和河口放流口設施可能會被摧毀。在沿海地區的處理設施中，存在由海嘯引起的漂移物質可能碰撞和損壞的風險。此外，如果抽水設施等受到破壞，海水侵入陸地低窪區域的氾濫時間，將會延長，並且對於日常生活產生不便。

此外，如果如日本海這樣的封閉海域發生海嘯，應注意海嘯可能會隨著時間的推移重複出現。

至於放流口閘門的操作，需要注意排水通道的流動狀態。此外，有必要建立足夠的避難制度，以免危及生命。

5.3 餘震對策

5.3.1 一般事項

針對餘震措施，應考量以下項目：

1. 主震發生後，一般會發生多回的餘震，因此要考量進行緊急情況調查及餘震對於緊急復原的影響。
2. 餘震發生的相關性預測，應向災害總部及氣象單位等獲取正確資料。

解說：

通常在一組地震，突出並且具有大幅度的地震稱為主震，跟隨其的地震被稱為餘震。然而，餘震的定義，地震學上並未明確的規範。例如與主震多少距離的範圍及餘震的規模大小等。

在這裡，從地震災後復原的角度看，無論地震是否為餘震，餘震是否發生在相對接近主震的地方，並且被認為影響地震後復原的餘震定義，說明如下：

1. 餘震特徵

例如 2004 年日本新潟縣中越地震，在主震發生後約兩週內發生 18 次地震震度超過 5 級弱後，在緊急道路修復措施後，再次發生道路沉陷，發生二次災難擴大事態。結果，當發生導致下水道設施損壞的主震場合，認為之後肯定會產生餘震，並且假設存在相對長期的可能性，有必要考量餘震的影響。

在考量餘震時，需要注意以下要點：

- (1) 如果發生地震，主震只有一次，隨後的地震是否都小於此震度。
- (2) 如果在一定規模的地震發生後，發生比這次更大的地震，前者將認為前震，後者將認定為主震。

(3) 有些情況下，地震的狀況並不多，但有些情況下，幾個主震的大小變化不大，餘震系列重疊，因此，當發生強烈地震時，隨後的地震不一定只是餘震。

(4) 地震可能存在特定區域(群體地震)發生大量地震的情況。

2. 餘震引發的二次災害

在判斷由餘震引起的二次災害的可能性時，要注意的要點如下說明，在這些情況下，有必要採取措施防止二次災害。

(1) 管線中土砂流入的破壞是否會發生，重力流管線應沒有堵塞的風險。

(2) 由於管體破裂，而溢流水會否擾亂管線周圍的地盤，而使管線鬆動。

(3) 由於管體龜裂及破裂等變形，有否持續進行龜裂破裂的發生。

(4) 道路下埋設管線持續受害，造成機能受影響，有否擴大的問題。

(5) 處理廠及抽水站的受害，機能受影響，有否擴大的問題。

(6) 其他，因降雨而淹水，重型車輛的通行，對於自來水之復原有否影響。

5.3.2 餘震對策

如果餘震造成擴大性損壞可能性高，則應進行緊急措施或緊急復原措施。當發生大規模的餘震時，進行類似於主震的緊急檢查和緊急調查。

解說：

在震災復原期間，必須考量一定會有餘震，而注意下列事項：

1. 對於受到大規模損壞的構造物，應認定因餘震而受害，而持續進行調查。
2. 例如 2004 年新瀉縣中越地震，其餘震持續發生，而對受害結構物做安全性檢查。
3. 對於構造物的對應，倘未採取措施，則應列出其危險範圍，並加管制。

餘震除為物理性破壞的擴大外，對於擔負震災復原的工作人員，也是一大心理負擔，必須加以注意。如果不能採取結構性措施的場所，應設置危險範圍及對其進行管理。

對於餘震應考量其可能會新增損壞，因之當發生大規模餘震時，應與主震相同，進行檢查，而採取必要的措施。

5.4 其他措施

5.4.1 復原的道路陷落的對策

在道路復原時，認定有再陷落的路段，除應特別以指示板標示外，對於其周邊的受害狀況，應增加適當的防護。

解說：

地震發生後的緊急檢查或調查時，未能確認道路坍塌變形之場所，甚至在採取緊急措施和緊急復原等回填措施後，發生降雨和餘震等，造成回填的道路路基鬆動，發生液化等，造成例如救災復原車輛和施工的重型車輛因道路塌陷，發生

交通事故。另 2004 年的日本新潟縣中越地震，第二年溶雪後發現道路坍塌的事件。

如果在放寬一般車輛的交通管制後，出現這種情況，應考量可能造成嚴重的二次災難。

當發現這樣的危險場所，前後路段採取注意管制措施，同時應考量周圍環境損壞狀況的勘查等，路面進行覆工板的防護。

引用文獻

1. 田口由明「平成 16 年度下水道實務研究会講演資料」(社)日本下水道協會關東地方支部(平成 17 年)
2. 「新潟縣中越地震の総括と地震対策の現状を踏まえた今後の下水道地震対策のあり方」下水道地震対策技術検討委員会(平成 17 年)
3. 竹内幹雄，小西康彦，大獄公康，久保雅裕，佐藤紘志，鈴木信久，千葉智晴「阪神・中越・スマトラ島沖地震・津波に学ぶライフラインの今後の課題」第 28 回土木学会地震工学研究発表会報告集(2005 年)
4. 気象庁「地震，火山月報(防災編)2004 年新潟縣中越地震について」(平成 16 年)
5. 「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」(財)土木研究センター(1986 年)

第六章 下水道作為防災設施的活用

6.1 下水道設施作為防災設施的活用

6.1.1 一般說明

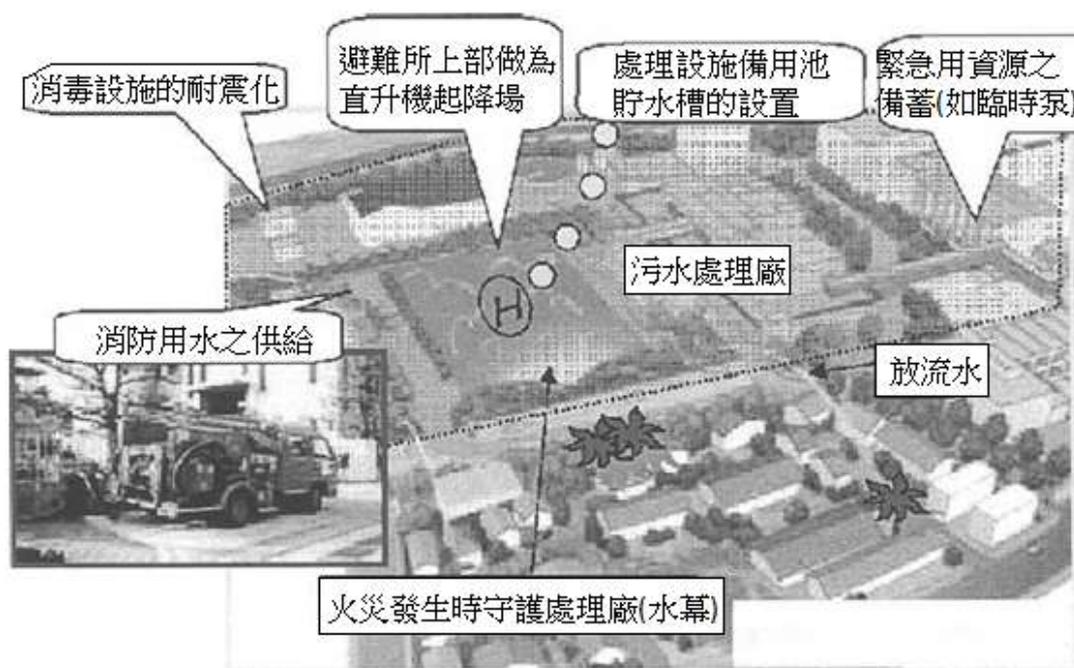
下水道為都市公共設施的基本建設，地震災害時，需要就地域防災做出貢獻，於震前應對下水道事業的立場，就防災機能積極活用可能性，有檢討的必要性。

解說：

就下水道而言，即使在發生災害的情況下，也必須盡可能保持其原來的功能，支援都市基本公共設施的區域防災，積極作為耐震城鎮的活用。

為此，將下水道系統定位為地區防災計畫，積極推動將下水道設施建設成為防災據點，除推動建築物的抗震性外，可與相關部門協調，預先採取適當的震前對策。

在本節中，參考 1995 年日本兵庫縣南部地震後，神戶市研究的案例，描述該下水道設施的結構條件說明，以實現這些可能性的具體化。



6.1.2 下水道設施作為防災利用的施設

以下項目可作為下水道設施防災功能的發揮。對於各項目每個設施，檢討其重要性。

1. 處理廠上方作為避難場所及直升機起降場所。
2. 管理中心作為避難所。
3. 雨水排放等明渠作為疏散通道。
4. 災害時，利用管線作為信息通信網絡。
5. 氯氣消毒池或雨水抽水站的抽水井作為貯水設施。
6. 雨水幹線等作為消防水利設施。

解說：

下水道設施作為防災設施的條件和利用，應注意事項，詳以下之說明：

1. 在有覆蓋之水處理設施的上部，利用為疏散地點或臨時直升機場

當利用水處理設施等上部結構物，作為廣域避難場所、臨時避難場所或直升機場時，具有適當的場地，大小規模是先決條件。另一方面，為了在地震災害作為避難場所，必須能夠承受“人們聚集時的人群荷重”和“直升機的荷重”，以及確保設施的耐震力，為考量的條件。

利用水處理設施的上部結構等，有必要評估判斷圖 6.1 所示的結構條件，並判斷利用的可能性。

以日本為例，作為結構設計判斷基準範例，「利用為公園之水處理覆蓋設施的補助對象，應有 15 KN/m^2 的裝載負荷」。耐震性判斷基準，有「建築結構計算標準所示的重要性補正係數 1.10」，確保災害預防報告中所需開放空地的面積，使用直升機集中荷重(包括衝擊力)等條件，均需要留意。

補助對象之水處理覆蓋設施的設計荷重，應考量地震時的人群荷重，要補充計算。因此，避難場所之群眾規模，即使 1 人/m^2 為基準，也應滿足荷重之條件。



圖 6.1 神戶垂水污水處理廠直升機起降利用示意圖

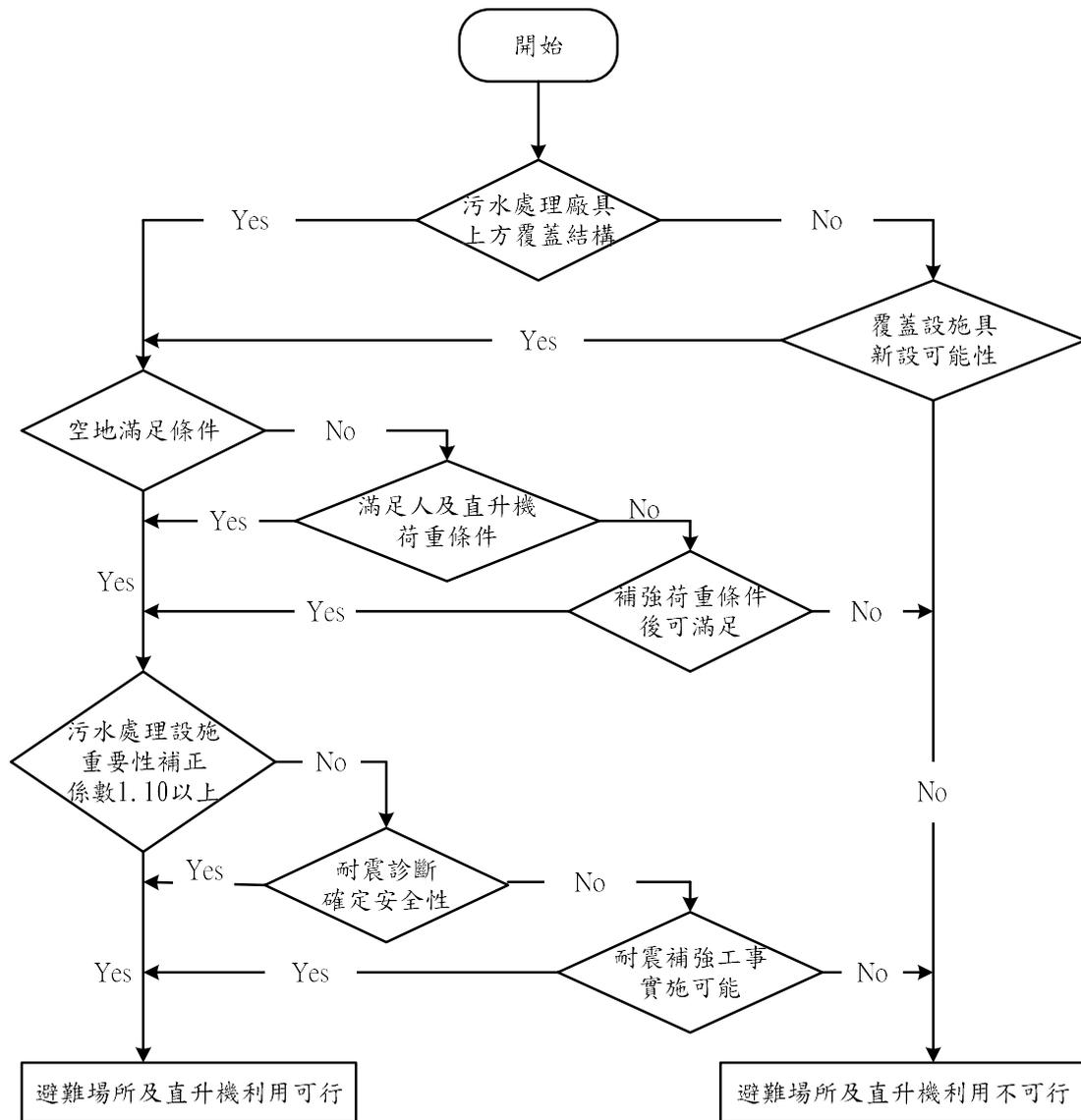


圖 6.2 污水處理設施利用的條件流程圖

2. 管理中心作為收容避難所

利用管理中心作為避難防災設施。污水處理管理中心「建築的形式」，應具有適當的起居室面積，並且允許人們在不干擾運轉操作的情況下，安全進行避難生活，建築物需具備抗震性防護的條件。

利用管理建築，可藉圖 6.3 所示的結構條件評估，進行利用可能性之判斷。

建築形態的判斷標準，為鋼筋混凝土結構，應為兩層以上，我國抗震性的判斷標準，為自 1974 年(民國 63 年)增訂建築技術規則以來的建築物，可符合規定。但是，當海岸線等可能發生海嘯的場所，有時需要考量海嘯外力的對應措施。

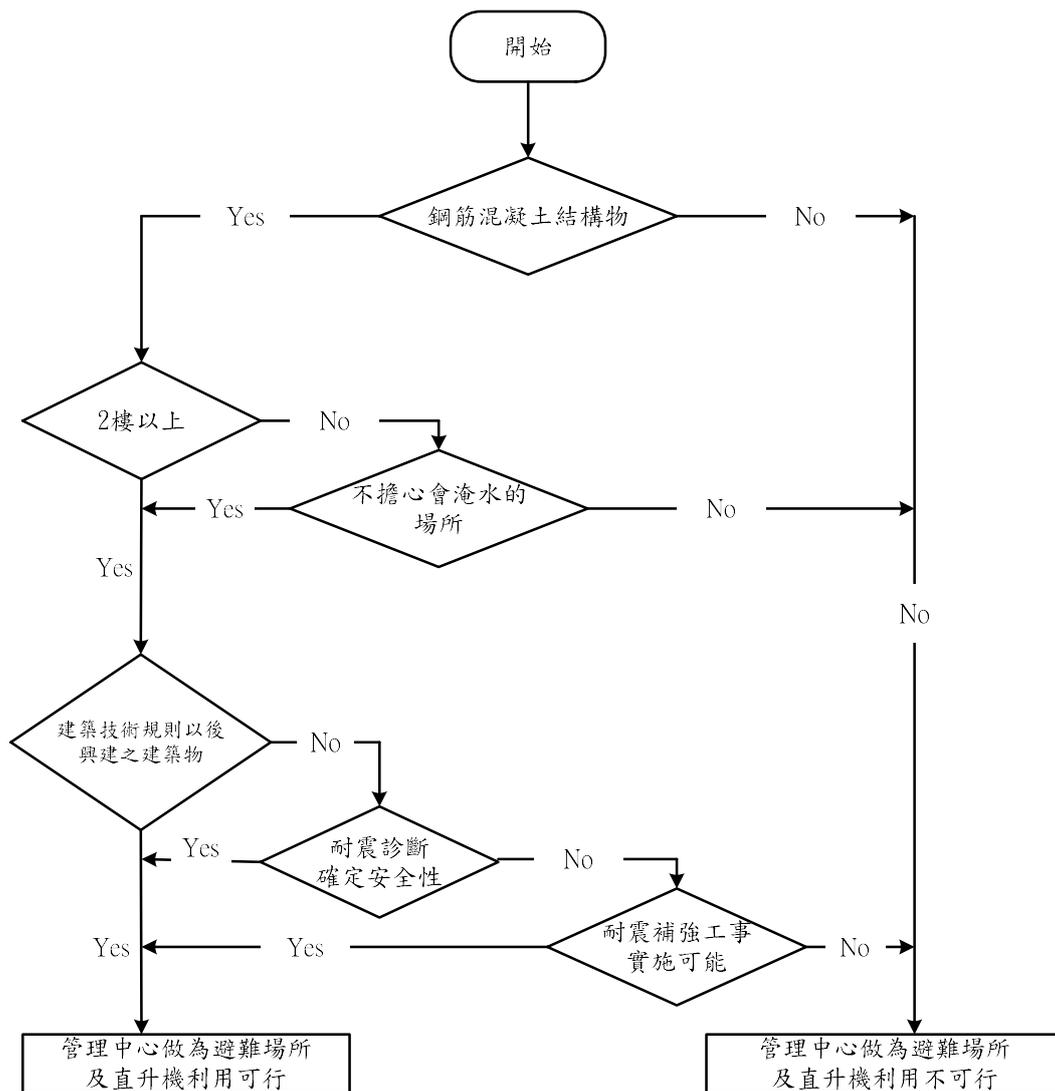


圖 6.3 管理中心利用條件

3. 利用雨水排放渠等明渠為避難路線

雨水排水等露天明渠作為防災設施用途，可以列舉作為避難路線。在利用作為逃生路線方面，應沿著開放通道設置，例如「管理用通道及人行步行專用道路」的動線設置為前提，此外需要隔絕例如火災的輻射熱，以確保避難路線的安全性。

參考日本「國土廳緊急防災綠地維修事業援助對象規模的綠道疏散路線場所，寬度 10m 以上植栽帶條件」，也是可以利用為疏散通道的條件。

此外，沿著明渠路線成為疏散路線的附加效果，可以作為消防用水工作區域及防火區域的確保。同樣，可以利用二級處理放流水路，作為疏散路線或作為消防供水的可能性。圖 6.4 顯示沿明渠的疏散路線的說明。

當沿著明渠作為疏散路線使用時，有必要評估如圖 6.5 所示的結構條件，並判斷利用為避難路線的可能性。

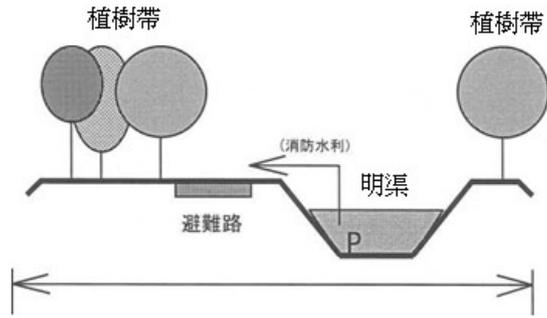


圖 6.4 明渠避難路線示意例

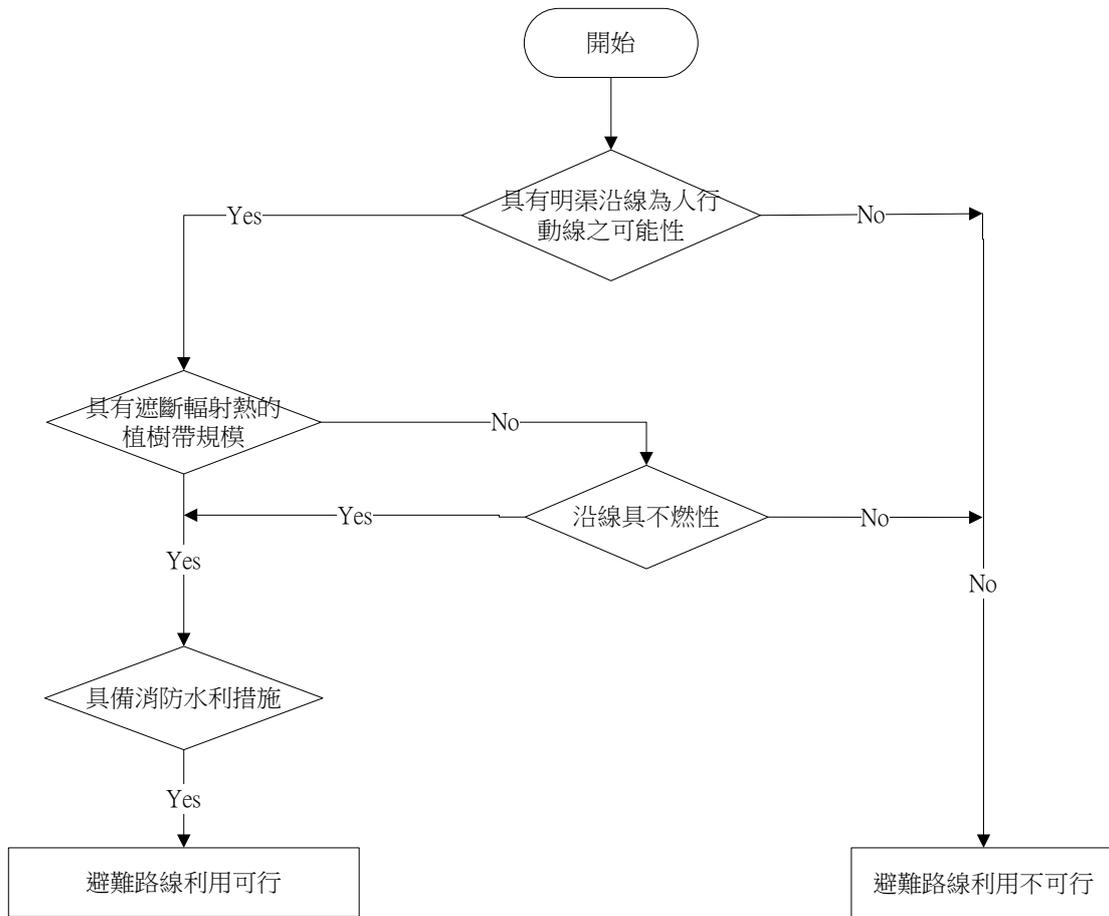


圖 6.5 明渠利用為避難路線之可行性

4. 管線利用作為災害時之通信網路

管線作為防災設施，在管線中鋪設通過光纖電纜等，將其用作先進的資料通信網路傳輸，即使在發生災害時也可以收集傳達資訊，並承擔部分傳輸。

在利用作為這些用途時，有必要評估圖 6.6 所示的結構條件，並判斷其使用的可行性。

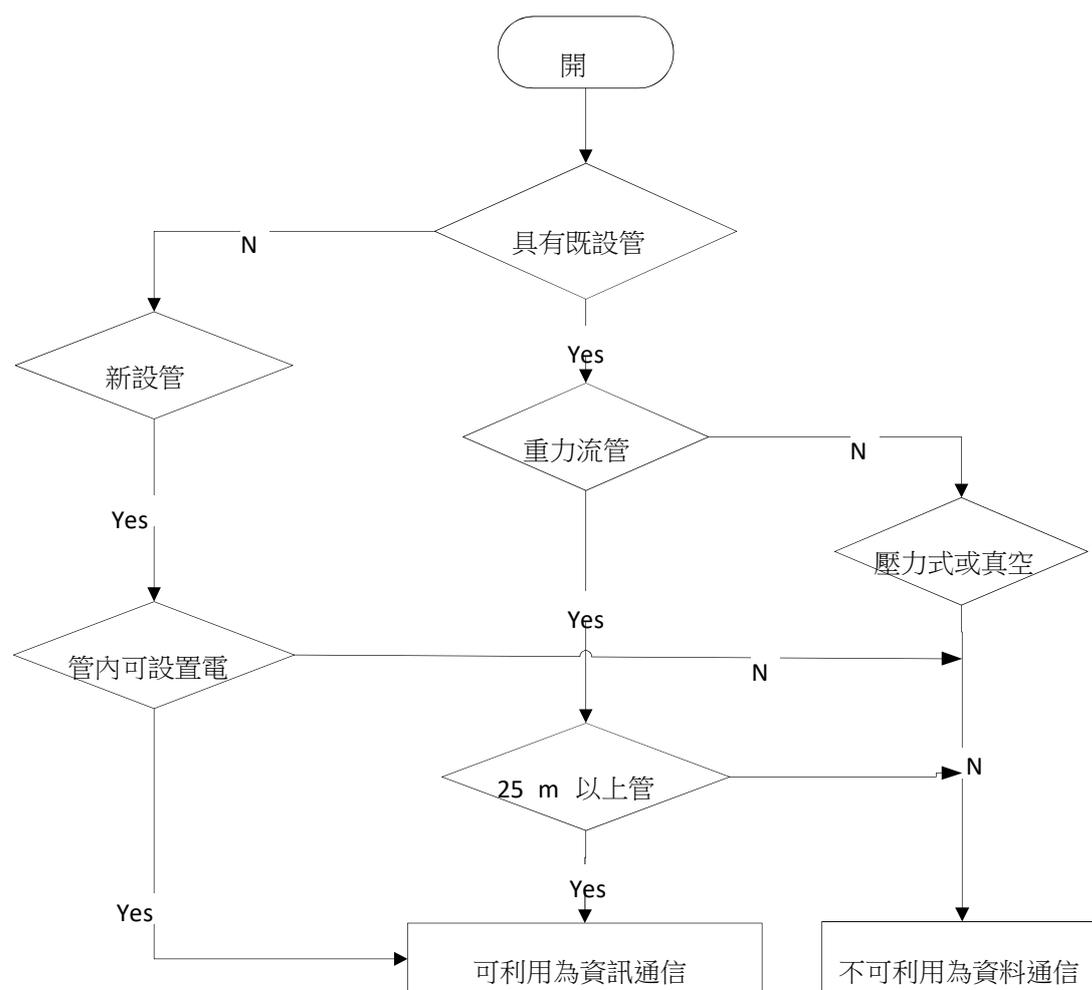


圖 6.6 管線利用為資料網路的評估條件

5. 利用加氯消毒池或雨水抽水站作為水利設施

加氯消毒池或雨水抽水站作為防災設施的應用，包括消防和雜用水設施。另外，在災害發生時，保持使用雜用水設施，是不實際的，並且在與消防用水設施併用的前提，應滿足消防-雜用水設施的條件。

使用消防水利設施，依消防法規定在消防專用蓄水池的有效容量必須在 20 m^3 以上，蓄水池有效容量若小於 20 m^3 ，不列入利用的對象。此外，有兩種

可能的供水方法，透過消防車及供水車直接從貯水點供水等，或由管線將水供應到受影響區域的方法。處理水供水概念，如圖 6.7 說明。

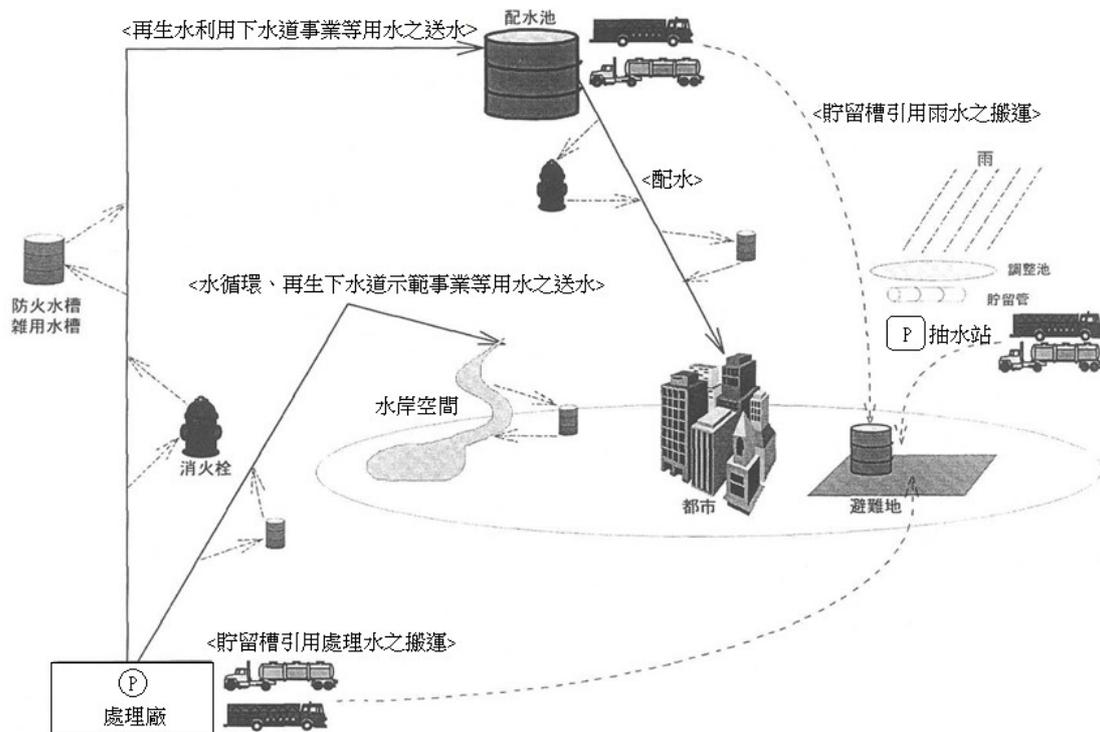


圖 6.7 處理水的供應接水形式的概念

利用加氯消毒池或抽水站為消防及雜用水，應評估圖 6.8 所示的結構條件，並判斷利用的可能性。

- 註 1) 根據消防法第 185 條，消防專用蓄水池的有效水量設定為 20m^3 以上，惟應依據設置主管機關消防署的指導。
- 註 2) 這裡的管線是指平時時間再生水利用之下水道。再生水利用下水道、處理水及雜用水等供水、水循環、再生下水道示範等，利用水岸空間進行供水，並用以確保送水路線。

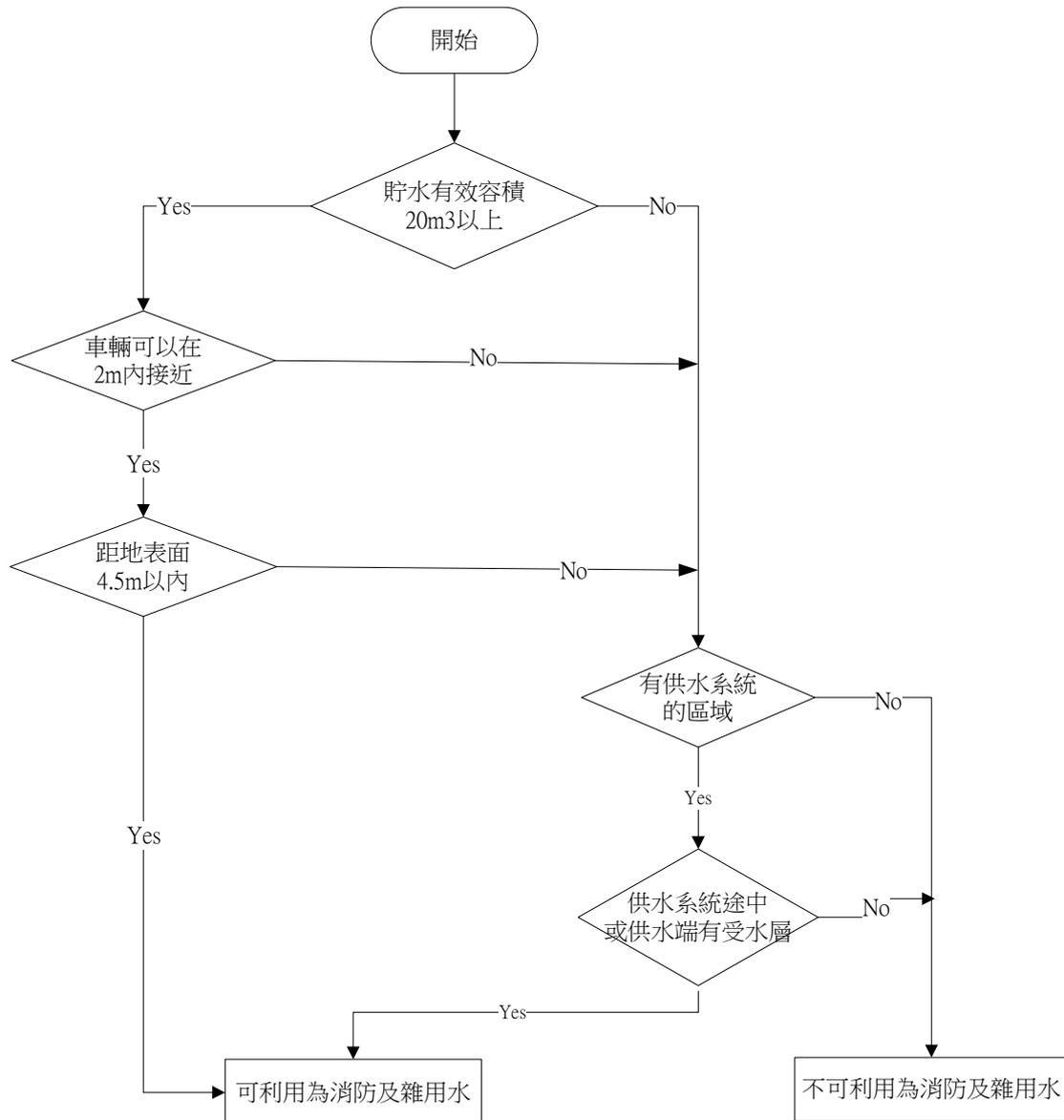


圖 6.8 加氯消毒池或抽水井利用條件

6. 雨水幹線利用為消防水利設施

都市範圍內，同時發生多起火災，消防用水不足的情況下，對受影響區域供應“海水”的方法，利用深度較深的雨水幹線作為供水管，可以將海水引入內陸，並從人孔取水。但是，這種情況下，原本排放雨水的功能，會受到阻礙，預防引發二次災害的備案對策，必先建立。

此外，對於丘陵地雨水藉繞流進入雨水管等，雨水和海水積聚在低水位之排水口形成虹吸管構造，以及內陸地區有可能從人孔中取水，這被定位為屬於一個正常消防用水戰略，可以考量。

當利用雨水幹線的人孔等作為供水點時，必須滿足例如有效存儲容量、車輛易於接近及揚水高程等限制條件。圖 6.9 顯示雨水幹線作為海水導水示

意圖。圖 6.10 顯示虹吸管結構雨水管線的用水情況。圖 6.11 顯示日本神戶市海水防災的概念。

利用雨水幹線等作為消防水資源，有必要評估圖 6.12 所示的結構條件，並判斷其利用的可能性。

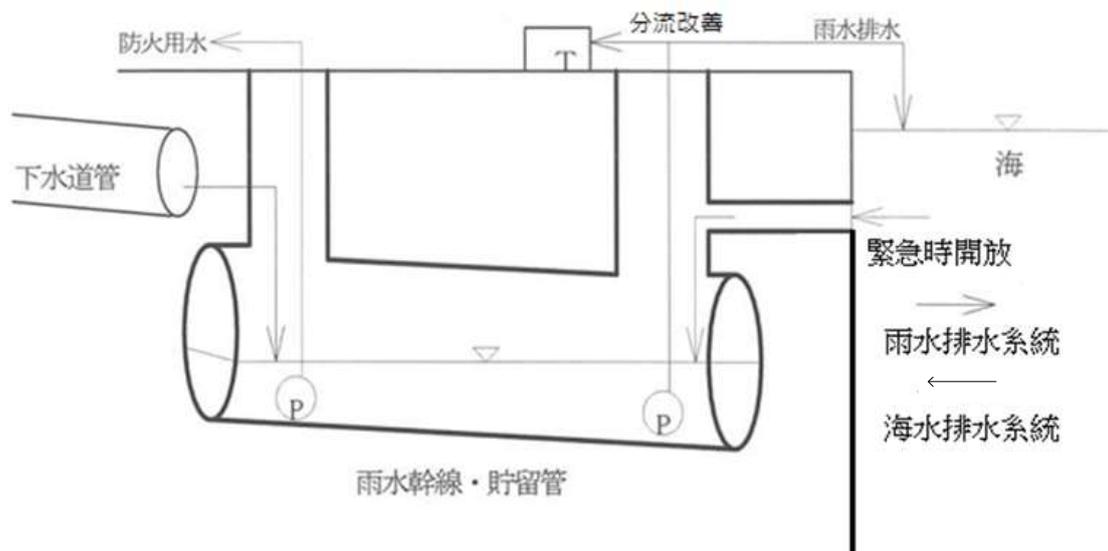


圖 6.9 雨水幹線引導海水示意圖

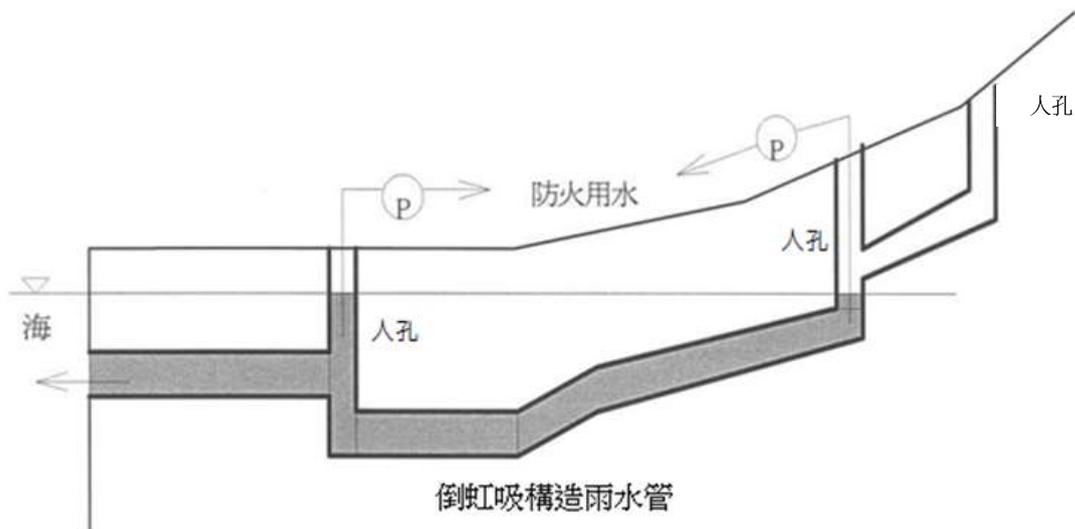


圖 6.10 虹吸管結構雨水管線用水圖

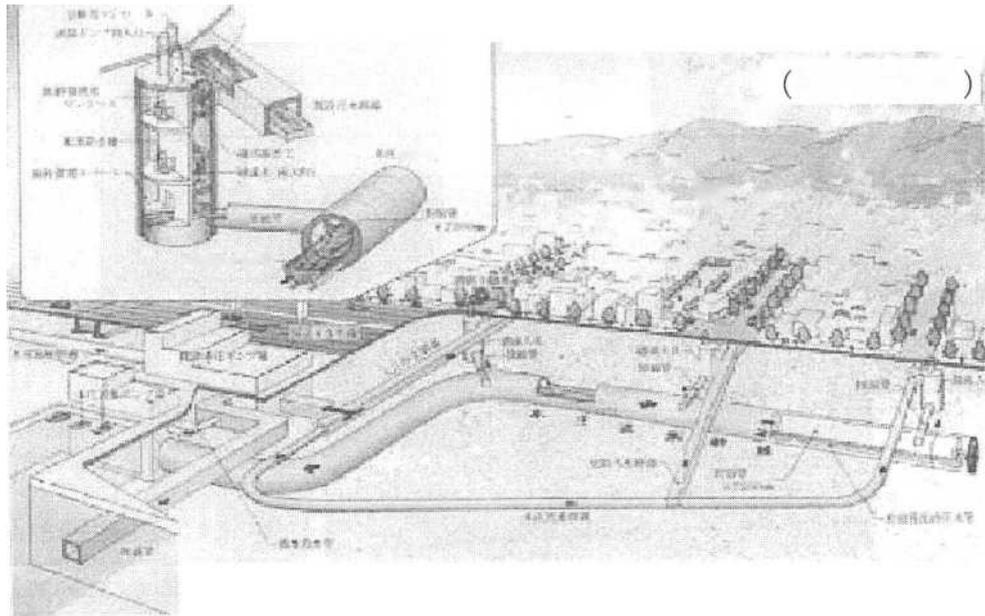


圖 6.11 海水災害預防的使用(日本神戶市案例)

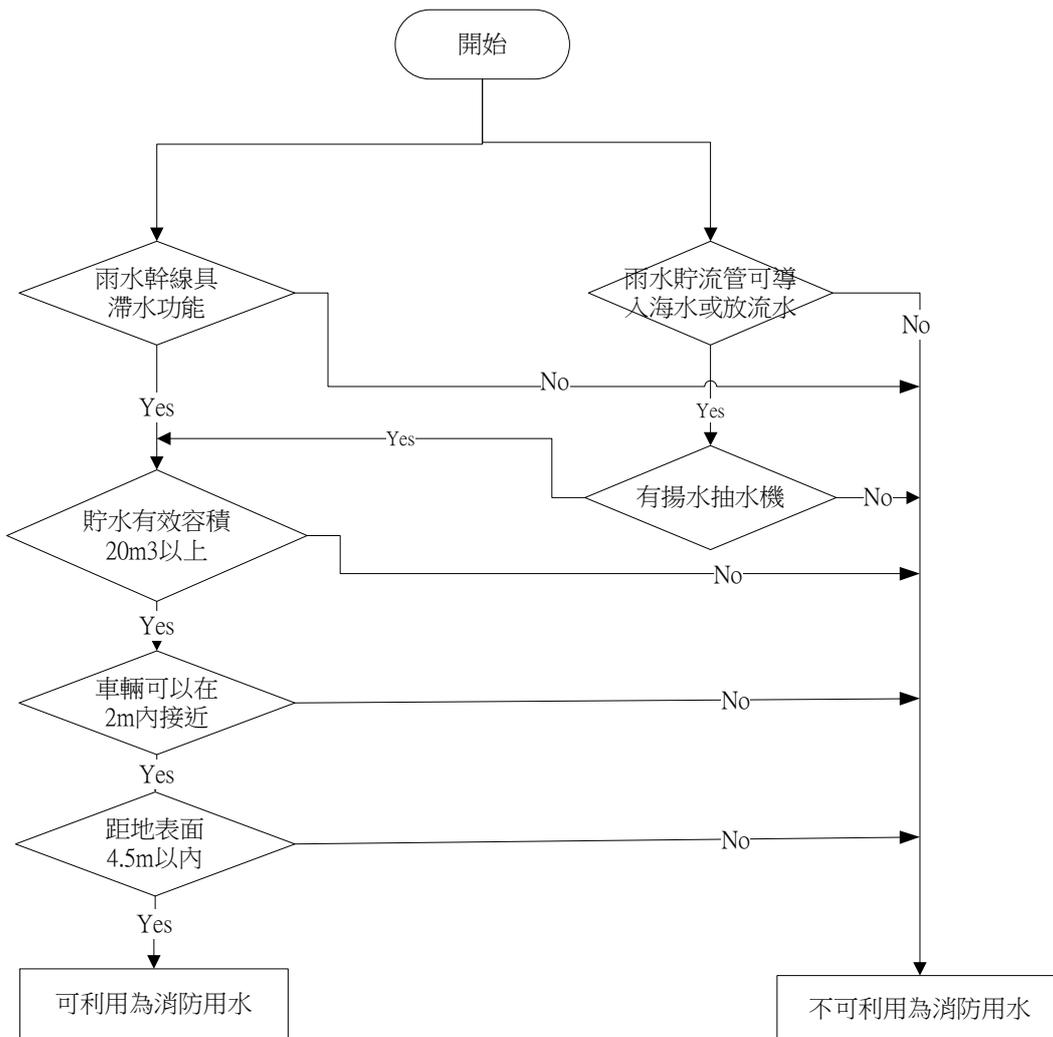


圖 6.12 雨水幹線作為消防用水設施的使用條件

7. 利用時注意事項

在利用下水道設施作為防災設施時，需注意以下的制度和技術問題：

- (1) 防災設施的方法隨各地區的特性而有所不同，因此，可要求居民和有關行政部門充分了解下水道設施的多方面功能，檢討下水道設施的地方特性和位置條件，判斷技術可能性和必要性，有必要將下水道設施定位於區域防災計劃。
- (2) 使用下水道設施為防災設施時，該等設施在日常仍正常利用之狀況下，當非常時期才活用為防災設施，故其設施應為多目標，且可發揮最大限為宜。下水道設施供資源多目標利用及效率化利用，可透經多種補助制度或示範計畫，而作為防災設施為能發揮防災效能時，其所需的財源，也有待確立支援體制予以支援。
- (3) 在災害後由於處理功能下降，但下水道所處理對象的污水、污泥等，本就具有防止感染症發生源的技術和能力，故在下水道設施防災機能上，仍應負擔其不可或缺的任務。在衛生上，即使下水道受災，仍要能具該能力。在受災的污水處理廠之操作運轉，仍必須加以必要的檢討。
- (4) 在考量將污水處理設施作為防災設施的利用時，必須注意避免在受災區域妨礙復原工作。
- (5) 處理廠和抽水站等自備發電設備之剩餘電力，暫時供給附近避難場所及防災檢查點使用。

引用文獻

1. 「新瀉縣中越地震の總括と地震對策の現狀を踏まえた今後の下水道地震對策のあり方」下水道地震對策技術檢討委員會(平成 17 年)

