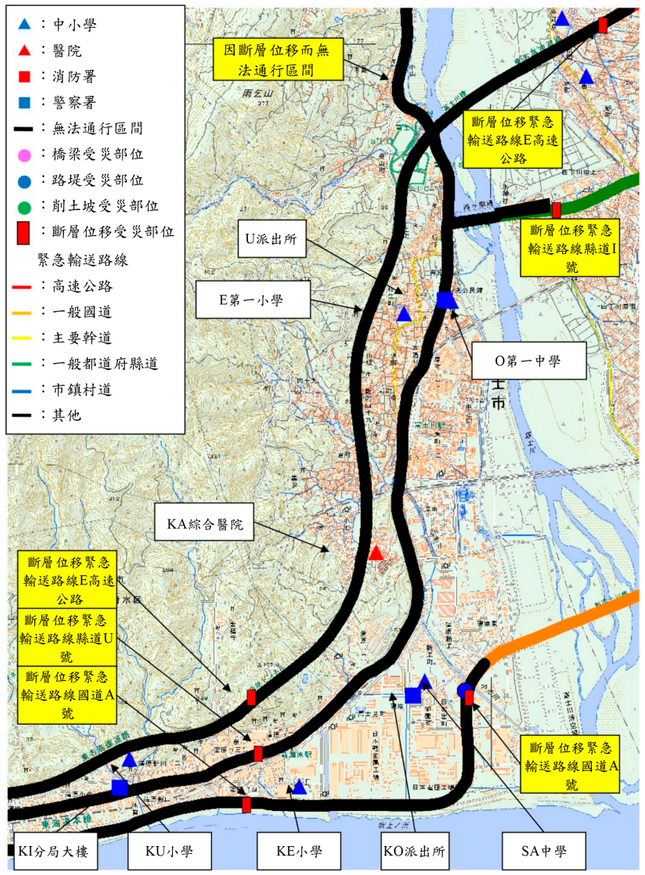
SWCB-110-250

110年度日本土砂災害防治
序號2：國總研專案研究報告
第64 期（超外力和複合性自然災害相關危機管理研究）
（第2.3 節至第4 節）



行政院農業委員會水土保持局　編印
中華民國110年12月

行政院農業委員會水土保持局

與您一起打拼

行政院農業委員會水土保持局
54044南投市中興新村光華路6號
https://www.swcb.gov.tw

110年度日本土砂災害防治相關文獻翻譯　第64期（超外力和複合性自然災害相關危機管理研究）（第2.3節至第4節）　序號2：國總研專案研究報告
110年度　行政院農業委員會水土保持局

2.3 風險評估方法的檢討

2.3.1 既有風險分析方法的概要

(1) 概要

在2.2.5中已依照地區特性列出各項災害所產生的受災事件。同時，也藉由將各事件的受災發展和關聯整理成樹狀圖，以建立普遍化的災害波及結構。

另一方面，檢討災害對策時，不僅設想災害波及結構，也分析和評估受災風險，再討論根據評估訂定優先程度和對策內容（應投入的成本、採取軟體對策或硬體對策等）。在本項中，將檢討評估已設想的受災風險重要程度及影響程度的方法。

實施災害風險的重要程度和影響程度的評估時，首先針對整體風險分析方法，使用JIS-Q31010※收集案例，以便先從既有風險分析方法中，收集有效性高的分析手法。各方法的適用性如表2.3.1所示；透過風險等級設定可適用的方法（SA：建議、A：可適用）概要如表2.3.2(1)～表2.3.2(4)所示。

(2) 各項風險分析方法的天災適用案例

依照(1)整理出的風險分析方法當中，適用天災案例數的整理結果如表2.3.3所示。並針對具有天災適用案例的風險分析方法，按照表2.3.4所示適用案例的記載內容，整理地區性的考量、災害外力種類、定量指標和有無風險等級設定，以檢討有效手法。整理結果如表2.3.5所示。

關於風險分析方法，雖根據適當選擇課題，但關於地區性考量、災害外力種類、定量指標和風險等級設定，則有適用性，因而從發生風險的可能性及嚴重性相關分析結果，將可評估重要性的風險矩陣圖法（Risk Matrix）視為有效手法，並選定為用於2.4後述的個案研究（Case Study）及2.5後述工具包（Tool Kit）的製作手法。表2.3.6所示為風險分析方法的特徵。

※ 日本工業標準調查會、JIS風險管理－風險評估方法　JISQ31010、平成24（2012）年4月20日制定

表2.3.1　各風險分析方法的適用性

分析方法	結果（影響程度）	發生機率	風險等級
腦力激盪（Brain Storming）	NA	NA	NA
結構化或半結構化採訪 (Interview)	NA	NA	NA
德菲調查法（Delphi Survey）	NA	NA	NA
檢查表	NA	NA	NA
初步危害分析（Preliminary Hazard Analysis）（PHA）	NA	NA	NA
HAZOP研究	SA	A	A
危害分析及必須管理點（HACCP）	SA	NA	NA
環境風險評估	SA	SA	SA
結構化「Whatif」方法（SWIFT）	SA	SA	SA
情境分析（Scenario Analysis）	SA	A	A
業務影響程度分析（BIA）	SA	A	A
根本原因分析（RCA）	SA	SA	SA
失效模式與影響分析（FMEA）	SA	SA	SA
故障樹木分析（FTA）	NA	SA	A
事件樹木分析（ETA）	SA	A	A
原因和結果分析	SA	SA	A
原因影響分析	SA	NA	NA
保護層分析（LOPA）	SA	A	A
決策樹分析	SA	SA	A
人為可靠度分析（HRA）	SA	SA	SA
領結分析（Bow-Tie Analysis）	A	SA	SA
可靠度核心維護管理系統（RCM）	SA	SA	SA
潛行電路分析（SCA）	NA	NA	NA
馬可夫鏈分析（Markov Chain Analysis）	SA	NA	NA
蒙地卡羅模擬（Monte Carlo Simulation）	NA	NA	NA
貝葉斯統計（Bayesian Statistics）及貝葉斯網路（Bayesian Network）	SA	NA	NA
FN曲線	SA	SA	A
風險指標	SA	SA	A
風險矩陣圖	SA	SA	SA
成本效益分析（CBA）	SA	A	A
多準則決策分析（MCDA）	SA	A	SA
SA為建議、NA為不可適用、A為可適用。			

＊進展風險評估指標（HATCH評分）為風險等級設定上不可適用 (NA) 的分析手法

表2.3.2(1) 各風險分析方法的概要（SA：建議、NA：不可適用、A：可適用）

分析方法		HAZOP 研究	環境風險評估	結構化「Whatif」方法 (SWIFT)	情境分析（Scenario Analysis）	業務影響程度分析（BIA）
適用性	風險特定	SA	SA	SA	SA	A
	結果（嚴重性）	SA	SA	SA	SA	SA
	發生機率	A	SA	SA	A	A
	風險等級	A	SA	SA	A	A
	風險評估	A	SA	SA	A	A
	其他	風險原因	風險原因和路徑	—	可檢討結果	—
資訊的取得手段	風險特定	專家與實務者的意見	優質的資料	與會者的意見（提示清單（Prompt List））	決策者與分析者的意見	討論會（Workshop）等與會者
	結果（嚴重性）	〃	〃	〃	〃	〃
	發生機率	〃	〃	〃	〃	〃
	風險等級	〃	〃	〃	〃	〃
	風險基準設定	〃	（不詳）	〃	（不詳）	（不詳）
	風險評估	〃	優質的資料	〃	決策者與分析者的意見	討論會（Workshop）等與會者
	風險因應	〃	〃	〃	（不詳）	〃
概要		進行計劃中或既有的產品、過程、程序和系統結構化的系統性調查，以對人員、設備、環境和組織宗旨鎖定風險的方法（也包括風險因應對策）。使用妨礙預期設定和達成動作條件的導詞（Guide Word）。	全面實施動物、植物、人所產生的風險評估，以做為暴露於各種環境危害的結果。分析危害和影響對象及影響路徑，並推測被視為危害的範圍及性質。	為了促進討論會與會者特定出現的風險，由系統小組使用一系列的「提示」語或文句調查。調查系統、設備品項、組織或程序是否正常運轉以及因行動的偏離會受到哪些影響。	針對未來動向，展開描述性模型的分析手法。藉由檢討預期的未來進展和調查其影響，可用於特定出現風險。雖然無法預測發生變化的機率，但可檢討結果，協助組織因應可預測變化之所需優點及培育復原能力。	分析主要中斷風險將對組織營運造成何種影響，列出特定運用管理上所需能力及定量化，以取得以下協議。 ① 特定列出主要事業過程、功能、組織相關資源、相互依賴性和致命程度 ② 中斷事件對因應和運用管理能力的影響 ③ 復原中斷影響的所需因應和運用管理能力
風險評估方法的概要		例如，套用導詞，並藉由調查特定出可能出現不良結果（嚴重性）之偏離，同時透過問卷調查等掌握發生頻率，再套用到風險矩陣圖以進行評估。	掌握從試驗等中導出危害造成的暴露程度－反應曲線的嚴重性，再推測綜合來自所有路徑影響時，特定結果的發生機率。將這些計算為風險等級，進行風險評估。	針對討論會上的討論結果，由小組確認和記錄描述的風險、原因、結果和設想的管理對策。	例如：從既有資訊製作已考量嚴重性和發生機率的情境情境（Scenario）、再定性評估是否為符合目的的行動選項。	例如：評估以鋪設的復原時間為指標的事業永續性。
方法的特徵	發生機率嚴重性等	定性	定性	定性	定性	定性
	風險等級（重大性）	不詳 （天災案例）	不詳 （天災案例）	不詳 （天災案例）	非客觀評估 （天災案例）	非客觀評估 （天災案例）
優點	便利性和易於管理			● 討論會與會者需準備的東西不多。 ●無須龐大勞力，即可擬定風險一覽表和風險因應計畫		
	促進討論等					
缺點	便利性和易於管理	● 在詳細分析上，需花費時間和成本。				
	促進討論等	● 過度仰賴設計人員的專業知識，可能無法客觀看待問題。				
	其他		● 雖然需要優質資料，但一般而言大多伴隨著高度不確定性。	● 為了有效率的進行，需要有經驗、有能力的主導人。		

表2.3.2(2) 各風險分析方法的概要（SA：建議、NA：不可適用、A：可適用）

分析方法		根本原因分析（RCA）	失效模式與影響分析（FMEA）	故障樹分析（FTA）	事件樹分析（ETA）	原因和結果分析
適用性	風險特定	NA	SA	A	A	A
	結果（嚴重性）	SA	SA	NA	SA	SA
	發生機率	SA	SA	SA	A	SA
	風險等級	SA	SA	A	A	A
	風險評估	SA	SA	A	NA	A
	其他	風險原因	風險原因	風險原因和路徑	—	風險原因
資訊的取得手段	風險特定出現	NA	目標系統元件	資料庫	資料庫（其他分析結果）	資料庫（其他分析結果）
	結果（嚴重性）	資料庫專家的意見	〃	NA	資料庫	資料庫
	發生機率	〃	〃	資料庫	〃	〃
	風險等級	〃	〃	〃	〃	〃
	風險基準設定	（不詳）	（不詳）	（不詳）	（不詳）	（不詳）
	風險評估	資料庫專家的意見	目標系統元件	資料庫	NA	資料庫
	風險因應	專家的意見	〃	（不詳）	資料庫（其他分析結果）	資料庫（其他分析結果）
概要		分析蒐集自失敗或損失的所有證據，擬定解決對策和進行勸告。在評估無法順利的原因時，先從明確的物理因素，其次是人為關係因素，最後再朝向基礎的管理或根本原因推進。	在如何讓元件、系統、過程符合設計原意上，透過確立是否失敗的方法，以明確以下事項。 ①故障可能對系統造成影響 ②故障成因③迴避故障的方法、減輕故障對系統造成影響的方法	用於查明和分析可能成為調查對象不利事件原因的方法。推論性的特定出現形成原因的要素，並賦予邏輯關係後，再以描繪原因要素和頂端事件 (Top Event) 之間的邏輯關係樹狀圖加以說明。透過樹狀圖明確指出不利事件的元件硬體故障、人為錯誤或其他關聯事件。	依照系統的運作或不運作，表示緊接於起因事件之後的事件相互排他性順序。定性和定量皆可適用。藉由樹狀般的扇形擴展，在考量新增系統、功能和防護牆的同時，選可因應起因事件顯示惡化與緩和事件。	原因和結果分析為FTA和ETA的組合結果。表示從決定性的事件開始，用緩和具有發生可能性的條件或起因事件的結果而設計的系統失敗。可藉由是／否雙分門 (Bifurcation Gate) 的組合以分析結果。藉由FTA分析條件或失敗原因。
風險評估方法的概要		為了特定指出原因，有時會使用FMEA。風險評估方法依此方式。	例如，從問卷調查和資料庫，設定發生頻率和嚴重性的指標，合計指標值的平均後再評估風險。	基於既有的資訊，從發生的機率評估風險。	例如，基於既有的資訊，藉由風險矩陣圖對發生機率和另行計算的嚴重性評估風險。	例如，基於既有的資訊，藉由風險矩陣圖對發生機率和另行計算的嚴重性評估風險。
方法的特徵	發生機率嚴重性等	定性	定量性	定量性	定量性	定量性
	風險等級（重大性）	不詳（天災案例）	非客觀評估（天災案例）	非客觀評估（天災案例）	客觀評估（天災案例）	不詳（天災案例）
優點	便利性和易於管理	● 將結果做成文書	● 特定指出元件失效模式與原因對系統所造成的影響，再以易於理解的方式表示。	● 採用圖表方式表示，可以輕鬆理解系統舉動和主因	● 可圖示事件順序。	
	促進討論等					
缺點	便利性和易於管理		● 若未適當管理和鎖定焦點，調查上就會耗費時間，成本也會提高。			
	促進討論等					
	其他		● 單獨故障模式在特定上可使用；複合故障模式在特定上無法使用。			

表2.3.2(3) 各風險分析方法的概要（SA：建議、NA：不可適用、A：可適用）

分析方法		保護層分析（LOPA）	決策樹分析	人為可靠度分析（HRA）	領結分析	可靠度核心維護管理系統（RCM）
適用性	風險特定出現	A	NA	SA	NA	SA
	結果（嚴重性）	SA	SA	SA	A	SA
	發生機率	A	SA	SA	SA	SA
	風險等級	A	A	SA	SA	SA
	風險評估	NA	A	A	A （具體方法不詳）	SA
	其他	風險原因	風險原因和路徑	—	風險原因和路徑	—
資訊取得手段	風險特定出現	風險基本資訊專家的意見	NA	調查和評估者資料庫	NA	設備、系統故障和結果資訊
	結果（嚴重性）	〃	專案計畫、結果、事件的資訊	調查和評估者	風險原因、結果和管理對策的資訊	〃
	發生機率	〃	〃	〃	〃	〃
	風險等級	〃	〃	〃	〃	〃
	風險基準設定	〃	（不詳）	（不詳）	（不詳）	〃
	風險評估	NA	專案計畫、結果、事件的資訊	調查和評估者	（不詳）	〃
	風險因應	風險基本資訊專家的意見	（不詳）	〃	〃	〃
概要		LOPA是一種針對不利事件、情境情境所伴隨之風險的半定量性計算方法。用於分析在抑制與緩和風險對策上是否充足。選擇成對的原因和結果，特定指出預防造成不利結果原因的保護層。計算風險的大小等級，以判定防護是否適度地讓風險下降至容許水準。	在專案風險管理及其他情況下使用，如有不確定性時，則協助選擇最佳的行動方針。圖解選可用於協助傳遞決策的理由。從起因事件開始，將發生事件和決定結果建立成模型的這一點，則類似於ETA。	可用於處理影響系統性能的人為影響，以及評估人為錯誤對系統所造成的影響。挖掘出妨礙生產力的錯誤，提供有助於檢討由操作與運轉人員、保全人員修復前述錯誤和其他故障方法的資訊。	用於記述從原因到結果的風險路徑後，再進行分析的一種簡易圖示方法。組合分析事件原因的FTA概念和分析結果的ETA後，以圖示說明原因和風險之間，以及風險和結果之間的預防性管理、緩和與復原對策。	透過確立故障管理方針，以有效率且具效果的達成所有種類設備的運轉安全性、可用性與經濟效益的一種方法。透過此過程的最終作業結果，攸關於實施保全作業或變更運用等其他對策必要性的決策。
風險評估方法的概要		從既有資訊掌握不利結果（嚴重性）和頻率後，配合開端原因的頻率、對策的失敗機率和條件機率，按級別計算不利結果的機率，與風險容許級數再進行比較和評估。	基於資訊，計算出事件與決定結果的嚴重性、和樹狀圖的分歧上附帶條件的機率。透過路徑上所有附帶條件機率的乘積及結果值所計算的最大期望值，評估最佳的決定路徑。	從經驗和知識中特定出錯誤後，將錯誤與其他硬體、軟體、環境事件做整合，計算出整體系統的失敗機率。評估哪一項錯誤與可靠性和風險息息相關。	基於資訊，設定嚴重性和發生機率。風險評估方法不詳。	推測未進行保全時的各種故障頻率，再依照定義故障的影響制定結果（嚴重性）。依照組合故障頻率和結果的風險矩陣圖，制定風險等級的類別。
方法的特徵	發生機率嚴重性等	定量性	定性 半定量性定量性	定性	定性 半定量性定量性	定量性
	風險等級（重大性）	不詳 （天災案例）	不詳 （天災案例）	不詳 （天災案例）	不詳 （天災案例）	不詳 （天災案例）
優點	便利性和易於管理		● 可針對決定相關問題，獲得明確的圖示標示。		● 單純易懂，可條理清晰的用圖示顯示問題。	
	促進討論等					
缺點	便利性和易於管理					
	促進討論等					
	其他					

表2.3.2(4) 各風險分析方法的概要（SA：建議、NA：不可適用、A：可適用）

分析方法		FN曲線	風險指標	風險矩陣圖	成本效益分析（CBA）	多準則決策分析（MCDA）
適用性	風險特定	A（具體方法不詳）	A	SA	A	A
	結果（嚴重性）	SA	SA	SA	SA	SA
	發生機率	SA	SA	SA	A	A
	風險等級	A	A	SA	A	SA
	風險評估	SA	SA	A	A	A
	其他	—	—	—	—	—
資訊的取得手段	風險特定	（不詳）	系統分析與記述結果的資訊	結果和發生機率的矩陣	成本效益與不確定性資訊	分析用選項和問卷調查結果
	結果（嚴重性）	罹難者數發生機率和風險分析結果	〃	〃	〃	〃
	發生機率	〃	〃	〃	〃	〃
	風險等級	〃	〃	〃	〃	〃
	風險基準設定	（不詳）	〃	〃	〃	〃
	風險評估	罹難者數發生機率和風險分析結果	〃	〃	〃	〃
	風險因應	（不詳）	（不詳）	（不詳）	〃	（不詳）
概要		用圖示表示在指定的母群體 (Population)，引發已指定之級數危害事件的發生機率。大多是指，出現所訂死傷人數的頻率。FN曲線表示母群體N人以上的結構成員，受到影響的累積頻率。	為採用順序尺度的評分方式所導出的推測值，且屬風險的半定量性尺度。風險指標採用類似於可進行比較的基準，並用於評定一系列的風險等級。依風險的各構成要素（風險來源、範圍、影響）來評分。	為結合結果的定性或半定量性等級與容易發生程度，以便決定風險等級或建立風險等級的方式。矩陣的形式及附加的定義取決於使用情況，最重要的是運用符合該情況的適當機制。	可用於比較和檢討預計總成本和預計總效益的風險評估，以便選擇最佳或最有利的選項。總計包含目標對象範圍，影響到所有利害關係人(Stakeholder) 的所有成本及效益的金錢價值，並按照成本及效益所產生的不同期間進行調整。若附加因應對策所伴隨之淨現值，則意味著如平常的進行因應對策即可。	使用各項基準，以便客觀且淺顯地評估一系列選項的總體價值。一般而言，整體目標用於制定可使用選項的偏好排序（Preference Ordering），分析則涵蓋建立選項和基準之間的矩陣。基準是進行排名和總計後，以算出各選項的總分。
風險評估方法的概要		以罹難者數為橫軸、發生機率為縱軸，比較既有資訊和預期風險圖表，以進行風險評估。	從資訊中，計算出與對象系統互相整合的嚴重性和發生機率的評分，再藉由前述組合的複合指標進行風險評估。	例如，從既有資訊中，按等級計算嚴重性和發生機率後，套用於風險矩陣圖以評估風險。	比較預計總成本和預計總效益後，依照淨現值的正負結果，評估對策的有效性。	從問卷調查結果中，制定選項（對策對象等）的偏好排序，再評估優先順位。
方法的特徵	發生機率嚴重性等	定量性	半定量性定量性	半定量性定量性	半定量性定量性	半定量性定量性
	風險等級（重大性）	不詳（天災案例）	客觀評估（天災案例）	客觀且階段性評估（天災案例）	客觀且相對性順位評估（天災案例）	客觀且相對性順位評估（天災案例）
優點	便利性和易於管理			● 比較容易使用。	●可獲得決策透明性。	
	促進討論等					
缺點	便利性和易於管理			● 因配合情況構成矩陣，因此難以建立可適用於各種情況的通用系統。 ● 用法具主觀性，容易因評估者出現差異。		
	促進討論等					● 受到偏見所影響。
	其他					

表2.3.3　各風險分析方法適用領域的整理

分析方法	適用天災的案例數	天災以外的主要適用領域
HAZOP研究		設備、資訊系統、醫療
環境風險評估		環境
結構化「Whatif」		醫療、環境
情境分析（Scenario Analysis）	2	資訊系統、環境、能源、金融等
業務影響程度分析	2	醫療
根本原因分析		資訊系統、醫療
失效模式與影響分析	1	資訊系統、機械
故障樹分析	3	資訊系統
事件樹分析	10	資訊系統
原因和結果分析		醫療、資訊系統
保護層分析		
決策樹分析		資訊系統
人為可靠度分析		資訊系統
領結分析		
可靠度核心維護管理系統		下水道設施、能源、醫療
FN曲線		機械
風險指標	23	金融和經濟、資訊系統
風險矩陣圖	1	機械、資訊系統、下水道設施
成本效益分析	4	設施維護管理、農業、環境
多準則決策分析		環境、農業

表2.3.4　適用案例的記載內容

分析方法	風險分析方法
文獻	案例文獻
手法概要	風險分析方法概要
便利性	風險等級的有無或深入討論的便利性
地區特性考量	有無考量都市部分、沿海地區部分、平地部分、山區部分
災害外力	以地震、海嘯、洪水、火山等為對象的災害外力
主要對象領域	道路等基礎設施、電力等生命線等領域
對象項目和指標	人員和財物受災、基礎功能障礙、生活阻礙、經濟功能障礙相關的項目
所需資訊	進行風險分析時所需資訊
其他分析手法適用案例	如有相同風險分析方法但不同案例時，則記載其概要

表2.3.5　適用案例一覽表

分析方法	適用案例	便利性[i]	地區特性[ii]	災害外力[iii]	主要對象領域	對象項目和指標[iv]	所需資訊
風險矩陣圖	TRANSIT（2004）[1)]	有RL設定	無具體描述	氣象災害、地震、海嘯、火災、斜坡坍塌等	道路	死傷者、成本等	人員受災、經濟受災的規模和發生機率
風險指標	松下（2002）[2)]	有RL設定	都市部分	地震	建築物（資訊流通大樓）	SRM（經濟受災）	TPC（設施重新調度金額）、PML（最大預計損失金額）
風險指標	國交省（2012）[3)]	RL設定不詳	流域	洪水	人員、醫療、防災據點設施、交通、生命線等	一般資產受災金額、人員受災（假定罹難者數等）、經濟受災、重要設施受災	降雨資料、流域、河川、氾濫區域相關資料，人口、資產、重要設施等相關資料
情境分析（Scenario Analysis）	加藤（2006）[4)]	RL設定不詳	都市部分	致災性災害	交通	運輸行政專責人員的行動選項	因社會經濟動向等所致的宏觀不確定性、運輸行政專責人員無法管理的主體、各主體對其他主體的期待事項、無法管理的主體認識
業務影響程度分析	副島（2009）[5)]	RL設定不詳	都市部分	地震	事業	事業永續性	基於相關設施和設備的耐震性能結構、功能性的受災預測結果、因周邊生命線和交通網的受災而造成資源欠缺（物資、人力、資訊等），延誤復原活動的情況
失效模式與影響分析	本田（2011）[6)]	RL設定不詳	無具體描述	火災（建築物）	人力（消防隊員）	人員受災	發生頻率、檢測難易度、事故可能性的相關問卷調查結果，重大性相關事故種類的虛驚事件 (Near Miss) 資料庫
故障樹分析	姥（2007）[7)]	RL設定不詳	無具體描述	地震	醫療	電源及都市天然氣相關功能損失機率	水、電、瓦斯、醫療氣體供給路徑、各設備機器中的最大應答絕對加速度、設計耐力中央值（設備機器的螺栓）、最大層間變形角（配管與配線）、末端事件的損傷相關對數標準偏差
事件樹分析＋風險矩陣圖	消防廳（2013）[8)]	有RL設定5	沿海地區部分	地震、海嘯	石油康比納特（Kombinat）企業聯合組織	因輻射熱、爆炸風壓、閃燃火災、毒性氣體擴散的死傷者（人員受災）	機率性風險評估（設施資料、物性資料、氣象資料、洩漏口、影響範圍內的居民等資訊）、長週期性地震動的評估（假設地震的預測波形、貯藏槽的種類、各種技術規格、影響範圍內的居民等資訊）、海嘯災害的評估（海嘯淹水深度預測與最大流速資料、貯藏槽等各種技術規格、內容液的比重、受災時的貯藏率）、大規模災害的評估（設施結構與強度、防災設備、周邊設施的情況、地理位置）
成本效益分析	朱牟田（1997）[9)]	有RL設定（優先程度）	無具體描述	地震	電力	經濟受災	耐震補強成本、企業損失成本
多準則決策分析	村地（2007）[10)]	有RL設定（優先程度）	無具體描述	地震	建築物	建築物耐震化的優先程度	震源模型、建築物各種技術規格

i　便利性：有無設定風險等級（RL）

ii　地區特性：都市部分、沿海地區部分、平地部分、山區部分等

iii　災害外力：地震、海嘯、洪水、火山等其他

iv　對象項目：人員和財物受災、基礎功能障礙、生活阻礙、經濟功能障礙相關項目

表2.3.6　天災適用案例的風險分析方法特徵

	情境分析（Scenario Analysis）	業務影響程度分析	失效模式與影響分析	故障樹分析	事件樹分析	風險指標	風險矩陣圖	成本效益分析	多準則決策分析
風險計算方法	從各種不確定性，擬定具可能性的情境，並定性評估影響程度、易發生程度和對策的優劣之處。	擬定事業中斷相關項目指標，再依此計算風險。	在標準業務過程中，擬定錯誤模式的危險程度指標，再依此計算風險。	特定指出各事件的機率，再計算易發生程度。	特定指出各事件的機率，再計算易發生程度。	依風險相關項目擬定指標，再依此計算風險。	計算影響程度和容易發生程度，再依影響程度和容易發生程度製作矩陣圖，計算出風險。	計算並合計出預計受災金額和對策成本後，從最小成本評估對策優先程度。	在風險相關項目上進行加權，再依此計算風險。
地區性考量	【△】 應以市鎮村和任何區域為對象，因此有時難以分割地區特性。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。	【△】沿海地區。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。	【〇】 不分都市、沿海地區、平地、山區可全面適用。
災害外力種類	【〇】 不分地震、海嘯、洪水等，可全面適用。	【△】地震。	【△】火災。	【△】地震。	【△】 地震、海嘯。	【〇】 地震、洪水。	【〇】 不分地震、海嘯、洪水等，可全面適用。	【△】地震。	【△】地震。
定量指標	【△】 採用定性指標的方法。	【〇】 採用定量指標的方法。	【〇】 採用定量指標的方法。	【〇】 採用定量指標的方法。	【〇】 採用定量指標的方法。	【〇】 採用定量指標的方法。	【〇】 採用定量及定性指標的方法。	【〇】 採用定量指標的方法。	【△】 採用定性指標的方法。
風險等級	【△】 因採用定性，因此會有結果依評估者而異的疑慮。	【△】 無風險等級的設定案例，基準不明確，因此欠缺充足的客觀性。	【△】 無風險等級的設定案例，基準不明確，因此欠缺充足的客觀性。	【△】 無風險等級的設定案例，基準不明確，因此欠缺充足的客觀性。	【〇】 雖有風險等級的設定案例且具客觀性，但只評估可計算機率的項目。	【〇】 雖有風險等級的設定案例且具客觀性，但僅知有無風險而無階段性評估案例。	【◎】 具有階段性設定風險等級的案例且具客觀性的同時，可掌握風險程度。	【〇】 雖有風險等級的設定案例且具客觀性，但屬相對性風險排名。	【〇】 雖有風險等級的設定案例且具客觀性，但屬相對性風險排名。

◎：適用性非常高、〇：適用性高、△：具適用性

2.3.2 特徵性的災害風險評估

(1) 特徵性的災害風險重要程度和影響評估

在2.3.1所比較的風險分析方法當中，使用了對天災的重要程度和影響程度具有適用可能性的5大評估方法方案，以評估重要程度和影響。5大評估方法方案是指，（一）Tamura (2013)[11]、（二）Transit (2004)、（三）基礎設施PFI (2010)[12]、（四）Tamura (2013)＋基礎設施PFI(2010)、（五）Transit (2004)＋基礎設施PFI (2010)，各方法概要則記載於2.3.2(4)。此外，以特徵性災害風險（合計32項風險）為評估對象。在此所言之特徵性災害風險，是指考量以下觀點後所擷取的風險。

- 組合財物受災和阻礙的1種風險。
- 以障礙種類多的道路領域為對象，以及以受災影響大的橋面塌落、路堤或削土坡受災、道路中斷（斷層位移）為對象。
- 生活阻礙是以影響程度大的死亡和重傷等人員受災為對象。
- 經濟阻礙是以評估方法方案中處理復原經費和繞道損失為對象。

已擷取合計32項風險結果，如表2.3.7所示。此外，特徵性的災害風險評估流程，如圖2.3.1所示。

表2.3.7 特徵性的災害風險

財物受災	障礙
橋面塌落 風險數：6	因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數攀升（生活阻礙） 因火災導致人員受災擴大（生活阻礙） 緊急物資短缺（生活阻礙） 飲用水和生活用水短缺（生活阻礙） 復原經費（經濟阻礙） 繞道損失（經濟阻礙）
路堤受災 風險數：6	因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數攀升（生活阻礙） 因火災導致人員受災擴大（生活阻礙） 緊急物資短缺（生活阻礙） 飲用水和生活用水短缺（生活阻礙） 復原經費（經濟阻礙） 繞道損失（經濟阻礙）
削土坡受災 風險數：6	因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數攀升（生活阻礙） 因火災導致人員受災擴大（生活阻礙） 緊急物資短缺（生活阻礙） 飲用水和生活用水短缺（生活阻礙） 復原經費（經濟阻礙） 繞道損失（經濟阻礙）
路堤和削土坡	因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數攀升（生活阻礙）

多處受災 風險數：6	因火災導致人員受災擴大（生活阻礙） 緊急物資短缺（生活阻礙） 飲用水和生活用水短缺（生活阻礙） 復原經費（經濟阻礙） 繞道損失（經濟阻礙）
道路中斷 （斷層位移） 風險數：8	因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數攀升（生活阻礙） 因火災導致人員受災擴大（生活阻礙） 緊急物資短缺（生活阻礙） 飲用水和生活用水短缺（生活阻礙） 限制和無法收治外來患者（生活阻礙） 藥品短缺（生活阻礙） 復原經費（經濟阻礙） 繞道損失（經濟阻礙）

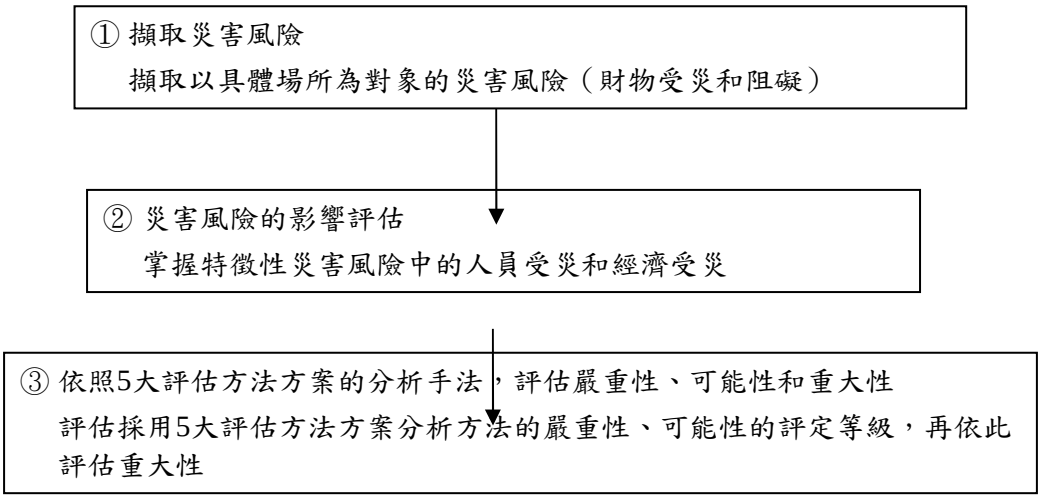


圖2.3.1　特徵性災害風險評估流程

（2） 擷取災害風險

設想因南海海溝大地震造成嚴重災害之下，在得以檢討各種災害風險的A國道事務所的管轄範圍內，著眼於預計將發生特徵性災害風險的區域，以擷取災害風險。圖2.3.2表示對象區域、表2.3.8表示其特徵。

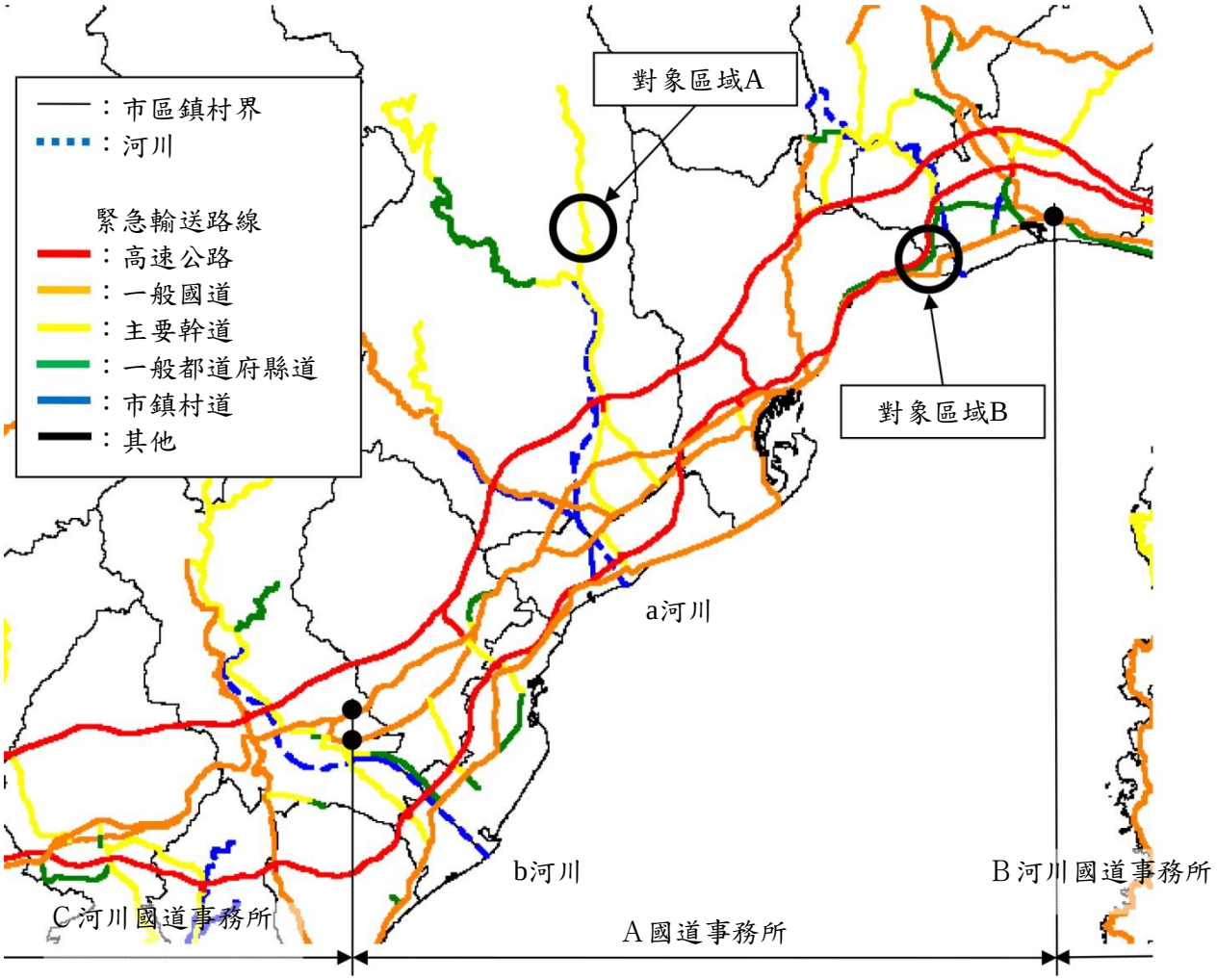


圖2.3.2 對象區域位置圖

表2.3.8 對象區域的特徵

對象區域	特徵
A	有做為道路設施的橋梁、路堤和削土坡斜坡，還有生活阻礙相關村落和學校等。
B	假設因斷層位移而造成道路中斷，有生活阻礙相關學校、醫院等。

1） 對象區域A

圖2.3.3表示對象區域A的財物受災（道路設施受災）和學校等位置。

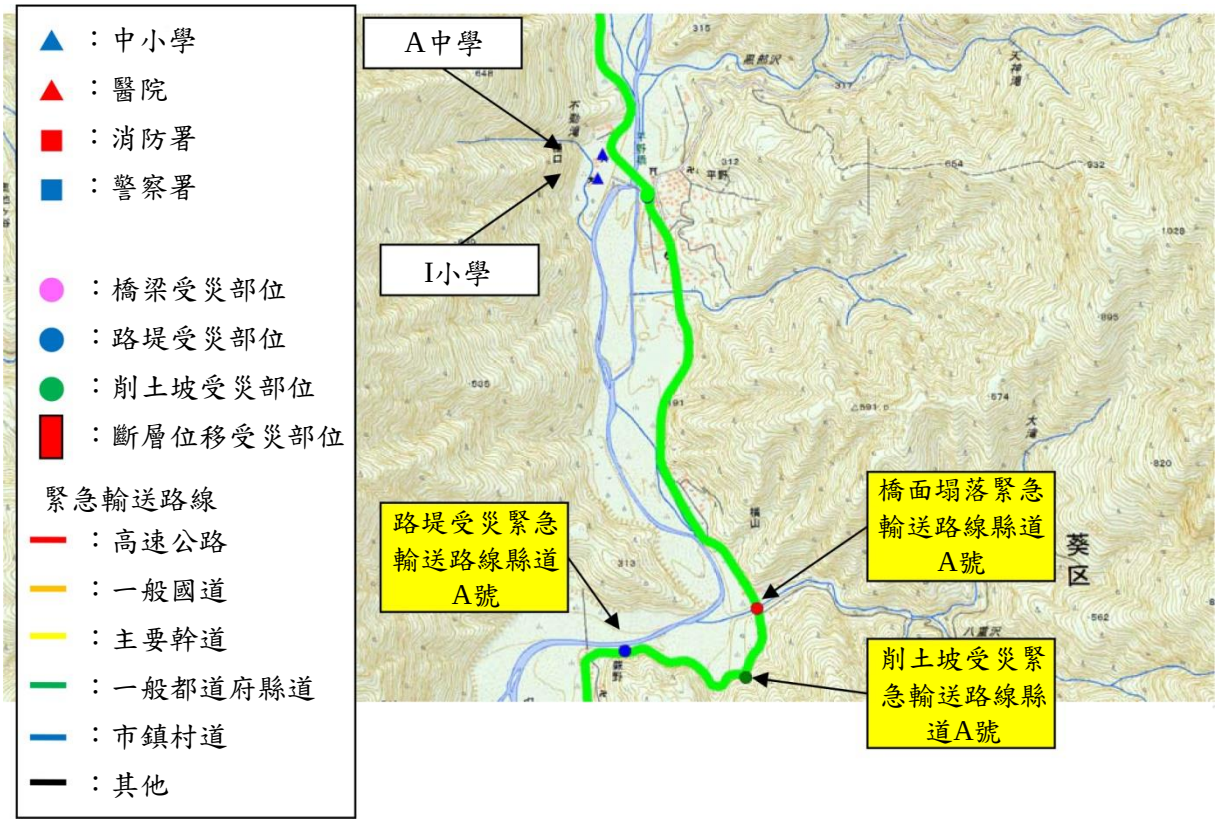


圖2.3.3　財物受災和學校等位置（對象區域A）

在此，假定發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，因各情況，使緊急輸送路線無法通行。表2.3.9所示為結合財物受災和阻礙的災害風險與其說明。

表2.3.9　已擷取的災害風險（對象區域A）

財物受災	障礙	說明
橋面塌落	緊急物資短缺	假設因發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，使緊急輸送路線無法通行，緊急物資停止運往避難所（A中學、I小學），致使避難者的緊急物資短缺。
路堤受災		
削土坡受災		
多處受災		
橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	假設因發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，使緊急輸送路線無法通行，發生設施復舊延誤和供水車延遲，導致居民和避難者的飲用水和生活用水不足。
路堤受災		
削土坡受災		
多處受災		
橋面塌落	因急救和急難救助活動延遲導致死傷人數增加	假設因發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，使緊急輸送路線無法通行，導致送醫急救和急難救助活動延誤，造成死傷人數攀升。
路堤受災		
削土坡受災		
多處受災		
橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	假設因發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，使緊急輸送路線無法通行，發生滅火活動延誤，導致因火災擴大人員受災。
路堤受災		
削土坡受災		
多處受災		
橋面塌落	經濟阻礙（復原經費）	假設因發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，使緊急輸送路線無法通行，所衍生復原經費。
路堤受災		
削土坡受災		
多處受災		
橋面塌落	經濟阻礙（繞道損失）	假設因發生多起橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、路堤和削土坡受災，使緊急輸送路線無法通行，所衍生的繞道損失。
路堤受災		
削土坡受災		
多處受災		

2） 對象區域B

圖2.3.4表示對象區域B的財物受災（道路設施受災）和學校等位置。

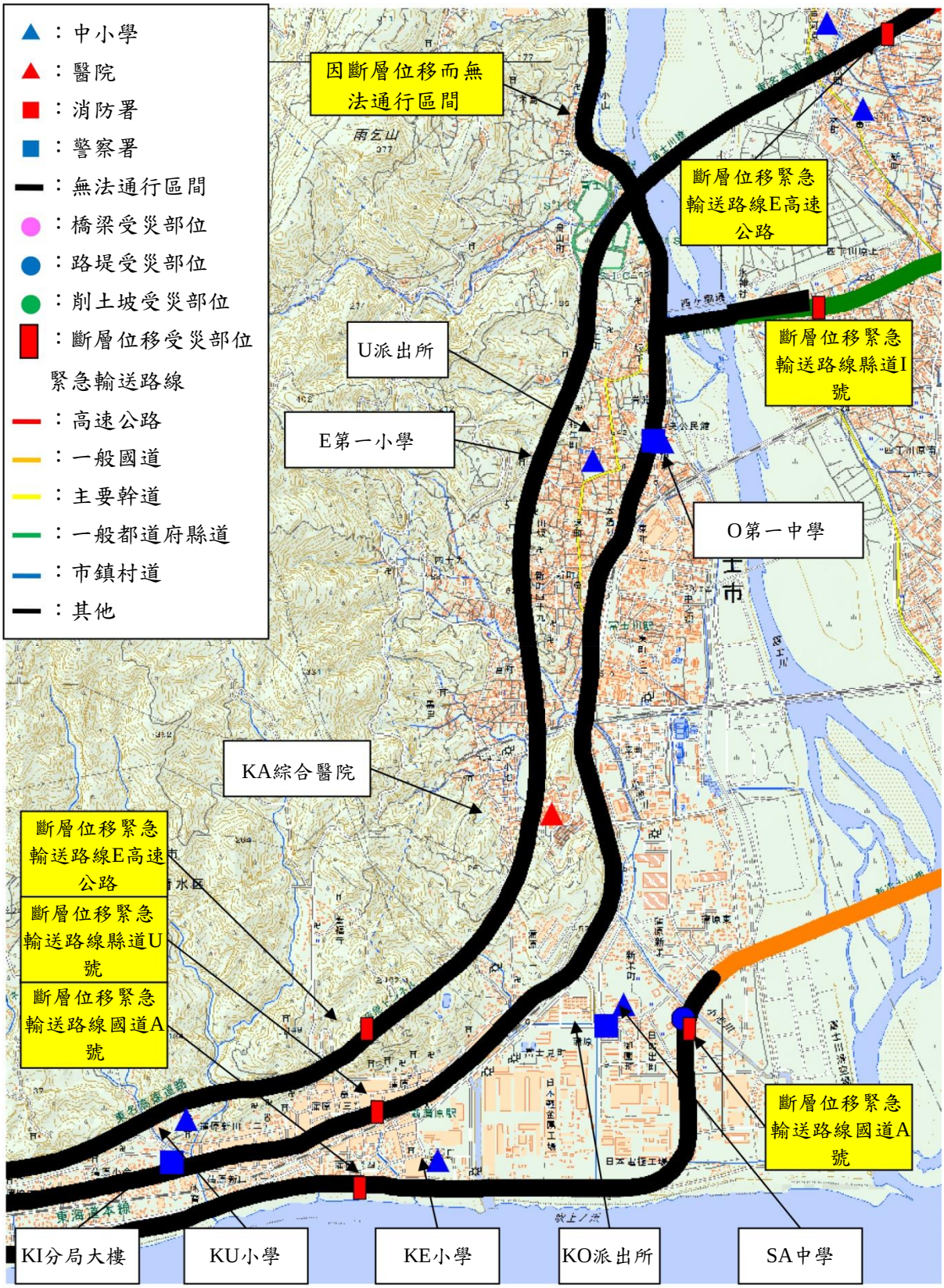


圖2.3.4　假設對象區域B受災

在此假設因斷層位移而發生道路中斷，造成緊急輸送路線無法通行。表2.3.10所示為結合了財物受災和阻礙的災害風險與其說明。

表2.3.10　已擷取的災害風險（對象區域Ｂ）

財物受災	障礙	說明
因斷層位移造成道路中斷	緊急物資短缺	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，緊急物資停止運往避難所（小學3處、中學2處），導致避難者的緊急物資短缺。
	飲用水和生活用水短缺	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，發生設施復舊延誤和供水車延遲，導致居民和避難者的飲用水和生活用水短缺。
	外來患者收治受限（無法收治）	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，導致送往共立蒲原綜合醫院的住院患者等延誤，外來患者收治受限（無法收治）。
	藥品短缺	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，藥品延誤運往共立蒲原綜合醫院，導致藥品短缺。
	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，因E高速公路、國道O號、縣道U號和街路巷道等受災而延誤急救活動，造成死傷人數增加。
	因火災導致人員受災擴大	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，因國道O號、縣道U號和街路巷道等受災，發生滅火延誤，導致因火災擴大的人員受災。
	經濟阻礙（復原經費）	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，衍生復原經費。
	經濟阻礙（繞道損失）	假設因斷層位移造成道路中斷，使緊急輸送路線無法通行，而衍生繞道損失。

（3） 災害風險的影響評估

以特徵性災害風險為對象，掌握人員受災和經濟災情情況。再者，由於人員受災難以定量性評估，因而採用主觀性評估。經濟受災當中的繞道損失，則如後述考量網絡之下進行評估。

1） 掌握人員災情情況

掌握各災害風險的人員受災時，比較財物受災的重建期間和阻礙開始影響的期間，確認有無發生阻礙，再研究有無發生人員受災及受災內容（表2.3.11(1)～(3)）。財物受災的重建期間參照表2.3.12；阻礙開始影響的期間參照表2.3.13。

為了評估以下（4）當中的人員受災上，重症傷患所產生的費用，在此將因物資短缺而導致罹患疾病和症狀惡化者，統稱為「重症傷患」。

再者，關於發生多起路堤和削土坡受災，則假設有6處路堤和削土坡受災（龜裂、陷落等）、1處削土坡受災（崩塌）。

表2.3.11(1)　人員受災的研究結果

財物受災	障礙	有無發生阻礙	人員受災
橋面塌落	緊急物資短缺	假設橋面塌落的重建期間為1週以上、而避難所的儲備量為1週時，視為**會發生阻礙。**	假設當緊急物資短缺時，會有民眾無法充分取得飲用水和糧食，視為發生了**多名重症傷患**。
路堤受災		路堤受災的重建期間為數小時、避難所的儲備量為1週時，視為**不發生阻礙**。	緊急物資無短缺問題時，視為**無人員受災**。
削土坡受災		削土坡受災的重建期間為3天、避難所的儲備量為1週時，視為**不會發生阻礙**。	緊急物資無短缺問題時，視為**無人員受災**。
多處受災		發生多起路堤和削土坡受災的重建期間大約需要4天，而避難所的儲備量為1週時，視為**不會發生阻礙**。	緊急物資無短缺問題時，視為**無人員受災**。
因斷層位移造成道路中斷		因斷層位移造成道路中斷的重建期間同於橋面塌落為1週以上，避難所的儲備量為1週時，視為**會發生阻礙**。	假設當緊急物資短缺時，會有民眾無法充分取得飲用水和糧食，視為發生了**多名重症傷患**。

表2.3.11(2)　人員受災的研究結果

財物受災	障礙	有無發生阻礙	人員受災
橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	橋面塌落的重建期間為1週以上、家庭儲備量為1週時，視為**會發生阻礙**。	假設有人員無法充分取得飲用水，視為發生**多名重症傷患**。
路堤受災		路堤受災的重建期間為數小時、家庭儲備量為1週時，視為**不會發生阻礙**。	飲用水無短缺，視為**無人員受災**。
削土坡受災		削土坡受災的重建期間為3天、家庭儲備量為1週時，視為**不會發生阻礙**。	飲用水無短缺，視為**無人員受災**。
多處受災		發生多起路堤和削土坡受災的重建期間約為4天、家庭儲備量為1週時，視為**不會發生阻礙**。	飲用水無短缺，視為**無人員受災**。
因斷層位移造成道路中斷		因斷層位移造成道路中斷的重建期間同於橋面塌落為1週以上、家庭儲備量為1週時，視為**會發生阻礙**。	假設有人員無法充分取得飲用水，視為發生**多名重症傷患**。
	外來患者收治受限（無法收治）	因斷層位移造成道路中斷的重建期間同於橋面塌落為1週以上，若無法在72小時內接受治療，發生罹難者的可能性升高時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
	藥品短缺	因斷層位移造成道路中斷的重建期間同於橋面塌落為1週以上，若無法在72小時內接受治療，發生罹難者的可能性升高時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。

表2.3.11(3)　人員受災的研究結果

財物受災	障礙	有無發生阻礙	人員受災
橋面塌落	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	橋面塌落的重建期間為1週以上，若無法在72小時內接受治療，發生罹難者的可能性升高時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
路堤受災		路堤受災的重建期間為數小時，可於72小時內接受治療，視為**不會發生阻礙**。	對急救活動無影響時，視為**無人員受災**。
削土坡受災		削土坡受災的重建期間為3天，可於72小時內接受治療時，視為**不會發生阻礙**。	對急救活動無影響時，視為**無人員受災**。
多處受災		發生多起路堤和削土坡受災的重建期間約為4天，若無法在72小時內接受治療，發生罹難者的可能性升高時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
因斷層位移造成道路中斷		因斷層位移造成道路中斷的重建期間同於橋面塌落為1週以上，若無法在72小時內接受治療，發生罹難者的可能性升高時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	橋面塌落的重建期間為1週以上，若無法在數小時內治療即有可能死亡時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
路堤受災		路堤受災的重建期間為數小時，若無去在數小時內治療即有可能死亡時，視為**會發生阻礙。**	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
削土坡受災		削土坡受災的重建期間為3天，若無法在數小時內治療即有可能死亡時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
多處受災		發生多起路堤和削土坡受災的重建期間約為4天，若無法在數小時內治療即有可能死亡時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。
因斷層位移造成道路中斷		因斷層位移造成道路中斷的重建期間同於橋面塌落為1週以上，若無法在數小時內治療即有可能死亡時，視為**會發生阻礙**。	假設有復舊前無法接受治療之事，視為**會發生罹難者**。

表2.3.12　標準重建期間

受災型態		重建期間		案例
		最短	最長	
削土坡路堤等	崩塌	3天以上	1年以上	伊豆大島近海地震 長野縣西部地震 新潟縣中越地震
	龜裂、陷落高低差、隆起	3小時	1個月	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震 新潟縣中越地震
	落石與斜坡坍塌	3小時	1年以上	宮城縣海洋地震 新潟縣中越地震
橋梁	橋面塌落	1週以上	1年以上	新潟地震 宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震
	上部結構建築（Superstructure）破損、傾斜、移動	3天	1年以上	兵庫縣南部地震
	支承部損傷	1天	1個月	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震 福岡縣西方海洋地震
	橋墩、橋台、基礎損傷	3天	1個月	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震
	橋梁安裝部的高低差	3小時	1天以上	新潟地震 宮城縣海洋地震
隧道	襯砌混凝土坍塌	1個月以上	1個月以上	新潟縣中越地震 和南津隧道
附帶設施	紅綠燈等受災	1天以上	3天以上	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震
占用沿道設施	占用設施的受災	3小時	3個月	兵庫縣南部地震
	來自沿道建物的掉落物	1天	1週	宮城縣海洋地震
	沿道建築物倒塌	3天	1個月	兵庫縣南部地震
	圍牆、奠基石倒塌	1天	1天	宮城縣海洋地震
	電線桿、未砍伐的樹傾斜、倒塌	1天	1天	宮城縣海洋地震
	桁梁掉落於道路上	1週	1個月	兵庫縣南部地震
其他	因海嘯而淹水	3天以上	1個月	新潟地震
	市區火災	1天	3天以上	兵庫縣南部地震
	海嘯漂流物	1天	11天	東日本大地震[13）14）15)]

＊除了東日本大地震的案例之外，從道路震災對策便覽（震前對策篇）[16)]圖-2.3.1，摘錄記載各種受災型態的重建期間

表2.3.13　障礙開始影響的期間和影響的內容

障礙	說明	開始影響期間的分類	影響的內容
不可收治外來患者	若無法在**72小時內**接受治療，發生**罹難者**的可能性升高	3天	死亡
醫療品短缺	若無法在**72小時內**進行治療，發生**罹難者**的可能性升高		
照護服務能力下降	為臥床需照護者的情形，若無法在**72小時內**獲得餐食等照護，即有可能**死亡**[i)]		
因延誤急救和急難救助活動 ，而造成死傷人數增加	若無法在**72小時內**接受治療，發生**罹難者**的可能性升高		
因火災而人員受災擴大	火災中受重傷的受災者，若無法於**數小時內治療**，即有可能**死亡**[ii)]	當天	死亡
糧食短缺	家庭等**儲備期間**（例如1週）到期前 若來不及復原，即有可能產生**重症傷患**。	1週	重傷
日用品短缺	家庭等**儲備期間**（例如1週）到期前若來不及復原，無法恢復正常生活，即有可能發生**重症傷患**[iii)]		
緊急物資短缺	避難所等**儲備期間**（例如1週）到期前若來不及復原，即有可能發生**重症傷患**		
飲用水等不足	家庭等**儲備期間**（例如1週）到期前若來不及復原，即有可能發生**重症傷患**	3天	重傷
廁所不足	**災後2～3天**內流動廁所需求大增，當廁所不足時，恐怕會有因為衛生環境不佳造成精神層面受創，而發生**重症傷患**[iv)]		
延誤處理垃圾	**災後2～3天**起，有可能發生惡臭等問題，恐怕會有因為衛生環境不佳造成精神層面受創，而發生**重症傷患**[v)]		

i 根據「平成24（2012）年版防衛白皮書」，從災害發生起72小時是黃金救援時間，一旦超過72小時，發生罹難者的可能性將會增加。

ii 一般而言，緊急車輛到達現場的時間為5～10分鐘；滅火活動為數十分鐘～數小時。

iii 根據中央防災會議的「南海海溝大地震的假設受災項目及手法概要」，夏季的避難所和臨時住宅應採取防暑對策，避免因應的場所過於龐大，致使人員和財物資源兩個層面的因應延誤，以及發生高齡者和嬰幼兒為主的中暑、脫水症狀或食物中毒。

iv 根據「A縣第4次地震災情的假設」，透過駿河海溝和南海海溝沿線發生的地震災情示意圖得知，災後2～3天內流動廁所需求大增，現有廁所需費時1個月以上才能正常使用。這段期間，恐怕會有因為衛生環境不佳造成精神層面受創，而發生重症傷患。

v 根據A縣第4次地震災情的假設，透過駿河海溝和南海海溝沿線發生的地震災情示意圖得知，災後街道有可能堆放無法清運的垃圾或任意丟棄的生活垃圾，因此發生惡臭等問題。

2) 經濟受災

經濟受災是以前節中選定的評估方法方案，進行處理的復原經費和繞道損失為對象。

(a) 復原經費

表2.3.14所示為橋面塌落、路堤受災、削土坡受災、因斷層位移造成道路中斷的復原經費。

表2.3.14 道路設施受災後的重建所需經費

道路設施受災	復原經費	說明
橋面塌落	2.5億日圓／桁梁	橋面塌落的復原經費為橋桁梁、支承更換的費用及臨時橋梁設置費用。 橋桁梁和支承更換費用為，庄司（1997）[17]的橋梁受災程度As、A中，BOX桁梁的RC橋面重建、主桁梁重建、更換伸縮部、更換隔震橋靴（Shoe）的合計（2.4億日圓）。 ・RC橋面重建：880m^2×4.2萬／m^2＝3700萬日圓 ・主桁梁重建：264tf×71.2萬/tf＝18800萬日圓 ・更換伸縮部：700萬日圓 ・更換隔震橋靴：4部位×120萬日圓＝480萬日圓 臨時橋梁設置費用為1000萬日圓。
削土坡受災（崩塌）	1.8億日圓／部位	削土坡受災（崩塌）的復原經費，是近藤（2005）[18]斜坡崩塌受災金額（核定確定金額）除以部位數所得數值。
路堤等受災（龜裂、陷落等）	23百萬日圓／部位	路堤等受災（龜裂、陷落等）的復原經費，是近藤（2005）路面龜裂受災金額（核定確定金額）除以部位數之數值。
道路中斷（斷層位移）	2.5億日圓／桁梁	同於橋面塌落。

(b) 繞道損失

參考國土交通省成本效益分析手冊[19)]的縮短行駛時間效益和減低行駛成本效益，計算繞道損失。計算方針如下。

- 計算正常路徑和繞道路徑費用差異
- 假定交通需求不因平時和災害時而變化
- 只計算正常路徑交通量部分的繞道損失
- 使用道路交通普查的按類型交通量
- 無繞道路徑時，則不計算繞道損失而視為「無繞道路徑」

① 正常路徑和繞道路徑的設定

表2.3.15和圖2.3.5表示對象區域A和B的正常路徑和繞道路徑的概要。

表2.3.15 正常路徑和繞道路徑的概要

對象區域	路徑	路線等	距離
A	正常	縣道甲號	—
	繞道	無	—
B	正常	1IC－2IC（丁高速公路）	27.4km
	繞道	① 1IC－3IC（己道路、免費區間）	3.5km
		② 3IC－4JCT－2IC （丁東名～戊高速公路）	32.9km

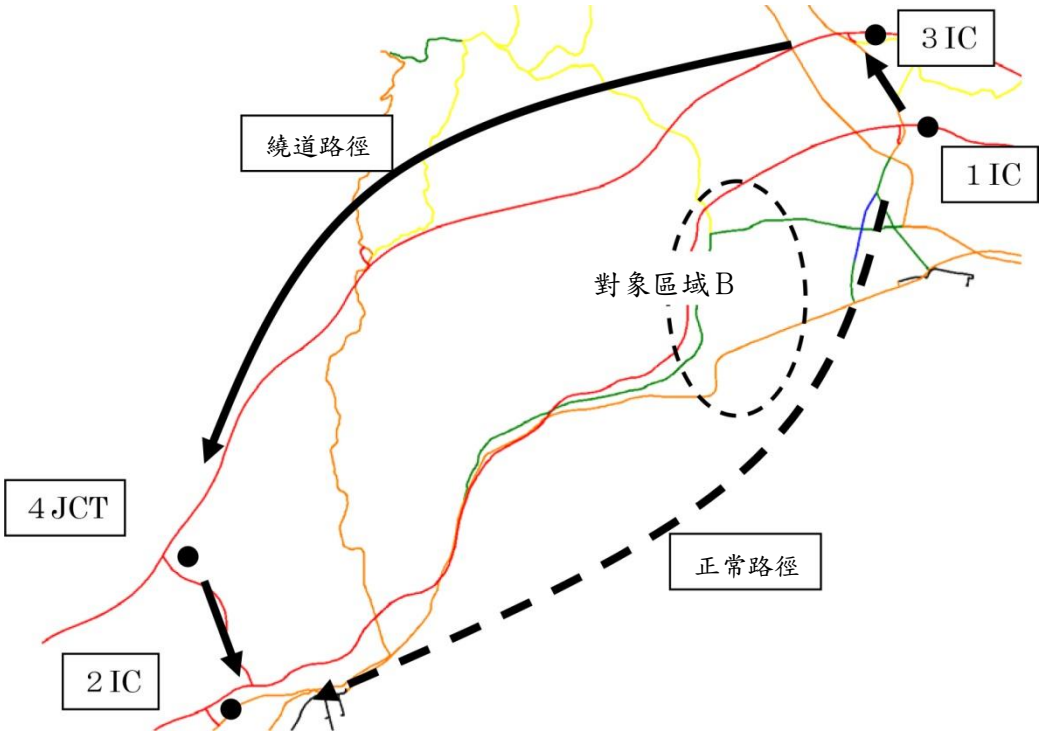


圖2.3.5　繞道路徑的概要

② 增加行駛時間的損失

參考縮短行駛時間效益，從以下計算公式算出增加行駛時間的損失。

增加行駛時間的損失=BT_D－BT_N

BT_D：繞道路徑的行駛時間費用（日圓／年）

BT_N：正常路徑的行駛時間費用（日圓／年）

BT＝Q×T×α×365

BT：行駛時間費用（日圓／年）

Q：各車種的交通量（輛／日）

T：行駛時間（分鐘）

α：各車種的時間價值基本單位（日圓／分鐘・輛）

假設復原時間為1週，計算該期間在對象區域B的行駛時間費用（表2.3.16）。表2.3.17表示使用資料的說明。對象區域B**增加行駛時間的損失為1.1億日圓**（＝0.45＋3.62－3.01）。

表2.3.16　計算增加行駛時間的損失（對象區域Ｂ）

	交通量（輛／日）		距離 (km)	旅行速度 (km/h)	行駛時間（分鐘）	時間價值基本單位		行駛時間費用（億日圓）		
	小型	大型				小型	大型	小型	大型	合計
正常路徑	18,075	18,165	27.4	76.1	21.60	45.78	64.18	1.25	1.76	3.01
繞道路徑－①	18,075	18,165	3.5	64.5	3.26	45.78	64.18	0.19	0.27	0.45
繞道路徑－②	18,075	18,165	32.9	76.1	25.94	45.78	64.18	1.50	2.12	3.62

表2.3.17　使用資料的說明（對象區域Ｂ）

分類		值	說明
交通量（輛／日）	小型	18,075	做為正常路徑的交通量上，在道路交通普查（H22）[20]的富士IC～清水IC的24小時平均交通量中，乘以H25東名交通量比率52.4%（＝43.5／83千輛／日）[21]。
	大型	18,165	
旅行速度(km/h)	正常	76.1	使用在H22道路交通普查的富士IC～清水IC中，日間12小時平均旅行速度。
	繞道－①	64.5	使用在H22道路交通普查的國道139號（富士IC～富士市、富士宮市內）中，日間12小時平均旅行速度。
	繞道－②	76.1	與正常路徑相同。
時間價值基本單位（日圓／分鐘・輛）	小型	45.78	使用成本效益分析手冊中，按車種類別之時間價值基本單位當中的乘用車類別。
	大型	64.18	使用依成本效益分析手冊中，按車種類別之時間價值基本單位當中的普通貨車。

③　行駛成本增加的損失

參考減低行駛成本效益，從以下計算公式算出行駛成本增加的損失。

行駛成本增加的損失=BR_D－BR_N

BR_D：繞道路徑的行駛成本（日圓／年）

BR_N：正常路徑的行駛成本（日圓／年）

$BR=Q\times L\times \beta\times 365$

BR：行駛成本（日圓／年）

Q：各車種的交通量（輛／日）

L：連結的延伸（km）

β：各車種的行駛成本基本單位（日圓／輛・km）

假設復原時間為1週，計算該期間在對象區域Ｂ的行駛成本（表2.3.18）。使用資料的說明如表2.3.19所示。對象區域Ｂ**行駛成本增加的損失為0.5億日圓**（＝0.23＋1.61－1.34）。

表2.3.18　計算增加行駛時間的損失（對象區域Ｂ）

	交通量（輛／日）		距離 (km)	行駛成本基本單位		行駛時間費用（億日圓）		
	小型	大型		小型	大型	小型	大型	合計
正常路徑	18,075	18,165	27.4	10.03	28.52	0.35	0.99	1.34
繞道路徑－①	18,075	18,165	3.5	16.92	33.75	0.07	0.15	0.23
繞道路徑－②	18,075	18,165	32.9	10.03	28.52	0.42	1.19	1.61

表2.3.19　使用資料的說明（對象區域Ｂ）

分類		值	說明
交通量（輛/日）	小型	18,075	做為正常路徑的交通量上，在道路交通普查（H22）的富士IC～清水IC的24小時平均交通量中，乘以H25東名交通量比率52.4%（同增加行駛時間的損失）。
	大型	18,165	
時間價值基本單位（日圓／分鐘・輛）	高速小型	10.03	關於正常路徑及繞道路徑－②使用成本效益分析手冊中，按車種類別的行駛成本之基本單位當中的高速與地區高規格的乘用車類（75km/h）。
	高速大型	28.52	關於正常路徑及繞道路徑－②使用成本效益分析手冊中，按車種類別的行駛成本之基本單位當中的高速與地區高規格的普通貨車（75km/h）。
	一般道路小型	16.92	關於繞道路徑－①使用成本效益分析手冊中，按車種類別的行駛成本之基本單位當中的一般道路（平地）乘用車類（60km/h）。
	一般道路大型	33.75	關於繞道路徑－①使用成本效益分析手冊中，按車種類別的行駛成本之基本單位當中的一般道路（平地）普通貨車（40km/h）。

(4)　評估嚴重性、可能性和重大性

在此，針對評估風險的嚴重性、可能性和重大性，使用5大評估方法方案，再針對各評估方法方案的適用項目，評估重要程度和影響。以下(一)～(五)表示評估方法方案的概要。

(一) Tamura（2013）

針對災害風險的嚴重性，評估道路和其使用者相關人員受災、復原成本和經濟損失

(二) Transit（2004）

針對災害風險的嚴重性，在做為以管理高速公路為目的上，以危機和良機為對象，進行人員受災、媒體的評估、環境、利害關係者的評估、費用、時間的評估

(三) 基礎設施PFI（2010）：針對災害風險的嚴重性，在道路事業的計畫階段上，進行對事業經費的影響評估

(四) Tamura（2013）＋基礎設施PFI（2010）

(一) 的復原經費及經濟損失的閾值，適用(三)的評估方法。

(五) Transit（2004）＋基礎設施PFI（2010）

(二) 中的成本等級閾值，適用(三)的評估方法。

1) 評估方法方案(一)：Tamura（2013）

(a) 評估方法概要

關於Tamura（2013）中的災害風險嚴重性，評估道路和其使用者相關人員受災、復原成本、經濟損失（繞道成本），並計算前述評分的合計值。關於人員受災和復原成本，也將對策良機做為評估對象。表2.3.20表示人員受災、復原經費、經濟損失的等級和評分。

表2.3.20 嚴重性的等級和評分（Tamura，2013）

風險	影響	評分	人員受災（罹難者數）	復原成本	經濟損失
危機	大	10	≧1人	≧150百萬日圓	≧150百萬日圓 或 無繞道
	中	5	＜1人	50～150百萬日圓	50～150百萬日圓
	小	1		＜50百萬日圓	＜50百萬日圓
無	無	0	0	0	0
良機	小	1		＜50百萬日圓	
	中	5	＜1人	50～150百萬日圓	
	大	10	≧1人	≧150百萬日圓	

可能性以全年發生機率來評估。地震參考板塊活動的平均回歸期（Return Period）；豪雨則參考超過道路封閉基準雨量的機率。表2.3.21表示可能性的等級和評分。

表2.3.21 可能性的等級和評分（Tamura，2013）

可能性	全年發生機率	評分
高	≧50%	10
中	10～50%	5
低	≦10%	1

關於重大性，則疊加影響程度的大小和易發生程度的評分計算風險值。

(b) 評估結果

基於表2.3.20，為透過2.3.2(3)災害風險的影響評估所掌握到的人員受災和經濟受災，進行嚴重性的評估。此外，關於路堤受災（龜裂、陷落等），以針對繞道損失的嚴重性，設定「無・0」。

表2.3.22 嚴重性的評估：評估方法方案（一）

編號	財物受災	障礙	人員受災		復原成本		經濟損失		評分合計
			影響	評分	影響	評分	影響	評分	
1	橋面塌落	緊急物資短缺	中	5	大	10	大	10	25
2	路堤受災	緊急物資短缺	無	0	小	1	無	0	1
3	削土坡受災	緊急物資短缺	無	0	大	10	大	10	20
4	多處受災	緊急物資短缺	無	0	大	10	大	10	20
5	道路中斷	緊急物資短缺	中	5	大	10	大	10	25
6	橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	中	5	大	10	大	10	25
7	路堤受災	飲用水和生活用水短缺	無	0	小	1	無	0	1
8	削土坡受災	飲用水和生活用水短缺	無	0	大	10	大	10	20
9	多處受災	飲用水和生活用水短缺	無	0	大	10	大	10	20
10	道路中斷	飲用水和生活用水短缺	中	5	大	10	大	10	25
11	道路中斷	外來患者收治受限（無法收治）	大	10	大	10	大	10	30
12	道路中斷	藥品短缺	大	10	大	10	大	10	30
13	橋面塌落	因急救行動延誤，造成死傷人數增加	大	10	大	10	大	10	30
14	路堤受	因急救行動延誤，	無	0	小	1	無	0	1

	災	造成死傷人數增加							
15	削土坡受災	因急救行動延誤，造成死傷人數增加	無	0	大	10	大	10	20
16	多處受災	因急救行動延誤，造成死傷人數增加	大	10	大	10	大	10	30
17	道路中斷	因急救行動延誤，造成死傷人數增加	大	10	大	10	大	10	30
18	橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	大	10	30
19	路堤受災	因火災導致人員受災擴大	大	10	小	1	無	0	11
20	削土坡受災	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	大	10	30
21	多處受災	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	大	10	30
22	道路中斷	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	大	10	30

基於表2.3.21，進行可能性的評估。評估結果，如表2.3.23所示。

表2.3.23　可能性的評估：評估方法方案（一）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	低	1	10年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「低」。
路堤受災	高	10	每年發生路堤受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「高」。
削土坡受災	中	5	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），因而將可能性視為「中」。
多處受災	中	5	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發多起路堤和削土坡受災，因而將可能性視為「中」。
道路中斷	低	1	10年未曾發生過一次可能引起道路中斷的斷層位移，因而將可能性視為「低」。

從嚴重性（表2.3.22）和可能性（表2.3.23）的評估結果，進行嚴重性的評估。評估結果和風險值，如表2.3.24所示。

表2.3.24　嚴重性的評估：評估方法方案（一）

編號	財物受災	障礙	嚴重性	可能性	風險值
1	橋面塌落	緊急物資短缺	25	1	25
2	路堤受災	緊急物資短缺	1	10	10
3	削土坡受災	緊急物資短缺	20	5	100
4	多處受災	緊急物資短缺	20	5	100
5	道路中斷	緊急物資短缺	25	1	25
6	橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	25	1	25
7	路堤受災	飲用水和生活用水短缺	1	10	10
8	削土坡受災	飲用水和生活用水短缺	20	5	100
9	多處受災	飲用水和生活用水短缺	20	5	100
10	道路中斷	飲用水和生活用水短缺	25	1	25
11	道路中斷	外來患者收治受限（無法收治）	30	1	30
12	道路中斷	藥品短缺	30	1	30
13	橋面塌落	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	30	1	30
14	路堤受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	1	10	10
15	削土坡受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	20	5	100
16	多處受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	30	5	150
17	道路中斷	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	30	1	30
18	橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	30	1	30
19	路堤受災	因火災導致人員受災擴大	11	10	110
20	削土坡受災	因火災導致人員受災擴大	30	5	150
21	多處受災	因火災導致人員受災擴大	30	5	150
22	道路中斷	因火災導致人員受災擴	30	1	30

		大			

2) 評估方法方案（二）：Transit（2004）

(a) 評估方法概要

關於Transit（2004）中的災害風險嚴重性，在做為以管理高速公路為目的上，以危機和良機為對象，針對人員受災、媒體的評估、環境、利害關係者的評估、費用和時間進行評估。人員受災和成本的等級和評分，如表2.3.25所示。

表2.3.25 嚴重性的等級和評分（Transit, 2004）

嚴重性		評分	人員受災	費用
危機	非常龐大	100	多名罹難者	＋10億日圓
	大	70	數名罹難者	＋1～10億日圓
	中	40	多名重症傷患	＋1000萬～1億日圓
	小	10	數名重症傷患	＋100～1000萬日圓
	可忽視	1	幾乎無重症傷患	＋0～100萬日圓
良機	可忽視	－1	預防傷患	－0～100萬日圓
	小	－10	預防重症傷患（少人數）	－100～1000萬日圓
	中	－40	預防重症傷患（多人數）	－1000萬～1億日圓
	大	－70	預防罹難者（數名）	－1～10億日圓
	非常龐大	－100	預防罹難者（多人數）	-10億日圓

從容易發生程度（如同改善資產的短期活動）或頻率（資產管理和事業長期活動），評估可能性。可能性的等級和評分，如表2.3.26所示。

表2.3.26 可能性的等級和評分（Transit，2004）

可能性	機率	頻率	描述	評分
多	＞50%	1年一次以上	發生危機。或 危機相關知識非常貧乏的狀態	5
普通	20～50%	1～5年一次	可能會發生危機。 危機相關知識貧乏的狀態	4
少	10～20%	5～10年一次	鮮少發生危機。 危機相關知識處於中間水平狀態	3
鮮少	1～10%	10～50年一次	極為鮮少發生危機。 危機相關知識處於良好狀態	2
稀少	＜1%	50年一次以下	有可能因例外情況而發生危機。 危機相關知識非常良好狀態	1

關於重大性，則疊加嚴重性和可能性的評分計算風險值。

(b) 評估結果

基於表2.3.25，為2.3.2(3)災害風險影響評估所掌握到的人員受災和經濟受災，進行嚴重性的評估。再者，針對對象區域A為無繞道路徑時的繞道損失嚴重性，設定為「大・70」。此外，關於路堤受災（龜裂、陷落等），針對繞道損失的嚴重性，設定為「忽視・1」。

表2.3.27 嚴重性的評估：評估方法方案（二）

編號	財物受災	障礙		嚴重性	
				影響	評分
1	橋面塌落	人員受災	緊急物資短缺	中	40
2	路堤受災	人員受災	緊急物資短缺	忽視	1
3	削土坡受災	人員受災	緊急物資短缺	忽視	1
4	多處受災	人員受災	緊急物資短缺	忽視	1
5	道路中斷	人員受災	緊急物資短缺	中	40
6	橋面塌落	人員受災	飲用水和生活用水短缺	中	40
7	路堤受災	人員受災	飲用水和生活用水短缺	忽視	1
8	削土坡受災	人員受災	飲用水和生活用水短缺	忽視	1
9	多處受災	人員受災	飲用水和生活用水短缺	忽視	1
10	道路中斷	人員受災	飲用水和生活用水短缺	中	40
11	道路中斷	人員受災	外來患者收治受限（無法收治）	大	70
12	道路中斷	人員受災	藥品短缺	大	70
13	橋面塌落	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	70
14	路堤受災	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	忽視	1
15	削土坡受災	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	忽視	1
16	多處受災	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	70
17	道路中斷	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	70
18	橋面塌落	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
19	路堤受災	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
20	削土坡受災	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
21	多處受災	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
22	道路中斷	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
23	橋面塌落	經濟受災	復原經費	大	70
24	路堤受災	經濟受災	復原經費	中	40
25	削土坡受災	經濟受災	復原經費	大	70
26	多處受災	經濟受災	復原經費	大	70
27	道路中斷	經濟受災	復原經費	大	70
28	橋面塌落	經濟受災	繞道損失	大	70
29	路堤受災	經濟受災	繞道損失	忽視	1
30	削土坡受災	經濟受災	繞道損失	大	70
31	多處受災	經濟受災	繞道損失	大	70
32	道路中斷	經濟受災	繞道損失	大	70

基於表2.3.26，進行可能性的評估。評估結果，如表2.3.28所示。

表2.3.28　可能性的評估：評估方法方案（二）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	稀少	1	50年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「稀少」。
路堤受災	多	5	因每年發生路堤受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「多」。
削土坡受災	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），而將可能性視為「鮮少」。
多處受災	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發多起路堤和削土坡受災，而將可能性視為「鮮少」。
道路中斷	稀少	1	10年未曾發生過一次可能引起道路中斷的斷層位移，因而將可能性視為「稀少」。

從嚴重性（表2.3.27）和可能性（表2.3.28）的評估結果，進行重大性的評估。評估結果和風險值，如表2.3.29所示。

表2.3.29　嚴重性的評估：評估方法方案（二）

編號	財物受災	障礙	嚴重性	可能性	風險值
1	橋面塌落	緊急物資短缺	40	1	40
2	路堤受災	緊急物資短缺	1	5	5
3	削土坡受災	緊急物資短缺	1	2	2
4	多處受災	緊急物資短缺	1	2	2
5	道路中斷	緊急物資短缺	40	1	40
6	橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	40	1	40
7	路堤受災	飲用水和生活用水短缺	1	5	5
8	削土坡受災	飲用水和生活用水短缺	1	2	2
9	多處受災	飲用水和生活用水短缺	1	2	2
10	道路中斷	飲用水和生活用水短缺	40	1	40
11	斷層位移	外來患者收治受限（無法收治）	70	1	70
12	斷層位移	藥品短缺	70	1	70
13	橋面塌落	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	70	1	70
14	路堤受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	1	5	5
15	削土坡受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	1	2	2
16	多處受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	70	2	140
17	道路中斷	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	70	1	70
18	橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	70	1	70

19	路堤受災	因火災導致人員受災擴大	70	5	350
20	削土坡受災	因火災導致人員受災擴大	70	2	140
21	多處受災	因火災導致人員受災擴大	70	2	140
22	道路中斷	因火災導致人員受災擴大	70	1	70
23	橋面塌落	復原經費	70	1	70
24	路堤受災	復原經費	40	5	200
25	削土坡受災	復原經費	70	2	140
26	多處受災	復原經費	70	2	140
27	道路中斷	復原經費	70	1	70
28	橋面塌落	繞道損失	70	1	70
29	路堤受災	繞道損失	1	5	5
30	削土坡受災	繞道損失	70	2	140
31	多處受災	繞道損失	70	2	140
32	道路中斷	繞道損失	70	1	70

3) 評估方法方案（三）：基礎設施PFI（2010）

(a) 評估方法概要

關於基礎設施PFI（2010）中的災害風險嚴重性，在道路事業的計畫階段上，針對事業經費的影響進行評估。對成本的影響等級，如表2.3.30所示。在此，透過對某國道事務所事業經費的比例，進行評定等級。

表2.3.30 嚴重性的等級和評分（基礎設施PFI，2010）

等級	對成本的影響	對成本的影響 （事業經費的比例＊）	評分
高	50百萬日圓以上 （事業經費的5%以上）	2.5億日圓以上 （事業經費的5%以上）	3
中度	10～50百萬日圓 （事業經費的2.5～5%）	1.3～2.5億日圓 （事業經費的2.5～5%）	2
低	10百萬日圓以內 （事業經費的2.5%以內）	1.3億日圓以內 （事業經費的2.5%以內）	1

對於可能性方面，則評估風險是否會發展為實際造成影響的發生機率。可能性的等級，如表2.3.31表示。

表2.3.31 可能性的等級和評分（基礎設施PFI，2010）

可能性	全年發生機率	評分
高	20%以上	3
中度	10～20%	2
低	0～10%	1

關於重大性方面，進行事業時，必須從危險程度高的風險來考量相關對策。因此基於已考量發生機率和影響程度2大要素的「風險排序矩陣圖」，進行風險排名。

(b) 評估結果

基於表2.3.30，為透過2.3.2(3)災害風險的影響評估所掌握到的經濟受災，進行嚴重性的評估。再者，以針對對象區域A無繞道路徑時的嚴重性，設定為「中度」。此外，關於路堤受災（龜裂、陷落等），以針對繞道損失的嚴重性，設定為「低」。

表2.3.32 嚴重性的評估：評估方法方案（三）

編號	財物受災	障礙	嚴重性	
1	橋面塌落	復原經費	高	3
2	路堤受災	復原經費	低	1
3	削土坡受災	復原經費	中度	2
4	多處受災	復原經費	高	3
5	道路中斷	復原經費	高	3
6	橋面塌落	繞道損失	高	3
7	路堤受災	繞道損失	低	1
8	削土坡受災	繞道損失	高	3
9	多處受災	繞道損失	高	3
10	道路中斷	繞道損失	中度	2

基於表2.3.31，進行可能性的評估。評估結果，如表2.3.33所示。

表2.3.33 可能性的評估：評估方法方案（三）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	低	1	10年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「低」。
路堤受災	高	3	每年發生路堤受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「高」。

財物受災	可能性	評分	說明
削土坡受災	低	1	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），因而將可能性視為「低」。
多處受災	低	1	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發多起路堤和削土坡受災，因而將可能性視為「低」。
道路中斷	低	1	10年未曾發生過一次可能引起道路中斷的斷層位移，因而將可能性視為「低」。

從嚴重性（表2.3.32）和可能性（表2.3.33）的評估結果，進行重大性的評估。評估結果和風險值，如表2.3.34所示。

表2.3.34　重大性的評估：評估方法方案（三）

編號	財物受災	障礙	嚴重性	可能性	積分
1	橋面塌落	復原經費	3	1	3
2	路堤受災	復原經費	1	3	3
3	削土坡受災	復原經費	2	1	2
4	多處受災	復原經費	3	1	3
5	道路中斷	復原經費	3	1	3
6	橋面塌落	繞道損失	3	1	3
7	路堤受災	繞道損失	1	3	3
8	削土坡受災	繞道損失	3	1	3
9	多處受災	繞道損失	3	1	3
10	道路中斷	繞道損失	2	1	2

4)　評估方法方案（四）：Tamura（2013）＋基礎設施PFI（2010）

(a)　評估方法概要

針對Tamura（2013）中的復原經費及經濟損失的等級閾值，適用基礎設施PFI（2010）的評估方法。在此，透過對某國道事務所事業經費的比例，進行評定等級。人員受災、復原經費、經濟損失的等級和評分，如表2.3.35表示。

表2.3.35　嚴重性的等級和評分〔評估方法方案（四）〕

風險	影響	人員受災（罹難者數）	復原成本（事業經費的比例＊）	經濟損失	評分
危機	大	≧1人	2.5億日圓以上（事業經費的5%以上）	2.5億日圓以上（事業經費的5%以上）或無繞道	10
	中	＜1人	1.3～2.5億日圓以上（事業經費的2.5～5%）	1.3～2.5億日圓以上（事業經費的2.5～5%）	5
	小		1.3億日圓以內（事業經費的2.5%以內）	1.3億日圓以內（事業經費的2.5%以內）	1
無	無	0	0	0	0
良機	小		1.3億日圓以內（事業經費的2.5%以內）		1
	中	＜1人	1.3～2.5億日圓以上（事業經費的2.5～5%）		5
	大	≧1人	2.5億日圓以上（事業經費的5%以上）		10

可能性以全年發生機率來評估。地震參考板塊活動的平均回歸期（Return Period）；豪雨則參考超過道路封閉基準雨量的機率。可能性的等級和評分，如表2.3.36表示。

表2.3.36　可能性的等級和評分〔評估方法方案（四）〕

可能性	全年發生機率	評分
高	≧50%	10
中	10～50%	5
低	≦10%	1

關於重大性，則疊加影響程度的大小和易發生程度的評分計算風險值。

(b) 評估結果

基於表2.3.35，為2.3.2(3)災害風險影響評估所掌握到的人員受災和經濟受災，進行嚴重性的評估（表2.3.37）。此外，關於路堤受災（龜裂、陷落等），以針對繞道損失的嚴重性，設定「無・0」。

表2.3.37 嚴重性的評估：評估方法方案（四）

編號	財物受災	障礙	人員受災		復原成本		經濟損失		評分合計
			影響	評分	影響	評分	影響	評分	
1	橋面塌落	緊急物資短缺	中	5	大	10	大	10	25
2	路堤受災	緊急物資短缺	無	0	小	1	無	0	1
3	削土坡受災	緊急物資短缺	無	0	中	5	大	10	15
4	多處受災	緊急物資短缺	無	0	大	10	大	10	20
5	道路中斷	緊急物資短缺	中	5	大	10	中	5	20
6	橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	中	5	大	10	大	10	25
7	路堤受災	飲用水和生活用水短缺	無	0	小	1	無	0	1
8	削土坡受災	飲用水和生活用水短缺	無	0	中	5	大	10	15
9	多處受災	飲用水和生活用水短缺	無	0	大	10	大	10	20
10	道路中斷	飲用水和生活用水短缺	中	5	大	10	中	5	20
11	道路中斷	外來患者收治受限（無法收治）	大	10	大	10	大	10	30
12	道路中斷	藥品短缺	大	10	大	10	大	10	30
13	橋面塌落	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	10	大	10	大	10	30
14	路堤受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	無	0	小	1	無	0	1
15	削土坡受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	無	0	中	5	大	10	15
16	多處受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	10	大	10	大	10	30
17	道路中斷	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	10	大	10	中	5	25

18	橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	大	10	30
19	路堤受災	因火災導致人員受災擴大	大	10	小	1	無	0	11
20	削土坡受災	因火災導致人員受災擴大	大	10	中	5	大	10	25
21	多處受災	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	大	10	30
22	道路中斷	因火災導致人員受災擴大	大	10	大	10	中	5	25

基於表2.3.36進行可能性的評估。評估結果，如表2.3.38所示。

表2.3.38　可能性的評估：評估方法方案（四）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	低	1	10年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「低」。
路堤受災	高	10	每年發生路堤受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「高」。
削土坡受災	中	5	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），因而將可能性視為「中」。
多處受災	中	5	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發多起路堤和削土坡受災，因而將可能性視為「中」。
道路中斷	低	1	10年未曾發生過一次可能引起道路中斷的斷層位移，因而將可能性視為「低」。

從嚴重性（表2.3.37）和可能性（表2.3.38）的評估結果，進行重大性的評估。評估結果和風險值，如表2.3.39所示。

表2.3.39　重大性的評估：評估方法方案（四）

編號	財物受災	障礙	嚴重性	可能性	風險值
1	橋面塌落	緊急物資短缺	25	1	25
2	路堤受災	緊急物資短缺	1	10	10
3	削土坡受災	緊急物資短缺	15	5	75
4	多處受災	緊急物資短缺	20	5	100
5	道路中斷	緊急物資短缺	20	1	20
6	橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	25	1	25

7	路堤受災	飲用水和生活用水短缺	1	10	10
8	削土坡受災	飲用水和生活用水短缺	15	5	75
9	多處受災	飲用水和生活用水短缺	20	5	100
10	道路中斷	飲用水和生活用水短缺	20	1	20
11	道路中斷	外來患者收治受限（無法收治）	30	1	30
12	道路中斷	藥品短缺	30	1	30
13	橋面塌落	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	30	1	30
14	路堤受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	1	10	10
15	削土坡受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	15	5	75
16	多處受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	30	5	150
17	道路中斷	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	25	1	25
18	橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	30	1	30
19	路堤受災	因火災導致人員受災擴大	11	10	110
20	削土坡受災	因火災導致人員受災擴大	25	5	125
21	多處受災	因火災導致人員受災擴大	30	5	150
22	道路中斷	因火災導致人員受災擴大	25	1	25

5) 評估方法方案（五）：Transit（2004）＋基礎設施PFI（2010）

(a) 評估方法概要

針對Transit（2004）中的成本等級閾值，適用基礎設施PFI（2010）的評估方法。在此，透過對某國道事務所事業經費的比例，進行評定等級。人員受災和成本的等級和評分，如表2.3.40所示。

表2.3.40 嚴重性的等級和評分〔評估方法方案（五）〕

嚴重性		人員受災	費用 （事業經費的比例＊）	評分
危機	非常龐大	多名罹難者		100
	大	數名罹難者	2.5億日圓以上 （事業經費的5%以上）	70
	中	多名重症傷患	1.3～2.5億日圓以上 （事業經費的2.5～5%）	40
	小	數名重症傷患	1.3億日圓以內 （事業經費的2.5%以內）	10
	可忽視	幾乎無重症傷患		1
良機	可忽視	預防傷患		－1
	小	預防重症傷患（少人數）	1.3億日圓以內 （事業經費的2.5%以內）	－10
	中	預防重症傷患（多人數）	1.3～2.5億日圓以上 （事業經費的2.5～5%）	－40
	大	預防罹難者（數名）	2.5億日圓以上 （事業經費的5%以上）	－70
	非常龐大	預防罹難者（多人數）		－100

從容易發生程度（如同改善資產的短期活動）或頻率（資產管理和事業長期活動），評估可能性。可能性的等級和評分，如表2.3.41表示。

表2.3.41 可能性的等級和評分〔評估方法方案（五）〕

可能性	機率	頻率	描述	評分
多	＞50%	1年一次以上	發生危機。或危機相關知識非常貧乏的狀態	5
普通	20～50%	1～5年一次	可能會發生危機。危機相關知識貧乏的狀態	4
少	10～20%	5～10年一次	鮮少發生危機。 危機相關知識處於中間水平狀態	3
鮮少	1～10%	10～50年一次	極為鮮少發生危機。 危機相關知識處於良好狀態	2
稀少	＜1%	50年 一次以下	有可能因例外情況而發生危機。危機相關知識非常良好狀態	1

關於重大性，則疊加嚴重性和可能性的評分計算風險值。

(b) 評估結果

基於表2.3.40，為2.3.2(3)災害風險影響評估所掌握到的人員受災和經濟受災，進行嚴重性的評估（表2.3.42）。再者，針對對象區域A為無繞道路徑時的繞道損失嚴重性，設定為「大・70」。此外，關於路堤受災（龜裂、陷落等），針對繞道損失的嚴重性，設定為「忽視・1」。

表2.3.42 嚴重性的評估：評估方法方案（五）

編號	財物受災	障礙		嚴重性	
				影響	評分
1	橋面塌落	人員受災	緊急物資短缺	中	40
2	路堤受災	人員受災	緊急物資短缺	忽視	1
3	削土坡受災	人員受災	緊急物資短缺	忽視	1
4	多處受災	人員受災	緊急物資短缺	忽視	1
5	道路中斷	人員受災	緊急物資短缺	中	40
6	橋面塌落	人員受災	飲用水和生活用水短缺	中	40
7	路堤受災	人員受災	飲用水和生活用水短缺	忽視	1
8	削土坡受災	人員受災	飲用水和生活用水短缺	忽視	1
9	多處受災	人員受災	飲用水和生活用水短缺	忽視	1
10	道路中斷	人員受災	飲用水和生活用水短缺	中	40
11	道路中斷	人員受災	外來患者收治受限（無法收治）	大	70
12	道路中斷	人員受災	藥品短缺	大	70
13	橋面塌落	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	70
14	路堤受災	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	忽視	1
15	削土坡受災	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	忽視	1
16	多處受災	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	70
17	道路中斷	人員受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	大	70
18	橋面塌落	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
19	路堤受災	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
20	削土坡受災	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
21	多處受災	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
22	道路中斷	人員受災	因火災導致人員受災擴大	大	70
23	橋面塌落	經濟受災	復原經費	大	70
24	路堤受災	經濟受災	復原經費	小	10
25	削土坡受災	經濟受災	復原經費	中	40
26	多處受災	經濟受災	復原經費	大	70
27	道路中斷	經濟受災	復原經費	大	70
28	橋面塌落	經濟受災	繞道損失	大	70
29	路堤受災	經濟受災	繞道損失	忽視	1
30	削土坡受災	經濟受災	繞道損失	大	70

31	多處受災	經濟受災	繞道損失	大	70
32	道路中斷	經濟受災	繞道損失	中	40

基於表2.3.41進行可能性的評估。評估結果，如表2.3.43所示。

表2.3.43　可能性的評估：評估方法方案（五）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	稀少	1	50年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「稀少」。
路堤受災	多	5	每年發生路堤受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「多」。
削土坡受災	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），而將可能性視為「鮮少」。
多處受災	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發多起路堤和削土坡受災，而將可能性視為「鮮少」。
道路中斷	稀少	1	10年未曾發生過一次可能引起道路中斷的斷層位移，因而將可能性視為「稀少」。

從嚴重性（表2.3.42）和可能性（表2.3.43）的評估結果，進行重大性的評估。評估結果和風險值，如表2.3.44所示。

表2.3.44　重大性的評估：評估方法方案（五）

編號	財物受災	障礙	嚴重性	可能性	風險值
1	橋面塌落	緊急物資短缺	40	1	40
2	路堤受災	緊急物資短缺	1	5	5
3	削土坡受災	緊急物資短缺	1	2	2
4	多處受災	緊急物資短缺	1	2	2
5	道路中斷	緊急物資短缺	40	1	40
6	橋面塌落	飲用水和生活用水短缺	40	1	40
7	路堤受災	飲用水和生活用水短缺	1	5	5
8	削土坡受災	飲用水和生活用水短缺	1	2	2
9	多處受災	飲用水和生活用水短缺	1	2	2
10	道路中斷	飲用水和生活用水短缺	40	1	40
11	道路中斷	外來患者收治受限（無法收治）	70	1	70
12	道路中斷	藥品短缺	70	1	70
13	橋面塌落	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	70	1	70
14	路堤受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	1	5	5
15	削土坡受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	1	2	2
16	多處受災	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	70	2	140

17	道路中斷	因延誤急救活動導致死傷人數攀升	70	1	70
18	橋面塌落	因火災導致人員受災擴大	70	1	70
19	路堤受災	因火災導致人員受災擴大	70	5	350
20	削土坡受災	因火災導致人員受災擴大	70	2	140
21	多處受災	因火災導致人員受災擴大	70	2	140
22	道路中斷	因火災導致人員受災擴大	70	1	70
23	橋面塌落	復原經費	70	1	70
24	路堤受災	復原經費	10	5	50
25	削土坡受災	復原經費	40	2	80
26	多處受災	復原經費	70	2	140
27	道路中斷	復原經費	70	1	70
28	橋面塌落	繞道損失	70	1	70
29	路堤受災	繞道損失	1	5	5
30	削土坡受災	繞道損失	70	2	140
31	多處受災	繞道損失	70	2	140
32	道路中斷	繞道損失	40	1	40

2.3.3 評估方法的彙總

基於風險值，針對5大評估方法方案的評估結果，分類為「高風險」「中度風險」「低風險」，並分別整理相應的阻礙（表2.3.45）。將風險值前3分之1的部分，設定為高風險；將後3分之1的部分，設定為低風險；中間部分則設定為中度風險。彙總的整理結果如下所示。

- 在高風險上，由於評估方法方案（三）並未處理人員受災，因此並無相應的阻礙。
- 在評估方法方案（一）、（二）、（四）與（五）中，關於因火災而擴大人員的受災，評估為高風險。此外，在評估方法方案（一）與（四）中，因急救活動延誤導致死傷人數增加，也被評估為高風險。
- 在評估方法方案（一）、（二）、（四）與（五）中，關於外來患者收治受限和藥品短缺，則評估為中度風險。
- 關於上述以外的風險，大致上皆評估為中度風險～低風險。

此外，基於5大評估方法方案相關整理及評估結果，整理評估方法的特徵（表2.3.46）。整理時，著眼評估結果的合理性等、受災的評估方法、等級基準和有效運用評估結果。

從上述觀點進行總體判斷後認定，「評估方法方案（五）：Transit （2004）＋基礎設施PFI（2010）」為適用性最高的評估方法方案。因而採用評估方法方案（五），以實施個案研究。

表2.3.45　5大評估方法方案評估結果的整理

風險值		評估方法方案	障礙
高風險	110以上	（一）	高風險值的項目為：因急救活動延誤導致死傷人數增加、因火災而擴大人員的受災。
	200以上	（二）	高風險值的項目為：因火災而擴大人員的受災與復原經費。
	6以上	（三）	無
	110以上	（四）	高風險值的項目為：因急救活動延誤導致死傷人數增加、因火災而擴大人員的受災。
	200以上	（五）	高風險值的項目為：因火災而擴大人員的受災。
中度風險	30～100	（一）	中度風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、外來患者收治受限、藥品短缺、因急救活動延誤導致死傷人數增加、因火災而擴大人員的受災。
	40～160	（二）	中度風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、外來患者收治受限、藥品短缺、因急救活動延誤導致死傷人數攀升、因火災而擴大人員的受災、復原經費、繞道損失。
	3～4	（三）	中度風險值的項目為：復原經費、繞道損失。
	30～100	（四）	中度風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、外來患者收治受限、藥品短缺、因急救活動延誤導致死傷人數增加、因火災而擴大人員的受災。
	40～160	（五）	中度風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、外來患者收治受限、藥品短缺、因急救活動延誤導致死傷人數攀升、因火災而擴大人員的受災、復原經費、繞道損失。
低風險	25以下	（一）	低風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、因急救活動延誤導致死傷人數增加。
	30以下	（二）	低風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、因急救活動延誤導致死傷人數增加、繞道損失。
	2以下	（三）	低風險值的項目為：復原經費、繞道損失。
	25以下	（四）	低風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、因急救活動延誤導致死傷人數增加、因火災而擴大人員的受災。
	30以下	（五）	低風險值的項目為：緊急物資短缺、飲用水短缺、因急救活動延誤導致死傷人數增加、繞道損失。

表2.3.46　整理評估方法方案的特徵

	評估方法方案（一）	評估方法方案（二）	評估方法方案（三）	評估方法方案（四）	評估方法方案（五）
評估結果的合理性等	○ 可根據財物受災和影響內容，進行適當評估。 但關於經濟效益的嚴重性等級，如有改變目標組織規模時，有時則不適用。	○ 可根據財物受災和影響內容，進行適當評估。 但關於經濟效益的嚴重性等級，如有改變目標組織規模時，有時則不適用。	△ 在重大性的評估上，積分固定，難以掌握優先程度高的財物受災和阻礙。	◎ 可根據財物受災和影響內容，進行適當評估。	◎ 可根據財物受災和影響內容，進行適當評估。
受災的評估方法	○ 可評估人員受災和經濟受災。	○ 可評估人員受災和經濟受災。	△ 可評估經濟受災。	○ 可評估人員受災和經濟受災。	○ 可評估人員受災和經濟受災。
等級基準	○ 可假設日本高速公路受到災損，以評定等級。	○ 可假設高速公路等受到災損，以評定等級。	◎ 可根據事業經費的比例受到災損，以評定等級。	◎ 可根據事業經費的比例受到災損，以評定等級。	◎ 可根據事業經費的比例受到災損，以評定等級。
有效運用評估結果	○ 可評估對策優先順位。	◎ 可評估具體對策的方向性。	△ 可相對性比較風險。	○ 可評估對策優先順位。	◎ 可評估具體對策的方向性。

評估方法方案（一）：Tamura（2013）

評估方法方案（二）：Transit（2004）

評估方法方案（三）：基礎設施PFI（2010）

評估方法方案（四）：Tamura（2013）＋基礎設施PFI（2010）

評估方法方案（五）：Transit（2004）＋基礎設施PFI（2010）

◎：適用性非常高、○：適用性高、△：具適用性

參考文獻

1) TRANSITNEWZEALAND：RiskManagementProcessManual，2004。

2) 松下剛史、吉田獻一、奥田賢持、梅田眞吾、辻井泰人、村尾幸彦：資訊流通大樓的地震風險管理，學術講座摘要。結構系統（B－2），日本建築學會，2002年8月，pp.71-72。

3) 國土交通省水管理、國土保全局：水災的受災指標分析指南（H25試行版），2013年7月。

4) 加藤浩德、城山英明、中川善典：在著眼於相關主體間的相互關係廣域交通計畫中的情境分析方法的提議，社會技術研究論文集（4），2006年，pp.94－106。

5) 副島紀代、目黒公郎：基於事業永續性的評估，有效選定地震對策的方法，土木學會論文集A1（結構・地震工學），65卷1號,2009年，pp.629－636。

6) 本田航、糸井川榮一、梅本通孝：消防活動採用可靠性分析方法時的防範事故相關研究—以處理火燼為對象,日本火災學會論文集61（1），2011年，pp.1－10。

7) 姥聰實、加藤史郎、中澤祥二、平野健太：地震時維持醫療設施功能相關調查研究（維護管理方法，建築經濟、住宅問題），學術講座摘要。F－1，都市計畫，建築經濟、住宅問題（2007），2007年，pp.1193－1194。

8) 消防廳消防廳特殊災害室：石油康比納特(Kombinat)企業聯合組織防災評估方針，2013年3月。

9) 朱牟田善治、當麻純一、石田勝彥：藉由成本效益分析加強變電設備耐震計畫法，地震工學研究發表會講演論文集（24），1997年，pp.1309－1312。

10) 村地由子、高橋雄司、淺野美次、中川太郎、谷垣正治：基於利用極限耐力計算法的地震風險分析，檢討整修既有建物耐震優先順位：其1.方法及案例研究的概要（地震風險：耐震整修的應用，結構I），學術講座摘要。B－1，結構I，載重、可靠性，應用力學、結構分析，基礎結構，殼模（Shell）、立體結構、膜結構（2007），2007年，pp.79－80。

11) Tamura, K.:Development of a practical road disaster management system based on risk management techniques, Journal of JSCE, Vol.1, pp569-582, 2013

12) 社團法人土木學會建設管理委員會基礎設施PFI研究小委員會：道路事業風險管理手冊（Ver.1.0）

13) 東北地方整備局道路部：因東北地方太平洋海洋地震而罹災的主要道路相關設施災後復原情況（截至平成23（2011）年4月6日為止），
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/fukkyuu/110406_fukkyu u.pdf

14) 仙台河川國道事務所：平成23年（2011）東日本大地震緊急災後復原情況（道路），截至平成24（2012）年10月1日為止，
http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/saigai/121001_douro_fukkyuu_jyoukyou.pdf

15) 「東日本大地震和道路」面板展示，
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/

16) 道路震災對策便覽（震前對策篇）平成18（2006）年度修訂版，社團法人日本道路協會

17) 庄司學、藤野陽三、阿部雅人：高架道路橋系統地震災損分配最佳化的嘗試，土木學會論文集No.563，I-39，pp79－94，1997.4。

18) 近藤友成：新潟縣中越大震災道路受災概要和災後復原與重建對策，北陸地方整備局管轄內技術研究會，2005.9.

19) 國土交通省道路局都市、地區整備局：成本效益分析手冊，
http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf

20) 平成22（2010）年度道路交通普查，http://www.mlit.go.jp/road/census/h22-1/

21) 新東名（靜岡縣）影響調整會議：平均交通量的變化，http://www.shintomei-shizuoka.net/oneyear/01.pdf

2.4 災害風險分析的個案研究

使用2.3的檢討所進行的風險分析方法，全面實施災害風險評估後，已確認其適用性。災害風險是以包括A國道辦公室、D河川辦公室的管轄內在內的道路與河川領域為對象。在A國道辦公室的部分地區（後述的關注區域Z）中，在做為案例上已考量有無超過外力的個案。

2.4.1 個案研究中的災害風險分析過程

根據2.3的檢討，如下記載個案研究中的災害風險分析過程。風險分析過程如圖2.4.1所示。此外，後續將記載圖示所述各項目。

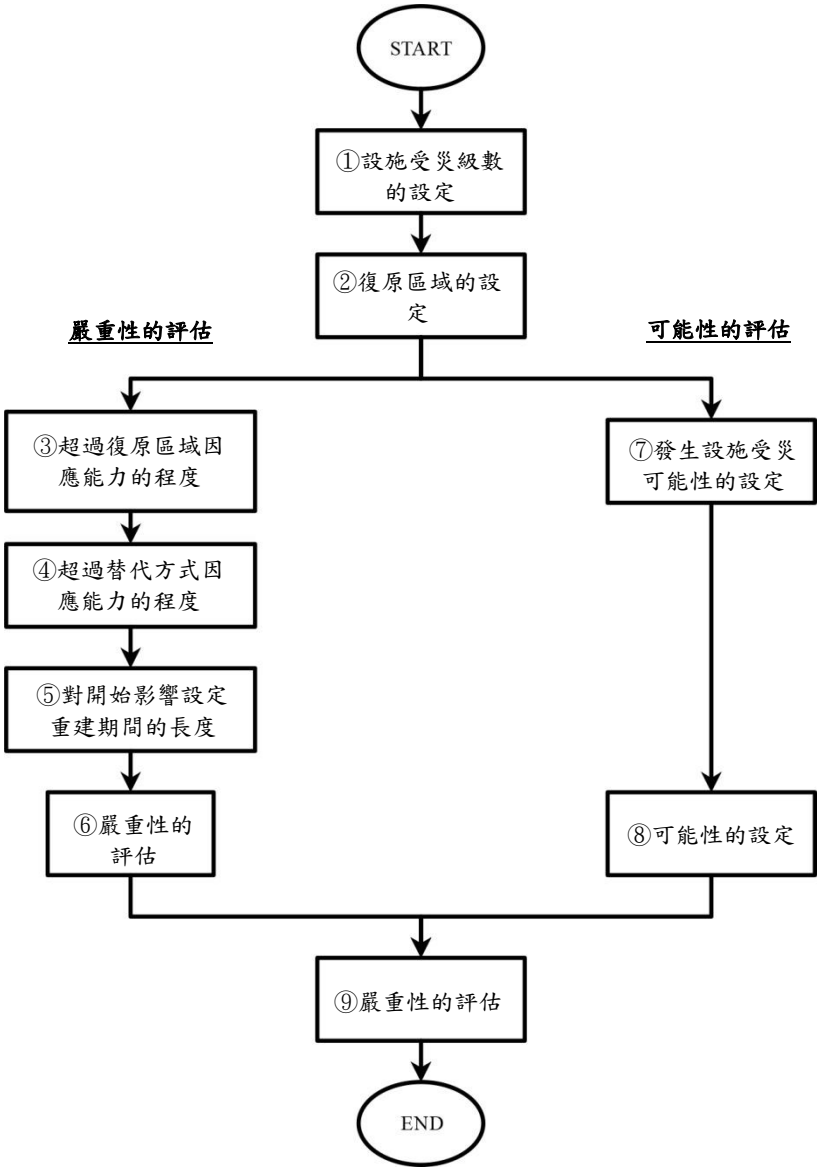


圖2.4.1　風險分析過程

(1) 設施受災級數的設定

針對預測受災的設施，設定受災級數。設施的受災級數，如表2.4.1所示。難以設定時，則參考表2.4.2（道路領域）、表2.4.3（堤防），設定對設施造成災害的級數。

表2.4.1　設施的受災級數

受災級數	說明
大	設施發生嚴重受災
中	設施發生中度受災
小	設施發生輕微受災

表2.4.2　受災程度判定圖表（道路領域）

■ 橋梁受災程度判定圖表

震度	S55路線前	S55路線～H8路線前	H8路線遷移
震度7	大	中	小
震度6強	大	小	（輕微）
震度6弱	中	（輕微）	（輕微）
	• 宮城縣外海地震而發生多起橋墩受災。	• 因阪神淡路大地震而發生嚴重災害。 • 加強橋墩主筋的段落部位，已大幅改善弱點。 • 包括依3年綱領完成耐震補強的橋梁。	• 大幅改善已加強橫向限制（Lateral Restrain）的塑性變形性能。 • 包括藉由因應全規格（Full Spec）完成耐震補強的橋梁在內。

■ 路堤受災程度判定圖表

震度	液化危險程度高（PL≧15）	其他
震度7	中	小
震度6強	中	小
震度6弱	小	（輕微）
	地基液化後，路堤容易引起縱向裂縫而大幅下沉。	

震度	有高路堤（高度≧15m）	其他
震度7	大	中
震度6強	大	中
震度6弱	中	小
	一旦超過設計震度，則有發生嚴重災害的危險。	山區有許多加寬路堤，且比平地易滑。

■ 坡地受災程度判定圖表

震度	以需採取對策部位為對象
震度7	大
震度6強	中
震度6弱	小

表2.4.3　受災程度判定圖表（堤防）

受災等級	PL值
A	15以上
B	5～15
C	5以內

(2) 復原區域的設定

設定因許多物損而發生阻礙時，或檢討因應復原的復原區域。

(3) 設定超過復原區域因應能力的程度

對復原區域設定超過因應能力的程度（表2.4.4）。參考標準重建期間（堤防：表2.4.5；道路領域：表2.4.6等），設定超過因應能力的程度。

表2.4.4　超過因應能力的程度

超過程度	說明
未超過	未超過因應能力，研判可因應時。
略為超過	略為超過因應能力，而有無法取得理想因應方式之虞時。
大幅超過	研判無法因應時。

表2.4.5　過去震災中，需緊急復原的天數（堤防）[1)]

地震名稱	標的河川名稱	受害總綿長(m)	受災日起到復原為止的大約天數	主要工法
北海道南西近海地震(H5(1993).7.12)	後志利別川、尻別川	8,915	9～10	填土、土壤工程
兵庫縣南部地震(H7(1995).1.17)	淀川、猪名川派川藻川	2,900	9～14	填土、土壤工程、覆蓋防水布
宮城縣北部地震(H15(2003).7.26)	鳴瀨川、吉田川	7,127	5～28	填土及鋪設連節塊
新潟縣中越地震(H16(2004).10.23)	信濃川	10,936	2～14	填土、土壤工程、覆蓋防水布

出處)　平成15年度(2003) 河川管理設施等技術基準相關研討業務報告H16(2004).3(財)國土開發技術研究中心
平成15年度(2003) 7月26日震央位於宮城縣北部的地震記錄(概要版)H17(2005).3國土交通省 東北地方整備局 北上川下游河川事務所
從發生地震到恢復為止（信濃川河川事務所）H17(2005).10
新潟縣中越地震中的信濃川河川事務所管轄範圍內的受害情況和恢復方針（信濃川河川事務所）H17(2005).6

表2.4.6　標準重建期間（道路領域）

受災型態		重建期間		案例
		最短	最長	
削土坡路堤等	崩塌	3天以上	1年以上	伊豆大島近海地震 長野縣西部地震 新潟縣中越地震
	龜裂、陷落高低差、隆起	3小時	1個月	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震 新潟縣中越地震
	落石與斜坡坍塌	3小時	1年以上	宮城縣海洋地震 新潟縣中越地震
橋梁	橋面塌落	1週以上	1年以上	新潟地震 宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震
	上方結構建築破損、傾斜、移動	3天	1年以上	兵庫縣南部地震

	支承部損傷	1天	1個月	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震 福岡縣西方海洋地震
	橋墩、橋台、基礎損傷	3天	1個月	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震
	橋梁安裝部的高低差	3小時	1天以上	新潟地震 宮城縣海洋地震
隧道	襯砌混凝土坍塌	1個月以上	1個月以上	新潟縣中越地震 和南津隧道
附帶設施	紅綠燈等受災	1天以上	3天以上	宮城縣海洋地震 兵庫縣南部地震
占用沿道設施	占用設施的受災	3小時	3個月	兵庫縣南部地震
	來自沿道建物的掉落物	1天	1週	宮城縣海洋地震
	沿道建築物倒塌	3天	1個月	兵庫縣南部地震
	圍牆、奠基石倒塌	1天	1天	宮城縣海洋地震
	電線桿、未砍伐的樹傾斜、倒塌	1天	1天	宮城縣海洋地震
	桁梁掉落於道路上	1週	1個月	兵庫縣南部地震
其他	因海嘯而淹水	3天以上	1個月	新潟地震
	市區火災	1天	3天以上	兵庫縣南部地震
	海嘯漂流物	1天	11天	東日本大地震[2)3)4)]

＊除了東日本大地震案例之外，從道路震災對策便覽（震前對策篇）[5)]的圖2.3.1，記載各種受災型態的重建期間

(4) 超過替代方式因應能力的程度

將超過替代方式因應能力的程度，設定為同於（3）的方法。

表2.4.7　障礙開始影響的期間和影響的內容

障礙	說明	開始影響期間的分類	影響的內容
不可收治外來患者	若無法在72小時內接受治療，**發生罹難者**的可能性提高	3日	死亡
醫療品短缺	若無法在72小時內進行治療，**發生罹難者**的可能性提高		
照護服務能力下降	臥床需照護者的情形時，若無法在72小時內獲得餐食等照護，即有可能**死亡**		
因急救和急難救助活動延誤使死傷者增加	若無法在72小時內接受治療，**發生罹難者**的可能性提高		
因火災而人員受災擴大	因火災而受重傷的受災者，若無法在數小時內治療，即有可能**死亡**	當天	死亡
糧食短缺	家庭等儲備期間（例如1週）到期前若來不及復原，即有可能發生**重症傷患**	1週	重傷
日用品短缺	家庭等儲備期間（例如1週）到期前若來不及復原，無法恢復正常生活，即有可能發生**重症傷患**		
緊急物資短缺	避難所等儲備期間（例如1週）到期前若來不及復原，即有可能發生**重症傷患**		
飲用水等不足	家庭等儲備期間（例如1週）到期前若來不及復原，即有可能發生**重症傷患**	3日	重傷
廁所不足	災後2～3天內流動廁所需求大增，當廁所不足時，恐怕會因為衛生環境不佳造成精神層面受創，而發生**重症傷患**		
延誤處理垃圾	災後2～3天起，有可能發生惡臭等問題，恐怕會因為衛生環境不佳造成精神層面受創，而發生**重症傷患**		

(5) 相對於開始影響期間的預估重建期間

參考超過（3）、（4）所設定之因應能力的程度和開始出現阻礙影響的期間，基於表2.4.8設定對開始出現阻礙影響期間預估重建期間。

表2.4.8　相對於開始出現阻礙影響期間的預估重建期間

預估
縮短或相同程度
延長
大幅延長

(6) 嚴重性的設定

根據（5）所設定之相對於開始影響期間的預估重建期間，設定各種阻礙的嚴重性。可一併考量依對策而緩和的嚴重性。

- （5）為「縮短或相同程度」時，則將嚴重性設定為「可忽視」。
- （5）為「延長」「大幅延長」時，則基於表2.4.9設定嚴重性。從設施復原經費，設定經濟效益（表2.4.10～表2.4.11）。
- 斟酌情況，補充改正嚴重性。表2.4.12內記載修正嚴重性時的條件、補充改正內容和相關阻礙。

表2.4.9　嚴重性的等級和評分

嚴重性		人員受災	道路領域的費用（事業經費的比例＊）	河川領域的費用（事業經費的比例＊＊）	評分
危機	非常龐大	多名罹難者			100
	大	數名罹難者	2.5億日圓以上（事業經費的5%以上）	1.6億日圓以上（事業經費的5%以上）	70
	中	多名重症傷患	1.3～2.5億日圓以上（事業經費的2.5～5%）	0.8～1.6億日圓以上（事業經費的2.5～5%）	40
	小	數名重症傷患	1.3億日圓以內（事業經費的2.5%以內）	0.8億日圓以內（事業經費的2.5%以內）	10
	可忽視	幾乎無重症傷患			1
良機	可忽視	預防傷患			－1
	小	預防重症傷患（少人數）	1.3億日圓以內（事業經費的2.5%以內）	0.8億日圓以內（事業經費的2.5%以內）	－10
	中	預防重症傷患（多人數）	1.3～2.5億日圓以上（事業經費的2.5～5%）	0.8～1.6億日圓以上（事業經費的2.5～5%）	－40
	大	預防罹難者（數名）	2.5億日圓以上（事業經費的5%以上）	1.6億日圓以上（事業經費的5%以上）	－70
	非常龐大	預防罹難者（多人數）			－100

※某國道辦公室H26道路改建相關事業經費（50億日圓）

※※某河川辦公室H26河川相關事業經費（32億日圓）

表2.4.10　道路設施受災後的重建所需經費

道路設施受災	復原經費	說明
橋面塌落	2.5億日圓／桁梁	橋面塌落的復原經費為橋桁梁、支承更換的費用及臨時橋梁設置費用。 橋桁梁和支承更換費用為：庄司(1997)[6]的橋梁受災程度As・A中，BOX桁梁的RC橋面重建、主桁梁重建、更換伸縮部、更換隔震橋鞋的合計（2.4億日圓）。 • RC橋面重建：880m^2×4.2萬/m^2＝3700萬日圓 • 主桁梁重建：264tf×71.2萬/tf＝18800萬日圓 • 更換伸縮部：700萬日圓 • 更換隔震橋鞋：4部位×120萬日圓＝480萬日圓臨時橋梁設置費用為1000萬日圓。
削土坡受災（崩塌）	1.8億日圓／部位	削土坡受災（崩塌）的復原經費，為近藤 (2005)[7]斜坡崩塌受災金額（核定確定金額）除以部位數所得數值。
路堤等受災（龜裂、陷落等）	23百萬日圓／部位	路堤等受災（龜裂、陷落等）的復原經費，為近藤（2005）路面龜裂受災金額（核定確定金額）除以部位數之數值。
道路中斷（斷層位移）	2.5億日圓／桁梁	同於橋面塌落。

表2.4.11　堤防的復原經費[8]

	復原預算（百萬日圓）	災害採計區間（m）	每延長單位的復原預算（百萬日圓／m）
鳴瀨川河口部	5,600	3,620	1.5
北上川河口部	22,200	14,850	1.5
舊北上川河口部	8,500	7,460	1.1

表2.4.12　補充改正嚴重性

條件	補充改正內容	相關阻礙
與開始影響期間相較之下「大幅延長」時	將嚴重性提高1階 （預計無增加罹難者與重症傷患的時，則不提高）	罹難者增加 • 不可收治外來患者 • 醫療品短缺 • 照護服務能力
		重症傷患的增加 • 糧食短缺 • 緊急物資短缺 • 飲用水等不足

(7)　發生設施受災可能性的設定

基於表2.4.13，針對各項設施設定物損發生的可能性。關於機率數值示意圖，一併參考圖2.4.2。

表2.4.13　可能性的等級和評分

可能性	機率	頻率	描述	評分
多	＞50%	1年一次以上	發生危機。或危機相關知識非常貧乏的狀態	5
普通	20～50%	1～5年一次	可能會發生危機。 危機相關知識貧乏的狀態	4
少	10～20%	5～10年一次	鮮少發生危機。 危機相關知識處於中間水平狀態	3
鮮少	1～10%	10～50年一次	極為鮮少發生危機。危機相關知識處於良好狀態	2
稀少	＜1%	50年一次以下	有可能因例外情況而發生危機。 危機相關知識非常良好狀態	1

(8)　可能性的設定

符合以下情況時，即變更可能性。

條件	可能性的變更
連續有發生可能性為「少」以上且受災級數「中」以上的設施時	提高1階
有多種替代方式或途徑時	降低1階
因超過外力發生預期的設施受災時	降低1階

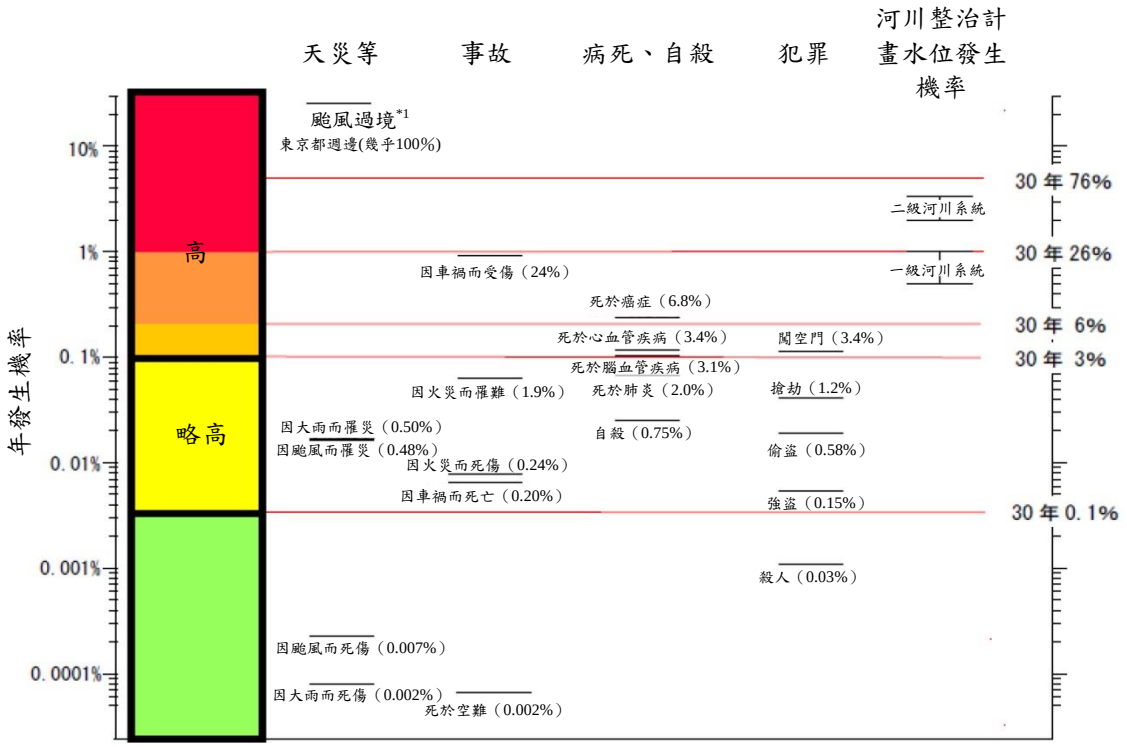


圖2.4.2　機率數值示意圖（比較年發生機率，括弧內為30年發生機率）[9]

(9)　重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災阻礙的重大性。關於重大性，則疊加嚴重性和可能性的評分計算風險值的同時，使用表2.4.14所示風險矩陣圖進行評估。再者，同表一併記載對策的方向性。

表2.4.14　風險矩陣圖（括弧內為風險值）

	嚴重性				
可能性	可忽視 1	小 10	中 40	大 70	非常龐大 100
高 5	主動驗收 （5）	主動驗收 （50）	迴避 （200）	迴避 （350）	迴避 （500）
普通 4	主動驗收 （4）	主動驗收 （40）	迴避 （160）	迴避 （280）	迴避 （400）
低 3	被動驗收 （3）	主動驗收 （30）	主動驗收或移轉 （120）	迴避 （210）	迴避 （300）
少 2	被動驗收 （2）	主動驗收或移轉 （20）	主動驗收或移轉 （80）	迴避或移轉 （140）	迴避或移轉 （200）
稀少1	被動驗收 （1）	主動驗收或移轉 （10）	主動驗收或移轉 （40）	迴避或移轉 （70）	迴避或移轉 （100）

2.4.2　個案研究（道路領域災害風險的分析）

以A國道辦公室管轄內為對象，在道路領域上實施風險分析。掌握設施受災等範圍，如圖2.4.3所示。

參考A縣第4次地震災情的假設，製作擷取設施受災等、擷取生活阻礙、災情發生情境情境後，實施風險分析。

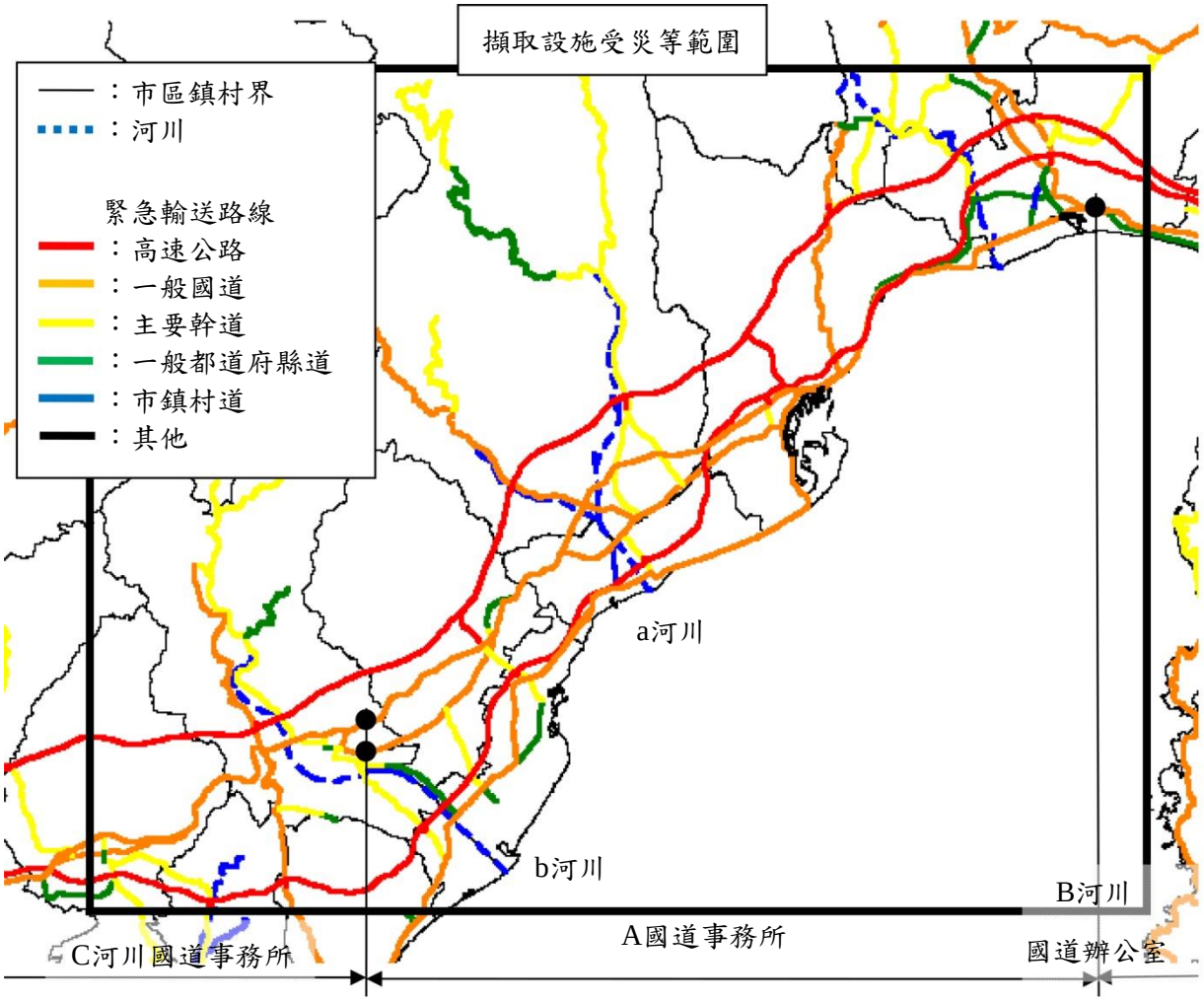


圖2.4.3　擷取設施受災等範圍

(1)　擷取設施受災等

掌握道路設施受災等時，要掌握因橋面塌落、橋梁倒塌、路堤受災、削土坡受災、斷層位移，造成的道路中斷部位和因此而無法通行的區間。掌握方法的基本方針如下。

- 針對電子地形圖25000所記載的道路橋梁、路堤部當中的對象地區緊急輸送路線，掌握各部位。

- 參考A縣第4次地震災情的假設結果，掌握各項設施的受災部位。
- 將夾在受災部位區間當中，無緊急輸送路線之替代路線的區間，掌握為無法通行區間。

再者，A縣第4次地震災情的假設中，以縣內的緊急輸送路線為對象，假設發生地震時的緊急輸送路線相關通行阻礙。設想方法概要如下，影響程度等級的設定，如表2.4.15；設想結果如圖2.4.4所示。

通行阻礙的設想程序

- 基於過去的受災案例，設定引發通行阻礙的主因
- 按主因別設定受災「影響程度等級」
- 基於按主因別的影響程度等級判定結果，綜合判定各區間的影響程度等級

將各主因當中的最大影響程度等級，訂為該路線的綜合影響程度等級。

再者，區間設定概念如下。

- 以緊急輸送路線網的結節點，分割區間。
- 為了適當呈現海嘯的影響，因而針對連結沿海地區和內陸的緊急輸送路線，在最接近偏離淹水區域內側的交叉點（未侷限於緊急輸送路線）上分割區間。

表2.4.15　影響程度等級的設定

影響程度等級	受災規模	恢復成可緊急輸送等級之所需天數標準※1	受災示意圖
AA	大	1週以上	橋梁的橋面塌落、倒塌／地形大變形等
A	中	3天～1週	道路封閉（建築物、道路上工件、海嘯堆積物）／橋梁龜裂、損傷／地滑／路堤、削土坡受災等
B	小	當天～3天	液化受災／其他小規模受災等
C	無※2	—	—

※1　對於個別受災，可著手復原時的復原所需天數為標準。機具、人員不足時，或其他受災部位未搶通就無法修復受災部位時，整體路線的復原可能需花費較長期間。

※2　「影響程度等級C」包括雖可通行緊急通行車輛，但因發生些許的受災情況，而妨礙一般車輛通行的情況在內。

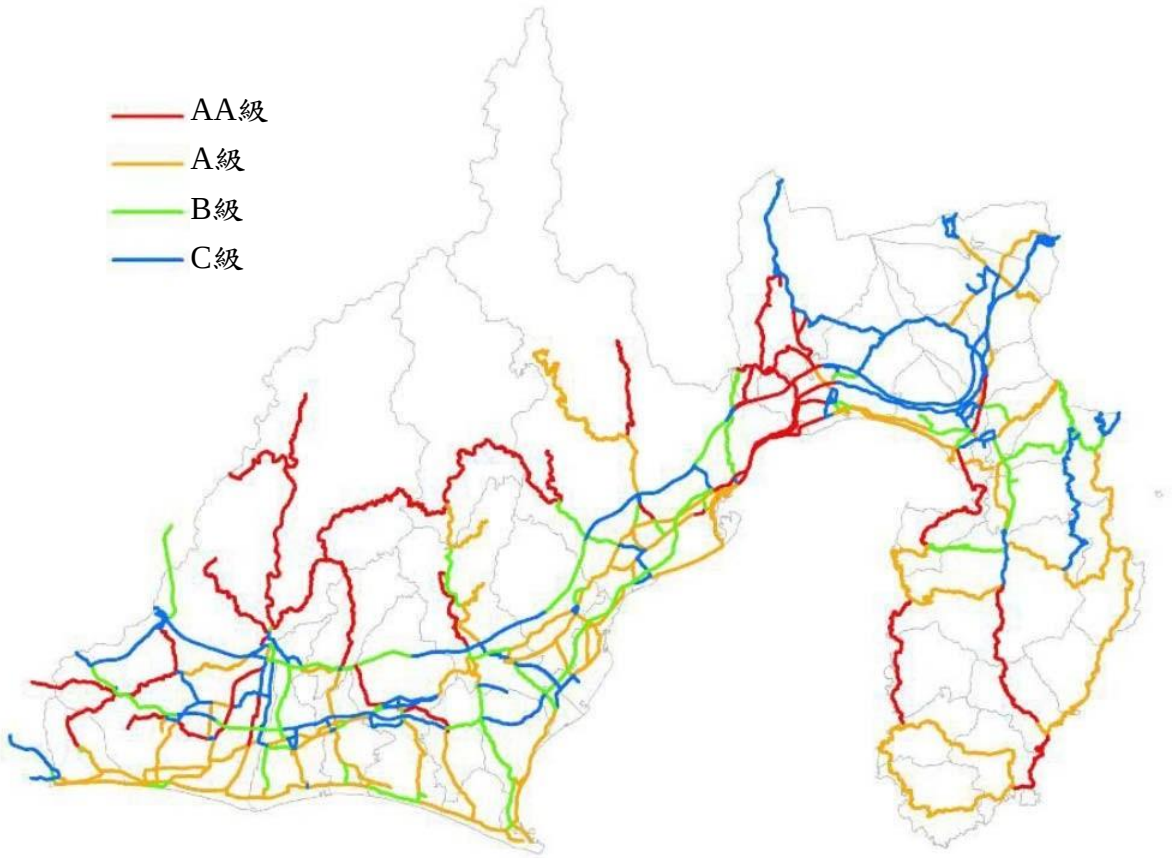


圖2.4.4　影響程度等級的設想結果

（道路／南海海溝大地震　　地震動：基本案例、海嘯：案例①）

1)　掌握橋梁受災部位

在A縣第4次地震災情的假設上，針對因搖晃造成的橋梁受災，設定引發通行阻礙的因素及影響程度的判定基準（表2.4.16）。

表2.4.16　引發通行阻礙的因素及影響程度的判定基準（橋）

主因	受災例	判定基準	影響程度設定
搖晃 （橋梁※1）	橋面塌落、倒塌 龜裂、損傷	依照適用於建設時的耐震基準（道路橋梁指示書）進行判定	已假設震度5弱以上橋梁的適用耐震基準 S55（1980）年前→AA S55（1980）年後，H8（1996）年前→A H8（1996）年後（包括只完成耐震補強的橋梁在內）→C

※1　以橋面全長15m以上的橋梁為對象（平成26（2014）年3月底的預估）

在此，在影響程度的AA區間上，已掌握橋梁受災部位。掌握時的方針記載如下。

- 大致完成A縣緊急輸送路線上的橋梁耐震化，基本上不發生橋面塌落或倒塌。
- 但因富士川河口斷層而造成道路中斷的預期區間之外，如有AA區間時，會因橋面塌落和倒塌而致災。
- 發生部位選在最接近區間內結節點的橋梁。

此外，在A縣第4次地震災情的假設上，雖考量到會因海嘯而發生沖毀橋梁上方結構建築等的災害，但相關看法依據不多，難以進行統計上的處理，因此不列為影響程度的判定對象。但在東日本大地震中，曾發生過這種災害，因此無法忽視這類災害的可能性。在橫跨水面部的橋梁上，預設當連結上方結構建築的地面淹水時，就會發生橋面塌落的災害。

橋面塌落、橋梁倒塌災害的假設部位，如圖2.4.5所示。

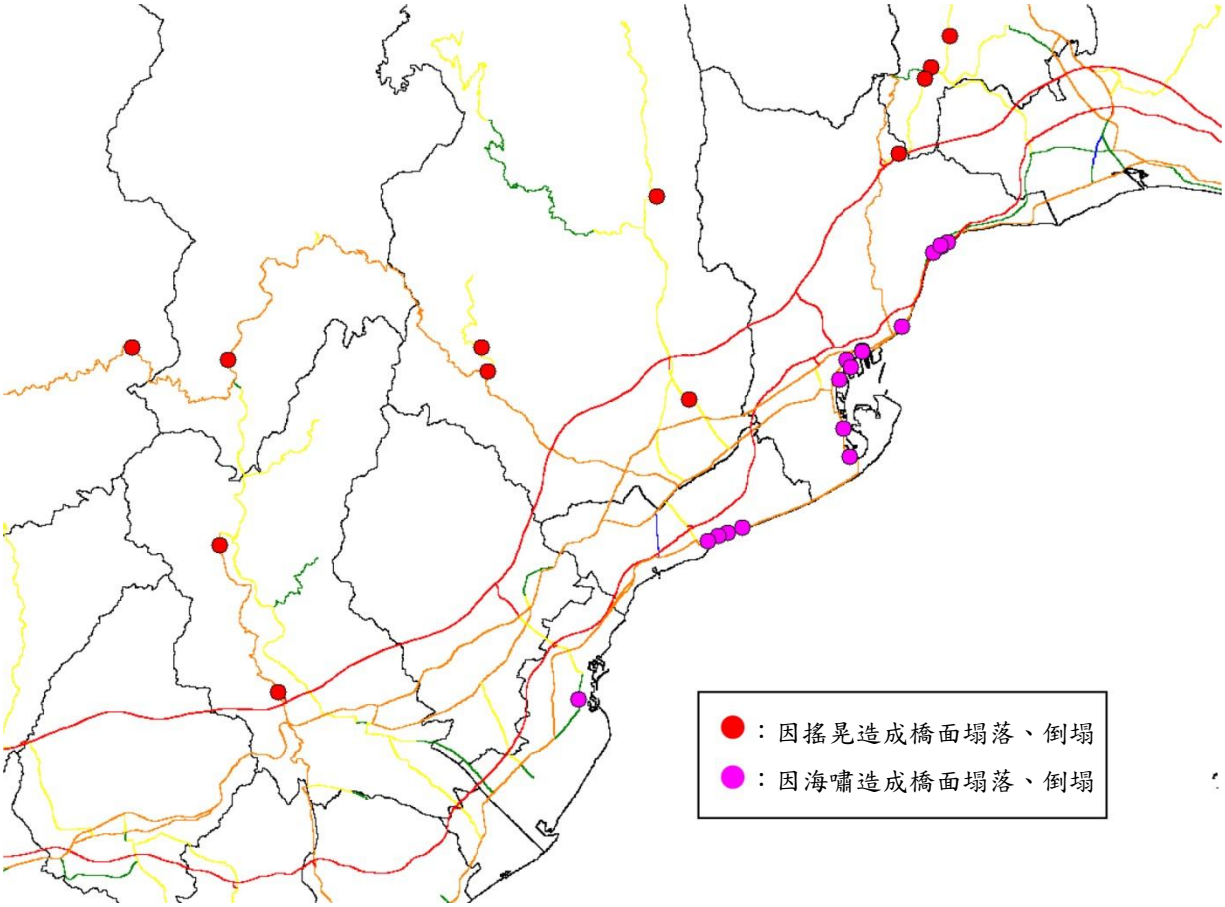


圖2.4.5　橋面塌落、橋梁倒塌災害的假設部位

2） 掌握路堤的受災部位

在A縣第4次地震災情的假設上，關於因搖晃造成的路堤災害，設定引發通行阻礙的主因及影響程度的判定基準（表2.4.17）。

表2.4.17　引發通行阻礙的主因及影響程度的判定基準（路堤等）

主因	受災例	判定基準	影響程度設定
搖晃 （其他道路受災）	路堤和擋土牆受災等	依照道路防災總巡檢的各項目對策情況進行判定	已設想震度6弱以上須採取對策部位當中，未完成對策的部位 路堤→A 擋土牆→B

在此，影響程度A以上的區間，已掌握路堤的受災部位。掌握時的方針記載如下。

- 有鑑於高速公路已完成對策，因而研判不發生路堤受災。
- 在基於道路防災總巡檢（H18（2006）年度）的道路斜坡等對策部位的進度情況（截至平成23（2011）年度底為止）上，需採取全國對策的部位（約107,500個部位）當中，完成對策部位約為42,800個部位，進度率約為4成。
- 將各區間的未完成對策部位也視為相同程度後，將影響程度A以上的區間路堤，拉長一半左右間隔後再進行掌握。

路堤災害的假設部位，如圖2.4.6所示。

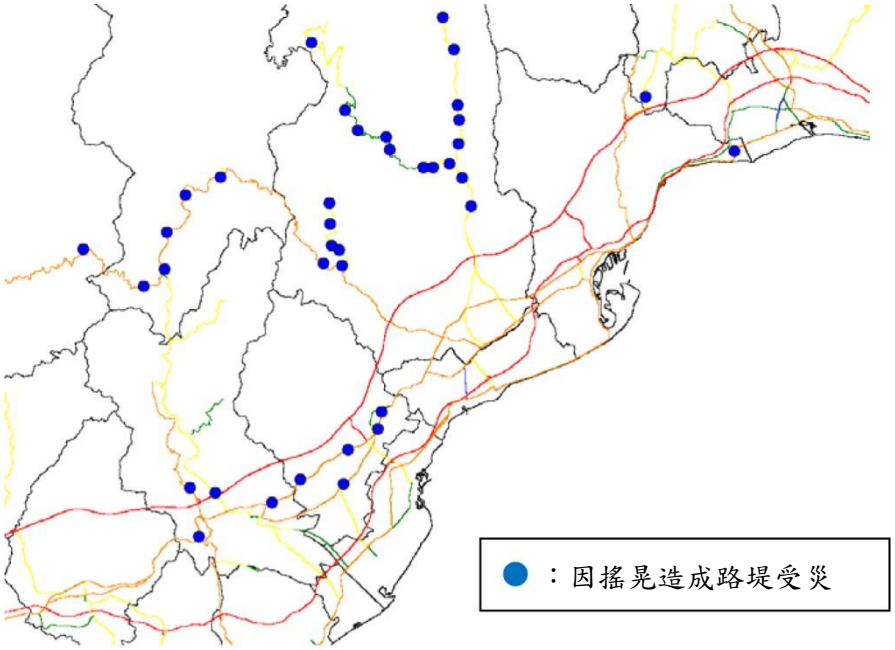


圖2.4.6　路堤災害的假設部位

3) 掌握削土坡的受災部位

針對A縣第4次地震災情假設的削土坡受災，設定引發通行阻礙的主因及影響程度的判定基準（表2.4.18）。

表2.4.18 引發通行阻礙的主因及影響程度的判定基準（山體和懸崖崩塌）

主因	受災例	判定基準	影響程度設定
山體和懸崖崩塌	道路周邊崩塌、地滑	依照道路防災總巡檢的該項目對策情況進行判定 根據山體和懸崖崩塌危險程度等級進行判定	【崩塌】 （道路防災總巡檢） 已設想震度6弱以上須採取對策部位當中，未完成對策的部位 落石與崩塌→B 岩石崩塌→B （山體和懸崖崩塌） 急傾斜地崩塌危險程度等級A→B 山腹崩塌危險程度等級A→B 【地滑】 （道路防災總巡檢） 已設想震度6弱以上須採取對策部位當中，未完成對策的部位 地滑→A （山體和懸崖崩塌） 地滑危險程度等級A→A

在此，在影響程度A以上的區間上，已掌握削土坡的受災部位。掌握時的方針記載如下。

- 有鑑於高速公路已完成對策，因而研判不會發生削土坡受災。
- 在基於道路防災總巡檢（H18（2006）年度）的道路斜坡等對策部位的進度情況（截至平成23（2011）年度底為止）上，需採取全國對策的部位（約107,500個部位）的當中，完成對策部位約為42,800個部位，進度率約為4成。
- 同於路堤受災一樣，有鑑於各區間的未完成對策部位程度亦同，而將影響程度A以上區間的削土坡當中，拉長一半左右間隔後再進行掌握。

削土坡災害的假設部位，如圖2.4.7所示。

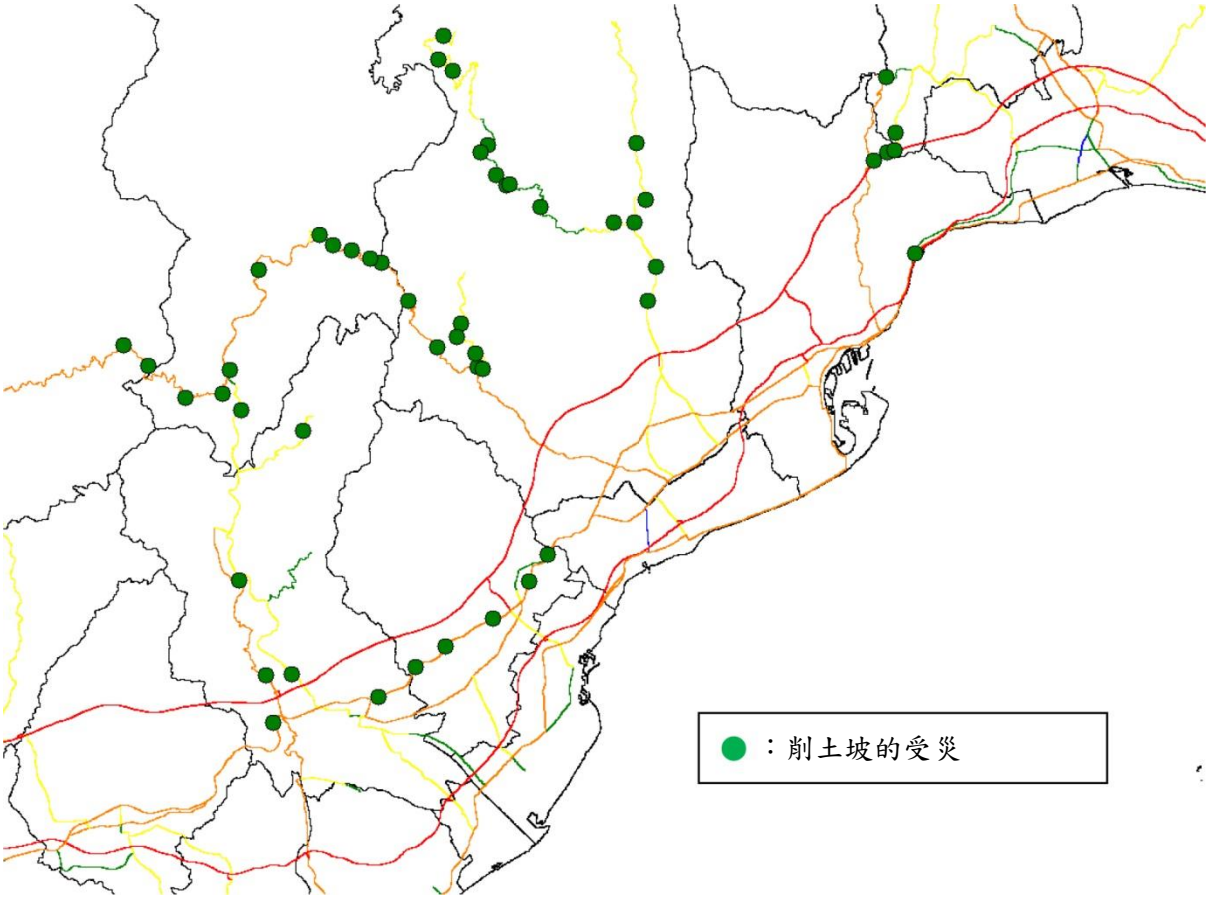


圖2.4.7　削土坡災害的假設部位

4)　掌握因斷層位移而受災的部位

在A縣第4次地震災情的假設上，針對因斷層位移而橋面塌落、隧道和道路的變化情況，設定引發通行阻礙的主因及影響程度的判定基準（表2.4.19）後，做為對象的斷層為富士川河口斷層帶。

表2.4.19　引發通行阻礙的主因及影響程度的判定基準（斷層位移）

主因	受災例	判定基準	影響程度設定
斷層位移	橋面塌落、隧道和道路的變化情況	基於地震調查研究推動總部的長期評估進行判定	有位移→AA

在富士川河口斷層帶的斷層位置和緊急輸送路線的交叉部位，有道路中斷的災情。因斷層位移造成道路中斷災害的假設部位，如圖2.4.8所示。



圖2.4.8　因斷層位移造成道路中斷災情的假設部位

5)　掌握無法通行的區間

依照目前為止已掌握的橋梁受災部位、路堤的受災部位、削土坡的受災部位、因斷層位移而受災的部位，掌握無法通行的區間。將夾在受災部位區間當中，無緊急輸送路線之替代路線的區間，掌握成無法通行的區間。結果如圖2.4.9所示。

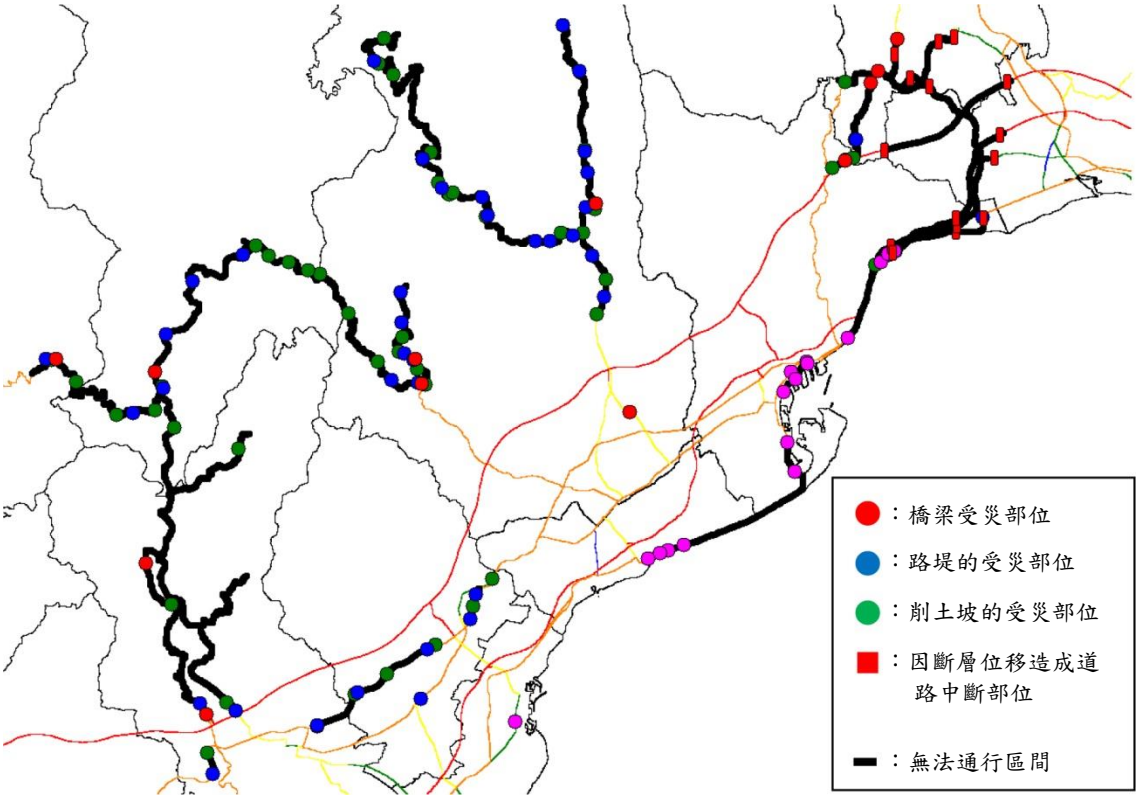


圖2.4.9　無法通行區間

(2)　掌握阻礙

在發生無法通行區間的假設部位周邊，恐有發生嚴重阻礙的疑慮。於是，在無法通行區間附近，選定生活阻礙的關注區域。關注區域的概要，如表2.4.20；位置則如圖2.4.10所示。再者，關注區域Z中，檢討可否進行已考量超過事先設想的超過外力分析。

表2.4.20　關注區域的概要

關注區域	概要
U	在山區緊急輸送路線上，有多起路堤和削土坡災情。有學校和消防署。避難所等相關生活阻礙的假設。
V	在山區緊急輸送路線上，有橋面塌落災情。有學校。避難所相關生活阻礙的假設。
W	在山區緊急輸送路線上，有路堤和削土坡的災情。有學校。避難所相關生活阻礙的假設。
X	在沿海地區海嘯淹水域的緊急輸送路線上，有橋面塌落災情。有學校、醫院和消防署。避難所等相關生活阻礙的假設。
Y	沿海地區因斷層位移造成道路中斷或橋面塌落，而形成中斷對外聯絡的孤立狀態。有學校、消防署。避難所等相關生活阻礙的假設。
Z	沿海地區因斷層位移造成道路中斷或橋面塌落，而形成中斷對外聯絡的孤立狀態。有學校、醫院。避難所等相關生活阻礙的假設。

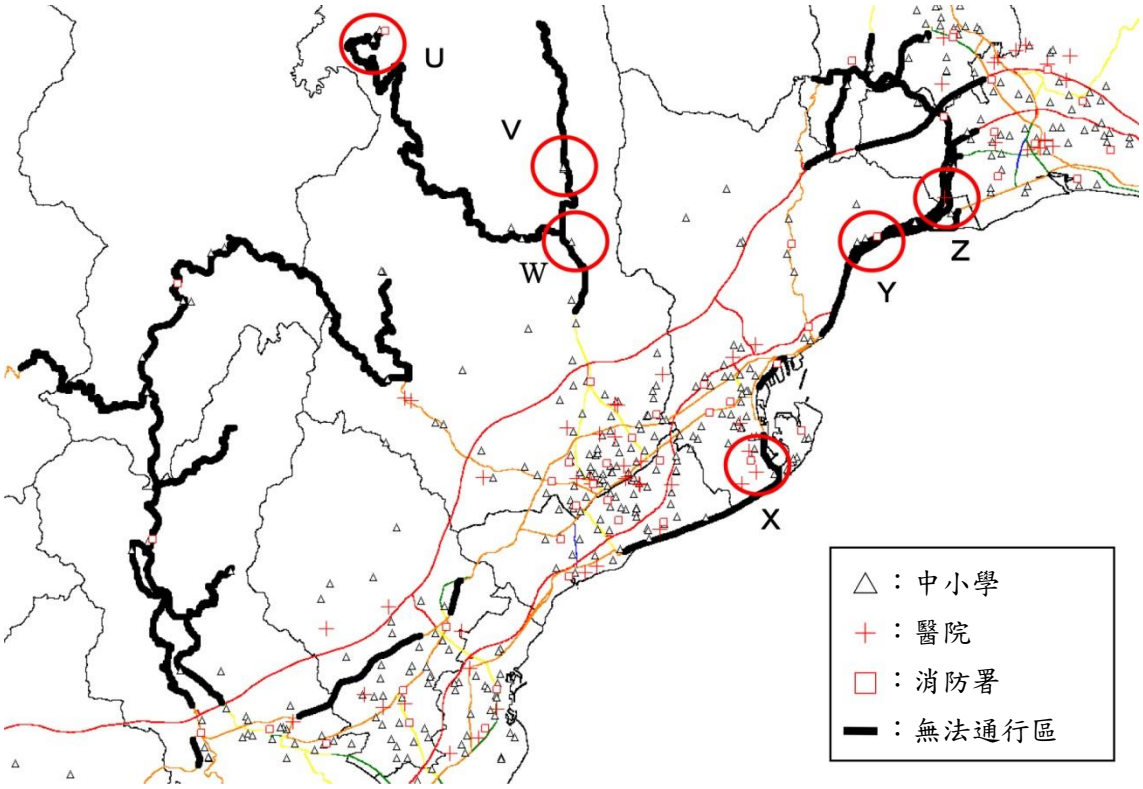


圖2.4.10　關注區域的位置

1)　關注區域U的阻礙

關注區域U假設因多起路堤和削土坡災情，而發生長距離的無法通行區間（圖2.4.11）。掌握阻礙範圍中的設施受災位置，如圖2.4.12所示。再者，在此各以①、②、③數字表示橋面塌落、路堤受災、削土坡受災，以分支數字表示該位置。標示後，則與後述（3）的圖2.4.25通用。

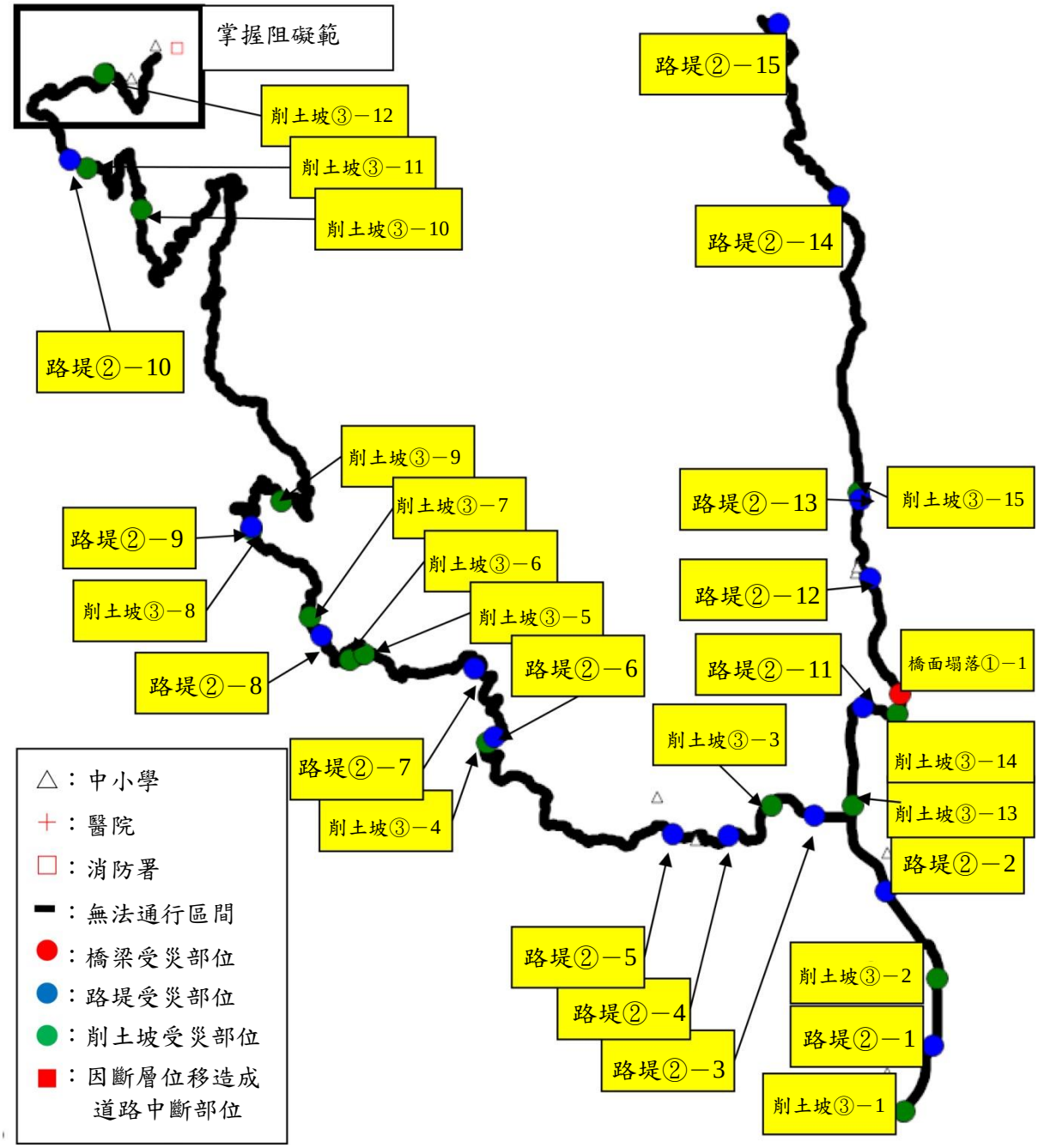


圖2.4.11　設施受災（關注區域U）



圖2.4.12　掌握阻礙範圍設施受災

如表2.4.21所示事項假設因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.21　基礎功能阻礙（關注區域U）

基礎功能阻礙	說明
無法通行	假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，造成全面無法通行的部位。
公車停駛	假設公車路線（縣道U號），因路堤和削土坡受災而停駛。
停止運送生活物資	假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，停止運送生活物資假設。
停止運送緊急物資	假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，停止運送緊急物資。
停止運送燃料	假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災而停止運送燃料。
延誤運送緊急電源	對象地區發生停電。假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，而延誤運送緊急電源。
延誤衛星通信車	對象地區通信發生阻礙。假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，而延誤衛星通信車。
延誤運送瓦斯	對象地區發生停止供應瓦斯。假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災而延誤運送瓦斯。
延誤供水車	對象地區發生斷水。假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，而延誤供水車。
延誤運送流動廁所	對象地區發生斷水等。假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，而延誤運送流動廁所。
延誤急救活動	對象地區因建築物倒塌等而發生傷患。假設緊急輸送路線（縣道U號等），因路堤和削土坡受災，而延誤送往醫院的急救活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.22所示。

表2.4.22　生活阻礙（關注區域U）

生活阻礙	說明
發生孤立無援的村落	假設連結其他地區的聯絡道路無法通行，造成村落孤立無援。
發生無法返家的民眾（登山客）	假設知名山嶽登山口，發生無法返家的登山客。
延誤處理垃圾	假設村落外的垃圾處理場道路無法通行，延誤垃圾處理。
設施復原活動的延誤（道路、電力、通信、瓦斯、飲用水、下水道）	假設連結市區等道路無法通行，而發生延誤對象地區道路或生命線設施的復原活動。
糧食短缺	假設停止運送生活物資，居民糧食不足。
日用品短缺	假設停止運送生活物資，居民日用品不足。
緊急物資短缺	假設停止將緊急物資運往避難所（U小學、U中學），避難者緊急物資短缺。
燃料短缺	假設停止運送燃料，居民和避難者的燃料不足。
電力不足	假設發生延誤設施復原和延誤運送緊急電源，居民和避難者的電力不足。
通信設備短缺	假設發生延誤設施復原和延誤衛星通信車，居民和避難者的通信設備短缺。
瓦斯短缺	假設發生延誤設施復原和瓦斯運送，居民和避難者的瓦斯短缺。
飲用水和生活用水短缺	假設發生延誤設施復原和供水車，居民和避難者的飲用水和生活用水短缺。
廁所不足	假設發生延誤設施復原和運送流動廁所延誤，避難者等的廁所不足。
因延誤急救活動導致死傷人數攀升	假設發生U辦事處的救護車延誤送往醫院的急救活動，造成死傷人數增加。

2)　關注區域V的阻礙

假設關注區域V，因路堤和削土坡受災而發生無法通行的區間（圖2.4.13）。掌握阻礙範圍中的設施受災位置，如圖2.4.14所示。

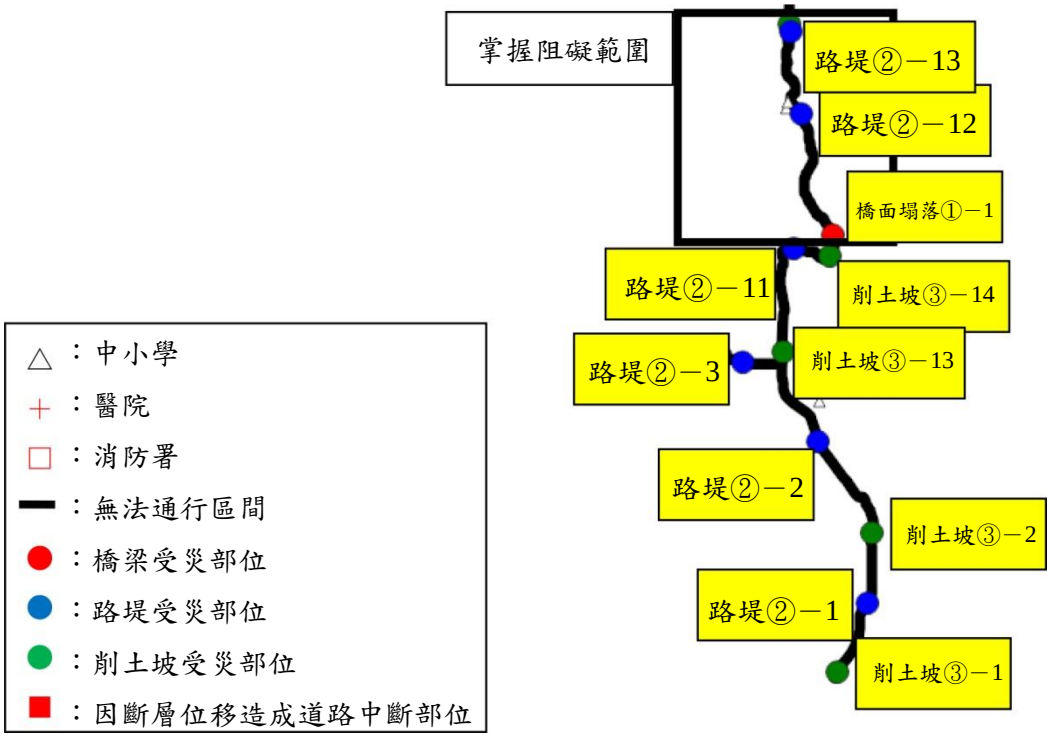


圖2.4.13　設施受災（關注區域V）

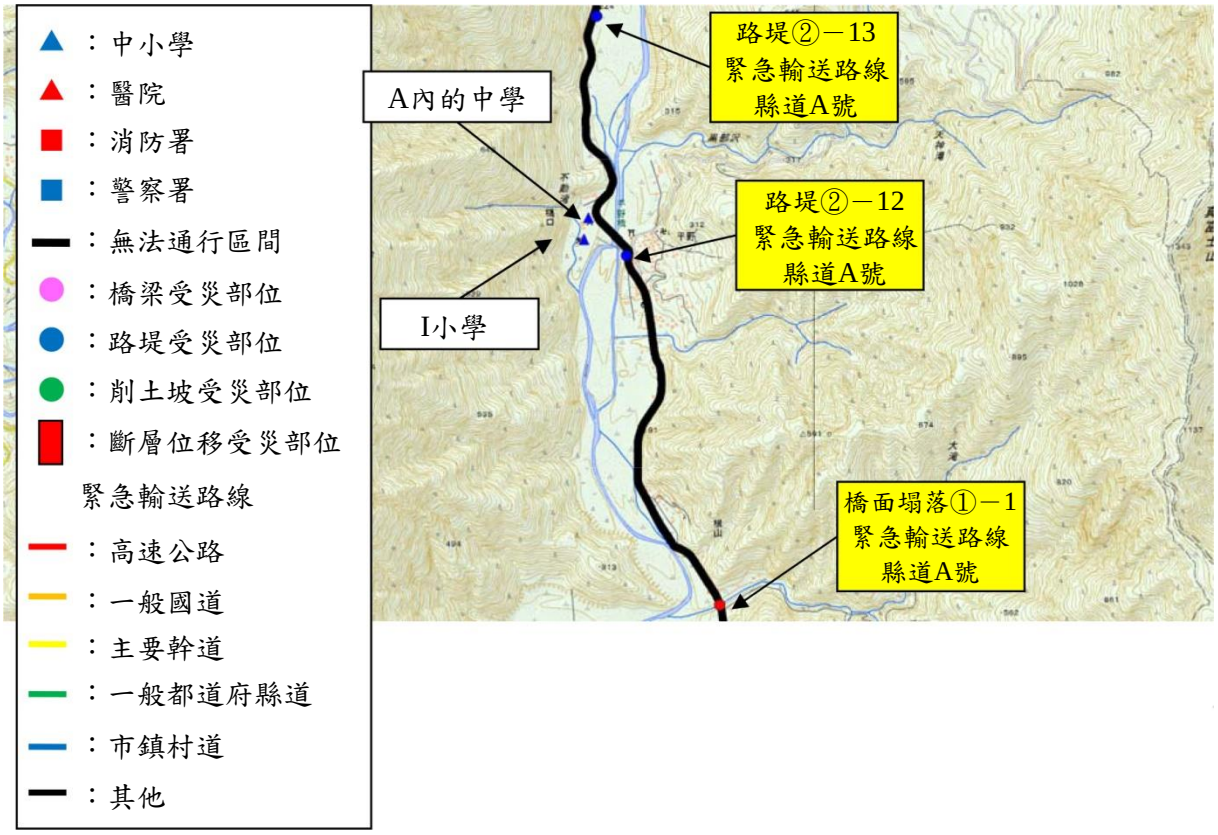


圖2.4.14　掌握阻礙範圍設施受災

如表2.4.23所示事項假設因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.23　基礎功能阻礙（關注區域V）

基礎功能阻礙	說明
無法通行	假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而造成無法通行的部位。
公車停駛	假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而造成公車停駛。
停止運送生活物資	假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而造成停止運送生活物資。
停止運送緊急物資	假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而造成停止運送緊急物資。
停止運送燃料	假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而造成停止運送燃料。
延誤運送緊急電源	對象地區發生停電。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤運送緊急電源。
延誤衛星通信車	對象地區通信發生阻礙。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤衛星通信車。
延誤運送瓦斯	對象地區發生停止供應瓦斯。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤運送瓦斯。
延誤供水車	對象地區發生斷水。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤供水車。
延誤運送流動廁所	對象地區發生斷水等。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤運送流動廁所。
延誤急救和急難救助活動	對象地區因建築物倒塌而發生傷患。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤送往醫院的急救活動。
延誤滅火活動	對象地區建築物發生火災。假設因縣道A號之橋面塌落、路堤和削土坡受災，而延誤滅火活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.24所示。

表2.4.24　生活阻礙（關注區域V）

生活阻礙	說明
發生孤立無援的村落	假設連結其他地區的聯絡道路無法通行，造成村落孤立無援。
延誤處理垃圾	假設其他地區的垃圾處理場道路無法通行，而延誤垃圾處理。
設施復原活動的延誤（道路、電力、通信、瓦斯、飲用水、下水道）	假設連結市區等道路無法通行，而發生延誤對象地區道路或生命線設施的復原活動。
糧食短缺	假設停止運送生活物資，居民糧食不足。
日用品短缺	假設停止運送生活物資，居民日用品不足。
緊急物資短缺	假設停止將緊急物資運往避難所（A小學、I中學），造成避難者的緊急物資短缺。
燃料短缺	假設停止運送燃料，居民和避難者的燃料不足。
電力不足	假設發生延誤設施復原和延誤運送緊急電源，居民和避難者的電力不足。
通信設備短缺	假設發生延誤設施復原和延誤衛星通信車，居民和避難者的通信設備短缺。
瓦斯短缺	假設發生延誤設施復原和瓦斯運送，居民和避難者的瓦斯短缺。
飲用水和生活用水短缺	假設發生延誤設施復原和供水車，居民和避難者的飲用水和生活用水短缺。
廁所不足	假設發生延誤設施復原和運送流動廁所延誤，避難者等的廁所不足。
因急救和急難救助活動延遲導致死傷人數增加	假設發生延誤運往醫院的急救和急難救助活動，而造成死傷人數攀升。
因火災導致人員受災擴大	假設發生延誤滅火活動，因火災擴大而人員的受災。
民房燒毀	假設發生延誤滅火活動，造成民房燒毀。

3） 關注區域W的阻礙

假設關注區域W因路堤和削土坡受災，而發生無法通行的區間（圖2.4.15）。掌握阻礙範圍中的設施受災位置，如圖2.4.16所示。

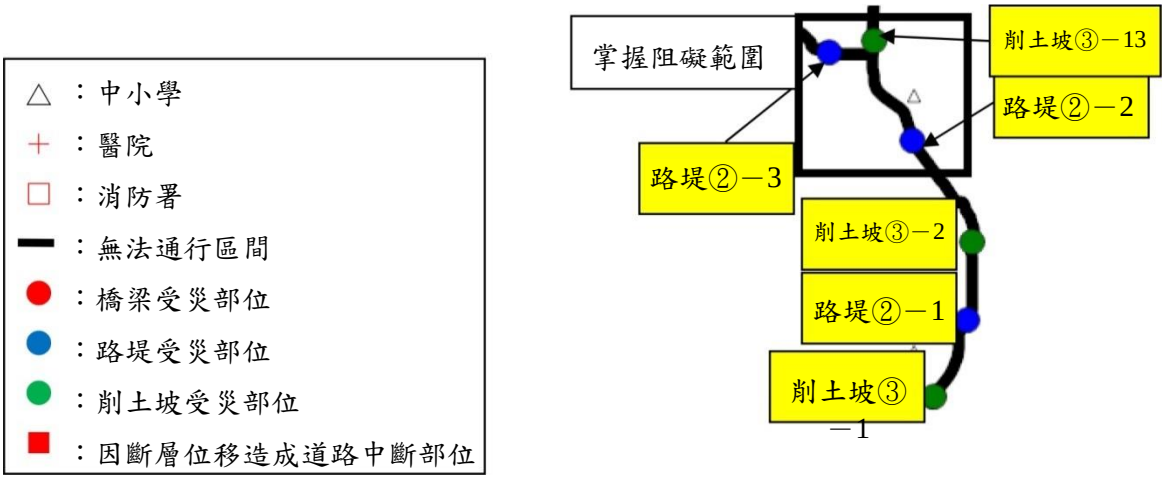


圖2.4.15　設施受災（關注區域W）

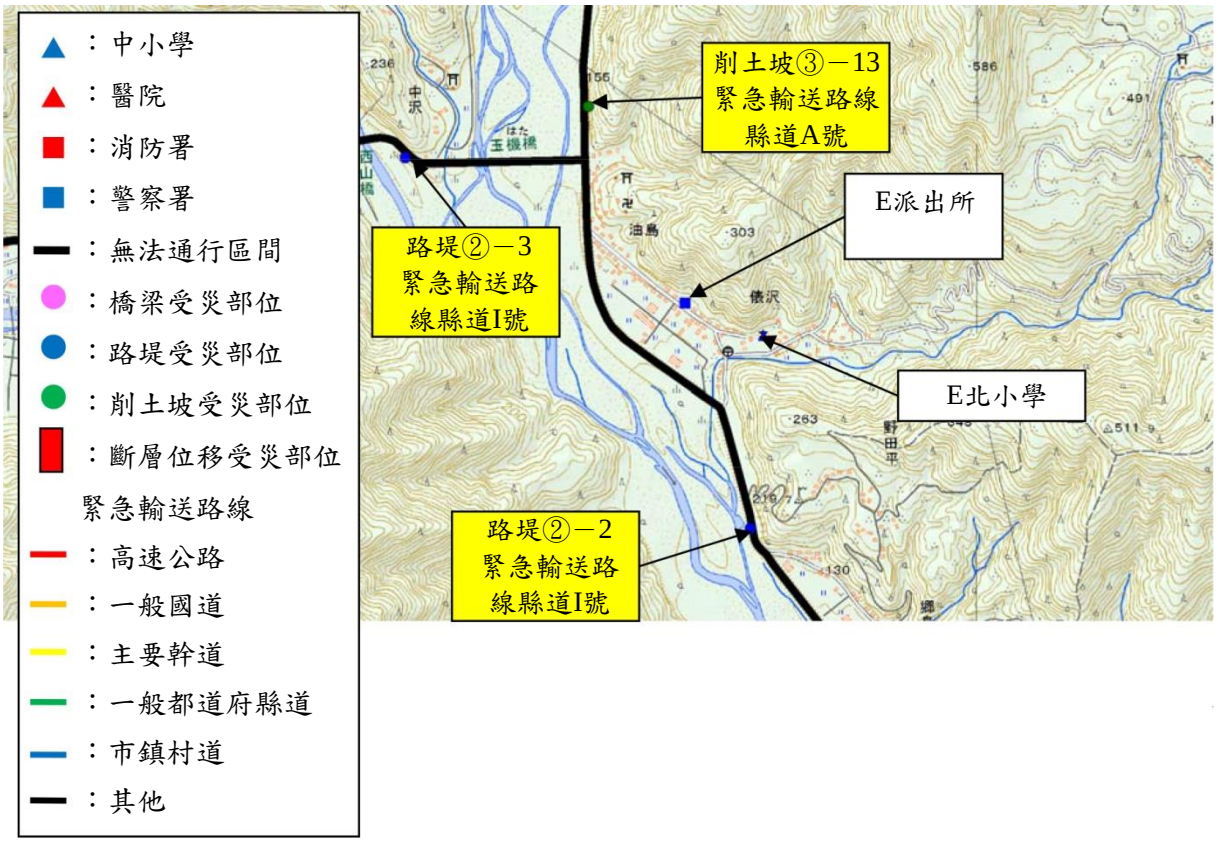


圖2.4.16　掌握阻礙範圍設施受災

如表2.4.25所示事項假設因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.25基礎功能阻礙（關注區域W）

基礎功能阻礙	說明
無法通行	假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而造成無法通行的部位。
公車停駛	假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而造成公車停駛。
停止運送生活物資	假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而造成停止運送生活物資。
停止運送緊急物資	假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而造成停止運送緊急物資。
停止運送燃料	假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而造成停止運送燃料。
延誤運送緊急電源	對象地區發生停電。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤運送緊急電源。
延誤衛星通信車	對象地區通信發生阻礙。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤衛星通信車。
延誤運送瓦斯	對象地區發生停止供應瓦斯。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤運送瓦斯。
延誤供水車	對象地區發生斷水。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤供水車。
延誤運送流動廁所	對象地區發生斷水等。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤運送流動廁所。
延誤急救和急難救助活動	對象地區因建築物倒塌而發生傷患。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤送往醫院的急救活動。
延誤滅火活動	對象地區建築物發生火災。假設因縣道I號之路堤和削土坡受災，而延誤滅火活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.26所示。

表2.4.26　生活阻礙（關注區域W）

生活阻礙	說明
發生孤立無援的村落	假設連結其他地區的聯絡道路無法通行，造成村落孤立無援。
延誤處理垃圾	假設村落外的垃圾處理場道路無法通行，而延誤垃圾處理。
設施復原活動的延誤（道路、電力、通信、瓦斯、飲用水、下水道）	假設連結市區等道路無法通行，而發生延誤對象地區道路或生命線設施的復原活動。
糧食短缺	假設停止運送生活物資，居民糧食不足。
日用品短缺	假設停止運送生活物資，居民日用品不足。
緊急物資短缺	假設停止將緊急物資運往避難所（E小學），造成避難者的緊急物資短缺。
燃料短缺	假設停止運送燃料，居民和避難者的燃料不足。
電力不足	假設發生延誤設施復原和延誤運送緊急電源，居民和避難者的電力不足。
通信設備短缺	假設發生延誤設施復原和延誤衛星通信車，居民和避難者的通信設備短缺。
瓦斯短缺	假設發生延誤設施復原和瓦斯運送，居民和避難者的瓦斯短缺。
飲用水和生活用水短缺	假設發生延誤設施復原和供水車，居民和避難者的飲用水和生活用水短缺。
廁所不足	假設發生延誤設施復原和運送流動廁所延誤，避難者等的廁所不足。
因急救和急難救助活動延遲導致死傷人數增加	假設發生延誤運往醫院的急救和急難救助活動，而造成死傷人數攀升。
因火災導致人員受災擴大	假設發生延誤滅火活動，因火災擴大而人員的受災。
民房燒毀	假設發生延誤滅火活動，造成民房燒毀。

4） 關注區域X的阻礙

除了假設關注區域X，因海嘯導致橋面塌落而發生無法通行的區間之外，也假設因液化造成路面陷落，因海嘯造成路上漂流物受災（圖2.4.17）。掌握範圍中的設施受災位置，如圖2.4.18所示。

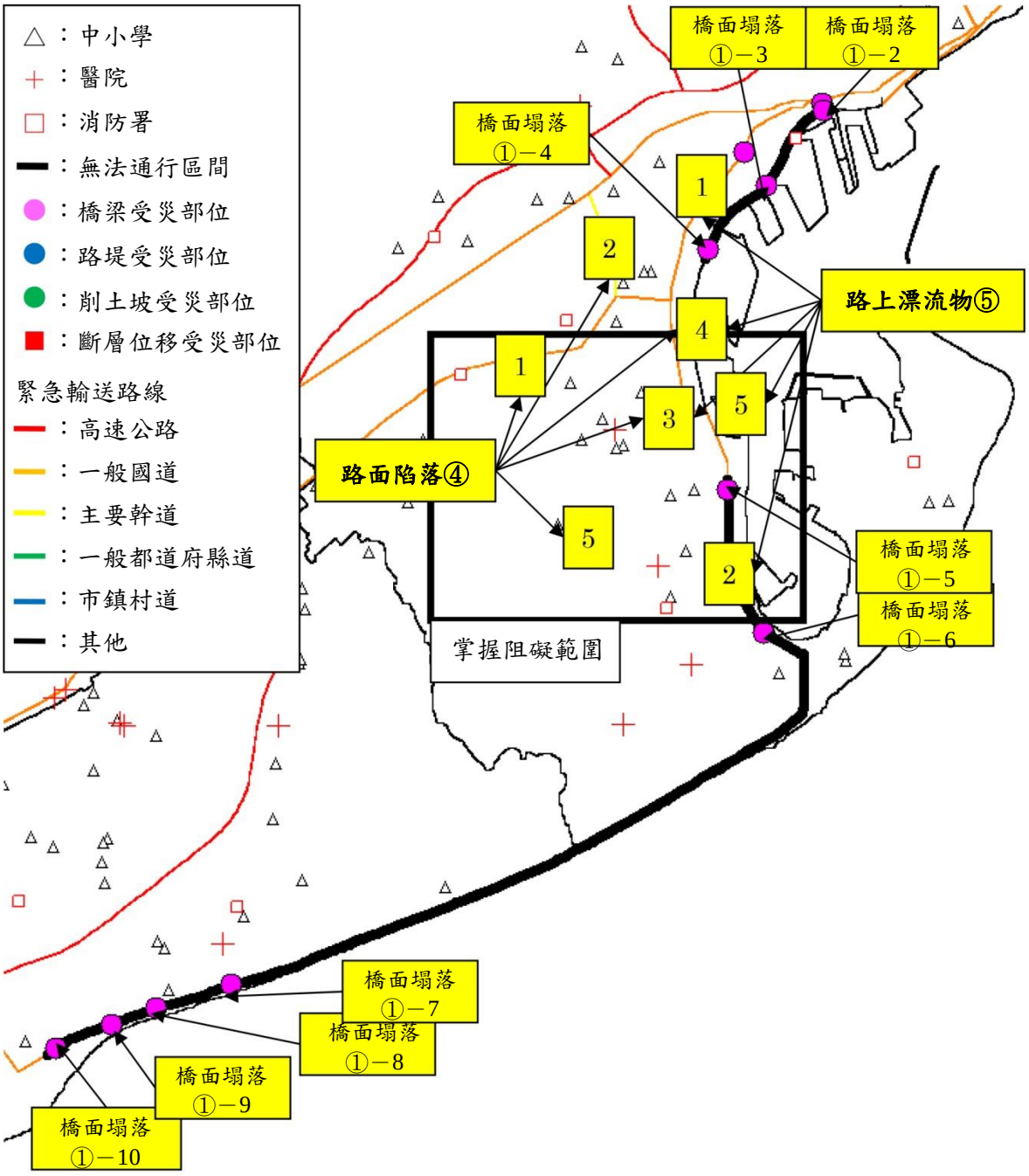


圖2.4.17　設施受災（關注區域X）



圖2.4.18　掌握阻礙範圍設施受災

在掌握阻礙範圍內，如表2.4.27所示事項假設因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.27　基礎功能阻礙（關注區域X）

基礎功能阻礙	說明
無法通行	假設國道E號因海嘯導致橋面塌落或路上漂流物，而發生無法通行的區間。此外，假設海岸附近的街路巷道，因海嘯所致的路上漂流物，而發生無法通行的部位。
交通阻塞	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而發生交通阻塞。
公車停駛、延誤	假設國道E號，因海嘯導致橋面塌落或路上漂流物，而造成公車停駛及延誤。假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤公車運行。此外，假設海岸附近的街路巷道，因海嘯所致的路上漂流物，而發生無法通行的部位。
延誤運送生活物資	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送生活物資。
延誤運送緊急物資	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送緊急物資。
延誤運送燃料	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送燃料。
延誤運送緊急電源	對象地區發生停電。假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送緊急電源。
延誤衛星通信車	對象地區通信發生阻礙。假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤衛星通信車。
延誤運送瓦斯	對象地區發生停止供應瓦斯。假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送瓦斯。
延誤供水車	對象地區發生斷水。假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤供水車。
延誤運送流動廁所	對象地區發生斷水等。假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送流動廁所。
延誤運送住院患者等	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送住院患者等。
延誤運送藥品	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤運送藥品。
延誤到府照護服務	假設國道A號和街路巷道，因路面陷落而造成延誤到府照護服務。
延誤警察活動	假設街路巷道因路面陷落，而延誤警察活動。
延誤急救活動	對象地區因建築物倒塌等而發生傷患。假設街路巷道因路面陷落或路上漂流物，而延誤送往醫院的急救活動。
滅火活動的延誤	對象地區建築物發生火災。假設街路巷道因路面陷落或路上漂流物，而延誤滅火活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.28所示。

表2.4.28　生活阻礙（關注區域X）

生活阻礙	說明
緊急物資短缺	假設國道A號和街路巷道受災，延誤運送緊急物資，造成避難所（小學5處、中學4處、高校2處）緊急物資短缺。
外來患者收治受限（無法收治）	假設國道A號和街路巷道受災，延誤運送TSU醫院和SI醫院的住院患者等，使得外來患者收治受限（無法收治）。
藥品短缺	假設國道A號和街路巷道受災，延誤將藥品運送到TSU醫院和SI醫院，造成藥品短缺。
因延誤急救活動導致死傷人數攀升	假設國道A號和街路巷道受災，發生延誤O辦事處、SE消防署的急救活動，延誤運送到SO醫院和SI府醫院，造成死傷人數增加。
因火災導致人員受災擴大	假設國道A號和街路巷道受災，發生O辦事處、SE消防署延誤進行滅火活動，因火災擴大人員受災。
民房燒毀	假設國道A號和街路巷道受災，發生O辦事處、SE消防署延誤進行滅火活動，造成民房燒毀。

5)　關注區域Y的阻礙

假設關注區域Y因海嘯導致橋面塌落或斷層位移等，而發生無法通行的區間（圖2.4.19）。掌握阻礙範圍中的設施受災位置，如圖2.4.20所示。

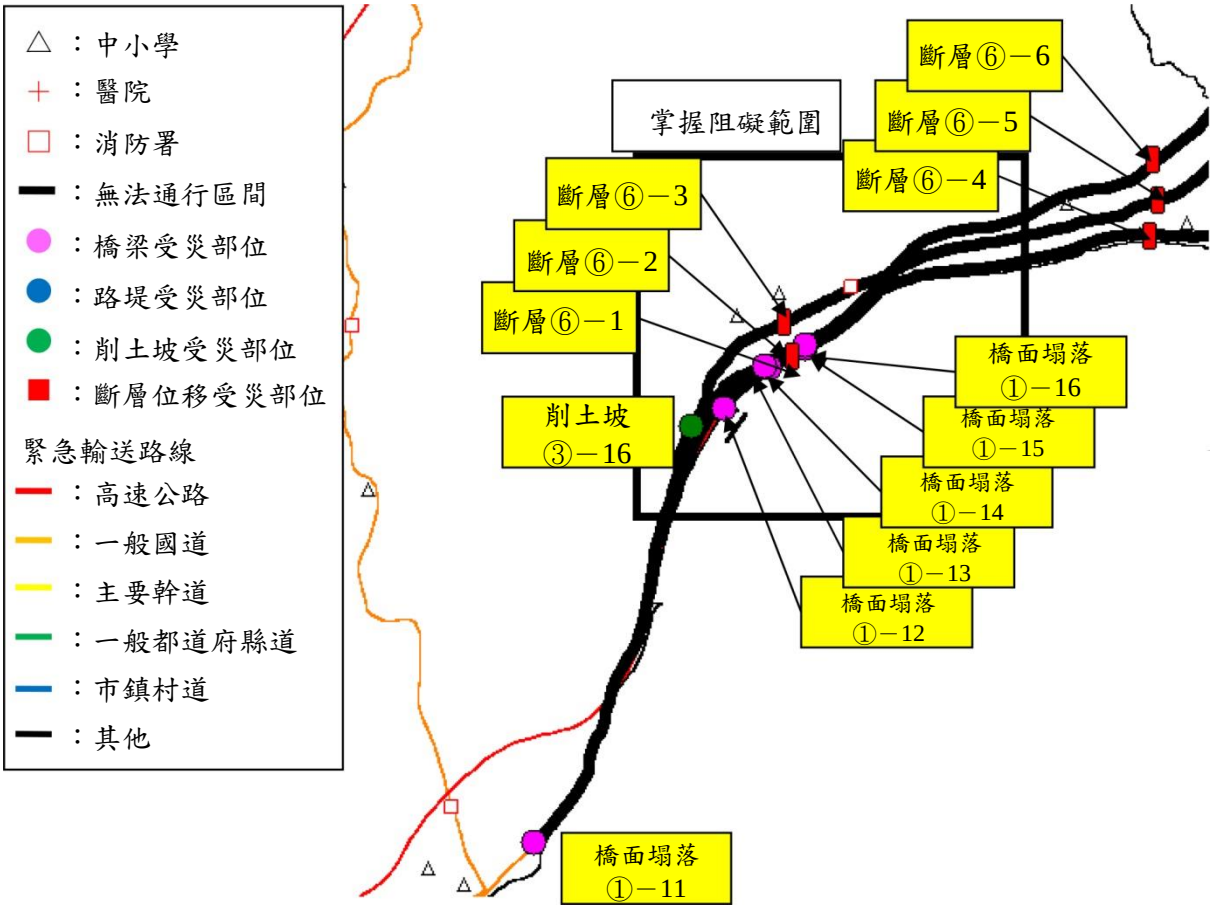


圖2.4.19　設施受災（關注區域Y）

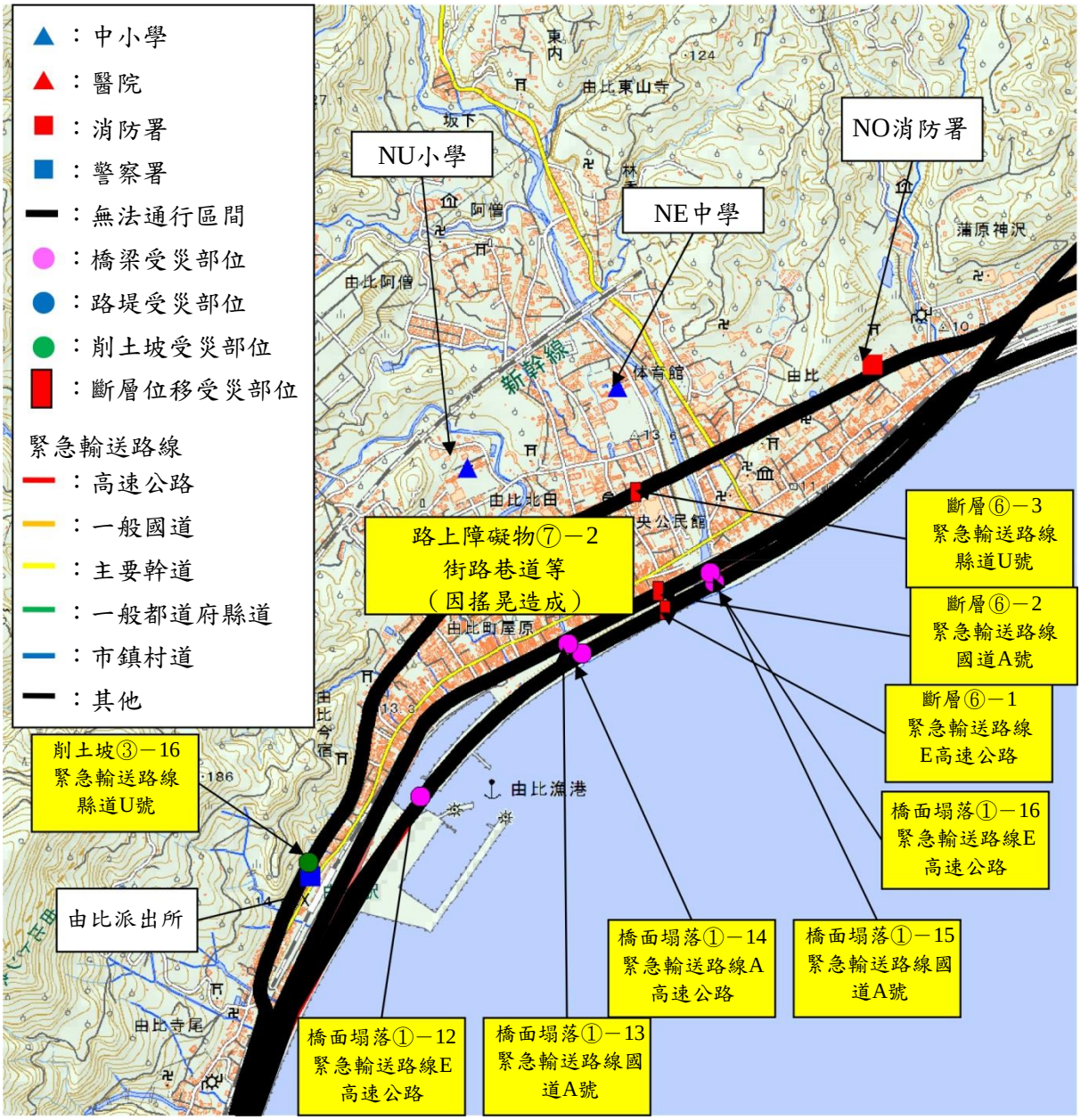


圖2.4.20　掌握阻礙範圍設施受災

如表2.4.29所示事項，假設在掌握阻礙範圍內，因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.29　基礎功能阻礙（關注區域Y）

基礎功能阻礙	說明
無法通行	假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道396號因斷層位移、削土坡受災，而發生無法通行的區間。
公車停駛	假設東名高速公路因橋面塌落、斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移、削土坡受災導致道路中斷，造成公車停駛。
停止運送生活物資	假設東名高速公路和國道A號，因橋面塌落、斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤運送生活物資。
停止運送緊急物資	假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤運送緊急物資。
停止運送燃料	假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤運送燃料。
延誤運送緊急電源	對象地區發生停電。假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤運送緊急電源。
延誤衛星通信車	對象地區通信發生阻礙。假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤衛星通信車。
延誤運送瓦斯	對象地區發生停止供應瓦斯。假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤運送瓦斯。
延誤供水車	對象地區發生斷水。假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤供水車。
延誤運送流動廁所	對象地區發生斷水等。假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移，而延誤運送流動廁所。
延誤到府照護服務	假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移；假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤到府照護服務。
延誤警察活動	假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移；假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤警察活動。
延誤急救活動	假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移；假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤送往醫院的急救活動。
延誤滅火活動	對象地區建築物發生火災。假設E高速公路和國道A號，因橋面塌落和斷層位移，造成道路中斷；縣道U號因斷層位移；假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤滅火活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.30所示。

表2.4.30　生活阻礙（關注區域Y）

生活阻礙	說明
設施復原活動的延誤（道路、電力、通信、瓦斯、飲用水、下水道）	假設連結其他地區的道路無法通行，而發生對象地區道路或生命線設施的復原活動延誤。
糧食短缺	假設停止運送生活物資，居民糧食不足。
日用品短缺	假設停止運送生活物資，居民日用品不足。
緊急物資短缺	假設停止將緊急物資運往避難所（NU小學、NU中學），造成避難者的緊急物資短缺。
燃料短缺	假設停止運送燃料，居民和避難者的燃料不足。
電力不足	假設發生延誤設施復原和延誤運送緊急電源，居民和避難者的電力不足。
通信設備短缺	假設發生延誤設施復原和延誤衛星通信車，居民和避難者的通信設備短缺。
瓦斯短缺	假設發生延誤設施復原和瓦斯運送，居民和避難者的瓦斯短缺。
飲用水和生活用水短缺	假設發生延誤設施復原和供水車，居民和避難者的飲用水和生活用水短缺。
廁所不足	假設發生延誤設施復原和運送流動廁所延誤，避難者等的廁所不足。
因延誤急救活動導致死傷人數攀升	假設E高速公路和國道A號・縣道U號・假設街路巷道發生災情，而延誤急救活動，造成死傷人數增加。
因火災導致人員受災擴大	假設E高速公路和國道A號、縣道U號、街路巷道發生災情，而延誤滅火活動，因火災擴大人員受災。
民房燒毀	假設E高速公路、A號、縣道U號、街路巷道發生災情，而延誤滅火活動，造成民房燒毀。

6） 關注區域Z的阻礙（無超過外力）

假設關注區域Z（無超過外力），因海嘯導致橋面塌落、路堤和削土坡受災，而發生無法通行的區間（圖2.4.21）。掌握阻礙範圍中的設施受災位置，如圖2.4.22所示。

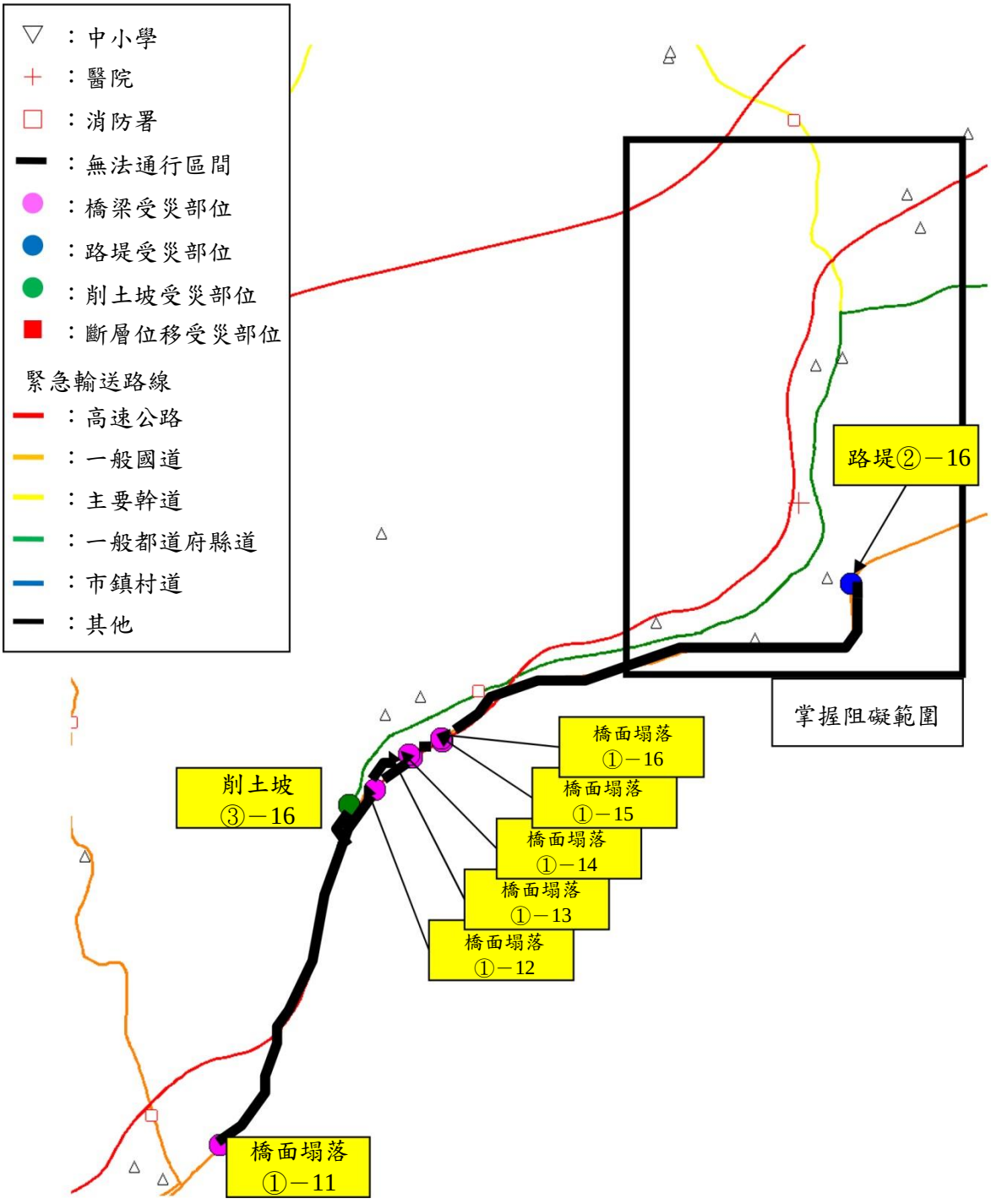


圖2.4.21 設施受災（關注區域Z）

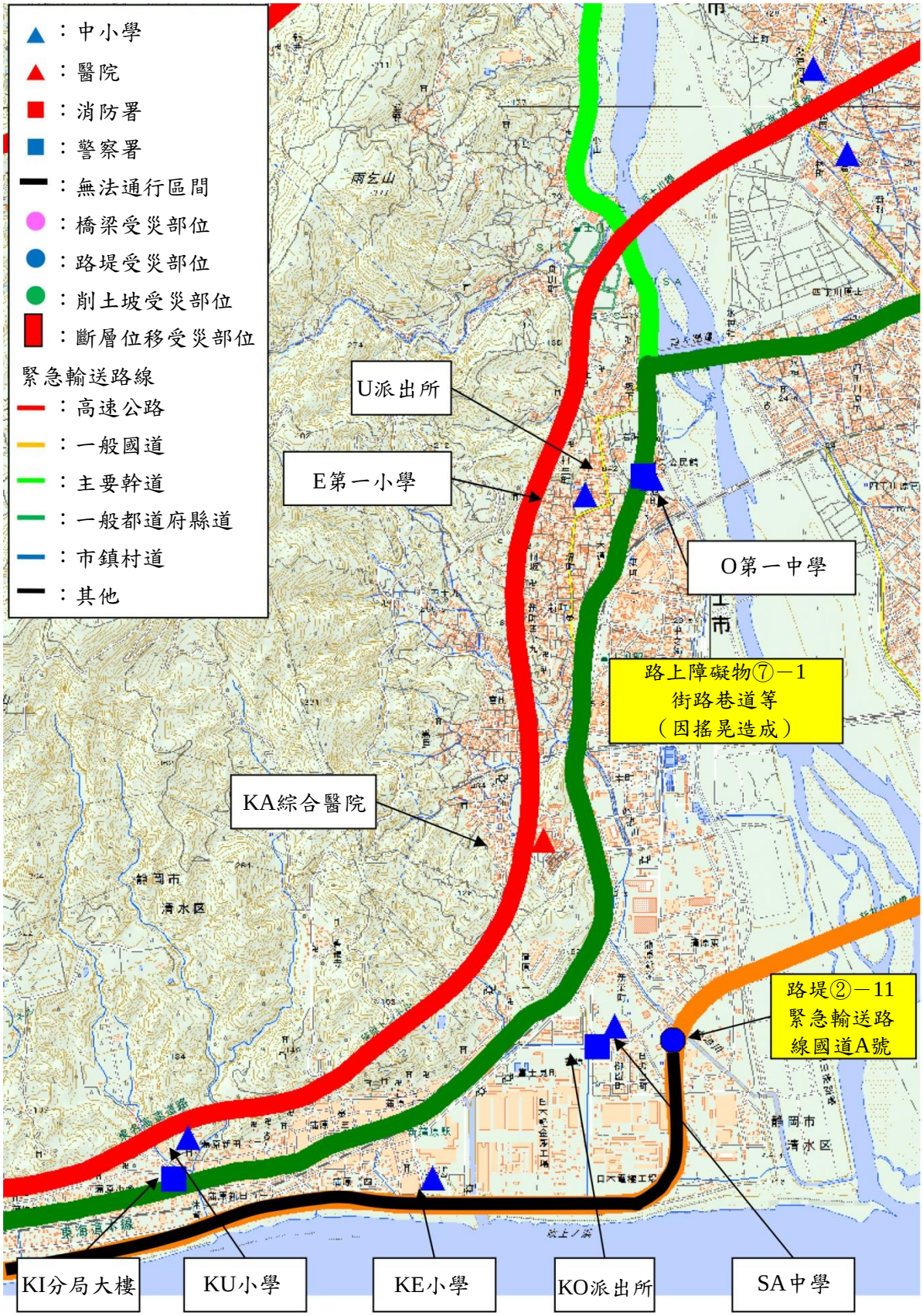


圖2.4.22　掌握阻礙範圍設施受災

如表2.4.31所示事項假設在掌握阻礙範圍內，因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.31　基礎功能阻礙（關注區域Z）

基礎功能阻礙	說明
延誤到府照護服務	假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤到府照護服務。
延誤警察活動	假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤警察活動。
延誤急救活動	對象地區因建築物倒塌等而發生傷患。假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤送往醫院的急救活動。
延誤滅火活動	對象地區建築物發生火災。假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤滅火活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.32所示。

表2.4.32　生活阻礙（關注區域Z）

生活阻礙	說明
因延誤急救活動導致死傷人數攀升	假設街路巷道發生災情，而延誤急救活動，造成死傷人數增加。
因火災導致人員受災擴大	假設街路巷道發生災情，而延誤滅火活動，因火災擴大人員受災。
民房燒毀	假設街路巷道發生災情，而延誤滅火活動，造成民房燒毀。

7)　關注區域Z（有超過外力）的阻礙

假設關注區域Z（有超過外力），因海嘯導致因橋面塌落、斷層位移，造成道路中斷；因路堤受災或削土坡受災，而發生無法通行的區間（圖2.4.23）。掌握阻礙範圍中的設施受災位置，如圖2.4.24所示。

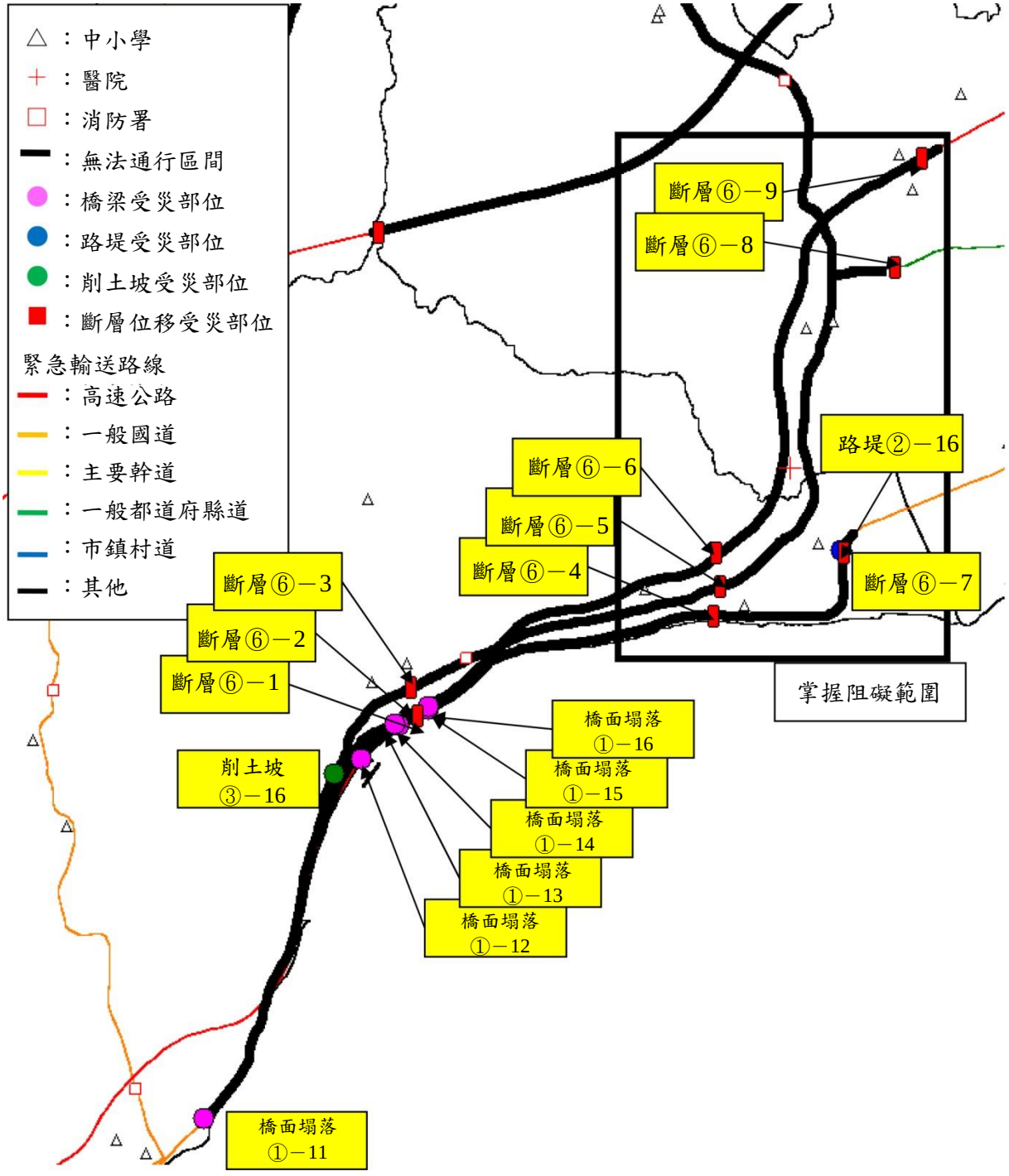


圖2.4.23　設施受災（關注區域Z）

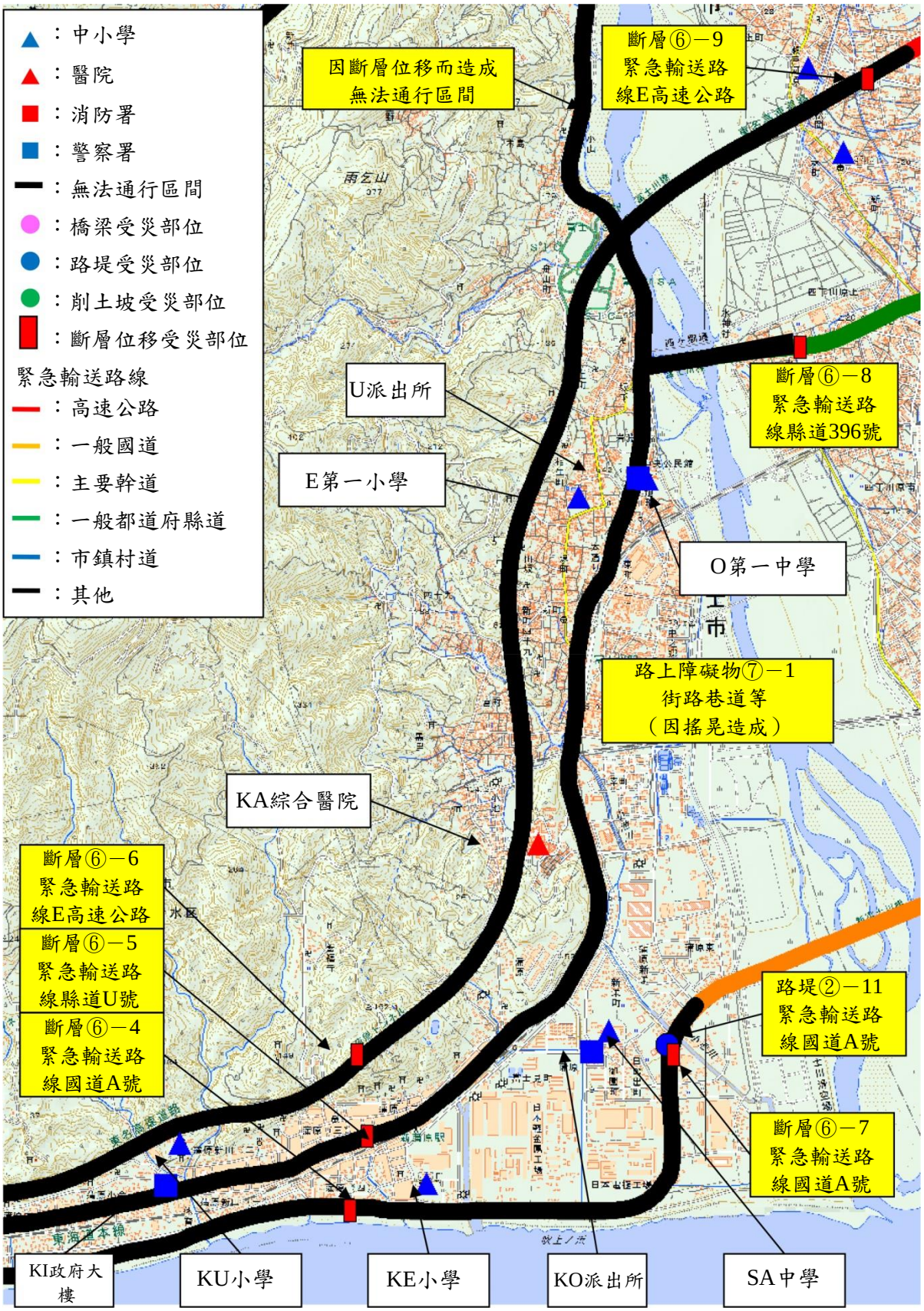


圖2.4.24　掌握阻礙範圍設施受災

如表2.4.33所示事項假設，在掌握阻礙範圍內，因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.33　基礎功能阻礙（關注區域Z）

基礎功能阻礙	說明
無法通行	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而發生無法通行的區間。
公車停駛	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，導致公車停駛。
停止運送生活物資	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤運送生活物資。
停止運送緊急物資	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤運送緊急物資。
停止運送燃料	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤運送燃料。
延誤運送緊急電源	對象地區發生停電。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤運送緊急電源。
延誤衛星通信車	對象地區通信發生阻礙。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤衛星通信車。
延誤運送瓦斯	對象地區發生停止供應瓦斯。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤運送瓦斯。
延誤供水車	對象地區發生斷水。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤供水車。
延誤運送流動廁所	對象地區發生斷水等。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷，而延誤運送流動廁所。
延誤運送住院患者等	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷、因路面陷落而延誤運送住院患者等。
延誤運送藥品	假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷、因路面陷落而延誤運送藥品。
延誤到府照護服務	假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤到府照護服務。
延誤警察活動	假設街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤警察活動。
延誤急救活動	對象地區因建築物倒塌等而發生傷患。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷；街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤送往醫院的急救活動。
延誤滅火活動	對象地區建築物發生火災。假設E高速公路、國道A號、縣道U號，因斷層位移造成道路中斷；街路巷道因搖晃造成路上阻礙物，而延誤滅火活動。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.34所示。

表2.4.34　生活阻礙（關注區域Z）

生活阻礙	說明
設施復原活動的延誤（道路、電力、通信、瓦斯、飲用水、下水道）	假設連結其他地區的道路無法通行，而發生對象地區道路或生命線設施的復原活動延誤。
糧食短缺	假設停止運送生活物資，居民糧食不足。
日用品短缺	假設停止運送生活物資，居民日用品不足。
緊急物資短缺	假設停止將緊急物資運往避難所（小學3處、中學2處），造成避難者的緊急物資短缺。
燃料短缺	假設停止運送燃料，居民和避難者的燃料不足。
電力不足	假設發生延誤設施復原和延誤運送緊急電源，居民和避難者的電力不足。
通信設備短缺	假設發生延誤設施復原和延誤衛星通信車，居民和避難者的通信設備短缺。
瓦斯短缺	假設發生延誤設施復原和瓦斯運送，居民和避難者的瓦斯短缺。
飲用水和生活用水短缺	假設發生延誤設施復原和供水車，居民和避難者的飲用水和生活用水短缺。
廁所不足	假設發生延誤設施復原和運送流動廁所延誤，避難者等的廁所不足。
外來患者收治受限（無法收治）	六、假設延誤運送綜合醫院的住院患者等，造成外來患者收治受限（無法收治）。
藥品短缺	六、假設延誤將藥品送往綜合醫院，造成藥品短缺。
因延誤急救活動導致死傷人數攀升	假設E高速公路、國道A號、縣道U號和街路巷道發生災情，而延誤急救活動，造成死傷人數增加。
因火災導致人員受災擴大	假設國道A號、縣道U號和街路巷道發生災情，而延誤滅火活動，因火災擴大人員受災。
民房燒毀	假設國道A號、縣道U號和街路巷道發生災情，而延誤滅火活動，造成民房燒毀。

(3) 製作災情境害發生情境

1) 關注區域U災害發生情境情境

關注區域U發生設施災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境情境，如圖2.4.25所示。

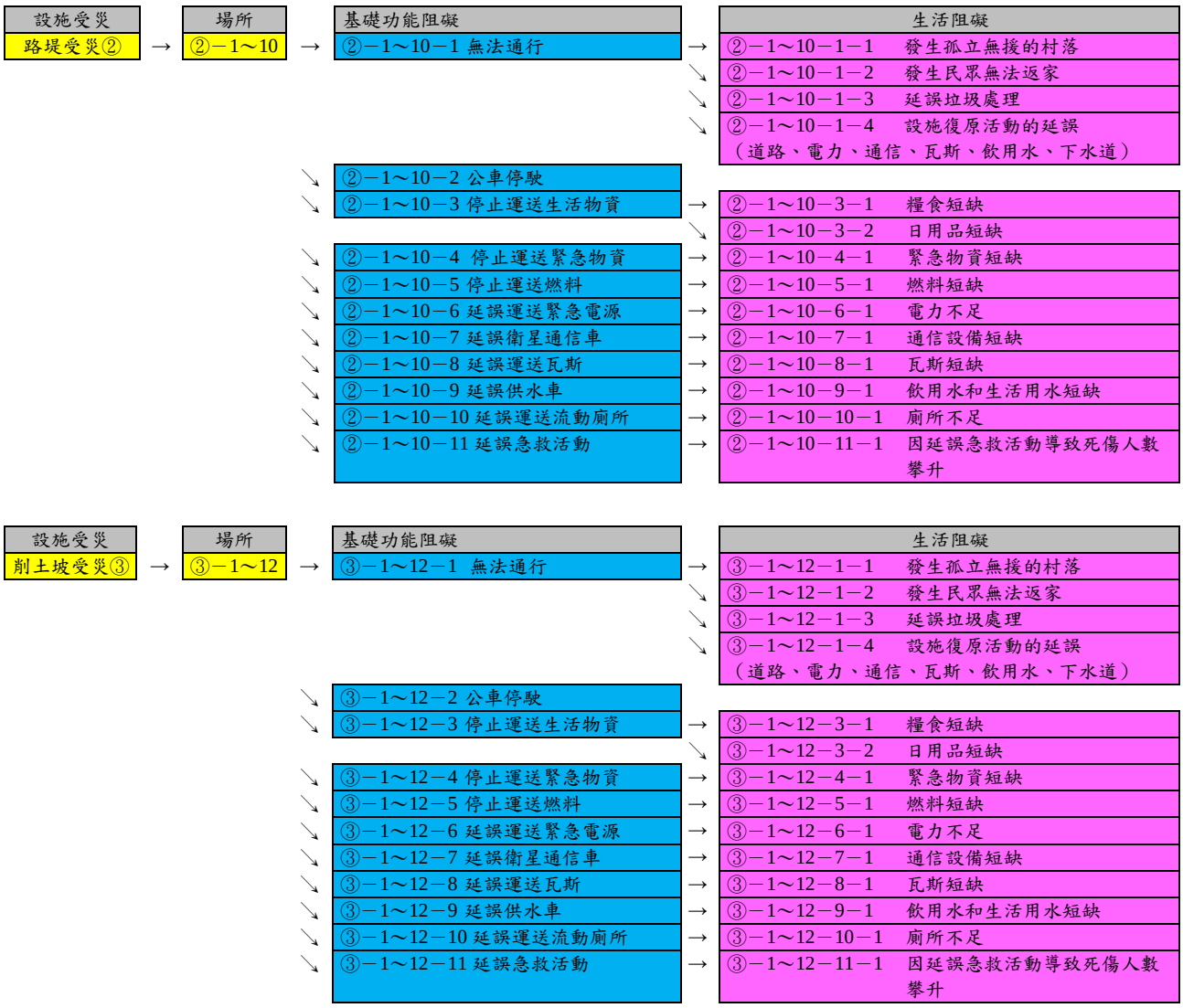


圖2.4.25 災情發生情境情境（關注區域U）

2)　關注區域V災害發生情境情境

關注區域U發生設施災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如圖2.4.26所示。

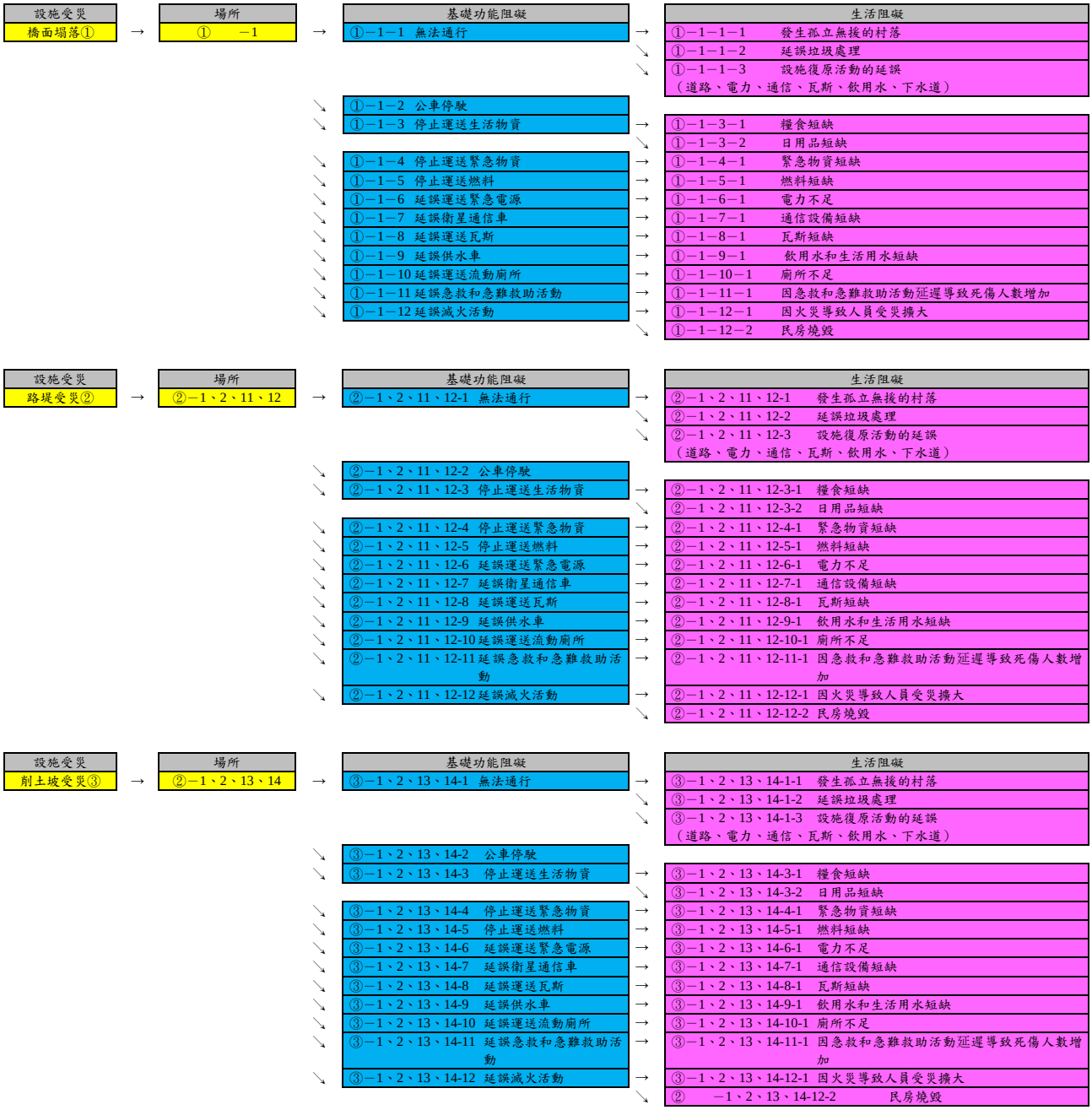


圖2.4.26　災情發生情境（關注區域V）

3)　關注區域W災害發生情境

關注區域W發生設施災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如圖2.4.27所示。

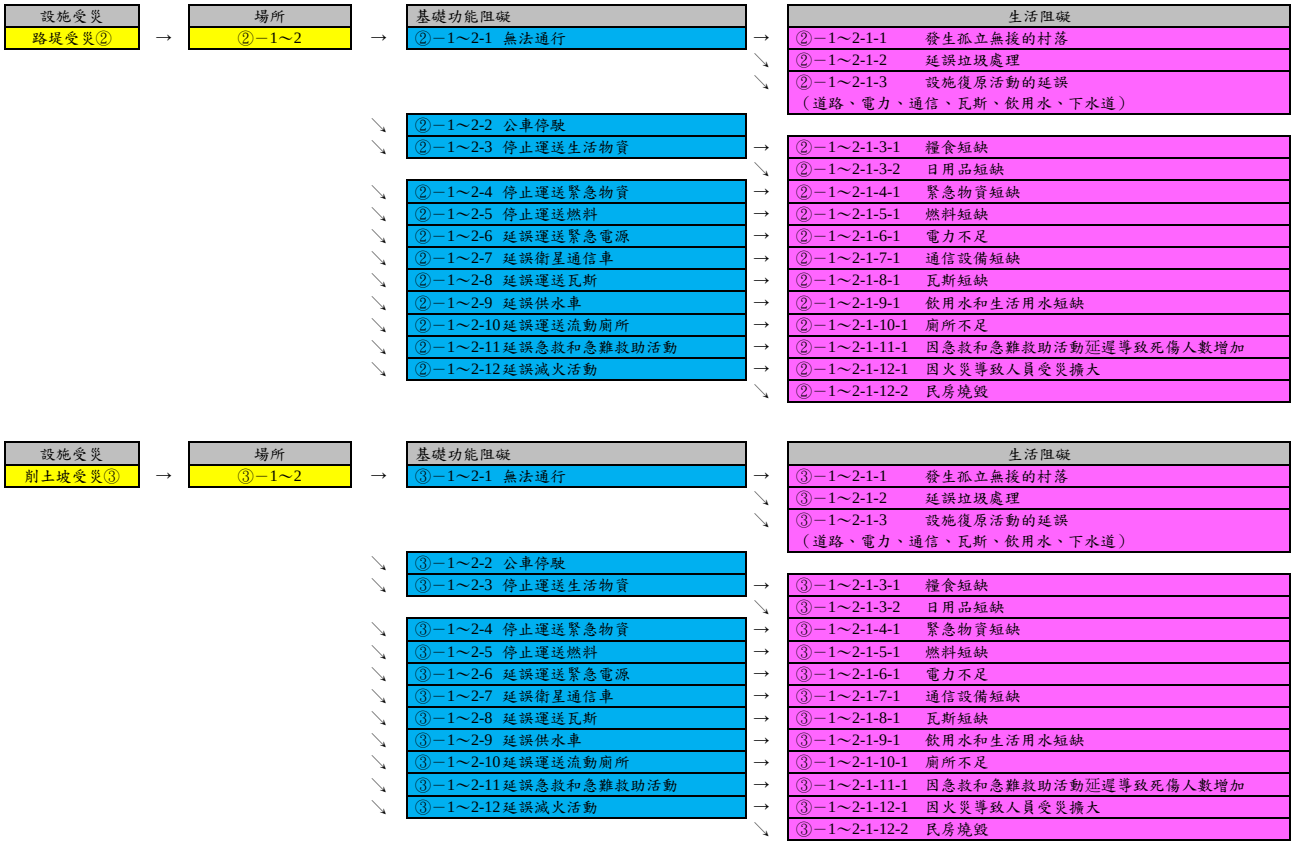


圖2.4.27　災情情境（關注區域W）

4)　關注區域X災害發生情境

關注區域X發生設施災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如圖2.4.28所示。



圖2.4.28　災情情境（關注區域X）

5)　關注區域Y災害發生情境

關注區域Y發生設施災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如圖2.4.29所示。

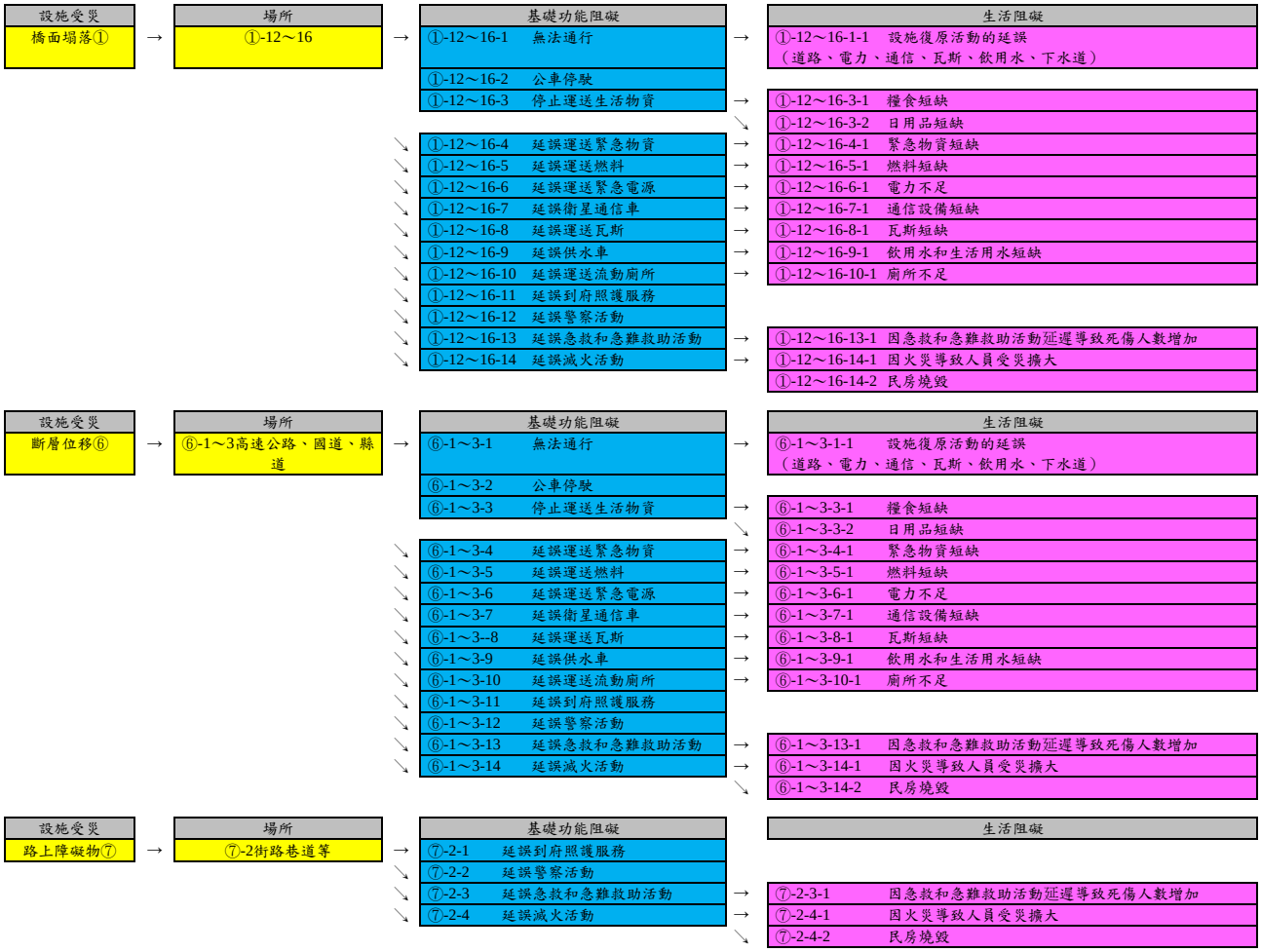


圖2.4.29　災情情境（關注區域Y）

6)　關注區域Z（無超過外力）災害發生情境

關注區域Z設施發生災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如圖2.4.30所示。

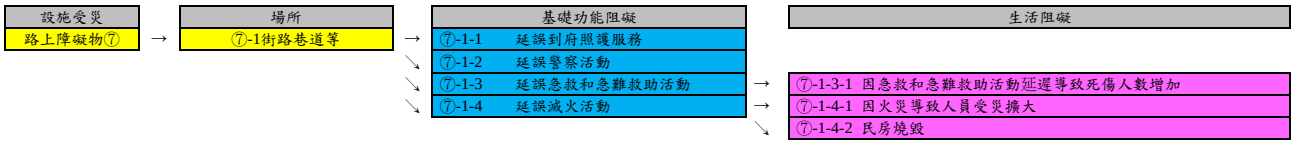


圖2.4.30　災情情境（關注區域Z：無超過外力）

7)　關注區域Z（有超過外力）災害發生情境

關注區域Z設施發生災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如圖2.4.31所示。

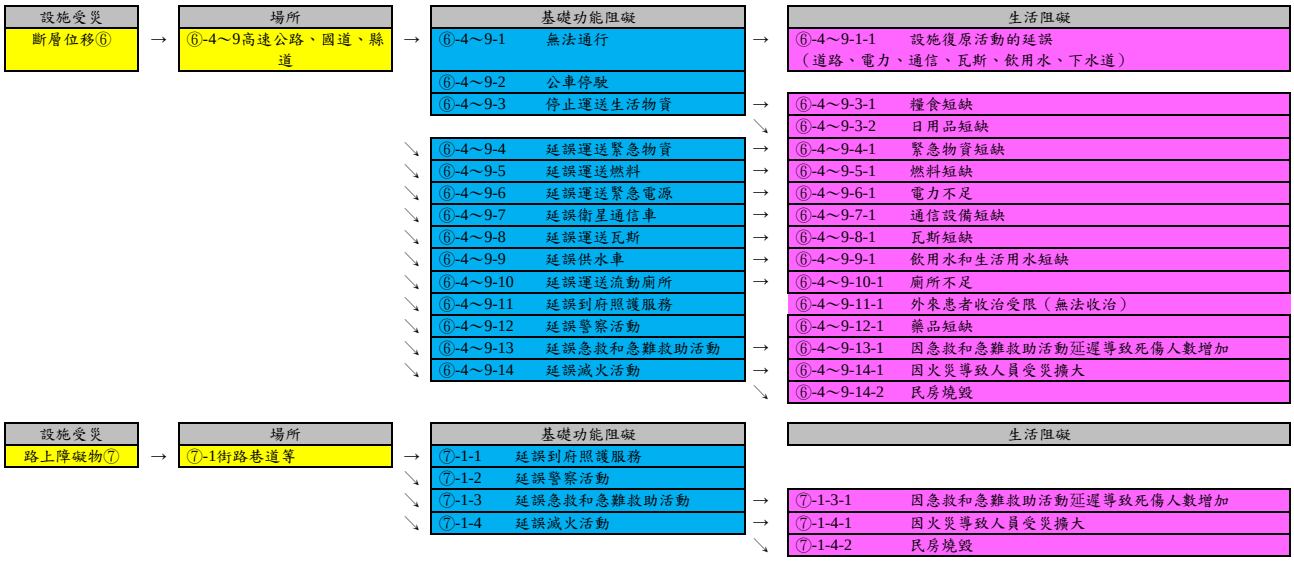


圖2.4.31　災情情境（關注區域Z：有超過外力）

(4) 阻礙風險分析

1) 關注區域U

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a) 受災級數的設定及復原區域的設定

雖參考防災專責人員的看法和各項設施的危險程度，思考設定各項設施的受災型態程度，但在此是基於兵庫縣南部地震的案例，推測各種受災型態的部位數。表2.4.35表示兵庫縣南部地震的受災型態和禁止通行部位數。其中，路堤和削土坡受災相關受災型態為，土石崩落13處和路面損傷65處，相當於削土坡崩塌的的13處土石崩落，相當於路堤和削土坡受災的17%（=13÷78×100）。關注區域U發生路堤和削土坡受災有22處，在相當於17%的約4個部位上發生削土坡崩塌，剩餘的削土坡受災8處和路堤受災10處，則符合路面損傷。

關注區域U受災型態的推測結果，如表2.4.36所示。

已如表2.4.37所示，設定受災級數和復原區域。

表2.4.35 兵庫縣南部地震的受災型態和禁止通行部位數

受災型態	比例	部位數
橋梁	39%	72
落石	6%	11
土石崩落	7%	13
民房倒塌	12%	22
路面損傷	35%	65
合計	—	183

＊從道路震災對策便覽（震前對策篇）10）的圖2.3.2，計算各種受災型態的部位數

表2.4.36 受災型態的推測結果（關注區域U）

兵庫縣南部地震			關注區域		
受災型態	部位數	比例	設施受災	受災型態	部位數
土石崩落	13	17%	削土坡受災	崩塌	4
路面損傷	65	83%		路面損傷	8
			路堤受災	路面損傷	10
合計	78	100%	合計		22

表2.4.37　受災級數和復原區域（關注區域U）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-1無法通行	②-1～10-1-3延誤垃圾處理	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-3停止運送生活物資	②-1～10-3-1糧食短缺	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-3停止運送生活物資	②-1～10-3-2日用品短缺	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-4停止運送緊急物資	②-1～10-4-1緊急物資短缺	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-9延誤供水車	②-1～10-9-1飲用水和生活用水短缺	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-10延誤運送流動廁所	②－1～10－10－1廁所不足	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-11延誤急救活動	②-1～10-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	小	①	縣道60號
路堤受災②	②－1～10	—	②-1～10-12復原經費	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-1無法通行	③-1～12-1-3延誤垃圾處理	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-3停止運送生活物資	③－1～12－3－1糧食短缺	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-3停止運送生活物資	③-1～12-3-2日用品短缺	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-4停止運送緊急物資	③-1～12-4-1緊急物資短缺	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-9延誤供水車	③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-10延誤運送流動廁所	③-1～12-10-1廁所不足	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-11延誤急救活動	③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	小	①	縣道60號
削土坡受災③	③－1～12	—	③-1～12-12復原經費	小	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-1無法通行	③-1～12-1-3延誤垃圾處理	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-3停止運送生活物資	③－1～12－3－1糧食短缺	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-3停止運送生活物資	③-1～12-3-2日用品短缺	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-4停止運送緊急物資	③-1～12-4-1緊急物資短缺	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-9延誤供水車	③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-10延誤運送流動廁所	③-1～12-10-1廁所不足	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-11延誤急救活動	③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大	①	縣道60號
削土坡崩塌③	③－1～12	—	③-1～12-12復原經費	大	①	縣道60號

(b)　嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.38所示。設施受災數量非常多，因此大幅超過因應能力，而將重建期間定為2～3週後。無繞道路，會大幅延長對於開始影響期間所預估的重建期間。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性；參考表2.4.10、表2.4.11設定經濟受災的嚴重性。

表2.4.38　嚴重性的評估結果（關注區域U）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析								
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-1-3延誤垃圾處理	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-3-1糧食短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-3-2日用品短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-4-1緊急物資短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-9-1飲用水和生活用水短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
路堤受災②	②－1～10	②－1～10－10－1廁所不足	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-12復原經費	大幅超過	2～3週後	無繞道					小	小
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-1-3延誤垃圾處理	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小
削土坡受災③	③－1～12	③－1～12－3－1糧食短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-3-2日用品短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-4-1緊急物資短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-10-1廁所不足	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-12復原經費	大幅超過	2～3週後	無繞道					小	小
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-1-3延誤垃圾處理	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小
削土坡崩塌③	③－1～12	③－1～12－3－1糧食短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-3-2日用品短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-4-1緊急物資短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	大幅超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-10-1廁所不足	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大幅超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-12復原經費	大幅超過	2～3週後	無繞道					中	中

(c) 可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.39所示。

表2.4.39 可能性的評估結果（關注區域U）

財物受災	可能性	評分	說明
路堤等受災	多	5	每年發生路堤等受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「多」。
削土坡崩塌	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），而將可能性視為「鮮少」。

(d) 重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.40表示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.41所示。

表2.4.40 阻礙重大性的評估結果（關注區域U）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-1-3延誤垃圾處理	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-3-1糧食短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-3-2日用品短缺	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-4-1緊急物資短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
路堤受災②	②－1～10	②－1～10－10－1廁所不足	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路堤受災②	②－1～10	②-1～10-12復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-1-3延誤垃圾處理	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～12	③－1～12－3－1糧食短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-3-2日用品短缺	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-4-1緊急物資短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-10-1廁所不足	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
削土坡受災③	③－1～12	③-1～12-12復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-1-3延誤垃圾處理	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③－1～12－3－1糧食短缺	中		中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-3-2日用品短缺	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-4-1緊急物資短缺	中		中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-10-1廁所不足	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	大		大	70	鮮少	鮮少	2	140	迴避或移轉
削土坡崩塌③	③－1～12	③-1～12-12復原經費		中	中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉

表2.4.41　風險矩陣圖（關注區域U）

可能性						
	多		路堤受災②-1～10 ②-1～10-1-3延誤垃圾處理 ②-1～10-3-2日用品短缺 ②－1～10－10－1廁所不足 ②-1～10-12復原經費 削土坡受災③-1～12 ③-1～12-1-3延誤垃圾處理 ③-1～12-3-2日用品短缺 ③-1～12-10-1廁所不足 ③-1～12-12復原經費	路堤受災②-1～10 ②-1～10-3-1糧食短缺 ②-1～10-4-1緊急物資短缺 ②-1～10-9-1飲用水和生活用水短缺 削土坡受災③-1～12 ③－1～12－3－1糧食短缺 ③-1～12-4-1緊急物資短缺 ③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺	路堤受災②-1～10 ②-1～10-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加 削土坡受災③-1～12 ③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	
	普通					
	少					
	鮮少		削土坡崩塌③-1～12 ③-1～12-1-3延誤垃圾處理 ③-1～12-3-2日用品短缺 ③-1～12-10-1廁所不足	削土坡崩塌③-1～12 ③－1～12－3－1糧食短缺 ③-1～12-4-1緊急物資短缺 ③-1～12-9-1飲用水和生活用水短缺 ③-1～12-12復原經費	削土坡崩塌③-1～12 ③-1～12-11-1因延誤急救活動導致死傷人數增加	
	稀少					
		可忽視 （極小）	小	中	大	非常龐大
		嚴重性				

2)　關注區域V的重大性

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a)　受災級數的設定及復原區域的設定

關注區域V的受災型態，如表2.4.42所示。此外，如表2.4.43設定受災級數和復原區域。

表2.4.42　受災型態（關注區域V）

設施受災	場所	受災型態	部位數
橋面塌落①	①－1	橋面塌落	1
路堤受災②	②－1・2・11・12	龜裂、陷落等（路面損傷）	4
削土坡受災③	②－1・2・13・14	崩塌	1
		龜裂、陷落等（路面損傷）	3

表2.4.43　受災級數和復原區域（關注區域V）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
橋面塌落①	①-1	①-1-1無法通行	①-1-1-2延誤垃圾處理	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①-1-3停止運送生活物資	①-1-3-1糧食短缺	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①--1-3停止運送生活物資	①-1-3-2日用品短缺	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①--1-4停止運送緊急物資	①-1-4-1kp006406.docx緊急物資短缺	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①--1-9延誤供水車	①-1-9-1kp006406.docx飲用水和生活用水短缺	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①-1-10延誤運送流動廁所	①-1-10-1廁所不足	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①-1-11延誤急救和急難救助活動	①-1-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	①-1-12延誤滅火活動	①-1-12-1因火災擴大人員受災	大	②	縣道29號
橋面塌落①	①-1	—	①-1-13-1復原經費	大	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-1無法通行	②-1・2・11・12-1-2延誤垃圾處理	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-3停止運送生活物資	②-1・2・11・12-3-1糧食短缺	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-3停止運送生活物資	②-1・2・11・12-3-2日用品短缺	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-4停止運送緊急物資	②-1・2・11・12-4-1緊急物資短缺	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-9延誤供水車	②-1・2・11・12-9-1飲用水和生活用水短缺	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-10延誤運送流動廁所	②-1・2・11・12-10-1廁所不足	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-11延誤急救和急難救助活動	②-1・2・11・12-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-12延誤滅火活動	②-1・2・11・12-12-1因火災擴大人員受災	小	②	縣道29號
路堤受災②	②－1、2、11、12	—	②-1・2・11・12-13-1復原經費	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1無法通行	③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3停止運送生活物資	③-1・2・13・14-3-1糧食短缺	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3停止運送生活物資	③-1・2・13・14-3-2日用品短缺	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4停止運送緊急物資	③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9延誤供水車	③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10延誤運送流動廁所	③-1・2・13・14-10-1廁所不足	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11延誤急救和急難救助活動	③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12延誤滅火活動	③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	小	②	縣道29號
削土坡受災③	③-1・2・13・14	—	③-1・2・13・14-13-1復原經費	小	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1無法通行	③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3停止運送生活物資	③-1・2・13・14-3-1糧食短缺	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3停止運送生活物資	③-1・2・13・14-3-2日用品短缺	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4停止運送緊急物資	③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9延誤供水車	③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10延誤運送流動廁所	③-1・2・13・14-10-1廁所不足	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11延誤急救和急難救助活動	③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12延誤滅火活動	③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	大	②	縣道29號
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	—	③-1・2・13・14-13-1復原經費	大	②	縣道29號

(b) 嚴重性的評估

從復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.44所示。設施受災數量多，因此略為超過因應能力，因此將包括用臨時橋梁因應在內的重建期間定為2～3週後。無繞道路，會大幅延長對於開始影響期間所預估的重建期間。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性；參考表2.4.10、表2.4.11設定經濟受災的嚴重性。

表2.4.44 嚴重性的評估結果（關注區域V）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析									
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分	
橋面塌落①	①-1	①-1-1-2延誤垃圾處理	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
橋面塌落①	①-1	①-1-3-1糧食短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
橋面塌落①	①-1	①-1-3-2日用品短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小	10
橋面塌落①	①-1	①-1-4-1緊急物資短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
橋面塌落①	①-1	①-1-9-1飲用水和生活用水短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
橋面塌落①	①-1	①-1-10-1廁所不足	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
橋面塌落①	①-1	①-1-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
橋面塌落①	①-1	①-1-12-1因火災擴大人員受災	略為超過	2～3週後	無繞道		12小時後	大幅延長	大		大	70
橋面塌落①	①-1	①-1-13-1復原經費	略為超過	2～3週後	無繞道					大	大	70
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-1-2延誤垃圾處理	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-3-1糧食短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-3-2日用品短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小	10
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-4-1緊急物資短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-9-1飲用水和生活用水短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-10-1廁所不足	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-12-1因火災擴大人員受災	略為超過	2～3週後	無繞道		12小時後	大幅延長	大		大	70
路堤受災②	②—1、2、11、12	②-1・2・11・12-13-1復原經費	略為超過	2～3週後	無繞道					小	小	10
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1糧食短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2日用品短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小	10
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1廁所不足	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	略為超過	2～3週後	無繞道		12小時後	大幅延長	大		大	70
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1復原經費	略為超過	2～3週後	無繞道					小	小	10
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1糧食短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2日用品短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小	10
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	略為超過	2～3週後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1廁所不足	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	略為超過	2～3週後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	略為超過	2～3週後	無繞道		12小時後	大幅延長	大		大	70
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1復原經費	略為超過	2～3週後	無繞道					中	中	40

(c) 可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.45所示。

表2.4.45 可能性的評估結果（關注區域V）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	稀少	1	50年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「稀少」。
路堤等受災	多	5	每年發生路堤等受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「多」。
削土坡崩塌	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），而將可能性視為「鮮少」。

(d) 重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.46所示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.47所示。

表2.4.46 阻礙重大性的評估結果（關注區域V）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
橋面塌落①	①-1	①-1-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
橋面塌落①	①-1	①-1-3-1糧食短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
橋面塌落①	①-1	①-1-3-2日用品短缺	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
橋面塌落①	①-1	①-1-4-1緊急物資短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
橋面塌落①	①-1	①-1-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
橋面塌落①	①-1	①-1-10-1廁所不足	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
橋面塌落①	①-1	①-1-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
橋面塌落①	①-1	①-1-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
橋面塌落①	①-1	①-1-13-1復原經費		大	大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-3-1糧食短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-3-2日用品短缺	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-4-1緊急物資短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-10-1廁所不足	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路堤受災②	②－1、2、11、12	②-1・2・11・12-13-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1糧食短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2日用品短缺	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	多	多	5	200	迴避
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1廁所不足	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
削土坡受災③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-1糧食短缺	中		中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-3-2日用品短缺	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺	中		中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-10-1廁所不足	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	鮮少	鮮少	2	140	迴避或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	鮮少	鮮少	2	140	迴避或移轉
削土坡崩塌③	③-1・2・13・14	③-1・2・13・14-13-1復原經費		中	中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉

表2.4.47　風險矩陣圖（關注區域V）

可能性						
	多		路堤受災②-1・2・11・12 ②-1・2・11・12-1-2延誤垃圾處理 ②-1・2・11・12-3-2日用品短缺 ②-1・2・11・12-10-1廁所不足 ②-1・2・11・12-13-1復原經費 削土坡受災③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理 ③-1・2・13・14-3-2日用品短缺 ③-1・2・13・14-10-1廁所不足 ③-1・2・13・14-13-1復原經費	路堤受災②-1・2・11・12 ②-1・2・11・12-3-1糧食短缺 ②-1・2・11・12-4-1緊急物資短缺 ②-1・2・11・12-9-1飲用水和生活用水短缺 削土坡受災③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-3-1糧食短缺 ③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺 ③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺	路堤受災②-1・2・11・12 ②-1・2・11・12-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ②-1・2・11・12-12-1因火災擴大人員受災 削土坡受災③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	
	普通					
	少					
	鮮少		削土坡崩塌③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-1-2延誤垃圾處理 ③-1・2・13・14-3-2日用品短缺 ③-1・2・13・14-10-1廁所不足	削土坡崩塌③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-3-1糧食短缺 ③-1・2・13・14-4-1緊急物資短缺 ③-1・2・13・14-9-1飲用水和生活用水短缺 ③-1・2・13・14-13-1復原經費	削土坡崩塌③-1・2・13・14 ③-1・2・13・14-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ③-1・2・13・14-12-1因火災擴大人員受災	
	稀少		橋面塌落①－1 ①-1-1-2延誤垃圾處理 ①-1-3-2日用品短缺 ①-1-10-1廁所不足	橋面塌落①－1 ①-1-3-1糧食短缺 ①-1-9-1飲用水和生活用水短缺 ①-1-9-1飲用水和生活用水短缺	橋面塌落①－1 ①-1-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ①-1-12-1因火災擴大人員受災 ①-1-13-1復原經費	
		可忽視（極小）	小	中	大	非常龐大
		嚴重性				

3)　關注區域W的重大性

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a)　受災級數的設定及復原區域的設定

關注區域W的受災型態，如表2.4.48所示。此外，已如表2.4.49設定受災級數和復原區域。

表2.4.48　受災型態（關注區域W）

設施受災	場所	受災型態	部位數
路堤受災②	②－1～2	龜裂、陷落等（路面損傷）	2
削土坡受災③	③－1～2	崩塌	1
		龜裂、陷落等（路面損傷）	1

表2.4.49　受災級數和復原區域（關注區域W）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-1無法通行	②-1～2-1-2延誤垃圾處理	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-3停止運送生活物資	②-1～2-3-1糧食短缺	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-3停止運送生活物資	②-1～2-3-2日用品短缺	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-4停止運送緊急物資	②-1～2-4-1緊急物資短缺	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-9延誤供水車	②-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-10延誤運送流動廁所	②-1～2-10-1廁所不足	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-11延誤急救和急難救助活動	②-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-12延誤滅火活動	②-1～2-12-1因火災擴大人員受災	小	③	縣道27號
路堤受災②	②－1～2	—	②-1～2-13-1復原經費	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-1無法通行	③-1～2-1-2延誤垃圾處理	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-3停止運送生活物資	③-1～2-3-1糧食短缺	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-3停止運送生活物資	③-1～2-3-2日用品短缺	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-4停止運送緊急物資	③-1～2-4-1緊急物資短缺	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-9延誤供水車	③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-10延誤運送流動廁所	③-1～2-10-1廁所不足	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-11延誤急救和急難救助活動	③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-12延誤滅火活動	③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	小	③	縣道27號
削土坡受災③	③－1～2	—	③-1～2-13-1復原經費	小	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-1無法通行	③-1～2-1-2延誤垃圾處理	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-3停止運送生活物資	③-1～2-3-1糧食短缺	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-3停止運送生活物資	③-1～2-3-2日用品短缺	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-4停止運送緊急物資	③-1～2-4-1緊急物資短缺	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-9延誤供水車	③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-10延誤運送流動廁所	③-1～2-10-1廁所不足	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-11延誤急救和急難救助活動	③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-12延誤滅火活動	③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	大	③	縣道27號
削土坡崩塌③	③－1～2	—	③-1～2-13-1復原經費	大	③	縣道27號

(b) 嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.50所示。有多處設施受災，重建期間設定為5天後。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性；參考表2.4.10、表2.4.11設定經濟受災的嚴重性。

表2.4.50 嚴重性的評估結果（關注區域W）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析								評分	
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）		
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-1-2延誤垃圾處理	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	小		小	10
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-3-1糧食短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-3-2日用品短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-4-1緊急物資短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-10-1廁所不足	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	小		小	10
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	大		大	70
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-12-1因火災擴大人員受災	未超過	5天後	無繞道		12小時後	延長	大		大	70
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-13-1復原經費	未超過	5天後	無繞道					小	小	10
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-1-2延誤垃圾處理	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	小		小	10
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-3-1糧食短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-3-2日用品短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-4-1緊急物資短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-10-1廁所不足	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	小		小	10
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	大		大	70
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	未超過	5天後	無繞道		12小時後	延長	大		大	70
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-13-1復原經費	未超過	5天後	無繞道					小	小	10
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-1-2延誤垃圾處理	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	小		小	10
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-3-1糧食短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-3-2日用品短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-4-1緊急物資短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	未超過	5天後	無繞道		1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-10-1廁所不足	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	小		小	10
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	未超過	5天後	無繞道		3天後	延長	大		大	70
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	未超過	5天後	無繞道		12小時後	延長	大		大	70
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-13-1復原經費	未超過	5天後	無繞道					中	中	40

(c) 可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.51表示。

表2.4.51 可能性的評估結果（關注區域W）

財物受災	可能性	評分	說明
路堤等受災	多	5	每年發生路堤等受災（龜裂、陷落等），因而將可能性視為「多」。
削土坡崩塌	鮮少	2	有鑑於數十年一次的豪雨，將引發削土坡受災（崩塌），而將可能性視為「鮮少」。

(d) 重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.52所示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.53所示。

表2.4.52 阻礙重大性的評估結果（關注區域W）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-3-1糧食短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-3-2日用品短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-4-1緊急物資短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-10-1廁所不足	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路堤受災②	②－1～2	②-1～2-13-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-3-1糧食短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-3-2日用品短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-4-1緊急物資短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-10-1廁所不足	小		小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
削土坡受災③	③－1～2	③-1～2-13-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-1-2延誤垃圾處理	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-3-1糧食短缺	極小		極小	1	鮮少	鮮少	2	2	被動驗收
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-3-2日用品短缺	極小		極小	1	鮮少	鮮少	2	2	被動驗收
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-4-1緊急物資短缺	極小		極小	1	鮮少	鮮少	2	2	被動驗收
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	極小		極小	1	鮮少	鮮少	2	2	被動驗收
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-10-1廁所不足	小		小	10	鮮少	鮮少	2	20	主動驗收或移轉
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	鮮少	鮮少	2	140	迴避或移轉
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	大		大	70	鮮少	鮮少	2	140	迴避或移轉
削土坡崩塌③	③－1～2	③-1～2-13-1復原經費		中	中	40	鮮少	鮮少	2	80	主動驗收或移轉

表2.4.53 風險矩陣圖（關注區域W）

可能性	可忽視（極小）	小	中	大	非常龐大
多	路堤受災②-1～2 ②-1～2-3-1糧食短缺 ②-1～2-3-2日用品短缺 ②-1～2-4-1緊急物資短缺 ②-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺 削土坡受災③-1～2 ③-1～2-3-1糧食短缺 ③-1～2-3-2日用品短缺 ③-1～2-4-1緊急物資短缺 ③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	路堤受災②-1～2 ②-1～2-1-2延誤垃圾處理 ②-1～2-10-1廁所不足 ②-1～2-13-1復原經費 削土坡受災③-1～2 ③-1～2-1-2延誤垃圾處理 ③-1～2-10-1廁所不足 ③-1～2-13-1復原經費		路堤受災②-1～2 ②-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ②-1～2-12-1因火災擴大人員受災 削土坡受災③-1～2 ③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	
普通					
鮮少	削土坡崩塌③-1～2 ③-1～2-3-1糧食短缺 ③-1～2-3-2日用品短缺 ③-1～2-4-1緊急物資短缺 ③-1～2-9-1飲用水和生活用水短缺	削土坡崩塌③-1～2 ③-1～2-1-2延誤垃圾處理 ③-1～2-10-1廁所不足	削土坡崩塌③-1～2 ③-1～2-13-1復原經費	削土坡崩塌③-1～2 ③-1～2-11-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ③-1～2-12-1因火災擴大人員受災	
稀少					
	嚴重性				

4)　關注區域X的重大性

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a)　受災級數的設定及復原區域的設定

關注區域X的受災型態，如表2.4.54所示。此外，已如表2.4.55設定受災級數和復原區域。

表2.4.54　受災型態（關注區域X）

設施受災	場所	受災型態
路面陷落④	④－1（國道） ④－5（街路巷道）	龜裂、陷落等（路面損傷）
路上漂流物⑤	⑤－5（街路巷道：沿海地區部）	海嘯漂流物

表2.4.55　受災級數和復原區域（關注區域V）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
路面陷落④	④-1	④-1-4延誤運送緊急物資	④-1-4-1緊急物資短缺	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-1	④-1-11運送延誤住院患者等	④-1-11-1外來患者收治受限（無法收治）	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-1	④-1-12延誤運送藥品	④-1-12-1藥品短缺	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-5	④-5-4延誤運送緊急物資	④-5-4-1緊急物資短缺	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-5	④-5-11運送延誤住院患者等	④-5-11-1外來患者收治受限（無法收治）	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-5	④-5-12延誤運送藥品	④-5-12-1藥品短缺	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-5	④-5-15延誤急救和急難救助活動	④-5-15-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-5	④-5-16延誤滅火活動	④-5-16-1因火災擴大人員受災	小	④	關注區域④
路面陷落④	④-5	—	④-5-17-1復原經費	小	④	關注區域④
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-2延誤急救和急難救助活動	⑤-5-2-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	④	關注區域④
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-3延誤滅火活動	⑤-5-3-1因火災擴大人員受災	小	④	關注區域④
路上漂流物⑤	⑤-5	—	⑤-5-4-1復原經費	小	④	關注區域④

(b)　嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.56所示。若考量緊急車輛通過時，則將在當天完成路面陷落和路上漂流物的處理。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性；參考表2.4.10、表2.4.11設定經濟受災的嚴重性。

表2.4.56　嚴重性的評估結果（關注區域X）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析									
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分	
路面陷落④	④-1	④-1-4-1緊急物資短缺	未超過	1天後			1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-1	④-1-11-1外來患者收治受限（無法收治）	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-1	④-1-12-1藥品短缺	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-5	④-5-4-1緊急物資短缺	未超過	1天後			1週後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-5	④-5-11-1外來患者收治受限（無法收治）	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-5	④-5-12-1藥品短缺	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-5	④-5-15-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路面陷落④	④-5	④-5-16-1因火災擴大人員受災	未超過	1天後			12小時後	延長	大		大	70
路面陷落④	④-5	④-5-17-1復原經費	未超過	1天後						小	小	10
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-2-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-3-1因火災擴大人員受災	未超過	1天後			12小時後	延長	大		大	70
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-4-1復原經費	未超過	1天後						小	小	10

(c) 可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.57所示。

表2.4.57 可能性的評估結果（關注區域X）

財物受災	可能性	評分	說明
路面陷落	多	5	有液化疑慮的地區常發生路面陷落，因而將可能性訂為「多」。
路上漂流物	多	5	海嘯的受災地區常發生路上漂流物的災情，因而將可能性訂為「多」。

(d) 重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.58所示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.59所示。

表2.4.58 阻礙重大性的評估結果（關注區域X）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
路面陷落④	④-1	④-1-4-1緊急物資短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-1	④-1-11-1外來患者收治受限（無法收治）	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-1	④-1-12-1藥品短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-5	④-5-4-1緊急物資短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-5	④-5-11-1外來患者收治受限（無法收治）	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-5	④-5-12-1藥品短缺	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-5	④-5-15-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路面陷落④	④-5	④-5-16-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路面陷落④	④-5	④-5-17-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-2-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-3-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路上漂流物⑤	⑤-5	⑤-5-4-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收

表2.4.59 風險矩陣圖（關注區域X）

可能性						
	多	路面陷落④－1 ④-1-4-1緊急物資短缺 ④-1-11-1外來患者收治受限（無法收治） ④-1-12-1藥品短缺				
		路面陷落④－5 ④-5-4-1緊急物資短缺 ④-5-11-1外來患者收治受限（無法收治） ④-5-12-1藥品短缺 ④-5-15-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	路面陷落④－5 ④-5-17-1復原經費		路面陷落④－5 ④-5-16-1因火災擴大人員受災	
		路上漂流物⑤－5 ⑤-5-2-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	路上漂流物⑤－5 ⑤-5-4-1復原經費		路上漂流物⑤－5 ⑤-5-3-1因火災擴大人員受災	
	普通					
	少					
	鮮少					
	稀少					
		可忽視（極小）	小	中	大	非常龐大
		嚴重性				

5) 在關注區域Y中的嚴重性

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a) 受災級數的設定及復原區域的設定

在關注區域Y中的受災型態，如表2.4.60所示。此外，已如表2.4.61設定受災級數和復原區域。

表2.4.60 受災型態（關注區域Y）

設施受災	場所	受災型態	部位數
橋面塌落①	①－12～16	橋面塌落	5
斷層位移⑥	⑥－1～3	因斷層位移造成道路中斷	3
路上障礙物⑦	⑦－2（街路巷道）	電線桿等傾斜、倒塌	—

表2.4.61 受災級數和復原區域（關注區域Y）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-3停止運送生活物資	①-12～16-3-1糧食短缺	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-3停止運送生活物資	①-12～16-3-2日用品短缺	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-4停止運送緊急物資	①-12～16-4-1緊急物資短缺	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-9延誤供水車	①-12～16-9-1飲用水和生活用水短缺	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-10延誤運送流動廁所	①-12～16-10-1廁所不足	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-13延誤急救和急難救助活動	①-12～16-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-14延誤滅火活動	①-12～16-14-1因火災擴大人員受災	大	⑤	關注區域⑤
橋面塌落①	①-12～16	—	①-12～16-17-1復原經費	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3停止運送生活物資	⑥-1～3-3-1糧食短缺	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3停止運送生活物資	⑥-1～3-3-2日用品短缺	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-4停止運送緊急物資	⑥-1～3-4-1緊急物資短缺	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-9延誤供水車	⑥-1～3-9-1飲用水和生活用水短缺	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-10延誤運送流動廁所	⑥-1～3-10-1廁所不足	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-13延誤急救和急難救助活動	⑥-1～3-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-14延誤滅火活動	⑥-1～3-14-1因火災擴大人員受災	大	⑤	關注區域⑤
斷層位移⑥	⑥-1～3	—	⑥-1～3-15-1復原經費	大	⑤	關注區域⑤
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-3延誤急救和急難救助活動	⑦-2-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	⑤	關注區域⑤
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-4延誤滅火活動	⑦-2-4-1因火災擴大人員受災	小	⑤	關注區域⑤
路上障礙物⑦	⑦-2	—	⑦-2-5-1復原經費	小	⑤	關注區域⑤

(b) 嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.62所示。設施災情嚴重，遠超過因應能力，因而將包括搭設多座臨時橋梁在內的重建期間訂為1個月後。無繞道路，會大幅延長對於開始影響期間所預估的重建期間。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性；參考表2.4.10、表2.4.11設定經濟受災的嚴重性。

表2.4.62　嚴重性的評估結果（關注區域Y）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析									
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分	
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-3-1糧食短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	中		中	40
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-3-2日用品短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	小		小	10
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-4-1緊急物資短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	中		中	40
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-9-1飲用水和生活用水短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	中		中	40
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-10-1廁所不足	大幅超過	1個月後	無統道		3天後	大幅延長	小		小	10
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大幅超過	1個月後	無統道		3天後	大幅延長	大		大	70
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-14-1因火災擴大人員受災	大幅超過	1個月後	無統道		12小時後	大幅延長	大		大	70
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-17-1復原經費	大幅超過	1個月後	無統道					大	大	70
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-1糧食短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	中		中	40
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-2日用品短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	小		小	10
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-4-1緊急物資短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	中		中	40
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-9-1飲用水和生活用水短缺	大幅超過	1個月後	無統道		1週後	大幅延長	中		中	40
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-10-1廁所不足	大幅超過	1個月後	無統道		3天後	大幅延長	小		小	10
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大幅超過	1個月後	無統道		3天後	大幅延長	大		大	70
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-14-1因火災擴大人員受災	大幅超過	1個月後	無統道		12小時後	大幅延長	大		大	70
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-15-1復原經費	大幅超過	1個月後	無統道					大	大	70
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大幅超過	1個月後	無統道		3天後	大幅延長	大		大	70
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-4-1因火災擴大人員受災	大幅超過	1個月後	無統道		12小時後	大幅延長	大		大	70
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-5-1復原經費	大幅超過	1個月後	無統道					小	小	10

(c)　可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.63表示。

表2.4.63　可能性的評估結果（關注區域Y）

財物受災	可能性	評分	說明
橋面塌落	稀少	1	50年未曾發生過一次可能引發橋面塌落的地震和海嘯，因而將可能性視為「稀少」。
斷層位移	稀少	1	50年未曾發生過一次因斷層位移造成可能引起道路中斷的地震，因而將可能性視為「稀少」。
路上障礙物	多	5	在搖晃程度大的地區中，常發生電線桿傾斜等路上障礙物的災情，因而將可能性訂為「多」。

(d) 重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.64所示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.65所示。

表2.4.64 阻礙重大性的評估結果（關注區域Y）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-3-1糧食短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-3-2日用品短缺	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-4-1緊急物資短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-10-1廁所不足	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-14-1因火災擴大人員受災	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
橋面塌落①	①-12～16	①-12～16-17-1復原經費		大	大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-1糧食短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-3-2日用品短缺	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-4-1緊急物資短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-10-1廁所不足	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-14-1因火災擴大人員受災	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-1～3	⑥-1～3-15-1復原經費		大	大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-4-1因火災擴大人員受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路上障礙物⑦	⑦-2	⑦-2-5-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收

表2.4.65 風險矩陣圖（關注區域Y）

可能性		可忽視（極小）	小	中	大	非常龐大
	多	路面陷落④－1 ④-1-4-1緊急物資短缺 ④-1-11-1外來患者收治受限（無法收治） ④-1-12-1藥品短缺				
		路面陷落④－5 ④-5-4-1緊急物資短缺 ④-5-11-1外來患者收治受限（無法收治） ④-5-12-1藥品短缺 ④-5-15-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	路面陷落④－5 ④-5-17-1復原經費		路面陷落④－5 ④-5-16-1因火災擴大人員受災	
		路上漂流物⑤－5 ⑤-5-2-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	路上漂流物⑤－5 ⑤-5-4-1復原經費		路上漂流物⑤－5 ⑤-5-3-1因火災擴大人員受災	
	普通					
	少					
	鮮少					
	稀少					
		嚴重性				

6)　關注區域Z（無超過外力）的重大性

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a)　受災級數的設定及復原區域的設定

關注區域Z的受災型態，如表2.4.66所示。此外，已如表2.4.67設定受災級數和復原區域。

表2.4.66　受災型態（關注區域Z：無超過外力）

設施受災	場所	受災型態	部位數
路上障礙物⑦	⑦－2（街路巷道）	電線桿等傾斜、倒塌	—

表2.4.67　受災級數和復原區域（關注區域Z：無超過外力）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-3延誤急救和急難救助活動	⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	⑦	關注區域⑥
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-4延誤滅火活動	⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	小	⑦	關注區域⑥
路上障礙物⑦	⑦-1	—	⑦-1-5-1復原經費	小	⑦	關注區域⑥

(b)　嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.68所示。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性。

表2.4.68　嚴重性的評估結果（關注區域Z：無超過外力）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析									
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分	
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	未超過	1天後			3天後	縮短或相同程度	極小		極小	1
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	未超過	1天後			12小時後	延長	大		大	70
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1復原經費	未超過	1天後			12小時後	延長		小	小	10

(c)　可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.69所示。

表2.4.69　可能性的評估結果（關注區域Z：無超過外力）

財物受災	可能性	評分	說明
路上障礙物	多	5	在搖晃程度大的地區中，常發生電線桿傾斜等路上障礙物的災情，因而將可能性訂為「多」。

(d)　重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.70所示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.71所示。

表2.4.70　阻礙重大性的評估結果（關注區域Z：無超過外力）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	極小		極小	1	多	多	5	5	主動驗收
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收

表2.4.71　風險矩陣圖（關注區域Z：無超過外力）

可能性						
	多	路上障礙物⑦-1 ⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	路上障礙物⑦-1 ⑦-1-5-1復原經費		路上障礙物⑦-1 ⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	
	普通					
	少					
	鮮少					
	稀少					
		可忽視（極小）	小	中	大	非常龐大
		嚴重性				

7) 在關注區域Z（有超過外力）的重大性

依循圖2.4.1流程進行風險分析。

(a) 受災級數的設定及復原區域的設定

關注區域Z的受災型態，如表2.4.72所示。此外，已如表2.4.73設定受災級數和復原區域。

表2.4.72 受災型態（關注區域Z：有超過外力）

設施受災	場所	受災型態	部位數
橋面塌落①	①－12～16	橋面塌落	5
斷層位移⑥	⑥－1～3	因斷層位移造成道路中斷	3
路上障礙物⑦	⑦－2（街路巷道）	電線桿等傾斜、倒塌	—

表2.4.73 受災級數和復原區域（關注區域Z：有超過外力）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3停止運送生活物資	⑥-4～9-3-1糧食短缺	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3停止運送生活物資	⑥-4～9-3-2日用品短缺	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-4停止運送緊急物資	⑥-4～9-4-1緊急物資短缺	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-9延誤供水車	⑥-4～9-9-1飲用水和生活用水短缺	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-10延誤運送流動廁所	⑥-4～9-10-1廁所不足	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-11運送延誤住院患者等	⑥-4～9-11-1外來患者收治受限（無法收治）	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-12延誤運送藥品	⑥-4～9-12-1藥品短缺	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-13延誤急救和急難救助活動	⑥-4～9-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-14延誤滅火活動	⑥-4～9-14-1因火災擴大人員受災	大	⑥	關注區域⑥
斷層位移⑥	⑥-4～9	—	⑥-4～9-15-1復原經費	大	⑥	關注區域⑥
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-3延誤急救和急難救助活動	⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	小	⑥	關注區域⑥
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-4延誤滅火活動	⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	小	⑥	關注區域⑥
路上障礙物⑦	⑦-1	—	⑦-1-5-1復原經費	小	⑥	關注區域⑥

(b) 嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。評估結果，如表2.4.74所示。設施災情嚴重，遠超過因應能力，因而將包括搭設多座臨時橋梁在內的重建期間訂為1個月後。無繞道路，會大幅延長對於開始影響期間所預估的重建期間。

基於表2.4.9嚴重性的等級，參考表2.4.12設定人員受災的嚴重性；參考表2.4.10、表2.4.11設定經濟受災的嚴重性。

表2.4.74　嚴重性的評估結果（關注區域Z：有超過外力）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析									
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分	
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-1糧食短缺	大幅超過	1個月後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-2日用品短缺	大幅超過	1個月後	無繞道		1週後	大幅延長	小		小	10
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-4-1緊急物資短缺	大幅超過	1個月後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-9-1飲用水和生活用水短缺	大幅超過	1個月後	無繞道		1週後	大幅延長	中		中	40
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-10-1廁所不足	大幅超過	1個月後	無繞道		3天後	大幅延長	小		小	10
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-11-1外來患者收治受限（無法收治）	大幅超過	1個月後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-12-1藥品短缺	大幅超過	1個月後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大幅超過	1個月後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-14-1因火災擴大人員受災	大幅超過	1個月後	無繞道		12小時後	大幅延長	大		大	70
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-15-1復原經費	大幅超過	1個月後	無繞道					大	大	70
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大幅超過	1個月後	無繞道		3天後	大幅延長	大		大	70
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	大幅超過	1個月後	無繞道		12小時後	大幅延長	大		大	70
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1復原經費	大幅超過	1個月後	無繞道					小	小	10

(c)　可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.75所示。

表2.4.75　可能性的評估結果（關注區域Z：有超過外力）

財物受災	可能性	評分	說明
斷層位移	稀少	1	50年未曾發生過一次因斷層位移造成可能引起道路中斷的地震，因而將可能性視為「稀少」。
路上障礙物	多	5	在搖晃程度大的地區中，常發生電線桿傾斜等路上障礙物的災情，因而將可能性訂為「多」。

(d) 重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生的可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.76所示。此外，一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.77所示。

表2.4.76 阻礙重大性的評估結果（關注區域Z：有超過外力）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-1糧食短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-3-2日用品短缺	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-4-1緊急物資短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-9-1飲用水和生活用水短缺	中		中	40	稀少	稀少	1	40	主動驗收
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-10-1廁所不足	小		小	10	稀少	稀少	1	10	主動驗收或移轉
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-11-1外來患者收治受限（無法收治）	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-12-1藥品短缺	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-14-1因火災擴大人員受災	大		大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
斷層位移⑥	⑥-4～9	⑥-4～9-15-1復原經費		大	大	70	稀少	稀少	1	70	迴避或移轉
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	大		大	70	多	多	5	350	迴避
路上障礙物⑦	⑦-1	⑦-1-5-1復原經費		小	小	10	多	多	5	50	主動驗收

表2.4.77 風險矩陣圖（關注區域Z：有超過外力）

可能性						
	多		路上障礙物⑦-1 ⑦-1-5-1復原經費		路上障礙物⑦-1 ⑦-1-3-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ⑦-1-4-1因火災擴大而人員的受災	
	普通					
	少					
	鮮少					
	稀少		斷層位移⑥-4～9 ⑥-4～9-3-2日用品短缺 ⑥-4～9-10-1廁所不足	斷層位移⑥-4～9 ⑥-4～9-3-1糧食短缺 ⑥-4～9-4-1緊急物資短缺 ⑥-4～9-9-1飲用水和生活用水短缺	斷層位移⑥-4～9 ⑥-4～9-11-1外來患者收治受限（無法收治） ⑥-4～9-12-1藥品短缺 ⑥-4～9-13-1因延誤急救和急難救助活動導致死傷人數增加 ⑥-4～9-14-1因火災擴大人員受災 ⑥-4～9-15-1復原經費	
		可忽視（極小）	小	中	大	非常龐大
		嚴重性				

2.4.3　個案研究（河川領域的災害風險分析）

D河川辦公室管轄內當中，以a河川水系直轄（由國家管理）為對象，實施河川領域風險分析。

(1)　掌握設施受災等

掌握河川設施災情時，以某水防計畫書的重要水防部位和重要程度A為對象進行掌握。重要程度A為水防上的最重要區間，洪水恐有越過河堤之虞的部位、尚未實施漏水與潰堤對策施工的部位等。本檢討中，在河川設施受到地震災情，而無法發揮該功能時的風險上，並未列入無堤防區間等。掌握結果，如表2.4.78所示。

表2.4.78　掌握河川設施的危險部位（摘錄自E市水防計畫書）

河川名稱	場所		綿長	注意理由
a河川	E市葵區　　發電廠附近 KAKA	右岸	160m	河流的橫截面積不足
b河川	E市葵區KIKI　KUKU橋下游	左岸	180m	沖刷未施工
b河川	E市葵區　　c河川匯合處 KEKE	右岸	280m	沖刷未施工
b河川	E市葵區　　發電廠 KOKO	右岸	400m	截斷面、頂端不足
b河川	E市葵區SASA　SISI橋	右岸	220m	沖刷未施工

(2)　掌握阻礙

掌握阻礙時，有效運用某市防災資訊圖的洪水危害圖。此淹水假設區域是考量平成21(2009)年7月當時的a河川及b河川的河道維護情況，依照洪水防禦相關計畫基本中，約150年一次的致災性強降雨（12小時雨量383mm）模擬情況，求出a河川及b河川氾濫時的假設淹水情況。

AA地區、II地區、UU地區幾乎出現無淹水的結果。此外，EE地區的淹水範圍無民房，因此從阻礙掌握區域中排除。OO地區的洪水危害圖和設施受災位置，如圖2.4.32所示。

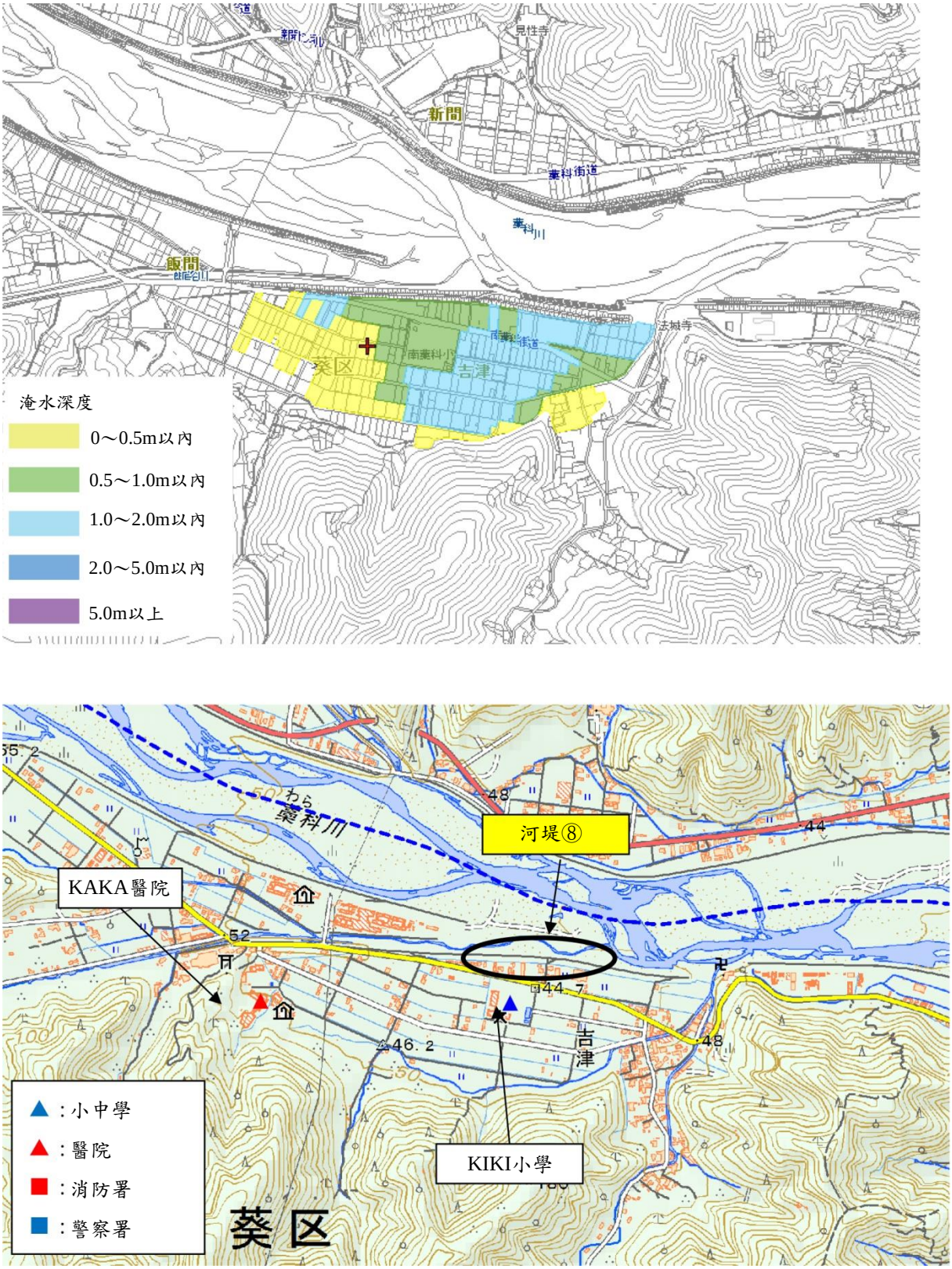


圖2.4.32　OO地區的洪水危害圖和設施位置

如表2.4.79所示事項，假設因設施災情而發生基礎功能阻礙。

表2.4.79　基礎功能阻礙（OO地區）

基礎功能阻礙	說明
河堤漏水	假設E市葵區OO與c河川匯合處河堤漏水。

生活阻礙的假設事項，如表2.4.80所示。

表2.4.80　生活阻礙（OO地區）

生活阻礙	說明
降雨時會提高水災風險	假設因河堤漏水，造成吉津地區發生淹水風險，民眾和建築物受災。

(3)　製作災害發生情境

OO地區發生設施災害與其場所、基礎功能阻礙、生活阻礙相關災情情境，如表2.4.81所示。

表2.4.81　災情情境（OO地區）

設施受災	→	場所	→	基礎功能阻礙	→	生活阻礙
路堤受災②	→	⑧-1	→	⑧-1-1　河堤漏水	→	⑧-1-1-1　降雨時會提高水災風險（人員受災）
					↘	⑧-1-1-2　降雨時會提高水災風險（建築物受災）

(4)　阻礙風險分析

依循圖2.4.1流程，進行OO地區的風險分析。

(5)　受災級數的設定及復原區域的設定

雖參考防災專責人員的看法和各項設施的危險程度，思考設定各項設施的受災型態程度，但在此有沖刷未施工部位，發生大雨時具有堤防潰堤的高度風險，因而將受災級數設定為大。如表2.4.82設定受災級數和復原區域。

表2.4.82　受災級數和復原區域（OO地區）

財物受災	場所	基礎功能阻礙	生活阻礙、經濟阻礙	受災級數	No.	復原部位、範圍
堤防潰堤⑧	⑧-1	⑧-1-1河堤漏水	⑧-1-1-1降雨時會提高水災風險（人員受災）	大	⑩	吉津
堤防潰堤⑧	⑧-1	⑧-1-1河堤漏水	⑧-1-1-3復原復原經費	大	⑩	吉津

(6)　嚴重性的評估

從對復原區域因應能力的超過程度、重建期間的預估，來評估阻礙的嚴重性。一般堤防的重建期間約為2週。假設發生地震的同時也發生強降雨的嚴峻情況，預計將在數小時後發生洪水。

基於表2.4.83判定人員受災。OO地區中，雖在淹水深度1.0～2.0m以內範圍有民房，但處於安全水位地帶，因此未發生人員受災。

表2.4.83　根據淹水深度的死亡率[11)]

	死亡率	淹水深度
危險水位地帶	91.75	4.95m以上（＝地面高度0.45m+樓高2.7m＋1.8m）
準危險水位地帶	12.00	4.35～4.95m
安全水位地帶	0.023	4.35m以內（＝地面高度0.45m+樓高2.7m＋1.2m）

從表2.4.11，各單位延伸的復原經費訂為150萬日圓後，以此乘以該河堤延伸（280m），以計算堤防的復原經費（4.2億日圓）。

基於表2.4.9嚴重性等級的評估結果，如表2.4.84所示。

表2.4.84　嚴重性的評估結果（OO地區）

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析									
			超過因應能力的預估	（重新評估）重建期間	代替內容	代替的重建期間	生活阻礙開始	相對於開始影響期間的重建期間預估	嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分	
堤防潰堤⑧	⑧-1	⑧-1-1-1降雨時會提高水災風險（人員受災）	未超過	2～3週後			3小時後	大幅延長	極小		極小	1
堤防潰堤⑧	⑧-1	⑧-1-1-3復原復原經費	未超過	2～3週後			3小時後	大幅延長		大	大	70

(7)　可能性的評估

評估各項設施的物損發生的可能性。評估結果，如表2.4.85所示。

表2.4.85　可能性的評估結果（關注區域U）

財物受災	可能性	評分	說明
堤防潰堤	鮮少	2	有鑑於數十年一次的強降雨才會引發堤防潰堤，因而將可能性視為「鮮少」。

(8)　重大性的評估

基於阻礙的嚴重性及物損發生可能性，評估因受災而阻礙的重大性。評估結果，如表2.4.86所示。一併記載基於風險值的對策方向性。此外，風險矩陣圖，如表2.4.87所示。

表2.4.86　嚴重性和可能性的評估結果

財物受災	場所	生活阻礙、經濟阻礙	嚴重性的分析				可能性的分析			重大性的分析結果	
			嚴重性（生命）	嚴重性（經濟）	評分		可能性	評分		風險值	對策的方向性
堤防潰堤⑧	⑧-1	⑧-1-1-1降雨時會提高水災風險（人員受災）	極小		極小	1	鮮少	鮮少	2	2	被動驗收
堤防潰堤⑧	⑧-1	⑧-1-1-3復原復原經費		大	大	70	鮮少	鮮少	2	140	迴避或移轉

表2.4.87　風險矩陣圖

可能性						
	多					
	普通					
	少					
	鮮少	堤防潰堤⑧-1 ⑧-1-1-1降雨時 提高水災風險（人員受災）			堤防潰堤⑧-1 ⑧-1-1-3復原復原經費	
	稀少					
		可忽視 （極小）	小	中	大	非常龐大
		嚴重性				

2.4.4 彙總和課題

個案研究的彙總和課題記載如下。

- 已確認在道路領域及河川領域（堤防受災）上，使用檢討後的風險分析方法，可以評估各項阻礙的重大性。
- 在道路領域上，也假設做為關注區域Z超過外力的「因斷層位移造成道路中斷」之後，對於因此而波及的阻礙，進行重大性的評估。接著，已確認可適用已著手檢討的風險分析方法。
- 因沿海地區和山區的地區差異，而造成阻礙上的差異項目則有，「外來患者收治受限（無法收治）」「藥品短缺」。但這些是假設緊急時收治患者的大型醫療設施（醫院），且與山區相較之下，由於這種設施大多集中在沿海地區，因此會因地區性的差異而發生阻礙的差異。
- 關於其他阻礙，並無因地區性的差異而造成重大性的極大不同。

透過上述個案研究，針對道路及河川領域掌握風險後，再進行一系列的評估檢討過程。在確認其他領域的適用性上雖有不足之處，但適用可能性極為充足。

於是，在本研究中，則運用目前為止所獲得的看法，開發出現場掌握風險及支援評估的工具包。次節將闡述關於工具包的開發。

參考文獻

1) 第2次河堤耐震對策緊急檢討委員會資料－4，
http://www.jice.or.jp/sonota/t1/pdf/2306_shiryou4.pdf
2) 東北地方整備局道路部：因東北地方太平洋海洋地震而受災的主要道路相關設施復原情況（截至平成23（2011）年4月6日為止），
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/fukkyuu/110406_fukkyuu.pdf
3) 仙台河川國道辦公室：平成23（2011）年東日本大地震緊急復原情況（道路），截至平成24年（2012）10月1日為止，
http://www.thr.mlit.go.jp/sendai/saigai/121001_douro_fukkyuu_jyoukyou.pdf
4) 「東日本大地震和道路」面板展示，
http://www.thr.mlit.go.jp/road/jisinkannrenjouhou_110311/panel/
5) 道路震災對策便覽（震前對策篇）平成18（2006）年度修訂版，社團法人日本道路協會
6) 庄司學、藤野陽三、阿部雅人：高架道路橋系統地震災損分配最佳化的嘗試，土木學會論文集No.563,I-39,pp79-94,1997.4.
7) 近藤友成：新潟縣中越大震災的道路受災概要和復原與重建對策，北陸地方整備局管轄內技術研究會，2005.9，http://www.hrr.mlit.go.jp/library/happyoukai/h17/pdf/e/e_18.pdf
8) 國土交通省東北地方整備局：關於直轄河川河口部復原事業的實施，
http://www.thr.mlit.go.jp/karyuu/taiheiyouokijisinn/fukkyuukoujikanrenn/120306kyokukisya.pdf
9) 地震調查研究推動本部地震調查委員會：「概觀全國的地震動預測地圖」報告書，
http://jishin.go.jp/main/chousa/05mar_yosokuchizu/index.htm
10) 道路震災對策便覽（震前對策篇）平成18（2006）年度修訂版，社團法人日本道路協會。
11) 國土交通省水管理、國土保全局：水災受災指標分析指南（H25(2013)試行版），
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/seisaku_hyouka/gaiyou/hyouka/pdf/higaisihyou_h25.pdf

2.5 開發災害對策檢討支援工具

2.5.1 災害對策檢討支援工具的開發概要

截至前一節的檢討，彙整了自然災害的特徵與受害波及程度，災情對社會與經濟活動造成何種影響，也進一步彙整了風險分析的手法。此外，考察災害波及構造，從中篩選出的風險加以分析與評估，作為案例分析。風險的分析與評估手法應依據事件及要求的精準度來選擇方法。例如評估受災的可能性時，預設在緊急時作用特別重要的路線當中的橋梁，可能必須要利用結構計算來嚴格評估其受災風險，有時也需要整體的評估，才能充分的評估路線的脆弱性。因此，本研究並未採用標準的或統一的風險評估手法。

另一方面，依據目前為止的檢討結果，防災負責人負責人等更容易預想因災害受害的樣貌、評估這些受害波及之衝擊的嚴重性、針對衝擊嚴重性的檢討對策等自行執行一連串的流程。為協助防災負責人等進行一連串的檢討，本將說明本研究所開發的災害對策檢討支援工具（以下稱為工具包）。

2.5.2 工具包的要件

製作工具包之前，以工具包的結構、各工具具體的功能、檢討作用時必須決定的下列項目為對象，檢討應符合工具包的要件。

- 對象者
- 形式
- 檢討的範圍
- 檢討的對象
- 特定出風險的方法
- 風險分析的方法
- 風險評估的方法
- 風險應對的概念

(1) 對象者

在提高各區域的防災能力上，各組織的防災負責人主動參與討論，加強了解該區域預設的災害極為重要，因此工具包的對象者相關要件如下所示。

- 預設使用工具包的對象者為包括鄉鎮、縣市、國土交通省等在內的防災相關機構的職員。
- 以4人至8人左右的小組運用，便於提出不同的意見且容易展開討論。
- 可應用小組的檢討結果、立場不同者的檢討結果。

(2) 形式

由於是預設以各種不同機構的防災負責人為對象，使用工具包時不需要特殊的設備或技術，以下列作為形式的要件，以確保可在少人數的小組展開討論、積極的檢討。

- 使用者可在A1大小等大型紙張上進行小組討論。
- 可採用備置的紙張或電子裝置，作為有助於小組討論的工具。
- 有助於各使用者拿在手中參照，同時參與討論的工具為以便於討論且參照的大小（A3、A4等）。
- 有助於討論的工具包括電子工具時，一般可使用試算表程式等。

(3) 檢討的範圍

為協助防災負責人等加深認識區域預設災害、超出預設規模的災害（引起過大外力的災害），及對該災害的認識應用至各機構的對策，使用工具包檢討的範圍如下所示。

- 製作災害發生情境情境（由區域的預設受害或衝擊所構成），依據災害發生情境預設影響、評估預設衝擊的嚴重性、對策選單的檢討，都是使用工具包檢討的範圍。
- 在災害發生情境的製作上，可檢討納入考量的過大外力。
- 可彙整道路、河川、維生管線等各重要基礎設施的受害樣貌。
- 主要檢討對象的災害雖然是地震與海嘯災害、風水災、火山災害等，但結構上可應用在道路雪災等。

再者，上述的檢討範圍若適用ISO31000所定義的風險評估程序，如表2.5.1所示。

表2.5.1　檢討範圍與ISO31000程序的應對

使用工具包檢討的程序	ISO31000的風險評估程序
a　災害發生情境的製作	特定出風險 〔特定出風險來源、受到影響的領域、事件（含周邊狀況的變化）及其原因與可能引起的結果〕
b　依據災害發生情境分析 嚴重性	風險分析 〔（已依據特定出風險特定出）加深風險的理解〕
c　評估預設衝擊的嚴重性	風險評估 （比較考量組織狀況後確定的風險基準以及在風險分析程序發現的風險等級）
d　對策的檢討	風險應對 （為修正風險，選出一個以上的選項及實踐這些選項）

(4) 檢討的對象

考量受害及受害帶來的社會影響，篩選區域的預設受害或衝擊時，以下列的分類為對象。

- 人
- 建築物
- 大型購物中心
- 地下街等的地下設施
- 道路
- 鐵道
- 河川
- 港口
- 航空
- 電力
- 通訊
- 瓦斯
- 上水道
- 下水道
- 農業
- 水產業
- 林業
- 重化工業
- 輕工業
- 行政機關
- 金融
- 醫療

(5) 特定出風險的方法

由於特定出風險是一種發現風險、確認、記錄的程序，在使用本工具包的檢討中，必須留意要廣為列舉出區域中預設的受害或衝擊。另一方面，由於希望在特定出風險的過程中達到教育效果，首先必須安排讓防災負責人等主動思考的機會。歸納上述，特定出風險時依據下列的順序實施下列的方法。

1) 使用地圖的腦力激盪

- 列舉區域內預設的受害或衝擊時，提高正確性及完全性，預設具體的場所、同時進行檢討

2) 檢查表等的應用

- 應用過去的災害中獲得的見解，列舉出腦力激盪時未能察覺的受害或衝擊

(6) 風險分析的方法

風險分析的用意在於加深對風險的理解，一般而言，是在特定出後的風險結果與發生機率組合後決定等級。

由於「特定出的風險結果」必須同樣全面適用於上述「檢討對象」所示之廣泛的社會基礎設施等，因此，難以採用定量的指標。在使用本工具包的檢討中，重要的是加深理解區域的預設受害或衝擊會如何的波及與影響，因此，以「影響的程度」作為指標，定性的、階段性的評估「對人命的影響」與「對社會經濟的影響」作為災害影響的2個重要觀點。

階段評估分3個階段的評估，以利工具包的使用者可盡可能輕鬆做出判斷。

＜影響程度的階段評估＞

■ 觀點1：對人命的影響

- 影響的程度　大：發生該衝擊，與人命直接有關
- 影響的程度　中：發生該衝擊，與人命間接有關，例如受傷或染病等
- 影響的程度　小：即使發生該衝擊，也不影響人命

■ 觀點2：對社會經濟的影響

- 影響的程度　大：發生該衝擊，會發生重大的經濟損失
- 影響的程度　中：發生該衝擊，會發生中度的經濟損失
- 影響的程度　小：即使發生該衝擊，經濟損失也僅止於輕微

關於「發生機率」，假設全國各地發生自然災害，上述的「檢討對象」所示之社會基礎設施等受害的發生機率難以定量的算出。因此，以「易發生程度」作為指標，進行定性的、階段性的評估。「易發生程度」分3個階段的評估，以利工具包的使用者可盡可能輕鬆做出判斷。

＜易於發生程度的階段評估＞

- 易發生程度 大：區域發生預設災害時，預設發生衝擊的機率極高預設
- 易發生程度 中：區域發生預設災害時，預設衝擊可能性不高但仍有可能發生
- 易發生程度 小：預設過大外力時可能有衝擊

結合上述的「影響的程度」與「易發生程度」彙整為「嚴重性」。基於對「影響的程度」與「易發生程度」進行定性的階段評估，將依據2個結合內容決定「嚴重性」。「影響的程度」大、「易發生程度」也大，衝擊的「嚴重性」高；相反的，「影響的程度」小、「易發生程度」也小，衝擊的「嚴重性」則是低。

「影響的程度」與「易發生程度」出現分析結果的差異時，原則上，重視「影響的程度」的結果。嚴重性的概念如表2.5.2所示。這是因為在使用本工具包的檢討中，想像災害時可能會發生的受害及其波及的樣貌，而理解其樣貌的含意（影響的程度）更加重要。

風險的分析依據以上所示之一定的指標，統一彙整。

表2.5.2 嚴重性的概念

嚴重性		影響的程度 大	影響的程度 中	影響的程度 小
易發生程度	大	高	中	中
	中	高	中	低
	小	中	中	低

(7) 風險評估的方法

風險評估係採用從風險分析獲得的見解，對照組織風險的基準進行評估。

為了從透過檢討所篩選出的衝擊，更加的優先釐清應有的對策，防災負責人等對於災害產生的衝擊，自行設定自己應如何採取應對的目標，此目標亦作為判斷的基準來評估衝擊的嚴重性。

具體而言，要設定再次確認的檢討過程，在對照、考察設定的目標與分析結果後的衝擊「嚴重性」後，再次確認是否需要變更嚴重性。

(8) 風險應對的概念

風險應對通常是選出修正風險的選項以及實施這些選項。

在使用工具包的檢討中，檢討適用於災害時預設衝擊的對策選單，並落實實施。工具包中應提示下列所示之檢討觀點，以利具體檢討事前應構思對策的要點或災害時應採取的應對措施作為對策選單。

＜檢討對策選單的觀點＞

- 阻止衝擊的發生
- 阻止發生衝擊的風險來源的受害

基於避免落實實施對策選單的檢討不至於半途而廢，對策的實施應包含檢討彙整下列事項的程序。再者，有鑑於對策選單是災害相關對策事業，難易度的階段評估基準如下所示。

＜對策選單相關彙整項目＞

- 對策的難易度：根據與其他機構的協調或預算措施必要性的階段評估
- 對策的優先次序：考量難易度的階段評估。對於嚴重性高的衝擊，原則上，採取對策的優先次序也較高
- 承辦組織的設定：依據各組織的業務職掌協議後決定

＜難易度的階段評估＞

- 難易度　　高　：必須與其他機構協調或相當規模的預算措施
- 難易度　　中　：略微協調或在預算措施的範圍內即可實施
- 難易度　　低　：在日常業務多下點工夫即可實施

2.5.3 工具包的製作

依據上述的要件，防災負責人等建構以過大外力或複合型災害為對象的災害發生情境，製作工具包來支援加深應檢討的災害認知。首先，彙整使用工具包檢討的流程，檢討的流程分為多個程序，規定各程序應執行的檢討作業。接著檢討輔助檢討的工具包結構及各工具的細節。

(1) 使用工具包檢討的流程

工具包的目的在於對自己所在區域可能發生的災害彙整應考量的受害事件，在構思受害的防災對策前輔助一連串的檢討。檢討的主要流程如下列所示；以結論出對象區域的受害事件與受受害事件波及的衝擊、各衝擊的嚴重性、對重大衝擊的對策為目標，作為完成檢討的成果。使用工具包的檢討示意圖如圖2.5.1所示。

① 一邊看地圖，一邊想像、彙整區域因災害而發生的受害樣貌

② 評估因這些受害所波及之衝擊的嚴重性

③ 檢討重大衝擊的對策

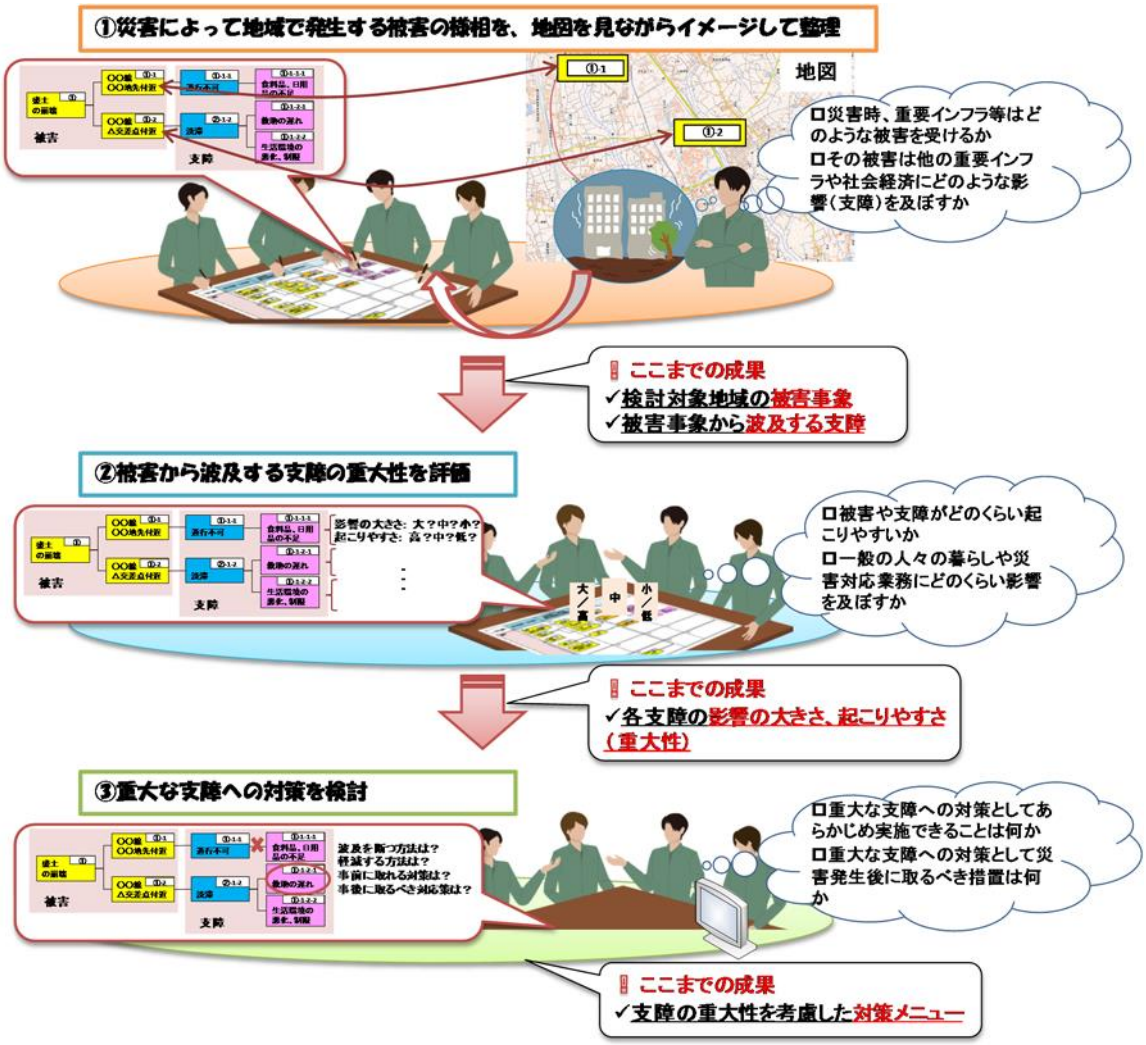


圖2.5.1 使用工具包檢討的流程

(2) 檢討的流程分割至程序

為實際分解檢討的作業，使用工具包的檢討流程分割至如圖2.5.2所示的程序。



圖2.5.2　檢討的程序

首先在程序1～3，從在哪裡發生什麼樣的受害、該受害所波及之衝擊的觀點，參看地圖想像自己所在區域受災害引發受害的樣貌。想像的受害及其波及套入樹狀的階層構造，彙整為「災害發生情境」。據此，可在後續的分析或評估的程序之後，易於瞭解、辨識受害的波及。接著，以自己所在區域可能發生的災害、卻超出預設的過大外力為對象，檢討受害。對超出預設之事態的考量納入檢討的程序，可檢討已預設的所有狀況。

接著，在程序4及5，以程序3前所篩選出的衝擊為對象，依據各自影響的程度或易發生程度分析嚴重性。也依據災害時防災負責人的應對目標，重新評估該嚴重性。

最後，在程序6檢討各衝擊的對策選單與對策實施的優先次序。透過以上的程序展開一連串的檢討。

2.5.4 工具包各程序具體的作業內容

(1) 展開檢討的準備

檢討的準備上，要指定檢討時的主持人與設定預設的災害，並在桌上與手邊應有的工具或資料等備齊。關於預設的災害，決定以何種類別的災害（地震與海嘯災害、風水災、火山災害）、何種規模的災害為前提進行檢討，並在與會者之間分享。開始檢討時，各工具包的配置示意圖如圖2.5.3所示。

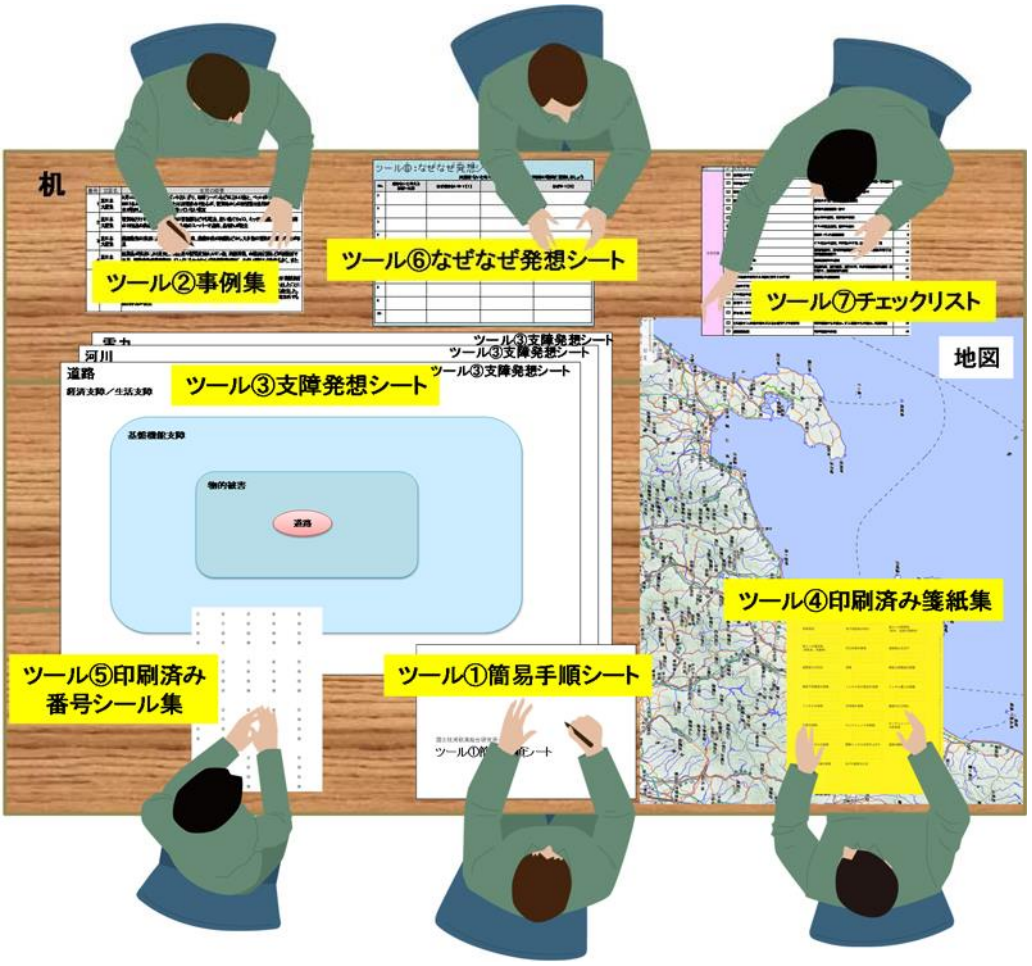


圖2.5.3 開始時的配置示意圖

(2) 程序1：災害時受害狀況的示意圖

為掌握管轄區域發生什麼樣的受害或衝擊，每一位與會者集思廣益地提出意見（腦力激盪）、想像受害狀況。首先想像災害，篩選出設施的受害。接著，篩選出因設施受害而波及的「對設施具備的功能造成衝擊（基礎功能的衝擊）」或因此而波及的「對一般民眾的生活或社會經濟造成的衝擊（生活與經濟衝擊）」。篩選的同時，使用圖2.5.4所示的大型紙張，繪製波及的情形。

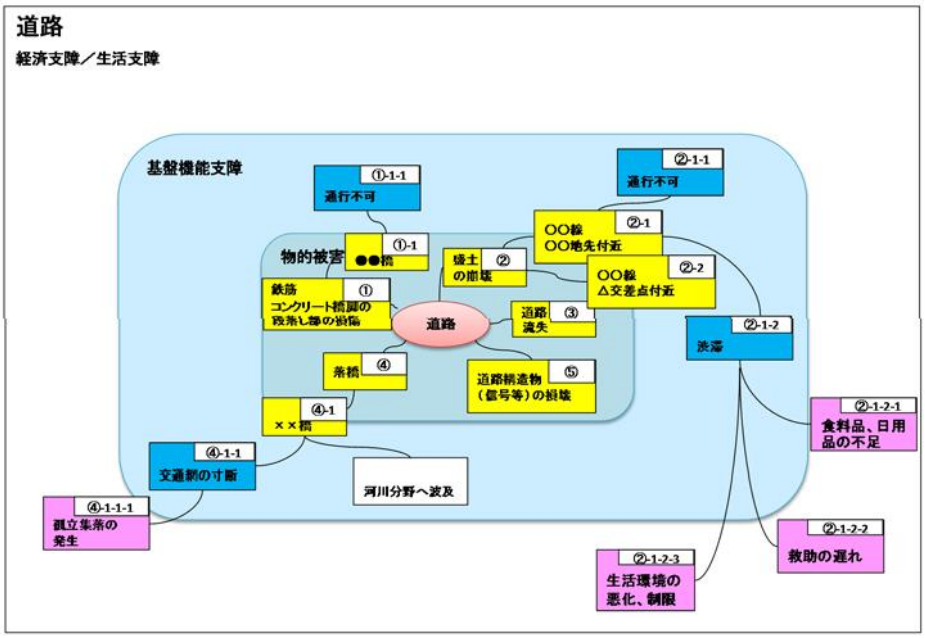


圖2.5.4　災害時受害狀況的篩選作業示意圖

以上的檢討按照道路、河川、鐵路、港口等的領域進行，為特定出影響到其他領域的受害或衝擊，發表各領域檢討的成果，全體分享，想像跨領域設施之間的受害或衝擊。

(3) 程序2：彙整想像的受害狀況

程序1特定出的受害或衝擊及其波及的情形，以表格形式彙整成「災害發生情境」，以便於依序查看，並用於後續的檢討。彙整作業的示意圖如圖2.5.5所示。

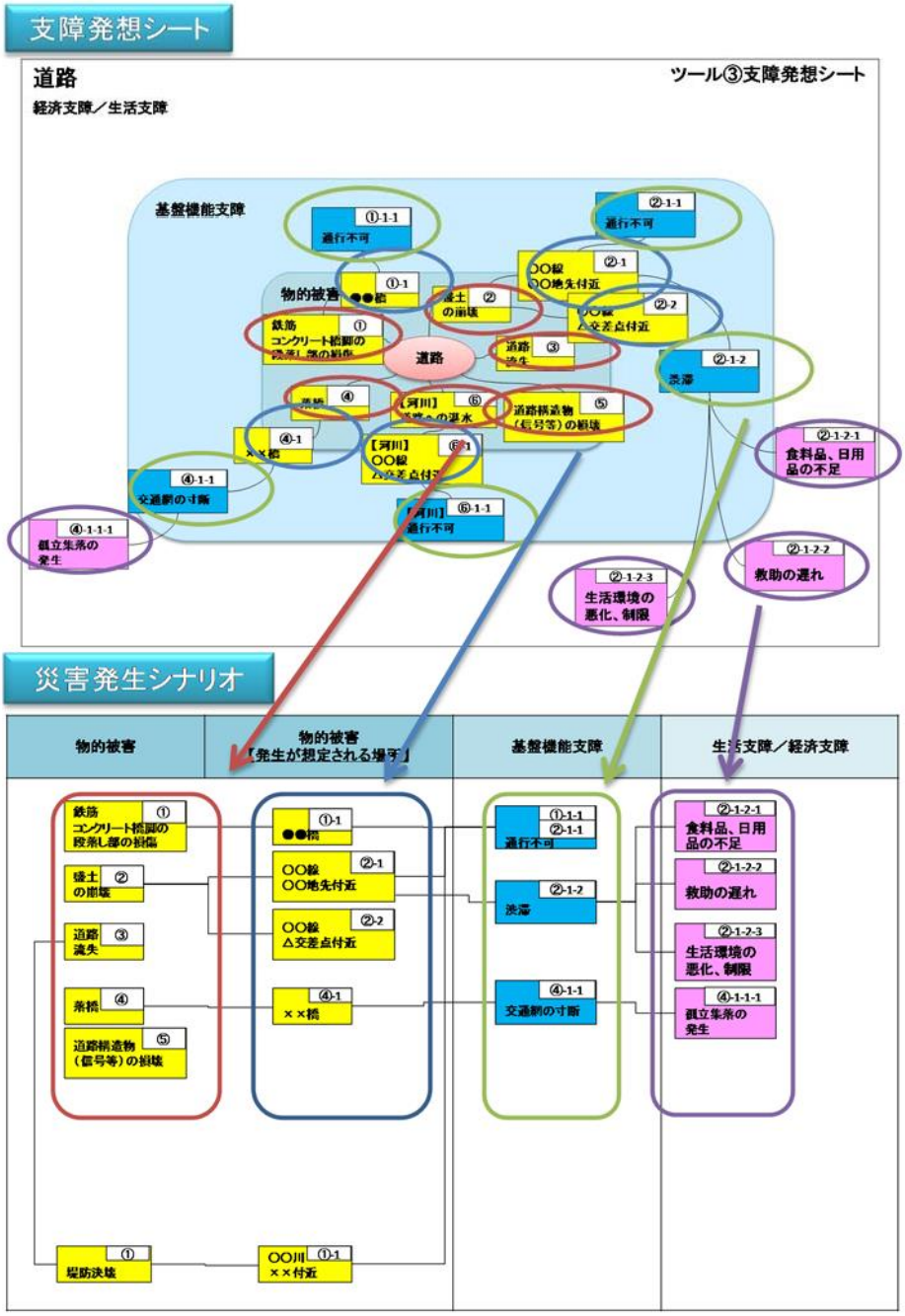


圖2.5.5　災害發生情境的彙整作業示意圖

(4) 程序3：規模超出預設的災害引起受害狀況的示意圖（過大外力的考量）

依據至程序2為止的檢討成果，參考過去的大規模災害範例，對超出各種假設（或是本檢討最初設定的外力）的外力確認有無疏忽的衝擊。如有聯想到任何的受害，追加至災害發生情境。追加作業的示意圖如圖2.5.6所示。

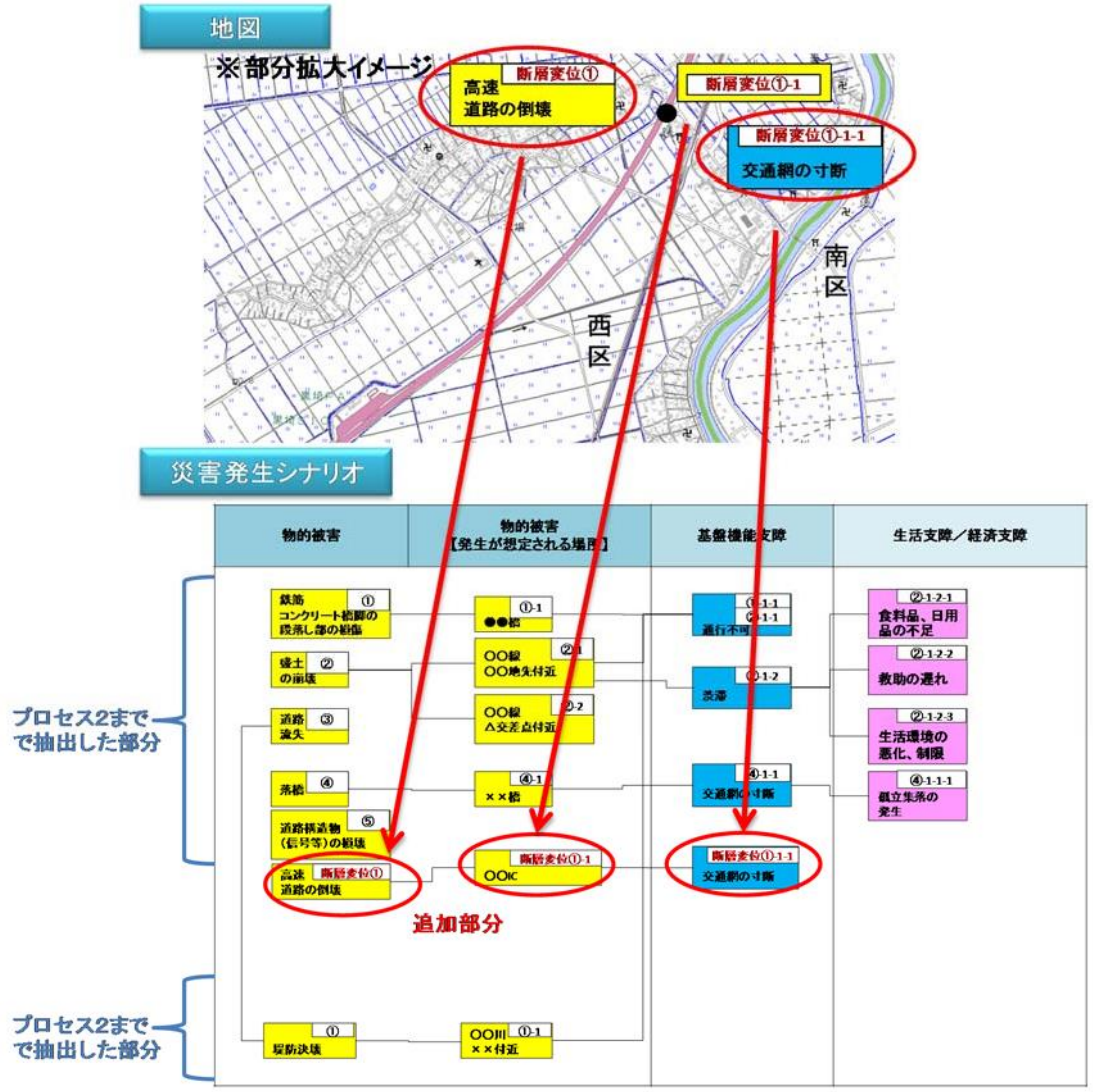


圖2.5.6　規模超出預設的災害引起受害的追加作業示意圖

(5) 程序4：分析受害引起衝擊的嚴重性

對截至目前彙整的受害或衝擊加深理解，基於作為後續程序檢討對策時的參考，依據一定的基準統一分析在此之前的程序所彙整之衝擊的嚴重性。依據表2.5.2所示之嚴重性的概念實施分析。

遵照「影響的程度」與「易發生程度」的2點彙整受害的嚴重性。發生時的影響大、且容易發生的衝擊列為嚴重性「大」；相反的，發生時的影響小、且不易發生的衝擊列為嚴重性「小」。概念如下表所示。

再者，各衝擊列表後，判斷、填寫「影響的程度」與「易發生程度」時，由於應列表的衝擊數目太多而必須簡化作業，加上分析或評估的結果在本檢討結束後希望能可以持續的使用、管理而採用電子檔案。具體的示意圖如圖2.5.7所示。



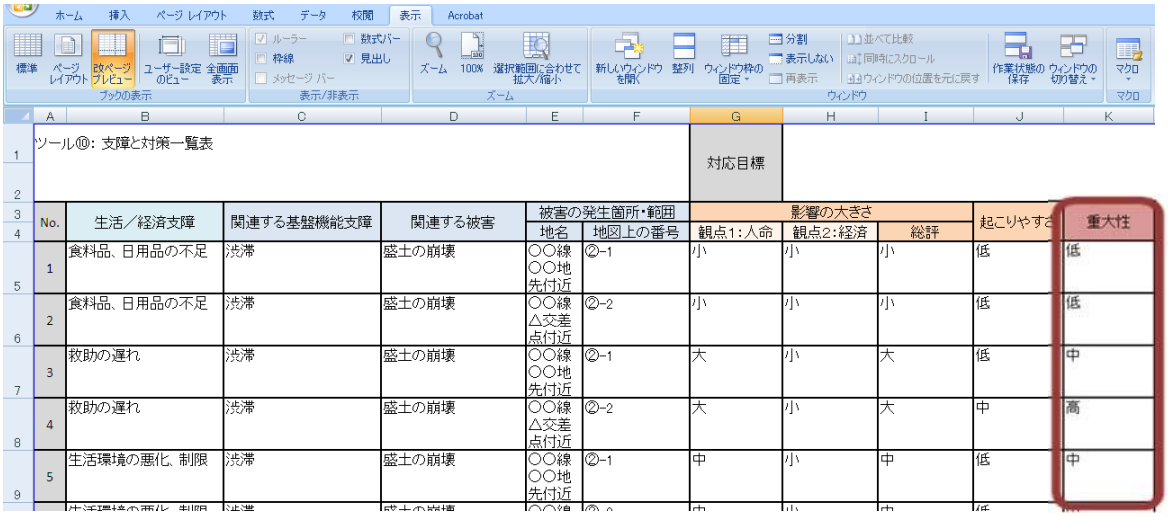
ツール⑩: 支障と対策一覧表

No.	生活／経済支障	関連する基盤機能支障	関連する被害	被害の発生箇所・範囲		影響の大きさ			起こりやすさ
				地名	地図上の番号	観点1：人命	観点2：経済	総評	
1	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	⑫-1	小	小	小	低
2	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	⑫-2	小	小	小	低
3	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	⑫-1	大	小	大	低
4	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	⑫-2	大	小	大	中
5	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	⑫-1	中	小	中	低
6	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	⑫-2	中	小	中	低
7	孤立集落の発生	交通網の寸断	落橋	××橋	⑥-1	中	中	中	中
8									
9									
10									
11									
12									

圖2.5.7　一覽示意圖（部分）

(6) 程序5：評估衝擊的嚴重性

針對程序4以一定基準統一分析的嚴重性，以自己面對因災害產生的衝擊時該如何應對的目標作為判斷的基準，再次確認、評估。妨礙達成目標的衝擊亦可在此程序判斷為重大。彙整為分析結果的嚴重性如有變更時，編輯圖2.5.8紅框圍起的欄位。



ツール⑩: 支障と対策一覧表

対応目標

No.	生活／経済支障	関連する基盤機能支障	関連する被害	被害の発生箇所・範囲		影響の大きさ			起こりやすさ	重大性
				地名	地図上の番号	観点1：人命	観点2：経済	総評		
1	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	小	小	小	低	低
2	食料品、日用品の不足	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	小	小	小	低	低
3	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	大	小	大	低	中
4	救助の遅れ	渋滞	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	大	小	大	中	高
5	生活環境の悪化、制限	渋滞	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	中	小	中	低	中

圖2.5.8　一覽表編輯處

(7) 程序6：檢討衝擊的對策與優先次序

為具體的預設應事前構思對策的要點或災害時應採取的應對措施，並對至目前為止彙整、評估為嚴重性的衝擊，檢討具體的對策選單。

此外，對構思後的對策選單判斷實現時的難易度，考量嚴重性與難易度、彙整優先次序。此外，設定由哪個單位執行該對策選單的承辦組織。填寫的一覽表示意圖如圖2.5.9所示。

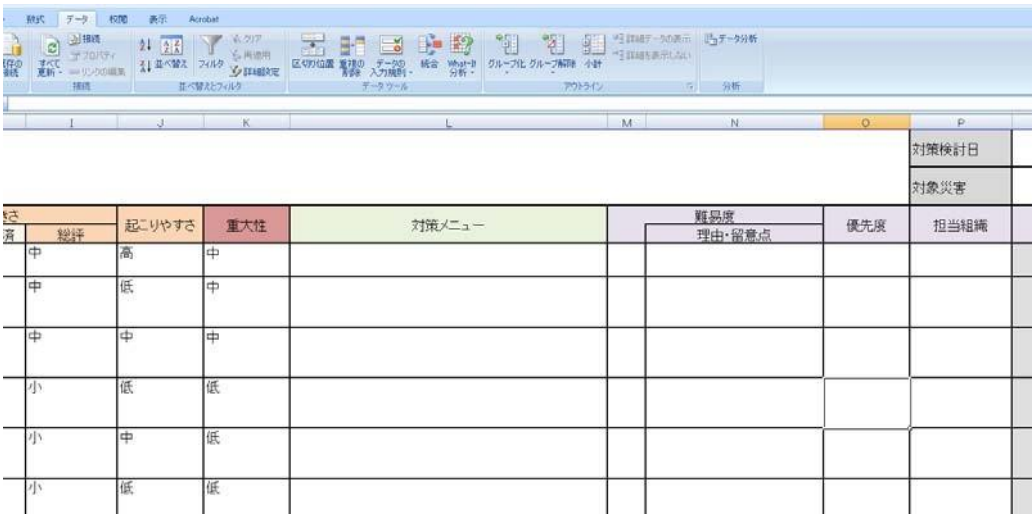


圖2.5.9　一覽示意圖（部分）

2.5.5　檢討工具包的結構

檢討必要的工具，作為經由上述各程序實施檢討時應用的各個工具。連同相關程序或工具的主要作用在內，檢討的結果如表2.5.3所示。再者，本工具包並非用於制定風險評估的規則，而是用於支援。準備的工具未必全都要使用（例如印刷品便條紙、疑問預測表等），主持檢討的人視必要性選擇。

表2.5.3　構成工具包的工具

編號	工具名稱	相關程序	形式	尺寸	主要的作用
①	簡易步驟表	1～6	紙張	A3	● 依序提示各程序的檢討步驟
②	範例手冊	1、3	紙張	A4	● 歸納過去引起災害時的範例，以便於檢討途中可以參照。
③	衝擊預測表	1、2	紙張	A1	● 作為發生災害時直接聯想到受害時交換意見的作業表 ● 記載各設施類別（道路、河川等）發生災害時的受害即因受害而波及的衝擊 ● 使用便條紙貼上討論時聯想到的內容
④	印刷品便條本	1、3	紙張	33.9mm×70mm	● 使用「③衝擊預測表」簡化作業 ● 提交預測之候選的受害及衝擊，貼在「③衝擊預測表」
⑤	印刷品編號貼紙簿	1、3	紙張	12mm×35mm	● 使用「③衝擊預測表」簡化作業 ● 貼於「③衝擊預測表」的便條紙編列號碼
⑥	疑問預測表	1、3	紙張	A3	● 以檢討過程中曾經列舉的受害等、途中卻又認為不會發生的受害等為對象，並且記錄為何這樣認為。
⑦	檢查表	1、3	紙張	A4	● 確認列舉出災害時受害波及的衝擊內容有無遺漏重要事項
⑧	災害發生情境	1、2、3、4	紙張	A1	● 以易懂的表格形式彙整「③衝擊預測表」列舉的受害或衝擊
⑨	過大外力著眼點卡	3	紙張	A4	● 提示想像受害超出預設之外力（過大外力）時受害的起因
⑩	衝擊與對策一覽表	4、5、6	電子工具	—	● 彙整衝擊的嚴重性、優先次序及對策
⑪	目標卡	5	紙張	A4	● 請填寫工具使用者在災害應對上的目標，作為思考衝擊嚴重性時的基準 ● 寫好的目標放在桌上等，以便於使用者於檢討時查看

2.5.6　各工具的製作

構成工具包的各工具及其內容於後敘述。

(1)　①簡易步驟表

製作簡易步驟表，主要作用在於依序顯示各程序的檢討步驟。以A3大小歸納，既可以容納各種資訊，又可以放在手邊隨時掌握，以便於工具的使用者各自可就近參照各程序應展開何種作業、同時進行檢討。①簡易步驟表（整體版）編列於封底資料3。

前文記載「工具包的概要」、「整體的流程」、「開始準備」，以便於對使用者導入檢討。適用部分如圖2.5.10及圖2.5.11所示。「工具包的概要」記載工具包的功能或適用範圍，「整體的流程」記載各程序的概略與各程序實施後取得的成果。

「開始準備」標示使用者於展開檢討前應決定的事項及應準備的事項。

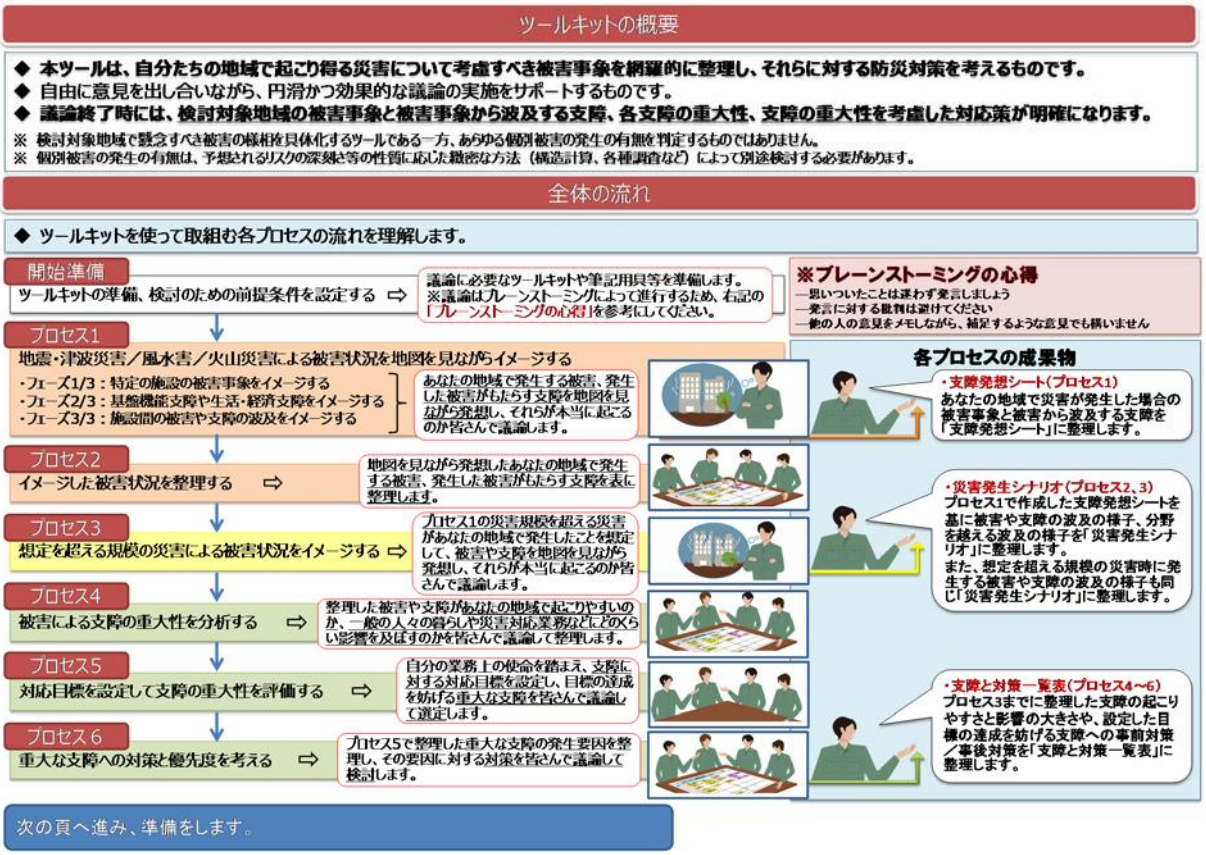


圖2.5.10①簡易步驟表（工具包的概要、整體的流程部分）



圖2.5.11①簡易步驟表（開始準備部分）

各程序視必要性設定項目並記載以下列舉的內容，按照顏色區分或記載地區的分類等以確保清楚易懂，以利使用者在展開檢討作業時理解步驟或方法。各程序相關說明部分的範例如圖2.5.12所示。

≪各程序部分的記載項目≫

- 標題：記載程序的標題
- 概略的實施時間：記載程序的檢討上花費的概略時間
- 概要：記載經由程序實施的內容
- 使用的工具：記載程序中使用的工具
- 檢討準備：檢討的準備上，必要時，記載必備的具體內容
- 步驟：記載檢討的步驟
- 作業示意圖：必要時，記載「步驟」的作業實施的示意圖
- 填寫欄：必要時，記載作業時填寫格式的填寫欄
- 參考：記載作業或檢討上的留意事項，作為參考



圖2.5.12①簡易步驟表（各程序相關說明部分的範本）

(2) ②範例手冊

製作②範例手冊，作為在程序1，使用者於發生災害時直接聯想到的受害而交換意見時參考實際的災害範例。採用A4大小，方便各使用者連同①簡易步驟表一起放置於手邊。②範例手冊如表2.5.4所示。

基於在程序3檢討因過大外力可能引起的受害或波及時也可以應用②範例手冊，而製作因實際之過大外力引起災害範例彙整後的範例手冊。

實際的災害名稱

表2.5.4　②範例手冊（地震與海嘯災害篇的範本）

編號	災害名稱	衝擊的概要
1	311大地震	3月14日上午8:30當時，正送往災區或已經送達的物資包括55萬142個麵包、御飯糰、泡麵等以及11萬8912瓶瓶裝飲料，然而災區實際需要的數量大約是213萬份食物、94萬瓶飲料，明顯不足。
2	311大地震	不僅災區，災區以外的首都區等也因為電池、暖暖包、廚房用品、嬰兒用品等的日用品供應不及，導致各地的超市發生缺貨或斷貨
3	311大地震	儲備物資因海嘯而沖走、物流癱瘓、通訊手段受限等，導致多數災區的緊急物資不足
4	311大地震	醫藥品因海嘯而沖走、避難收容所更是缺乏降血壓藥物或皮質類固醇、精神藥物、血糖測量裝置等。不少患者即使已經服用糖尿病藥物，仍因營養不良而頭暈，越來越多人出現腸胃炎、腹痛、便秘。
5	311大地震	3月11日，宮城縣仙台市煉油廠火災、千葉縣市原市Cosmo Oil千葉煉油廠火災等，因太平洋沿岸各公司的煉油廠或油槽的生產或供應據點相繼發生的火災而功能停擺，導致燃料供應能力下降、道路封閉或無法通行而延誤燃料運送。此外，擔心汽油價格飆升、庫存短缺的車主前仆後繼的趕赴加油站，導致非災區也出現燃料短缺。
6	311大地震	由於供水設施的功能停擺，災區飲用水短缺，加上道路封閉、多數的避難收容所啟用，造成運水車延遲或短缺。非災區受到福島第一核電站事故的影響，擔心危害到健康的消費者開始囤積瓶裝飲用水，導致全國的飲用水短缺。此外，由於需求驟增，寶特瓶容器、瓶蓋等材料短缺，導致飲用水供應短缺。
7	311大地震	管道損壞超過7,000條，市區瓦斯供應中斷 10 多天，因此在此期間改用卡式爐等，但遇洗澡等需要大量熱水情形，瓦斯嚴重短缺。
8	311大地震	在岩手縣、宮城縣的避難收容所，平均避難人數10～60人共用一個災害用廁所，流動廁所長期供不應求。此外，由於下水道設施遲遲未能恢復，汙水處理難度大，衛生環境惡化、危及健康。
9	311大地震	在宮城縣石卷市和南三陸町的避難所收容所，提供的被褥、毛毯、床墊長期使用下，因無法曬乾或清洗，造成嚴重的髒汙，甚至滋生黴菌、蟎蟲。加上避難收容所四周出現大量的蒼蠅、蚊子，使得衛生環境不斷惡化。
10	311大地震	由於地震和海嘯，東京電力和東北電力管轄區內的多座發電廠因地震及海嘯而關閉，導致電力供應短缺。此外，全國核電廠的運轉率因福島第一核電廠事故而降至15%，東京電力公司管轄範圍內實施輪流停電，關西電力、九州電力也相繼要求限電。
11	311大地震	由於漂流物等造成道路封閉，導致衛星通訊車輛延遲運往東北三縣的各避難收容所。
12	311大地震	在東北三縣的沿岸地區，海嘯造成的大量碎砂石堆積在道路上，導致車輛寸步難行。此外，首都區因鐵路停運導致道路使用者增加，3月11日傍晚7:00，市中心的交通擁塞達到高峰，地震前的平均車速是22.7公里，區間車速卻降至4.2公里。
13	311大地震	綜合磐城共立醫院因醫療物資短缺等的理由，正常門診治療需要12天才能恢復。
14	311大地震	緊急通行車輛確認標章核發需要6天，加上3月22日才解除道路管制，現金無法運送到東北3縣而導致金流短缺。
15	311大地震	災區的垃圾車因沖走或燃料短缺，無法清運或焚燒一般垃圾。 即使是非災區，清潔中心的焚化爐也因為輪流停電而有部分時段無法運作，無疑限制了垃圾的處理。
16	311大地震	山形市雖確保了20台車輛，也因為燃料不足或缺乏日用品而難以實施偏遠地區的到府看護服務
17	311大地震	常陸河川國道辦事處提出的硬體對策為臨時修復汛期損壞的路堤，軟體對策則是在洪水預報上設定暫定標準水位、審查重要防洪點、公告宣導河流資訊等。
18	岩手宮城內陸地震	地震影響到包括岩手縣、宮城縣在內共有15座天然水庫，宮城縣栗原市共對55戶131人發布疏散指示命令，岩手縣一關市等共對101戶274人發布疏散勸導命令。
19	311大地震	東北三縣不僅僅沿岸地區，內陸地區也發生了河川逆流，逆流潮越過堤防、沖走了堤壩上的房屋，許多居民被迫入住避難收容所。
20	311大地震	最新的全國普通汽油平均價格（截至3月22日）為每公升151.20日圓，反映了311大地震後的動蕩，這是2008年10月以來，時隔2年5個月的最高價格。

(3) ③衝擊預測表

製作③衝擊預測表，作為在程序1，使用者於發生災害時直接聯想到的受害而交換意見時的作業表採用大開數紙張，以便於使用者在小組整體查看的同時進行討論與作業。另外，大開數紙張難以列印時，可使用簽字筆等在模造紙等上畫出界線來代替。③備妥衝擊預測表，以便於可根據鏈結樹的類別對以下每個分類進行檢討。

≪分類≫

- 人
- 建築物
- 大型購物中心
- 地下街等的地下設施
- 道路
- 鐵道
- 河川
- 港口
- 航空
- 電力
- 通訊
- 瓦斯
- 上水道
- 下水道
- 農業
- 水產業
- 林業
- 重化工業
- 輕工業
- 行政機關
- 金融
- 醫療

查看地圖、同時自由的想像，把聯想到的受害或衝擊使用便條紙貼在衝擊預測表上，再以線連結波及的部分來表達。為能清楚易懂、且便於執行移至後述的「⑧災害發生情境」時的作業，受害或衝擊區分為「人力或物力受害」、「基礎功能衝擊」、「經濟衝擊或生活衝擊」為填寫，意即分區誘導。完成製作的③衝擊預測表的範本如圖2.5.13所示。此外，用於③衝擊預測表的便條紙或波及的線的附錄、填寫示意圖如圖2.5.14所示。

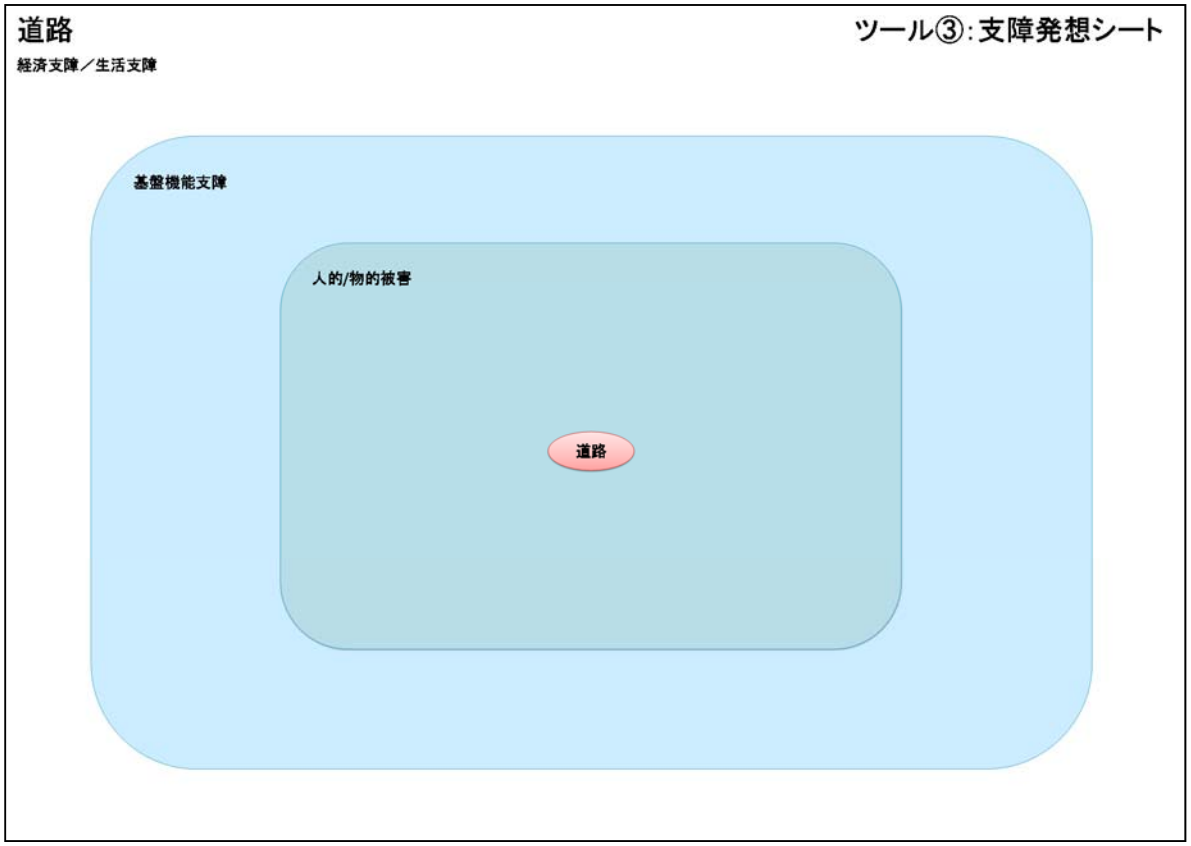


圖2.5.13③衝擊預測表（範本）

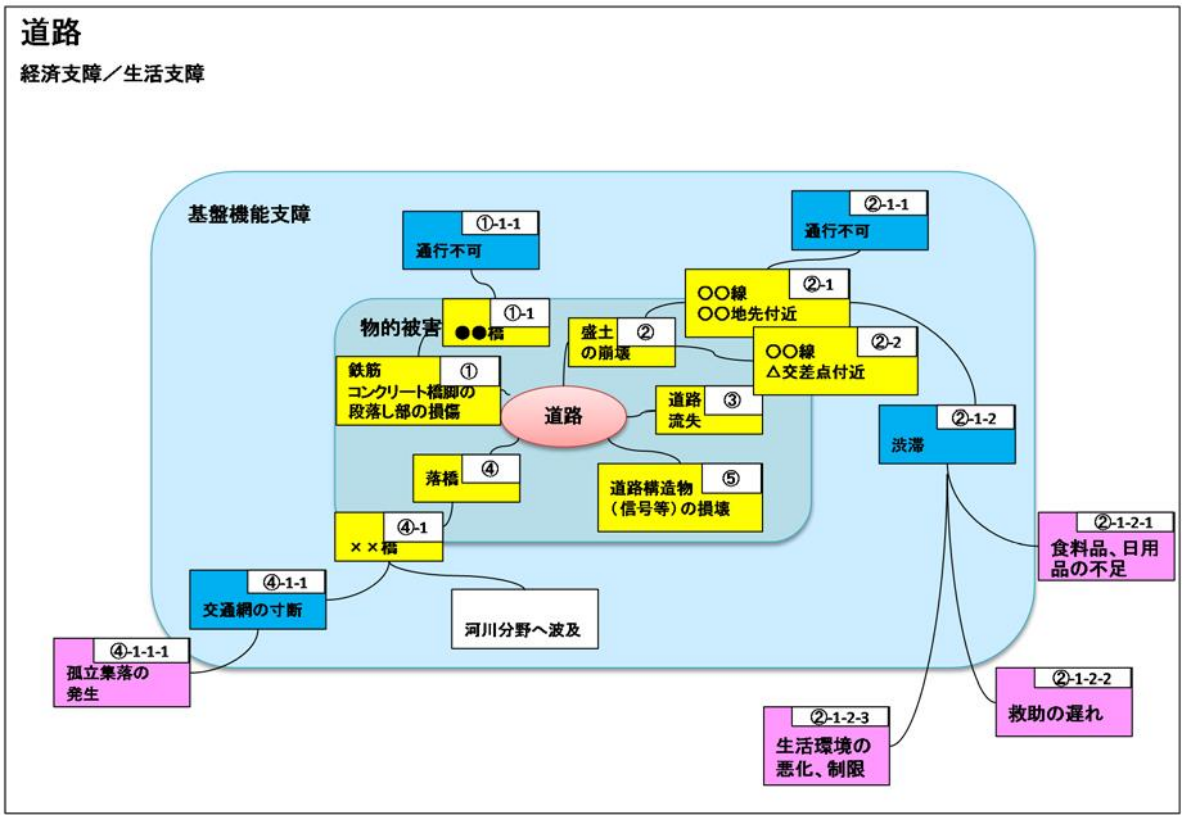


圖2.5.14③衝擊預測表填寫示意圖

(4) ④印刷品便條本

製作「④印刷品便條本」，以利簡化使用上述「③衝擊預測表」的作業。依據過去的災害範例所預測的受害或衝擊印在名片大小的便條紙，備妥後，在程序1的檢討中，如有聯想到受害或衝擊時，當備有此便條本，即可運用。目的在於減少手寫的時間與精力，減輕作業的負擔。再者，沒有用到的便條紙真的不需要嗎，其實還可以作為激發討論的檢查表。

印刷品便條紙的範本如圖2.5.15所示。貼在「③衝擊預測表」或「⑧災害發生情境」時為方便區別，分別制定人力/物力受害使用黃色的便條紙、基礎功能衝擊使用藍色的便條紙、經濟衝擊或生活衝擊使用粉紅色的便條紙。此外，便條紙的右上方有一個欄位可黏貼編號貼紙，用意在於表示受害或衝擊發生時所預測之地圖上的位置。

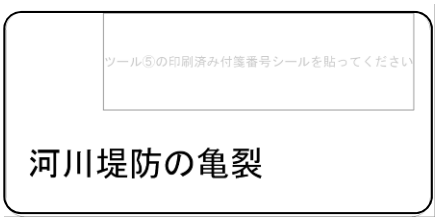


圖2.5.15印刷品便條紙（範本）

(5) ⑤印刷品編號貼紙簿

製作「⑤印刷品編號貼紙簿」，以利簡化使用上述「③衝擊預測表」的作業。用於對貼在「③衝擊預測表」的上述便條紙編列號碼，以表示設施發生受害時可能的地圖上的位置。目的在於減少手寫的時間與精力，減輕作業的負擔。

印刷品編號貼紙的範本如圖2.5.16所示。多個場所適用1個設施受害項目時，規定在畫圈數字的後面加上連字符和分支編號。



圖2.5.16印刷品編號貼紙（範本）

(6) ⑥疑問預測表

製作疑問預測表的目的在於檢討過程中曾經在「③衝擊預測表」列舉的受害或衝擊、途中卻又認為不會發生時或是其他與會者把已經列舉的受害或衝擊改為不會發生時，透過記錄來回顧是否真的斷定不會發生。

基本上，由於本工具的目的在於列舉所有預測可能發生的受害或衝擊，藉以瞭解區域受害的樣貌，從而避免被輕易的取消。

⑥疑問預測表的填寫示意圖如圖2.5.17所示。可能不會發生的受害或衝擊列舉於左列，為何不會發生記載於【1】。接著，記載於【1】的內容為何如此斷定記載於【2】。列舉多個理由時，分行記載，反覆至完成記載為止。

工具⑦疑問預測表

※對可能不會發生的受害或衝擊記錄判斷的理由

No.	可能不會發生的受害或衝擊	為何不會發生？【1】	為何？【2】	為何？【3】
1	直升機場設施的損壞	因為直升機場四周沒有會倒塌的建築物	—	—
2		因為公園四周可用於作為直升機場的地面堅如磐石	因為可以用於作為直升機場的公園地面已於2011年實施地盤改良工程	—
3	…			
4	…			
5				
6				
7				
8				
9				
10				

圖2.5.17⑥疑問預測表填寫示意圖

(7) ⑦檢查表

在程序1，物力受害與基礎功能衝擊可使用④印刷品便條本取代檢查表彙整事件，由於生活衝擊與經濟衝擊沒有④印刷品便條本，因而製作⑦檢查表來涵蓋性的彙整生活衝擊與經濟衝擊。當想法耗盡時，可應用⑦檢查表，彙整無法想像的生活衝擊與經濟衝擊。

⑦檢查表與②範例手冊建立關係，⑦檢查表列舉的項目可在②範例手冊確認具體的內容。⑦檢查表範例如表2.5.5所示。

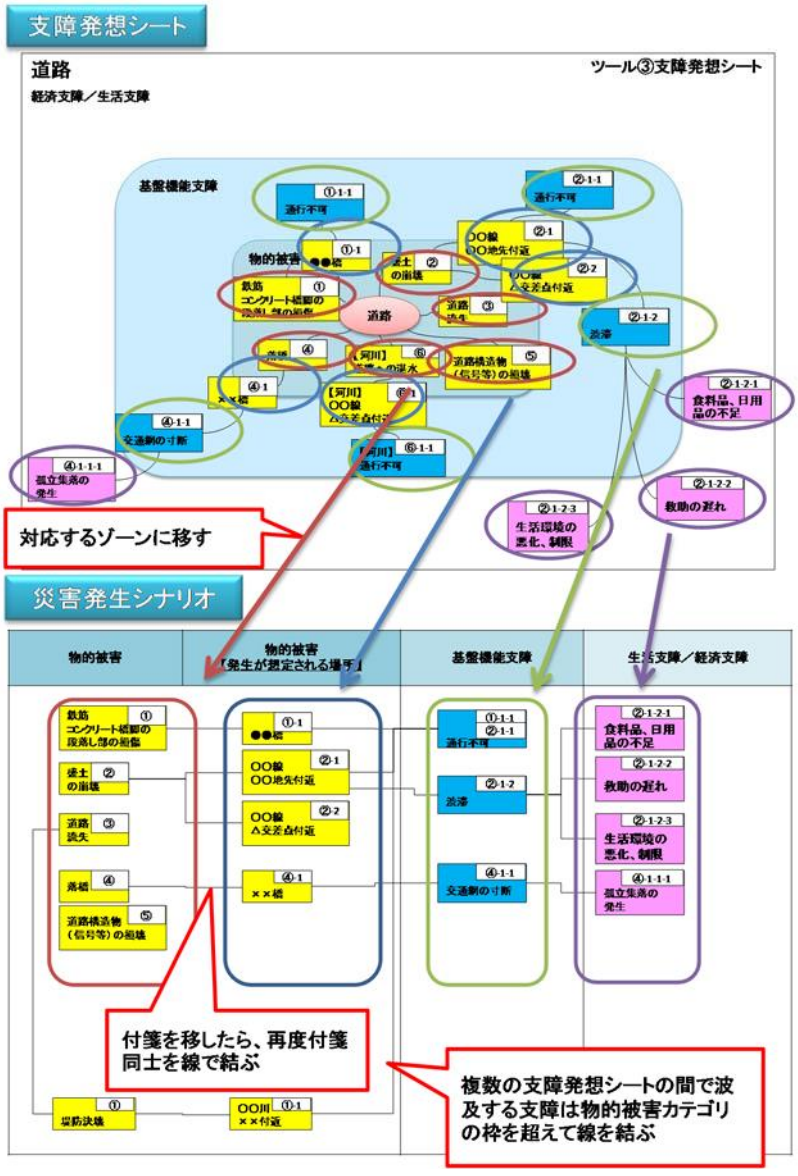
表2.5.5⑦檢查表

分類	✔	生活衝擊/經濟衝擊	各衝擊的因素	範例手冊No.
生活衝擊	□	糧食短缺	燃料短缺、生活物資運送延遲或停止、郵寄或宅配的延遲	1
	□	日用品短缺	燃料短缺、生活物資運送延遲或停止、郵寄或宅配便的延遲	2
	□	緊急物資短缺	燃料短缺、緊急物資運送延遲或停止	3
	□	醫藥品短缺	燃料短缺、醫藥品運送延遲	4
	□	燃料短缺	燃料運送延遲或停止	5
	□	飲用水或民生用水短缺	供水車延遲、消費者蜂擁而至	6
	□	瓦斯短缺	瓦斯運送延遲、恢復延遲	7
	□	廁所短缺	臨時廁所運送延遲	8
	□	衛生環境惡化	垃圾延遲處理、日用品短缺、民生用水短缺	9
	□	電力不足	移動供電車、緊急用供電設備延遲、多座核能發電廠停止運作	10
	□	通訊設備短缺	衛星通訊車延遲	11
	□	人的移動制限	交通堵塞、管制通行、禁止通行、公共交通機構的延遲或停止行駛、警察活動的延遲	12
	□	門診急救患者的受理限制（不可受理）	醫療品的運送延遲	13
	□	現金短缺	現金運送的延遲	14
	□	垃圾延遲處理	禁止通行、無法通行	15
	□	看護服務能力降低	到府看護服務延遲	16
	□	水災風險於汛期、降雨時升高	從河川堤防滲漏、河道堵塞、流道受阻、堤防內地的流量調節功能降低、往堤防外地的排水受阻、排放能力降低、水庫蓄水功能降低	17
	□	（天然）因水庫有潰堤之虞而升高水災風險	從河川堤防滲漏、從水庫壩體滲漏、河道堵塞	18
	□	避難收容所生活	河川堤防潰堤	19
經濟衝擊	□	物價高漲	糧食、日用品與燃料短缺	20
	□	重建差距	緊急物資短缺、行政機構功能衝擊	21
	□	物資運送能力降低	燃料短缺	22
	□	生產能力降低	電力不足	23
	□	行政機構功能衝擊	電力與通訊設備短缺	24
	□	失業者增加	生產額減少、失去就業機會	25
	□	災害廢棄物等的處理費用增加	土木結構、民宅等的設施倒塌、沖走	26
	□	失去資產	民宅受損、倒塌、淹水、沖走、火災	27
	□	借款增加	生產額減少、競爭力降低	28
	□	失去就業機會	生產額減少	29
	□	住居貧困	借款增加、失去就業機會、失業者增加	30
	□	治安惡化	物價飆升；糧食、日用品與燃料短缺	31
	□	信用損失	生產能力降低、借款的增加	32
	□	競爭力降低	生產能力降低	33
	□	所得降低	失業者增加、失去就業機會	34
	□	供應鏈中斷	燃料、水、瓦斯與電力短缺	35
	□	國債增加	災害廢棄物等的處理費用增加	36
	□	人口減少（稀少化）	重建差距、治安惡化、住居貧困	37
	□	經濟低迷（股市崩盤等）	信用損失、競爭力降低	38
	□	生產額減少	生產能力降低	39

(8) ⑧災害發生情境

「③衝擊預測表」中自由列舉的受害或衝擊，以與鏈結樹的結構相同的表格形式，彙整製作「⑧災害發生情境」。

複製方法如圖2.5.18所示，移動便條紙，複製連結便條紙之間波及的線。用意在於分析衝擊的嚴重性前進行彙整，視覺上更容易掌握波及的情形。另外，大開數紙張難以列印時，可使用簽字筆等在模造紙等上畫出界線來代替。



從圖2.5.18③衝擊預測表複製至⑧災害發生情境的方法

(9) ⑨過大外力著眼點卡

在程序3檢討因過大外力發生的受害事件或對基礎功能衝擊時，檢討上彙整之應著眼的要點或想像的重點等，製作成⑨過大外力著眼點卡。

包括在各災害類別預測的各過大外力的著眼點在內，還載明在工具使用者於事前準備的參考資料中作為參考。⑨過大外力著眼點卡範例如圖2.5.19所示。

過大外力主題卡（地震與海嘯災害）

檢討受害或衝擊的步驟

- 遵照以下所示之著眼點與構思的重點，篩選出因過大外力而發生的事件，思考受害或衝擊。
- 構思的受害寫在與程序1相同顏色的便條紙，貼在地圖上。細節請遵照步驟書的程序3的步驟2。

!?想像不出發生的災害!?

→請參照檢查表（過大外力版），查看受害的範例

事件	著眼點	構思的重點	作為檢討時參考的資料範例
地震運動	震度6級以上的強震區擴大	不僅震度6級以上的地區，假設震度5級或震度6級以下的區域也發生震度6級以上時怎麼辦？	預測震度分布圖
地震運動	耐地震板塊運動之處所的受害	耐震補強的設施也發生受害時怎麼辦？	—
海嘯	淹水受害的擴大、波力的增大	如果淹沒區域從目前的淹沒假設擴展到內陸數百公尺時怎麼辦？	海嘯淹水預測圖
土壤液化	土壤液化範圍的擴大	不僅土壤液化危險度高的區域（PL＞15），危險度略高的區域（5＜PL）也液化時怎麼辦？	土壤液化危險度分布圖
地盤下陷（下沉）	地盤下陷量因地殼變動而變大	下陷量超過淹水模擬等預測在地盤下陷範圍時怎麼辦？	—
斷層變位	預測外的斷層發生斷層變位	不僅主要的活斷層，除此之外的活斷層也發生斷層變位時怎麼辦？	活斷層位置圖
火災	火勢蔓延範圍擴大	不僅火災危險度高的區域，危險度低的區域也發生火災時怎麼辦？	火災危險度圖
土砂災害	在預測外的範圍發生土砂災害	不僅指定為土砂災害危險處所的區域，這些區域周邊的斜坡也發生土砂災害時怎麼辦？	土砂災害危險處所圖

圖2.5.19⑨過大外力著眼點卡（地震與海嘯災害篇的範本）

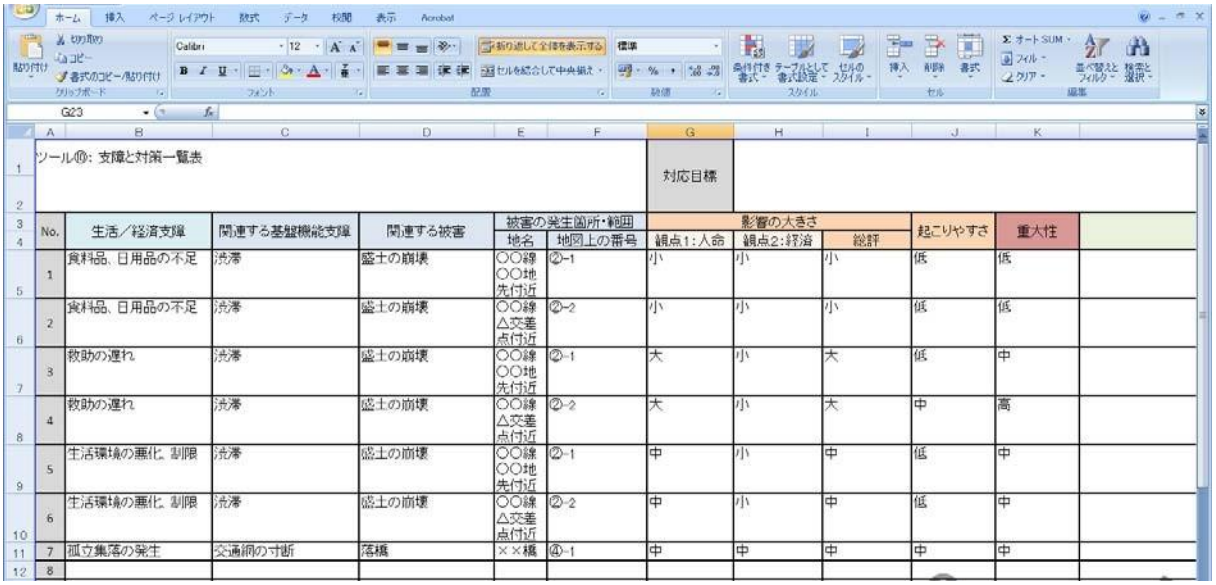
(10) ⑩衝擊與對策一覽表

根據「⑧災害發生情境」的彙整結果輸入決定為受害或衝擊的欄位，之後依序思考各衝擊的影響程度或易發生程度，並在電子檔案（EXCEL檔案）上選出，得以運用在嚴重性評估的材料及未來對策的檢討等而製作。

在「⑩衝擊與對策一覽表」選擇各衝擊的影響程度或易發生程度，依據下列的概念自動顯示嚴重性的評估。可斟酌與會者應對上的目標等，變更自動顯示的嚴重性。嚴重性評估前的填寫示意圖如圖2.5.20所示。

表2.5.2嚴重性評估的概念（再次提示）

嚴重性		影響的程度		
		大	中	小
易發生程度	大	高	中	中
	中	高	中	低
	小	中	中	低



ツール⑩: 支障と対策一覧表

No.	生活／経済支障	関連する基盤機能支障	関連する被害	被害の発生箇所・範囲		影響の大きさ			起こりやすさ	重大性
				地名	地図上の番号	観点1：人命	観点2：経済	総評		
1	食料品、日用品の不足	流通	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	小	小	小	低	低
2	食料品、日用品の不足	流通	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	小	小	小	低	低
3	救助の遅れ	流通	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	大	小	大	低	中
4	救助の遅れ	流通	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	大	小	大	中	高
5	生活環境の悪化、制限	流通	盛土の崩壊	○○線○○地先付近	②-1	中	小	中	低	中
6	生活環境の悪化、制限	流通	盛土の崩壊	○○線△交差点付近	②-2	中	小	中	低	中
7	孤立集落の発生	交通網の寸断	落橋	××橋	④-1	中	中	中	中	中
8										

圖2.5.20⑩衝擊與對策一覽表（嚴重性評估的填寫示意圖）

接著，在同一張一覽表當中，填寫對各衝擊檢討對策選單的結果，考量該對策的難易度等之後，可用於決定優先次序的對策。

(11) ⑪目標卡

由於是作為構思衝擊嚴重性時的一個判斷基準，讓參與者把災害發生後應對業務上的重要事項撰寫為災害應對上的目標而製作。與會者各自思考目標，之後小組內分享並且決定。

在此設定的目標對照衝擊的嚴重性，提供再次確認是否需要變更嚴重性的步驟。寫好的目標放在桌上等，以便於與會者於檢討時隨時查看。⑪目標卡的範例如圖2.5.21所示。

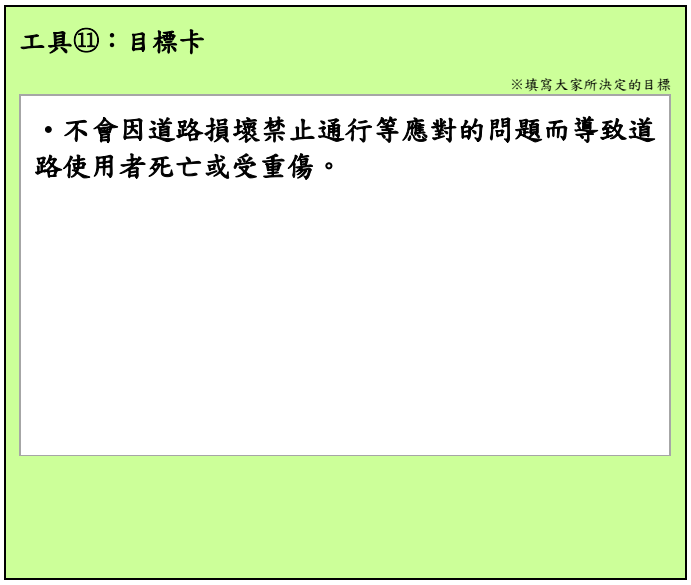


圖2.5.21 ⑪目標卡填寫示意圖

2.6 工具包的測試與效果的驗證

邀請國土交通省國土技術政策綜合研究所及國土交通省四國地方營建局所屬的防災相關人員測試體驗工具包，徵詢實際應用的意見，以利檢討製作的工具包能夠發揮實用性的效果。根據此測試體驗的結果，重新檢視工具包的應用方式，反映至上述各工具的製作。

2.6.1 於國土技術政策綜合研究所實施的測試

(1) 測試概要

國土技術政策綜合研究所實施的測試概要如下所示。以經由工具包實施檢討程序中的1～4程序為對象，與會者體驗應用工具包對大地震受害樣貌深入理解的過程，然後聽取對工具包的有效性或改善點的相關意見。分為河川組與道路組共2組實施測試的檢討。測試狀況如照片2.6.1所示。

測試

1) 日期&時間、與會者等

- 日期&時間： 2013年11月22日（五）13：30～17：10
- 場所： 國土技術政策綜合研究所 532會議室
- 與會者：

（河川組）

危機管理技術中心	地震災害研究官
土砂災害防止研究室	室長
水災研究室	主任研究官

（地震組）

土砂災害防止研究室	主任研究官、外部研究員
地震防災研究室	主任研究官、主任研究官

（全體進行）

危機管理技術中心	地震災害研究官

- 目的：

應用工具包，深入理解大地震的受害樣貌，檢討工具包的有效性或改善點

- 會程表：

時刻	內容
13:30～ 13:40	座談會準備
13:40～ 16:40	座談會開始（使用工具包進行討論）
（13:40～ 14:00）	程序-1：目標分享 ※註釋
（14:00～ 14:40）	程序-2：用於特定出風險的腦力激盪 （1/3階段）
（14:40～ 15:20）	程序-2：用於特定出風險的腦力激盪 （2/3階段）
（15:20～ 15:50）	程序-2：用於特定出風險的腦力激盪 （3/3階段）
（15:50～ 16:10）	程序-3：彙整特定出的風險
（16:10～ 16:40）	程序-4：考察超出預設之外力引起的災害風險
16:40～ 17:10	各組發表檢討的狀況、交換工具包相關意見 （討論工具包的有效性、改善點等）

※註記： 11月22日當天，目標的設定列為程序1。根據測試等的指正，最終列在評估衝擊之前。

- 實施的情形



程序-1：目標分享



程序-2：用於特定出風險的腦力激盪



程序-3：彙整特定出的風險



工具包相關意見交換

照片2.6.1國土技術政策綜合研究所的測試狀況

根據意見交換及測試體驗時提出的意見、測試情形的觀察結果，彙整工具包的修正點。進而根據修正點，修正上述的工具包。彙整後的修正點如表2.6.1所示。

表2.6.1　以國土技術政策綜合研究所的測試為依據的修正點

編號	分類	歸納的意見與觀察結果	意見及觀察結果的內容	有無修正	修正點（括弧內為未修正的理由）
1	討論的步驟	意見	前文設定的目標與程序-2以後實施之內容的關聯性不明確。不明白設定目標的理由。	有	目標是在評估衝擊的嚴重性（影響程度、易發生程度）前設定，因而移至後面。
2			前文或各程序缺乏說明。	有	討論時安排主持人作為協調人，主持人的設定及角色記載於「①簡易步驟表」的前文。
3			因缺乏說明，有時無法理解自己正在做什麼。		
4			各組應安排協調人。		
5			請準備不妨礙進行的工具或實施配置。	有	因「印刷品編號貼紙」數量龐大，「印刷品編號貼紙」的分類編號以後由使用者自行填寫，以刪減貼紙的總量。
6			沒有編號貼紙亦可。		
7			若從程序-2來假設南海海溝這一類大地震災害時，不知道該如何根據程序-4的過大外力預設外力的程度。	無	（有些區域可能難以設定過大外力，即使重新考量過大外力，判斷程序仍極為重要，因而不對工具施加變更）
8			最好是能夠明確過大外力的定義，分別在程序-2、4各自的階段發表預設災害規模（前提條件等）後再繼續討論。		
9			是否與檢討過大外力相關程序切分開來，從必要性方面來檢討比較好。		
10			過大外力的定義是否因對象設施的種類而異？		
11			過大外力的定義等一旦不明確，與風險評估之間的區分變得模糊不清，果真如此的話，不需要執著於過大外力。		
12			與其根據思維導圖與便條本彙整發生的事件，再討論哪裡發生什麼，不如一開始便查看地圖討論哪裡發生什麼，再根據思維導圖彙整的步驟為佳。	有	進行的方式改為「④印刷品便條本」交給協調人，其他與會者最初在看不到的狀態下進行意見交換。
13			在腦力激盪時使用印刷品便條紙，反而會阻礙思考。		
14			最好是限定對象設施或是檢討可涵蓋性的篩選出事件的方法。 僅半天無法完全的討論。	無	（雖然檢討需要時間，但經過判斷查看地圖、預設災害的同時進行檢討、交換意見的過程極為重要，因而不對工具施加變更）
15		觀察結果	嘗試在有限的時間內腦力激盪時，基於「在恰到其處時告一段落」，應優先列舉出從何種受害開始檢討，時間不夠時，必須決定達成一定程度後暫告一段落。	無	（基本上，⑦檢查表刊載的都是標準的受害、衝擊，不需要採取特別的因應處理。今後的課題是製作指南，例如向擔任主持人的職員提示開會方法或告一段落的時間點等）
16	工具的內容	意見	道路地圖當中不易辨識設施的位置，最好是準備上水道管連接示意圖（1萬分之1）。	有	因地圖是由使用者準備，工具包雖無法直接應對，「①簡易步驟表」前文已更詳盡的記載備用物品。
17			希望備有易於辨識設施位置的地圖（管內圖等）。		
18			基礎功能衝擊的便條本中應加入大型的繞道。	無	（大型繞道並非衝擊，而是作為交通中斷或村落孤立無援時的對應措施，因此不追加至「④印刷品便條本」）
19			便條本或編號貼紙不易從板子撕除，便條紙貼上後，撕不掉。一般使用的方型便條紙即可。	有	「④印刷品便條本」可有效的簡化作業或有助於預設，因而保留。已確認使用一般紙張印製「③衝擊預測表」、而不是銅版紙時，可撕除。
20			對於各組發表之處，最好是註明應發表的內容。	有	適用「①簡易步驟表」的部分已註明為「發表內容」，而不是「發表的提示」。
21		觀察結果	道路等出現各種事件的各組，現在的③衝擊預測表的區域太小。	有	尤其是因為「③衝擊預測表」的人力或物力受災區太窄，已經放大。
22			同時製作貼在地圖的編號貼紙與思維導圖的用意必須明確。	有	各項作業的用意已記載至「①簡易步驟表」。

2.6.2 於四國地方營建局實施的測試

(1) 測試概要

四國地方營建局實施的測試概要如下所示。以所有使用工具包的檢討程序為對象，邀請體驗應用工具包將大地震受害樣貌具體化的過程，以及依據受災樣貌評估因應處理的優先次序後檢討應變對策的過程，之後聽取對工具包的有效性或改善點相關意見。此外，除了意見交換外，並且製作、分發工具包相關問卷調查表，徵詢意見等。

測試

1) 日期&時間、與會者等

- 日期&時間： 2013年12月24日（二）13：30～17：00
- 場所：四國地方營建局 13樓1306會議室
- 與會者：

（河川組）

四國地方營建局企劃部 環境調整官

四國地方河川部 水災預報中心執行長、河川管理課長

四國技術事務所 副所長、技術情報管理官

國綜研危機管理技術研究中心水災研究室 主任研究官

（道路組）

四國地方營建局企劃部 防災課長

四國地方道路部 道路管理課補佐、專員

四國技術事務所 副所長、課長

國綜研危機管理技術研究中心土砂災害防止研究室 主任研究官

（全體進行）

國綜研地震防災研究室 主任研究官

- 目的：

使用開發中的工具包，篩選出重大災害中應考量的風險、理解災害的樣貌、檢討對策。進而徵詢對工具包有用性的意見。

- 會程表：

時刻	研討會項目	概要
13:00 ～13:10	致詞／說明宗旨	說明研討會的目的等
13:10 ～16:30	座談會（使用工具包進行討論）	分為道路組與河川組
13:10 ～13:20	工具包的概要／整體程序的說明	說明工具包的概要及各程序的概要
13:20 ～13:50	程序-1：災害時受害狀況的示意圖 【階段1/3】	測試體驗
13:50 ～14:20	程序-1：災害時受害狀況的示意圖 【階段2/3】	
14:20 ～14:50	程序-1：災害時受害狀況的示意圖 【階段3/3】	
14:50 ～15:10	程序-2：彙整預設的受害狀況	測試體驗
15:10 ～15:30	程序-3：規模超出預設之災害的 受害狀況示意圖	測試體驗
15:30 ～15:40	休息	—
15:40 ～15:55	程序-4：分析受害引起之衝擊的嚴重性	測試體驗
15:55 ～16:05	程序-5：評估衝擊的嚴重性	測試體驗
16:05 ～16:20	程序-6：檢討衝擊對策與優先次序	測試體驗
16:20 ～16:30	發表	依據結束所有的程序 時的成果，各組進行發表
16:30 ～16:40	因應災害相關自由討論	因應災害相關意見交換
16:40 ～17:00	工具包相關意見交換會	工具包的有效性、改善點等相關意見交換

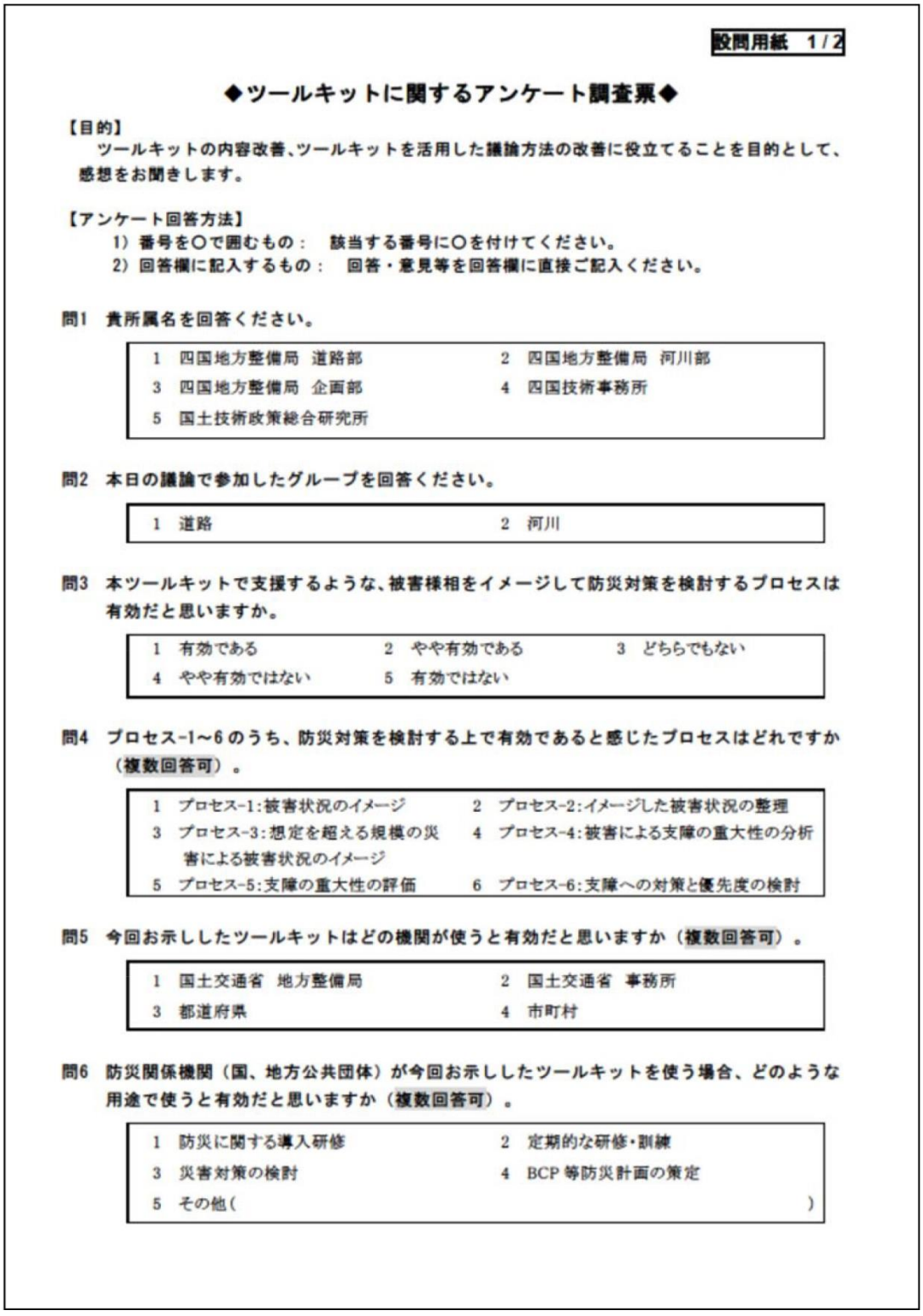
- 實施的情形

<table>
<tr>
<td>
程序-1：災害時受害狀況的示意圖</td>
<td>
程序-1：災害時受害狀況的示意圖</td>
</tr>
<tr>
<td>
程序-2：彙整預設的受害狀況</td>
<td>
程序-4：分析衝擊的嚴重性</td>
</tr>
<tr>
<td>
發表</td>
<td>
交換意見</td>
</tr>
</table>

照片2.6.2四國地方營建局的測試狀況

2) 問卷調查

問卷調查表如圖2.6.1(1)、(2) 所示，問卷調查各題目作答的總計結果如圖2.6.2(1)～(4)所示。



設問用紙 1/2

◆ツールキットに関するアンケート調査票◆

【目的】
ツールキットの内容改善、ツールキットを活用した議論方法の改善に役立てることを目的として、感想をお聞きします。

【アンケート回答方法】
1）番号を○で囲むもの： 該当する番号に○を付けてください。
2）回答欄に記入するもの： 回答・意見等を回答欄に直接ご記入ください。

問1 貴所属名を回答ください。

1 四国地方整備局 道路部	2 四国地方整備局 河川部
3 四国地方整備局 企画部	4 四国技術事務所
5 国土技術政策総合研究所	

問2 本日の議論で参加したグループを回答ください。

1 道路	2 河川

問3 本ツールキットで支援するような、被害様相をイメージして防災対策を検討するプロセスは有効だと思いますか。

1 有効である	2 やや有効である	3 どちらでもない
4 やや有効ではない	5 有効ではない	

問4 プロセス-1～6のうち、防災対策を検討する上で有効であると感じたプロセスはどれですか（複数回答可）。

1 プロセス-1:被害状況のイメージ	2 プロセス-2:イメージした被害状況の整理
3 プロセス-3:想定を超える規模の災害による被害状況のイメージ	4 プロセス-4:被害による支障の重大性の分析
5 プロセス-5:支障の重大性の評価	6 プロセス-6:支障への対策と優先度の検討

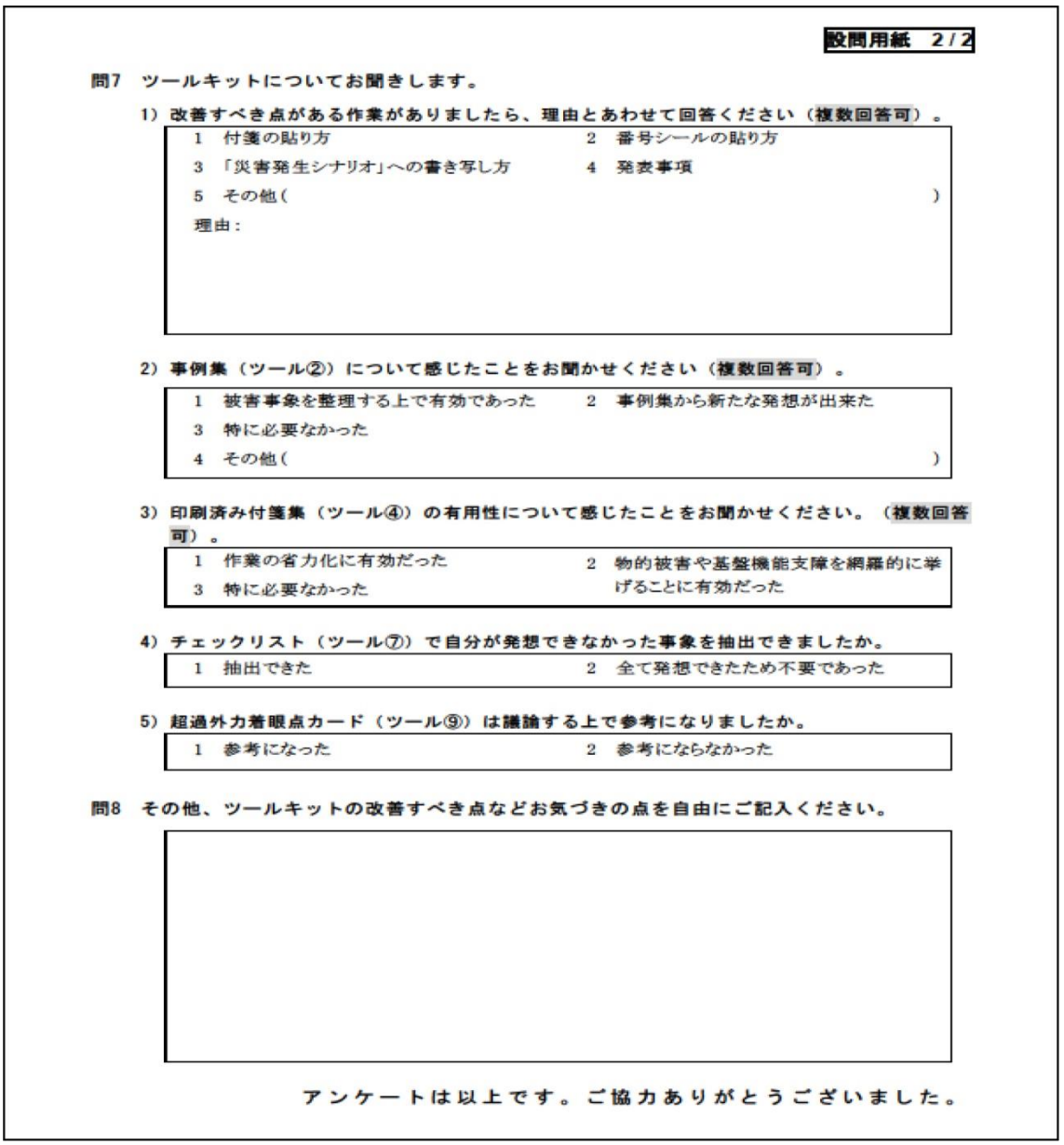
問5 今回お示ししたツールキットはどの機関が使うと有効だと思いますか（複数回答可）。

1 国土交通省 地方整備局	2 国土交通省 事務所
3 都道府県	4 市町村

問6 防災関係機関（国、地方公共団体）が今回お示ししたツールキットを使う場合、どのような用途で使うと有効だと思いますか（複数回答可）。

1 防災に関する導入研修	2 定期的な研修・訓練
3 災害対策の検討	4 BCP等防災計画の策定
5 その他（	）

圖2.6.1(1)　工具包相關問卷調查表



設問用紙　2 / 2

問7　ツールキットについてお聞きします。

1）改善すべき点がある作業がありましたら、理由とあわせて回答ください（複数回答可）。

1　付箋の貼り方　　2　番号シールの貼り方
3　「災害発生シナリオ」への書き写し方　　4　発表事項
5　その他（　　）
理由：

2）事例集（ツール②）について感じたことをお聞かせください（複数回答可）。

1　被害事象を整理する上で有効であった　　2　事例集から新たな発想が出来た
3　特に必要なかった
4　その他（　　）

3）印刷済み付箋集（ツール④）の有用性について感じたことをお聞かせください。（複数回答可）。

1　作業の省力化に有効だった　　2　物的被害や基盤機能支障を網羅的に挙げることに有効だった
3　特に必要なかった

4）チェックリスト（ツール⑦）で自分が発想できなかった事象を抽出できましたか。

1　抽出できた　　2　全て発想できたため不要であった

5）超過外力着眼点カード（ツール⑨）は議論する上で参考になりましたか。

1　参考になった　　2　参考にならなかった

問8　その他、ツールキットの改善すべき点などお気づきの点を自由にご記入ください。

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

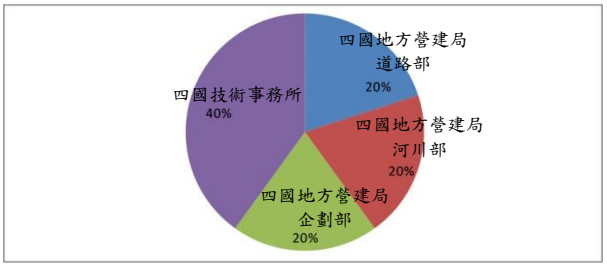
圖2.6.1(2)　　工具包相關問卷調查表

工具包相關問卷調查結果

第1題　請回答所屬單位名稱。

有效作答數：10位

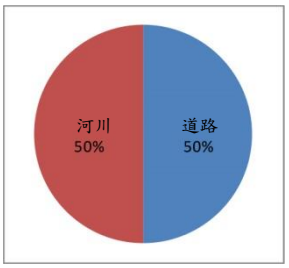
四國地方營建局	道路部	2
四國地方營建局	河川部	2
四國地方營建局	企劃部	2
四國技術事務所		4



第2題　請回答今天加入討論的組別。

有效作答數：10位

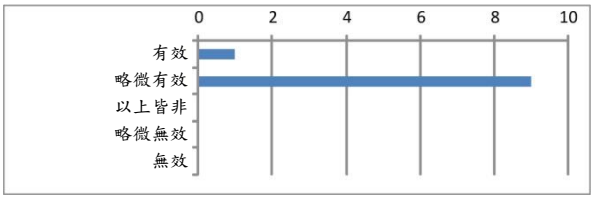
道路	5
河川	5



第3題　您認為本工具包所支援的、藉由預設受害樣貌後，檢討防災對策的程序是否有效？

有效作答數：10位

有效	1
略微有效	9
以上皆非	0
略微無效	0
無效	0



第4題 程序-1～6當中，在檢討防災對策上，感到有效的程序是哪一個（可複選答案）？

有效作答數：10位

程序-1：受害狀況的示意圖	1
程序-2：彙整預設受害的狀況	9
程序-3：規模超出預設之災害的受害狀況示意圖	0
程序-4：分析受害引起之衝擊的嚴重性	0
程序-5：評估衝擊的嚴重性	0
程序-6：檢討衝擊對策與優先次序	

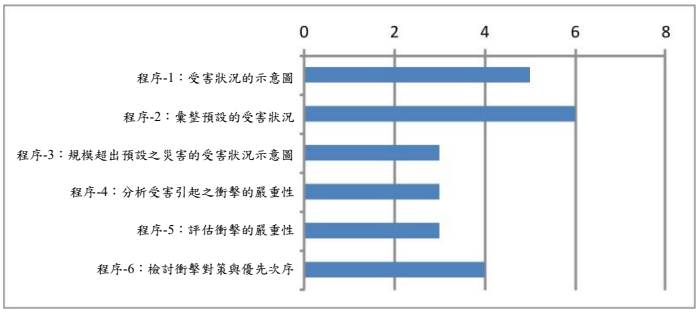
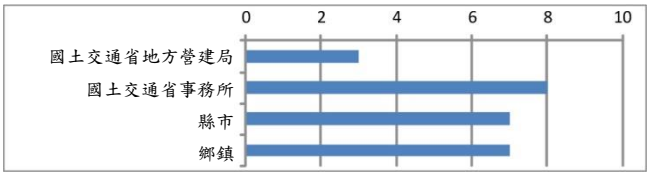


圖2.6.2(1)　　工具包相關問卷調查結果

第5題 您認為哪一個機構使用這次提供的工具包比較有效（可複選答案）？

有效作答數：10位

國土交通省地方營建局	3
國土交通省事務所	8
縣市	7
鄉鎮	7



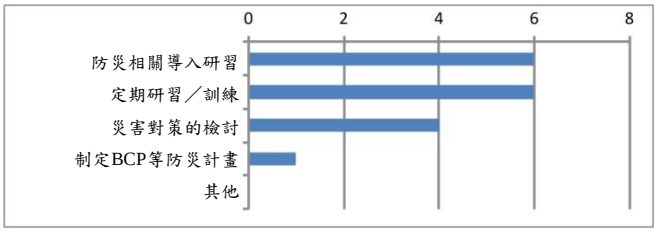
第6題 您認為防災關係機構（中央政府、地方公共團體）使用這次提供的工具包時，用在何種用途上會有效（可複選答案）？

有效作答數：10位

防災相關導入研習	6
定期研習／訓練	6
災害對策的檢討	4
制定BCP等防災計畫	1
其他	0

【其他意見】

無

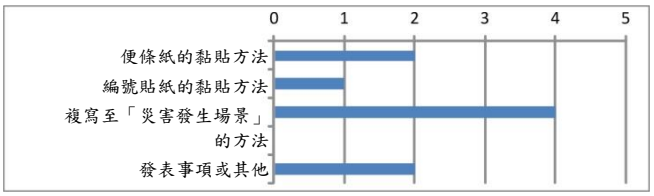


第7題 請說明對工具包的想法。

1) 如有應重點改善的作業，請連同理由一併作答（可複選答案）。

有效作答數：7位

便條紙的黏貼方法	2
編號貼紙的黏貼方法	1
複寫至「災害發生場景」的方法	4
發表事項	0
其他	2



「其他意見」

- 在彙整預設受害的階段，如果能以可聯想的程序來彙整各受害因素（地震動、海嘯、洪水等），會更方便使用。【四國技術事務所（河川）】
- 希望能在電腦使用。【四國地整道路部（道路）】

「應重點改善的理由」

- 便條紙的黏貼方法
  - 使用電腦等可節省人力【四國技術事務所（河川）】
  - 膠水太黏。【四國地整企劃部（道路）】
- 複寫至「災害發生場景」的方法
  - 隨著項目越來越多，人工作業有限【四國技術事務所（道路）】
  - 便條紙要撕下時費時又費力。【四國地整道路部（道路）】
  - 轉移時，關聯性不明確，有時會不知如何是好。【四國地整河川部（河川）】
- 僅未填寫答案的理由（意見）
  - 應使用數位套件來節省人力，而不是黏貼便條紙等的類比做法【四國技術事務所（道路）】

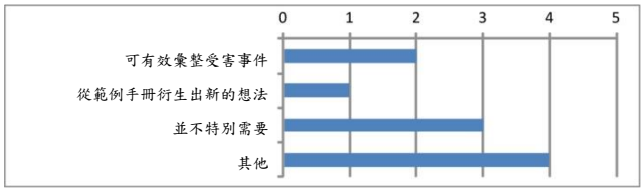
※ 未對編號貼紙的黏貼方法記載理由

圖2.6.2(2)　工具包相關問卷調查結果

2) 請說明對範例手冊（工具②）的想法（可複選答案）。

有效作答數：10位

可有效彙整受害事件	2
從範例手冊衍生出新的想法	1
並不特別需要	3
其他	4



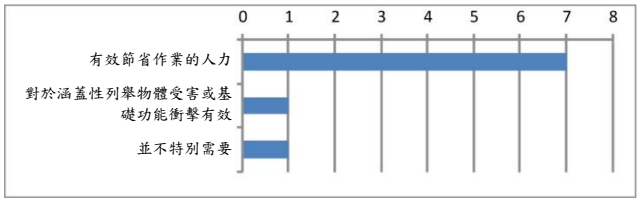
「其他意見」

- 這次的作業雖然不需要，作為範例手冊可派上用場【四國技術事務所（道路）】
- 營建局本身必須收集與分析各種情報及進行訓練。【四國地整河川部（河川）】
- 未使用【四國地整道路部、河川部】

3) 請對印刷品便條本（工具④）的有用性說明想法。（可複選答案）。

有效作答數：8位

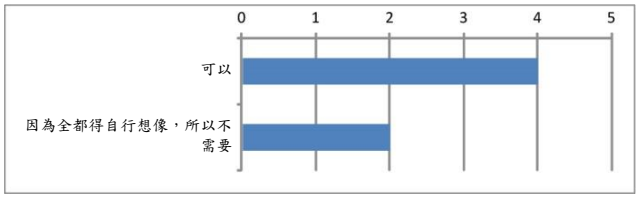
有效節省作業的人力	2
對於涵蓋性列舉物體受害或基礎功能衝擊有效	3
並不特別需要	4



4) 可否依據檢查表（工具⑦）篩選出自己想像不到的事件。

有效作答數：6位

可以	4
因為全都得自行想像，所以不需要	2



5) 過大外力焦點卡（工具⑨）在討論過程中是否派上用場？

有效作答數：9位

可派上用場	7
派不上用場	2

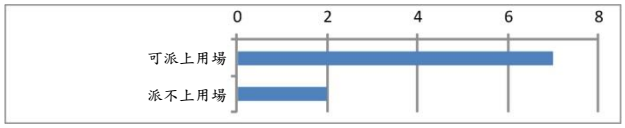


圖2.6.2(3)　工具包相關問卷調查結果

第8題　其他如有注意到工具包應重點改善等之處，請自由填寫。

- 各團體若能夠分享受災狀況，應該就可以建立新的災害預測。【四國技術事務所（道路）】
- 對節省作業的人力雖有效，節省人力。【四國技術事務所（道路）】
- 雖感到預設事件的訓練是有一定的效果，重要的是在發生的各種事件當中，對策總部必須判斷對哪裡投入多少人力、物資、機材，這些項目必須透過整體的系統進行改善。（到底是DIG、BCP還是DCP？還是全面性的涵蓋？）【四國技術事務所（道路）】
- 嚴重性的評估概念雖說是依據影響×易發生程度來評估，卻評估的時期就會有不同想法，應該也要納入時間的要素。（例如發生災害後1天以內、3天以內・・・）【四國技術事務所（河川）】
- 優先次序的評估雖依據嚴重性×難易度來評估，作為權重的難易度並不足夠。（難以確保預算，但優先次序未必低。基本上，防災就是必定要做的事）【四國技術事務所（河川）】
- 擁有此工具雖可縮短時間，但本人可能漸漸不再注意到它，練習後也就忘記了。【四國地整企劃部（道路）】
- 寫進去比較有意義，而不是事先製作。【四國地整企劃部（道路）】
- 具體而言的重點因維生管線復原的時間差異大，應予區分。【四國地整企劃部（道路）】
- 應事先清楚提示短期、長期的概念。【四國地整企劃部（道路）】
- 希望檢討培養協調人的工具。【四國地整企劃部（道路）】
- 關於工具⑩：若是鄉鎮的研習水準，目前的工具足以因應，實際作為災害對策用來加以應用時，必須確實的制定影響程度、易發生程度、嚴重性的定義，甚至必須深入檢討評估階段的細分化或綜合評估的判斷手法。【四國地整企劃部（河川）】
- 實際來看作業，就算給職員工具包與手冊，老實說，也不見得會展開作業。首先，必須培育會應用工具包的主持人（協調人）。【四國地整道路部（道路）】

圖2.6.2(4)　問卷調查總計結果

3)　工具包的修正點

根據意見交換及測試體驗時取得的意見、測試情形的觀察結果及問卷調查回答，彙整工具包的修正點。進而將修正點反映在製作上述的工具包。彙整的修正點如表2.6.2及表2.6.3所示。

表2.6.2　以四國地方營建局的測試為依據的修正點（1/2）

編號	意見分類	指正事項	有無修正	修正點（括弧內為未修正的理由）	①對照簡易步驟表的會程表
1	交換意見	最好是能夠明確的解說可善加運用的用法，使用該工具可討論至何種程度。	有	因已記載工具的使用方法與可討論的範圍，已就編排重新構思、使其更為醒目。	工具包的概要、整體的流程
2	交換意見	自行帶來了空拍照片。這一類物品，有助於理解，不是嗎?!	有	追加記載空拍照片作為備用物品。	準備開始
3	交換意見	刪除曾經提出的受害或衝擊，這樣的情形不多吧?!	無	（「工具⑥⑥疑問預測表」作為篩選風險的程序，必要時方便使用而應準備，因此保留）	程序1
4	交換意見	開始討論前，不是有必要詳盡地整體確認預設受害?!	有	追加記載分享預設受害與前提條件（發生災害的時段或是檢討對象區域等）。	程序1 中段
5	交換意見	有必要讓各組對預設受害具備一定的共識。			
6	交換意見	隨著討論應該就會得出一個結論，但在最初的討論 如果沒有明確的區分什麼造成的衝擊，後面的討論會越來越混亂。	有	已對「經由腦力激盪而提出的受害或衝擊用於何處」 追加記載說明。	程序1 中段
7	觀察結果	關於波及圖的彙整方法，由於線非常擁擠，即使彙整，仍不易理解。	有	⑧追加記載的留意要點為彙整至災害發生場景時，變更便條紙之間的連線顏色等，有助於理解。	程序2 中段
8	觀察結果	③有必要再次的檢討有無取代衝擊預測表中的替代作業。（拍照然後列印，這一類在會議室進行的程序，回到辦公室後再次實施等可能會很麻煩或者可能沒有這樣的環境來處理）	有	追加記載使用數位相機等拍攝後，透過大型螢幕等播放的作業驟。	程序2 中段
9	交換意見	影響的評估方法（特別是經濟層面）難懂、模糊不清。	無	（即使增加評估階段的階段數，定性評估的難易度應該也不會改變，經濟層面的影響程度因區域而有不同的基準，因此，影響程度的評估方法雖維持不變，改善評估的方法列為今後的課題）	程序4 中段
10	交換意見	關於影響程度或易發生程度，兩者的評估階段都太少，難以掌握優先次序			
11	交換意見	同一衝擊項目如有多種的生活與經濟衝擊時，將難以評估判斷			
12	交換意見	關於衝擊，生活與經濟衝擊的易發生程度終究取決於基礎功能衝擊，單獨的評估毫無意義	有	評估的作業是著眼於生活與經濟衝擊而實施，在此情形下，改變方法來考量波及來源的基礎功能衝擊。	程序4 中段
13	交換意見	考量各設施影響程度或易發生程度較為恰當，而不是各個衝擊	無	〔即使同一設施存在相關衝擊，衝擊的評估（影響程度、易發生程度）也可能有所不同，因此，在應用至對策的階段各設施進行考量，而不是設施個別的評估〕	程序4 中段、下段
14	問卷調查	嚴重性的評估概念雖說是依據影響×易發生程度來評估，卻評估的時期就會有不同想法，應該也要納入時間的要素。（例如發生災害後1天以內、3天以內……）	無	（考量嚴重性時希望也納入經過更多時間後引起波及的影響，因此未區分時段，對於影響程度因時間而異的指正，考量反映方法列為今後的課題）	程序4 中段、下段
15	問卷調查	應事先清楚提示短期、長期的概念。			【推測】程序4 中段、下段
16	問卷調查	關於工具⑩：若是鄉鎮的研習水準，目前的工具足以因應，實際作為災害對策用來加以應用時，必須確實的制定影響程度、易發生程度、嚴重性的定義，甚至必須深入檢討評估階段的細分化或綜合評估的判斷手法。	無	（各領域詳細的評估並非本工具的對象，工具當中的風險分析、評估的相關程序列為今後的課題）	程序4～6
17	交換意見	設定目標時，最好是能指定以何時為止的目標（事前、災難後立即、恢復期等）來進行預設。	有	載明為是與事後有關的目標，並且說明只要是事後，任一時間點都可以列為對象。	程序5 中段
18	交換意見	若多個設施從受害起與同一衝擊息息相關時，希望能夠構思綜合的方法。（例如高知機場的淹水可藉由排水溝閘門的移動來緩解，即使可採取此措施，一旦堤防潰堤，也於事無補等。）	有	追加記載檢討對策時，以綜合考察、檢討作為注意要點。	程序6 上段
19	交換意見	構思對策選單時，必須按照各設施對策個別彙整（排序）、構思	有	追加記載檢討對策時，以各設施重新排序進行檢討作為注意要點。	程序6 上段

表2.6.3　以四國地方營建局的測試為依據的修正點（2/2）

編號	意見分類	指正事項	有無修正	修正點（括弧內為未修正的理由）	步驟表的對應位置
20	交換意見	最好是載明同時構思事前與事後的對策。	有	已有記載，重新構思編排、使其更為醒目。	程序6 上段
21	交換意見	必須思考優先次序應考量至何種範圍（縣？鄉鎮？其他領域？）	有	優先次序的檢討部分，追加記載也要考量與其他機構或其他領域的關聯性作為注意要點。	程序6 下段
22	觀察結果	思考程序6時，最好是以重要程度高的衝擊為主，並且在領域之間進行腦力激盪（涵蓋性的篩選出衝擊後，以找出有效防止受害的重點為目的，重要程度高的衝擊可能跨越多個領域）。難以依據對策選單或難易度，在單獨領域決定優先次序。	無	（雖是重要的指正，由於使用工具包來討論可能時間會變得冗長，列為今後的課題）	程序6下段
23	交換意見	決定優先次序時，必須先思考時標	無	（由於也要考量檢討途中設定的目標等，再決定嚴重性、優先次序，比起跨領域的思考，鎖定應優先高度評估的方法列為今後的課題）	程序6下段
24	問卷調查	優先次序的評估雖依據嚴重性×難易度來評估，作為權重的難易度並不足夠。（難以確保預算，但優先次序未必低。基本上，防災就是必定要做的事）	無	（為提供思考難易度並且重新檢視優先次序的機會，由於難易度大、優先次序可能也高，因此不採取處理）	程序6下段
25	交換意見	最初的紙張部分也希望能夠電子化。	無	（工具包的電子化列為今後的課題）	—
26	問卷調查	應使用數位套件來節省人力，而不是黏貼便條紙等的類比做法			
27	問卷調查	隨著項目越來越多，人工作業有限			
28	問卷調查	擁有此工具雖可縮短時間，但本人可能漸漸不再注意到它，練習後也就忘記了。具體而言的重點因維生管線復原的時間差異大，應予區分。	無	〔因預設維生管線（電力、水道、瓦斯等）會與道路、河川等分開檢討而判斷為不需要採取處理〕	—
29	交換意見	如此將難以普及。必須培養協調人。特別是道路，只做過實踐訓練，很難達成。希望能夠容易達成一些。	無	（今後的課題將檢討編製主持人用的導入手冊等，以利只能由各機構的職員使用）	—
30	問卷調查	各團體若能夠分享受災狀況，應該就可以建立新的災害預測。	無	（作為工具的應用方策案→了解）	—
31	問卷調查	雖感到預設事件的訓練是有一定的效果，重要的是在發生的各種事件當中，對策總部必須判斷對哪裡投入多少人力、物資、機材，這些項目必須透過整體的系統進行改善。（到底是DIG、BCP還是DCP？還是全面性的涵蓋？）	無	（更為詳盡的檢討災害發生後對應處理之優先次序的內容追加至工具，列為今後的課題）	—

2.6.3 從測試特定出的課題與對應

已從國土技術政策綜合研究所及四國地方營建局實施的測試特定出應檢討對應的課題。特定出的課題如表2.6.4所示。

特別是評估衝擊的嚴重性或是檢討對策的優先次序，各組討論中進行暫定性的討論，目的在於加深對衝擊或受害的理解及瞭解對策的重要性而簡單的設定，今後考量運用於災害對策時，勢必需要更深入的檢討或追加手法。

表2.6.4 透過測試而篩選出的課題

編號	課題	分類
1	在使用工具包的討論中，需要有一種機制指導擔任主持人的職員如何掌握討論結束的時間點等或是如何有效地進行討論，如此一來，即使時間有限仍可有效的討論。（摘錄自國綜研測試）	培育主持人
2	有必要編製主持人使用的導入手冊等或是培養協調人，以利各防災相關機構的職員使用。	
3	對於影響程度，必須設定具體的指標等，檢討易於做出判斷的方法（摘錄自四國地整測試）	衝擊嚴重性的評估方法
4	由於預設評估影響程度會根據災害發生後的時間進展而發生變化，必須檢討時間要素的反映方法。（摘錄自四國地整測試）	
5	應用至實際的災害對策時，必須嚴謹的制定影響程度、易發生程度、嚴重性的定義。（摘錄自四國地整測試）	
6	不僅要在道路或河川等各別的領域決定優先次序，更要檢討與多個領域或相關機構討論後決定優先次序的程序。（摘錄自四國地整測試）	對策優先次序的檢討方法
7	最好是能夠在工具追加可以更為詳盡檢討應在哪裡投入多少人力、物資、機材等災害發生後因應的優先次序。	
8	為節省黏貼便條紙等作業的人力，需要檢討電子工具的導入。（摘錄自四國地整測試）	工具的電子化

上述各課題當中，除了部分工具的電子化之外，可將程序4與5整合為一、並依據改善說明等測試成果製作災害對策檢討支援工具。本研究的完成版如封底資料2所示的「災害對策檢討支援工具的應用指南」，內容解說本工具內容及其應用步驟。

上述各課題當中，除了部分工具的電子化之外，可將程序4與5整合為一、並依據改善說明等測試成果製作災害對策檢討支援工具。本研究的完成版如封底資料2所示的「災害對策檢討支援工具的應用指南」，內容解說本工具內容及其應用步驟。

2.7 在現場有效運用工具套件

國土交通省、地方政府關係人等防災相關人隸屬機構所有效運用的工具套件，首重於透析研討防災對策的效果，並藉由有效運用以更進一步的研討改良。

在測試運行上，本研究所建構的工具套件，雖然在研討災害對策的部分上仍有許多有待改良的空間，但根據研判有確保相當程度作為防災教育手法的完善性。

因此，已在作為實際防災研討場合的國土交通大學（以下稱「國交大」）所實施的「危機管理講習（2016年度的名稱）」和茨城縣防災研討工作小組，進行有效運用和評估。再者，本講習已基於卷末資料2「有效運用災害研討對策支援工具指導方針」實施。

2.7.1 在國土交通大學危機管理講習上，有效運用工具套件

(1) 概要

國土交通大學（以下稱「國交大」）以災害對策的基本、平時的措施、發生災害後的因應方法、學習注意事項等知識和提升資訊蒐集能力及情況判斷力為目的，而所實施的危機管理講習是以天災等為對象，實施日程約1週。對象為國交省、地方公共團體組織、獨立行政法人等職員，且在發生災害時站在第一線因應的地方發展局事務所的辦事處長、建設監督官員、專門官員、科長等。

具體目標如以下1)～4)所示。工具套件主要因應所得之3)及4)的看法。

1) 形成包括災害對策的基本、危機管理的基本等在內的危機意識
2) 從天災等因應經驗者中，學習災害因應活動的要點、技術及教訓等
3) 提升災害時的情況判斷力、學習善用預測資訊和防災氣象資訊
4) 實施用於習得事件應變能力的課題研究

(2) 將工具套件運用於危機管理講習上

危機管理講習目標在於——有效提升學員面對災害時的情況判斷能力和災害因應能力等。以往的危機管理講習是以知識傳授型為主體，由講師在課堂講述的方式說明——設想當發生災害後，如何個別因應各項基礎設施受損情況。另一方面，在有效運用工具套件的講習中，可透過學員參與型的方式，根據整體的基礎設施相關各種之觀點和意見展開研討。這種工具套件屬於適合提升災害情況的判斷、學習應變能力等，符合危機管理講習目標的方法之一。

(3) 變更配合實地演練的工具套件構成

皆約以半天時間，實施危機管理講習中的實地演練。因此，以學習講習目標的事件應變能力為目標，建構作為基礎部分的災害情境，並以風險評估為中心實施實地演練。關於最需花費時間研討的對策，則變更為對策目標的概念及其根據，用於實現之所需事前準備、發生災害後的實施項目及找出注意事項的情境。此外，為了便於在實地演練上討論，而以6～7名為1小組，並依照學員的職務屬性，分類為河川與道路小組。

在實地演練中，說明工具套件的概要後，針對每個案例研討「建構災害情境」。由河川、道路代表小組發表研討結果，再與其他小組交換討論。其後再度針對每個案例進行「風險評估」、「研討對策」，並由各小組發表結果後，展開各小組交換討論。圖片2.7.1表示實施情況。



圖片2.7.1　實施情況

(4) 實地演練用地圖和對策目標的設定

在國交省河川國道事務所和地方政府土木事務所等，實施有效運用工具套件的設想實地演練。實施前提為——參加者本身具備一定程度之管理設施的結構技術規格、設置條件等知識。此外，前提是持有管轄圖、管理平面圖、各種結構物的管理技術規格相關資料等。再者，管理設施的地形、周邊主要都市的情況、土地利用等亦同。

由來自日本全國各地的學員參加危機管理講習，並適度分配參加者後展開實地演練。因此，未具備前面所述設施的結構技術規格和周邊情況相關知識。於是，以實際地區為基本，將針對結構物等補述部分虛構資訊的地圖，做成實地演練用地圖。在此地圖上，一併補述周邊土地利用和都市規模等。此外，在有限時間內展開實地演練的道路，是以約為50㎞四方；河川約為5㎞為對象範圍。

在研討地圖範圍中，是以發生震度6～7的地震後6分鐘，將有2m海嘯來襲的設定，進行實地演練。圖2.7.1表示設想的地區地圖、圖2.7.2表示發生災害的設想情況。地區地圖除了有主要基礎設施、公共設施之外，還一併記載掌握白天人口動向的平時人流，以作為擬定災害對策的參考資訊。此外，也製作分別記載實施研討對策的對策目標概念、根據和所需準備項目的紀錄表。圖2.7.3為紀錄表範例。



圖2.7.1設想的地區地圖



圖2.7.2設想的發生災害情況

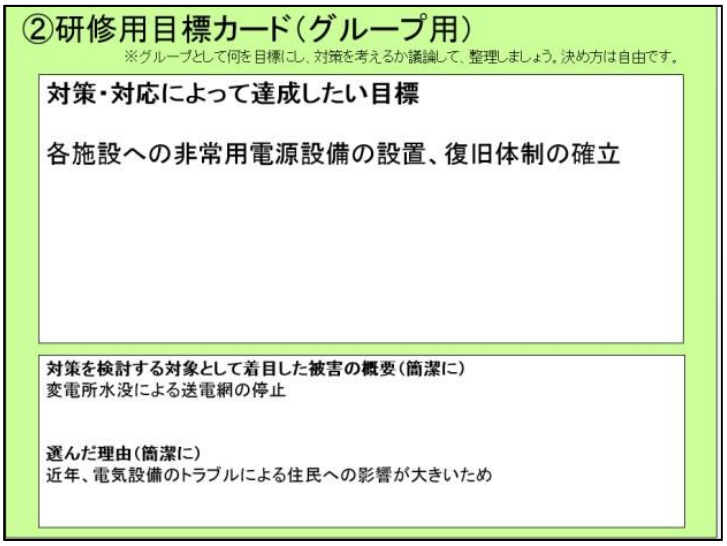


圖2.7.3　講習用目標圖卡例子

表2.7.1各小組所設定的對策目標和實施注意事項

小組	對策和因應目標	鎖定的受害情況	所選對策的理由	實施對策和因應的注意事項		
				事前對策	發生災害時，發生災害後	共通事項
道路1	○ 透過早日搶通國道a號及連接該國道的網絡（暫定一車線），實施迅速救助和救援	○ 國道1號因路面變形、橋梁高低差、海嘯漂流物等而無法通行	○ 必須可讓居民避難、緊急車輛通行等。	○ 需要預算和人員 ○ 實施計畫性的檢查	○ 與災害時緊急因應業者之間的事先協定等 ○ 事先訂定顧問、專家、業者等合作與職務分擔 ○ 儲備餘震時和第二波海嘯以後的確保安全緊急應變資材及機器 ○ 確保燃料（儲備、協定等）	○ 實施訓練和講習等 ○ 準備地圖、道路清冊、橋梁清冊等
道路2	○ 確保被夾在a河川與b河川的區間幹線交通（救援、物流、避難）	○ 民房倒塌、海嘯淹水、落橋	○ 設想震度大的地區，發生建物嚴重受害 ○ 被夾在河川的地區發生落橋的影響大 ○ 工廠、學校集中，白天人口多的地區	○ 需擴充民房補強相關制度 ○ 需定期檢查和維修設施	○ 確保人手、確保資器材 ○ 需要正確資訊	○ 確保預算
河川1	○ 盡早對受災堤防展開災後復原 ○ 解除天然水壩 ○ 修復取水設施	○ 因液化導致堤防截面不足	○ 防止2次受害（為下一次防汛作準備）	○ 取得地基資訊 ○ 確保預算 ○ 技術開發（研討更低廉的工法）	○ 設定發生餘震、海嘯等時的運用規則	○ 詳細調查資器材的搬入途徑
河川2	○ 對各設施設置緊急電源設備、確立災後復原體制	○ 因變電所淹水而造成饋電網停止	○ 近年來，因電氣設備問題而對居民造成極大影響	○ 因此需要電力公司的協助	○ 確認受害情況，根據受害規模，建構派遣職員的體制	○ 在低風險處建造變電所
河川3	○ 消弭來自河川的淹水受害 ○ 土砂崩落、土石流災害	○ 海嘯沿著河川逆流而上時，因無法關閉水閘而造成淹水受害	○ 潤井川周邊遍佈市公所、醫院等公共設施	○ 因而決定防止淹水對策的優先順位 ○ 共享防災資訊（居民、相關機構等） ○ 確保災害對策預算	○ 確保共享受災資訊、傳達災害因應人員和體制	○ 預算等無人化、自動化技術開發、修正制度
河川4	○ 已設想等級1、等級2海嘯的海嘯對策（軟體和硬體互為一體的對策）	○ 因海嘯而淹水受害 ○ 因海嘯而造成水閘操作員喪命	○ 在東日本大震災，不少人因水閘操作而喪命。 ○ 應藉由軟體對策，讓居民得以避難。	○ 調查實績，擬定設想。 ○ 由河川管理人、操作員和相關機構進行討論和共享。	○ 留下無法關閉水閘的課題。	

(5) 危機管理講習中的工具套件評估

在試作階段中，由部分發展局測試評估工具套件。其結果已考量基礎設施受害對社會經濟活動造成的影響觀點，獲得有效的評估。然而，由河川、道路等不同屬性的多名職員所參加的講習中，並未實施有效性、工具套件的效果、組成和具體有效運用場面等相關評估。此外，由非國土交通省職員所做的評估亦同。本次已透過國交大的實地演練進行評估。

1) 提升災害因應能力帶來貢獻的相關評估

表2.7.1表示各小組在研討對策中，所設定的目標項目。2個道路小組皆負責實施救助和救援，因此以早日搶通道路為目標的部分雖然一樣，但搶通範圍的設定則不同。此外，河川小組則有——負責藉由堤防設施的災後復原以減輕淹水受害的2個小組及以海嘯對策為目標的1個小組，和以盡早搶通電力為目標的1個小組。負責盡早搶通電力的小組為——有過東日本大震災經驗的成員，並從此時的居民因應情況等設定此目標。

即便以這種方式設想在同一個地區發生受害，而研討對策目標時，也會因學員所屬地區、過去災害因應技術的看法，而形成不同的結果。可藉由共享各小組所發表的前述成果和資訊，讓講習參加者在災害研討對策上，發揮擴展看法和視野之效。此外，還可透過小組展開的討論，帶來理解災害發生至研討對策為止的過程和優先順位等效果。故依此判斷，工具套件對於地區和專責領域不同的多名學員，可活用作為判斷災害時的情況和提升因應能力的一項講習工具。

2) 實地演練組成的評估

在本次的實地演練中，首先說明工具套件的組成，在實際的實地演練上，則以建構災害情境為中心加以實施。其結果，約有9成講習參加者答覆可理解工具套件的概要，並評估也能有效運用於行政領域上。另一方面，也出現「各項研討對策至關重要」的意見，尤其是約有半數的參加者有提出「也應給予充裕的時間實施研討對策」的意見。對此，在「限定於有限的結構物來舉例說明研討對策的案例」等實地演練的進行方式上，仍有再思考的空間。

3) 有效性的評估

圖2.7.4為工具套件有效性的評估。有9成以上實地演練參加者，在災害對策上答覆「有效果」、「雖有效果但不充足」，雖然仍有許多改良空間，但也藉此顯示這是危機管理研討中的有效方式之一。尤其是對於運用地圖的受害設想，則有出現容易聯想到財物上的受害，可在參加者之間共享資訊、可有效掌握存在於管理設施和周邊醫院等重要設施位置關係的意見。

4) 運用容易性的評估

圖2.7.5為工具套件運用容易性的評估。約有3成的學員答覆「不易使用」，由此可見需要改良。以內容來說，有提出在建構災害情境上，具體的受害等級設定不夠明確的意見。工具套件中則有將過去曾發生的災害情況做成列表的⑦檢查表

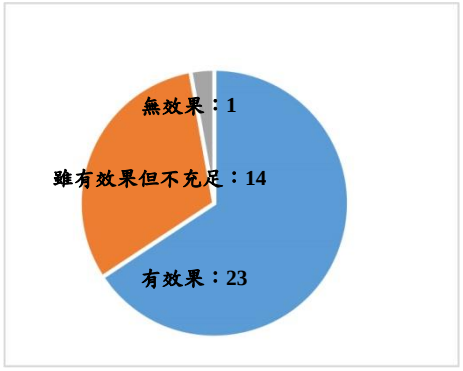


圖2.7.4有效性評估

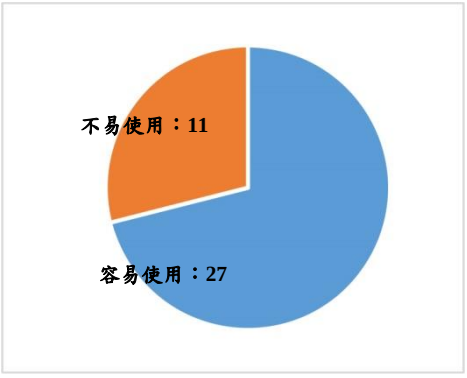


圖2.7.5有效運用容易性的評估

可透過善加運用以設定齊全的設想受害等級。除此之外，還有人提出了因未能理解設想地區的地勢和地上物等地區特性，而難以反映在研討上。再者，針對電子化的可行性部分，則希望盡可能提出電子資料。原本工具套件是以有效運用在地方發展局河川國道事務所、地方政府等土木相關事務所等為前提所開發而成，並設想運用者也擁有一定程度的地區資訊。然而，若如同本次一樣，以來自全國各地參加的學員為對象時，就須安排事先提供可有效運用於講習的設想地區資訊。此外，應一併考量有效運用已記載道路結構技術規格的數位道路地圖等電子媒體，藉以有效率的展開研討。

5) 有效運用工具套件的場合

對於「工具套件在多大程度能在實際的行政區域內有效運用」的問題，則舉出了「囊括居民在內的防災訓練、對事務所職員的防災訓練、掌握新異動職員設施和地區特性、職員的培育與意識啟蒙等」，以及有效運用於防災訓練。此外，也出現「擬定事務所防災計畫、找出設施更新時的問題，設想的受災處所和災害對策專用機械的操作、堤防潰堤時的緊急模擬、找出管理設施的各項問題、掌握地區潛在危險處所、擬定BCP和修正、受災時的對策優先順位等」，可有效運用在擬定防災計畫的意見。

2.7.2 有效運用於茨城縣土木部防災研討工作小組

(1) 概要

茨城縣防災研討工作小組（以下稱WT）以隸屬於茨城縣政府下的土木事務所為對象，實施災害對策、防災訓練等。WT由縣政府防災和危機管理課、企劃室、監理課、用地課、檢查指導課及隸屬於縣政府下的土木事務所、工程事務所的技術職員參加。在WT中有效運用工具套件，進行以建構災害情境為中心的實地演練。

(2) 在WT中運用工具套件

可在WT有效運用的時間約為3小時。在這段時間的分配上，難以實施工具套件所有組成的建構災害情境、風險評估和研討對策。另一方面，從2.7.1所記載的國交大講習參加者中，接獲許多必須實施到的風險評估，甚至研討對策的意見。因此，以建構災害情境為主的同時，也以部分案例概念為中心，說明風險評估和研討對策。

(3) 實施內容和實地演練地圖

茨城縣是東日本大震災當中，曾發生最大震度6級以上的劇烈搖晃，並以沿岸部為中心發生海嘯，成為嚴重受創的地區之一。WT參加者中也包括體驗者。因此，災害發生設定是設想發生震度6級以上的地震後6分鐘，將有2公尺高的海嘯來襲。

此外，地區為擁有海岸區、平地、濕地、丘陵地等各種地形，且土地利用涵蓋耕作地、水田、住宅用地、都市部等各種類型的大洗町至水戶市區的區域。圖2.7.6為已記載設想發生災害的地圖、圖2.7.7表示實地演練地圖。再者，使用的基礎地圖為——關東地方發展局常陸河川國道事務所的管轄圖。

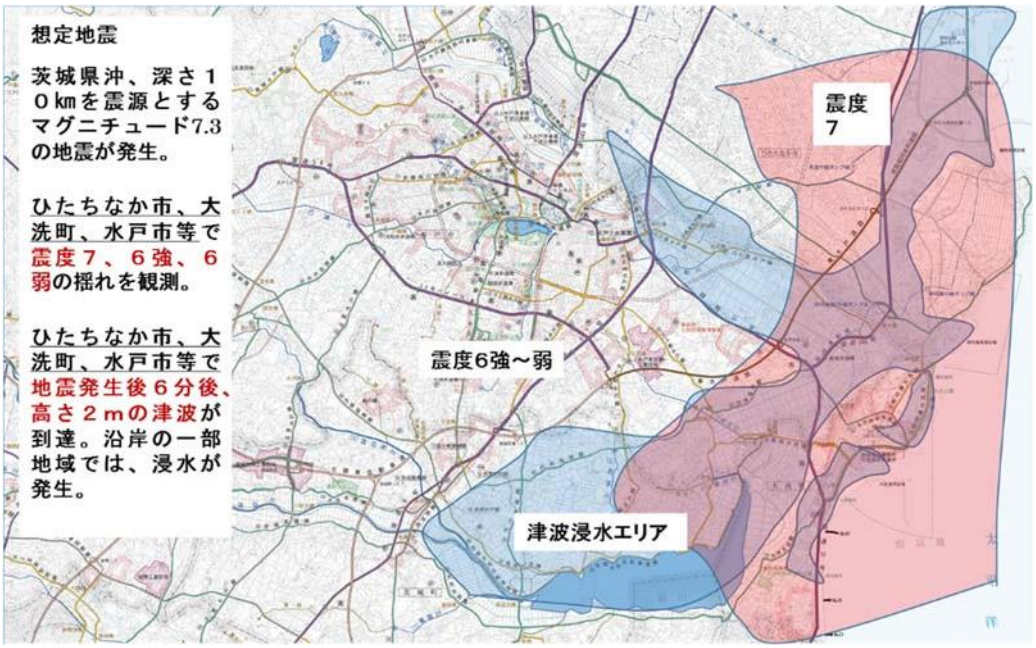


圖2.7.6發生災害設想地圖



圖2.7.7實地演練地圖

(4) WT實地演練的流程

1) 實地演練情況

約有30名茨城縣職員參加WT。依各職員的屬性，將這30人分為道路與河川各小組（1小組約5～6名）。

首先，以30分鐘左右的時間，說明災害和工具套件的概要；接著由各小組以60分鐘左右的時間，依循設想的發生災害內容，建構災害情境。由代表小組發表已建構的災害情境，其他小組則針對不同看法等進行補充說明。

其後，則基於風險評估概念，說明風險評估、對策設定目標、研討各項對策為止的一系列流程。圖片2.7.2展示實地演練的實施情況。



圖片2.7.2實地演練的實施情況

2) 提出風險評估、對策設定目標、研討各項對策案例

參加過國交大的講習的學員提出最好有風險評估、對策設定目標、各項對策檢討的等意見。然而，因為時間有限難以全面實施，因此事先設想茨城縣所管理的道路，會因發生災害而受到何種情況的傷害，再以案例方式實施一系列的流程。

① 風險評估案例

從受害的深刻性和發生可能性之觀點，進行風險評估。圖2.7.8表示依案例設想的受害情況；圖2.7.9表示風險程度（道路等受害案例）；圖2.7.10表示發生可能性；圖2.7.11為彙總前述的結果。

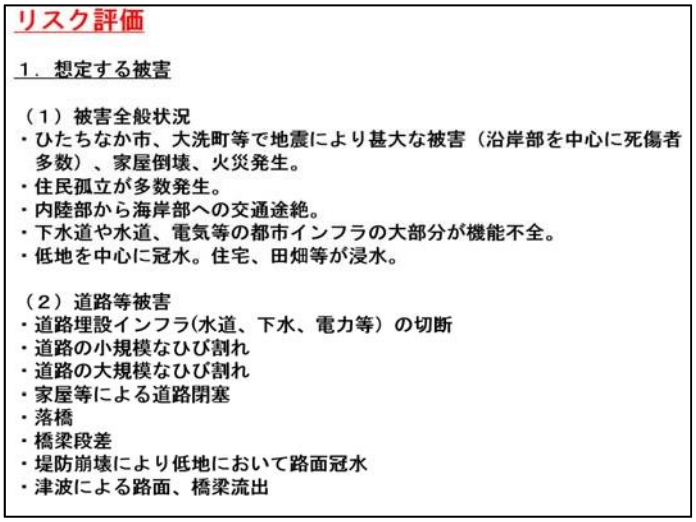


圖2.7.8設想的受害

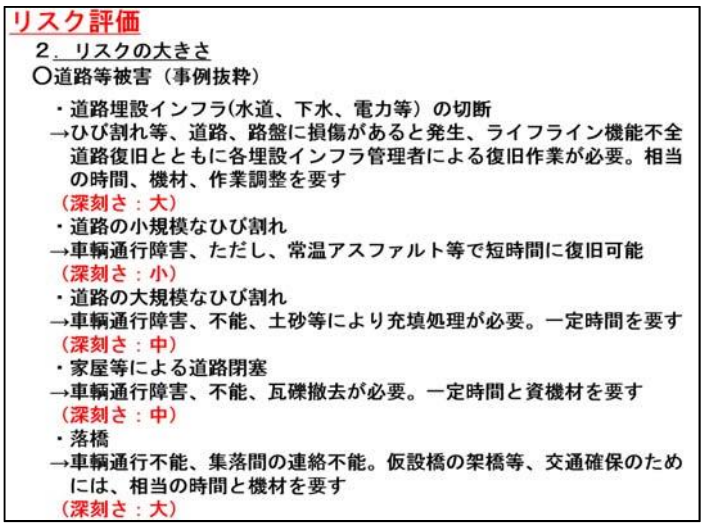


圖2.7.9風險程度

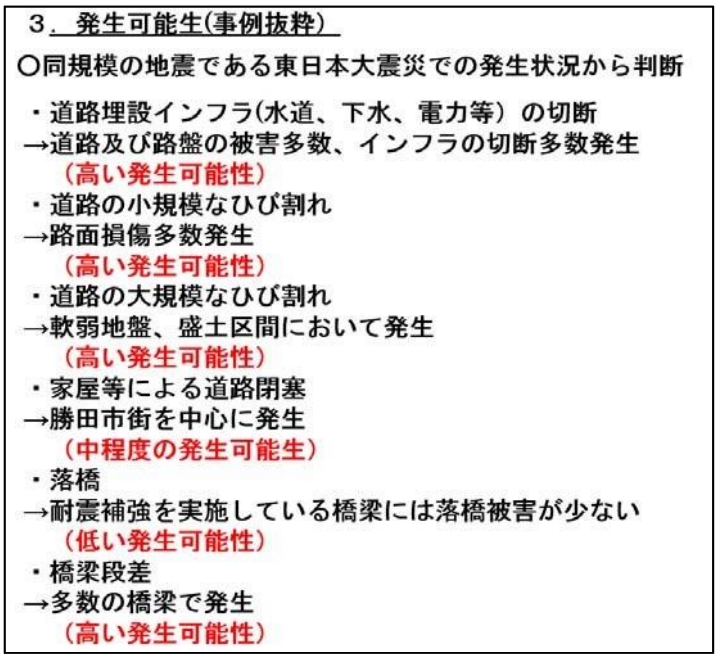


圖2.7.10發生可能性



圖2.7.11風險評估彙總

② 對策目標設定案例和研討對策案例

在對策目標案例上，需設定受害嚴重的常陸那珂市和大洗町的救援活動，因而設定的案例是為了展開救援活動，而必須早日搶通前往海岸區的道路。此外，研討對策的注意事項上，首重於必須注意已設想發生災害的事前對策，並藉由實施對策，在產生效果的區間（區域）中徹底研討對策範圍。圖2.7.12表示設定目標和研討對策的概念；圖2.7.13表示對策的具體對策項目案例；圖2.7.14為已考量災害情境及風險評估結果的對策研討結果案例。

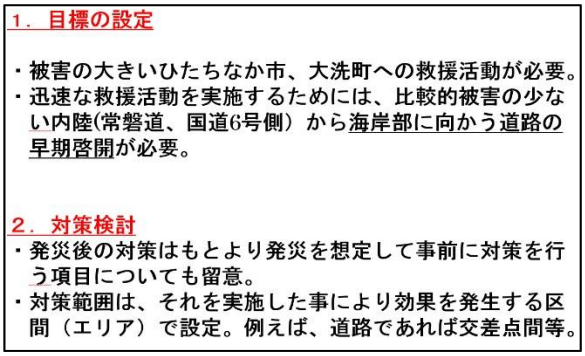


圖2.7.12目標設定和研討對策

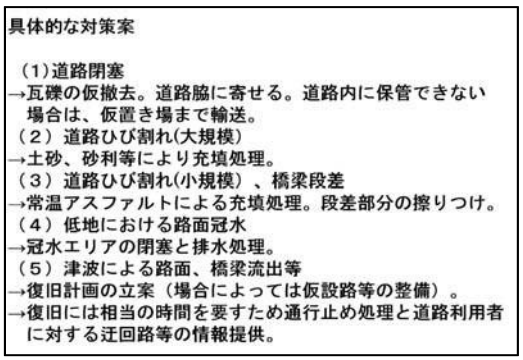


圖2.7.13具體對策項目案例

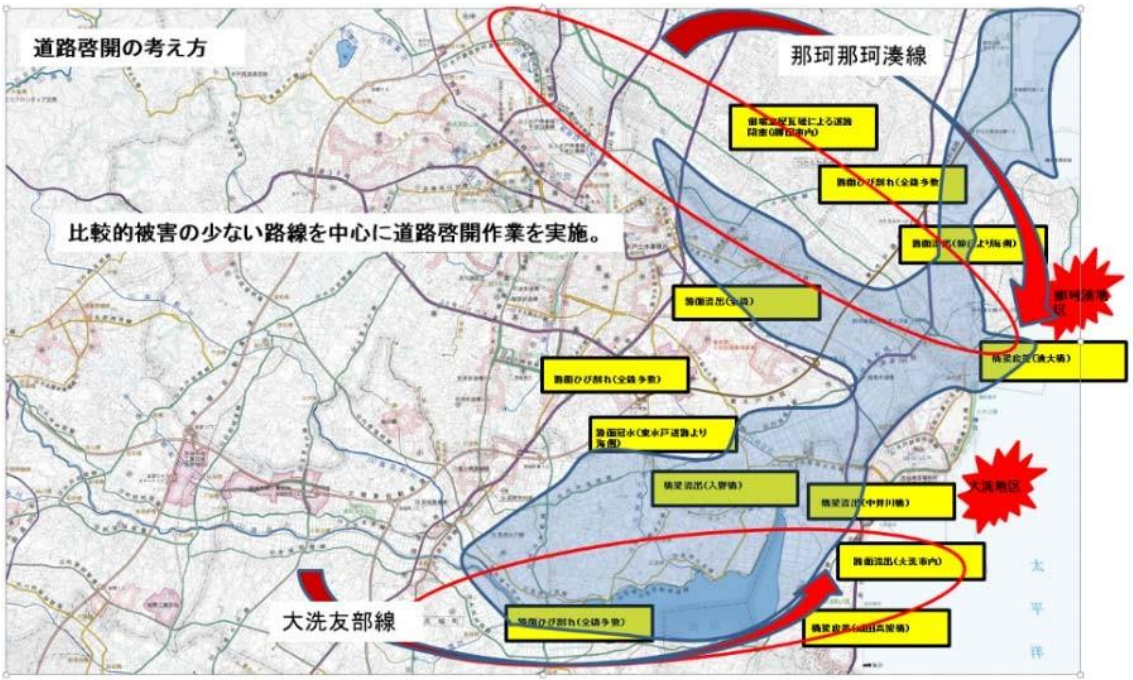


圖2.7.14對策研討結果案例

(5) 在WT對工具套件的評估

1) 有效性的評估和具體項目

結束一系列的實地演練後，透過問卷調查方式對WT學員調查工具套件的有效性。圖2.7.15為工具套件的有效性評估、①～⑱為具體內容。有9成以上的實地演練參加者答覆「有效」，此外也在災害對策上列舉出各種成效，由此顯示在災害研討對策上，工具套件為有效的方式之一。

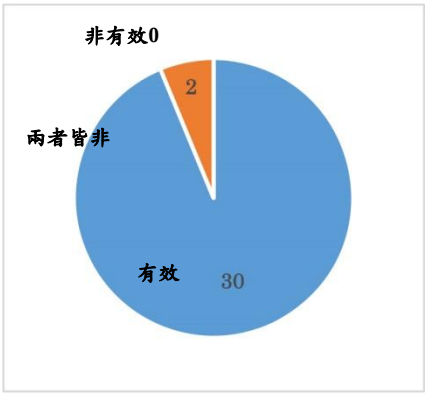


圖2.7.15 WT中的有效性評估

① 易於擬定可用於掌握公共土木設施的位置和地形情況的具體對策。

② 易於瞭解發生災害時的情景。

③ 可同時在短時間內，集結複數人的意見。

④ 可事先設想，在實際災害時應如何因應。

⑤ 由於邊思考情況邊作業，和正式作業也有相關，因此非常有效。

⑥ 留意低窪地等未察覺之處。

⑦ 道路專責人員可掌握河川的危險處所。此外，反之亦然。可掌握管轄內的重要設施。可透過理解整體內容，瞭解何處是重點，發生災害時該採取何種方法。

⑧ 最好能採取可輕鬆附加或更換的形式。

⑨ 可以整理出因受災而對生活造成的影響。

⑩ 可在所屬職員間對於各設施所面臨的風險等具有共識，且能基於各種觀點有效 展開研討。

⑪ 可在職員間共享利用災區土地和重要設施。可藉此在剛發生災害後，順利進行緊急災後復原活動。

⑫ 可以地形等情況為基礎，進行具體設想。

⑬ 整理的資訊可在發生多起超乎設想的情況上發揮助益。

⑭ 可有效運用地圖以力求「可視化」，因此易於理解。

⑮ 易於找出具體對策案。

⑯ 因容易編列優先順位，而得以迅速因應初步的災後復原。

⑰ 可透過結合地圖和備忘錄的文章，具體理解和整理受災內容和情況。

⑱ 可透過重新考量設施的重要程度，決定災後復原的優先順位。

2) 改良項目

①～④為需改良的具體內容。舉出今後要改良的課題項目有——因應遺漏設想、高效率作業輔助工具、建構災害情境、風險評估、在有限時間內實施研討對策的方法等。

① 無法因應遺漏設想

② 希望能有以編號方式為例或項目之類的速見表可供參考。（⑦更進一步簡化檢查表）

③ 若未經歷完整體驗就無法理解，因此最好能在研討對策之前，製作短時間實施的「精簡版」

④ 除了提出問題和受災內容，最好還能配置得以思考對策內容的欄位

3) 有效運用工具套件的場合

①～⑬為實際業務中具體且有效運用的場面。除了原有的防災訓練和事前研討災害對策之外，還舉出了找出管理上的危險處所、決定設施檢查順序、確認與其他管理人之間的職務分擔、選定臨時住宅的候選建設用地等，可廣泛運用於災害對策業務上的項目。

① 在事務所找出危險處所和達成共識

② 設想管理設施的危險處所

③ 以工具所找出的設想受害情況為基礎實施設施檢查

④ 擬定防災相關計畫等

⑤ 決定因地震造成汙水處理功能停擺時的災後復原設施之優先順序

⑥ 事務所內的防災訓練、事前防災計畫

⑦ 防汛期前的安全檢查

⑧ 防災訓練、擬定BCP計畫等

⑨ 選定巡邏時的主要檢查處

⑩ 選定緊急運輸道路等重點建置處

⑪ 鄉鎮專責人員和縣專責人員共同合作，設想當無法使用緊急運輸道路時等支援功能的情況，因此瞭解到彼此職務分擔的業務

⑫ 選定緊急應變臨時住宅的候選建設用地

⑬ 設想防災訓練等受害情況，並思考對策的職務

第3章　複合型災害危機管理相關研究

3.1　研究概要

東日本大地震是規模遠超過以往經驗和設想的天災，也因堤防沉陷，以及地震發生後後引發的大海嘯，而造成莫大的受害。也因這次的災害，開始主張事先對低頻度、大規模災害擬定減災措施的重要性[1)2)3)]。這一類的災害，是會同時或幾乎不間斷地連續發生洪水和地震的複合型災害。像是過去的福井地震（1948年）和新潟縣中越地震（2004年），也有在發生地震前後1個月內，因發生豪雨而受害的案例[4)]。而且今後，將隨著地球暖化各種極端氣象現象頻繁發生，因此必須具備全新的思考方式，考量發生以下災害的危險性，從受災中決定災後復原重建事業的優先順位[5)]。

針對複合型災害的減災措施，最重要的是，在可事先想到的範圍內進行模擬，事先掌握受害範圍及預設的受害規模和各種措施的效果。也要求當實際發生受災時，準確且迅速因應，以盡可能減災。必須藉由事先掌握和整理資訊，以瞭解初步應對的差異。展開有效運用本文所示手法等實地演練，並事先掌握複合型災害時的情況，有助於有效提升新手現場職員等的危機管理能力。

複合型天災的受害特性為，後發生的天災，其受害情形會依先發生天災時防災設施和住家等受災與災後復原情況等而異。雖然必須根據此特性檢討複合型災害減災措施，但由於尚未確立掌握本特性的手法和決定措施時的思考模式，而成為檢討複合型災害措施上的課題。以下所示結果是透過過去的受災案例，所設想之此類課題的試算結果，也是以地震和洪水重疊的案例為對象的案例研究。從前述特點來看，雖然本手法尚未成為一般理論，但希望能藉由試算確認本手法的有效性，以作為檢討複合型災害危機管理上的檢討程序和結果之整理方法的參考之用。

3.2　複合型災害的概念

本研究首先以模型河川為對象，設想發生地震後連帶發生洪水的複合型災害之下，進行了受害試算。從該結果指出，洪災會受到地震造成堤防受創的災後復原情況所影響，在地震剛發生後尚未展開災後復原時的民眾受害情況最大，其後則隨著展開災後復原而有減少的趨勢。一般而言，重要的是，並不是只以地震剛發生後，受害情況最嚴重的洪水為減災措施的對象，還要一併關注災後復原的期間。

接下來，為了在檢討河川整治計畫時，具體考量複合型災害時的減低受害觀點，而將複合型災害時的受害特性分析手法，套用於更廣泛的複合型災害案例，以試算和分析各項減災措施的減災效果，並找出和整理檢討減災措施上的注意事項。

再者，盡可能具體設想地震後的災後復原情況，再針對地震和洪水檢討複合型災害措施的效果和特性。具體而言，結合既有手法和結果，試算受害情況的同時，對於已設想單獨發生地震和洪水時，可實際實施的防災和減災措施，計算地震和洪水接連作用時的民眾受害情況。再者，從受害規模和縮短災後復原所需期間的2個觀點，分析該計算結果，找出檢討複合型災害措施時的注意事項。

又，本項目為鑑於本研究報告書的宗旨，重構參照文獻6)、7)、8)後的內容。

3.3 依據地震和洪水的複合型災害，進行受害試算和分析受害特性

3.3.1 依據地震和洪水檢討複合型災害措施的思考模式

假設是地震後緊接發生洪水的複合型災害時，河川結構物和堤內地的受害情況，會依最初發生的地震規模而異、且災後復原所需天數也不同。一般而言，地震的規模越大受害情況也越嚴重，災後復原所需天數也會拉長，因此其後的洪災也容易擴大。另一方面，在剛發生地震後，尚未著手災後復原的狀態下發生洪水時，受害情況可能會更嚴重。因此，在檢討複合型災害時的減災措施時，若只著眼於地震和洪水規模仍不足夠，應將重點擺在災後復原情況與其他相關作業間如何相互作用，納入試算中。於是，本研究便按照時間順序，整理堤內地住宅、道路、電氣及堤防等設施的災後復原情況後，試算到各災後復原為止的天數和各災後復原中發生洪水時的受害情況，並試算和分析各項減災措施的效果。

本研究中，是以基於一級河川國土交通大臣直轄管理區間而設定的長約60km的模型河川為對象，讓地震和洪水規模及兩者的發生間隔產生體系性變化，同時從過去的實際狀況等中，設定堤內地受害對河川結構物修復工程的影響後，再試算民眾受害等和災後復原所需天數。再者，本次在地震受害上，是以搖晃所造成的受害為主要對象，而未考量因海嘯和地層下陷的受害。此外，也未考量發生洪水時同時為滿潮的情形。

3.3.2 作為複合型災害時的受害試算和分析對象的流域、地震和洪水

表3.3.1為作為本次檢討對象的模型河川和氾濫區域（以下稱「模型區域」）概要；表3.3.2為地震發生後經過的模型河川和區域概況；圖3.3.1表示模型河川氾濫區域內的地勢高度及家戶數。再者，表3.3.2中的I～V為後述圖3.3.7中的稱呼。模型河川的特徵包括：下游為地勢低、容易發生淹水災害的地區；在地勢低的地區分布不少家戶；相較於右岸，家戶大多集中於左岸。再者，下游右岸設定為靠山區間。

表3.3.1 模型河川和區域概況

流域の概要	幹川流路延長	約200km
	流域面積	約5,000km^2
氾濫域の概要	直轄管理区間	約60km
	氾濫区域面積	約600km^2
	河床勾配	1/500～1/5000程度
	氾濫区域内人口	約2,200,000人
	氾濫区域内資産	約69兆円
	土地利用形態	建物：29%、農地：37%、 河川等：14%、その他：20%

表3.3.2 依據地震發生後經過的模型河川和區域概況

地震発生後の経過	モデル河川・区域の概況	
地震発生直後	道路啓開前のため区域外への避難不可 堤防復旧は全く進んでいない	Ⅰ
道路啓開直後	主要道路は啓開、堤防復旧工事未着手	Ⅱ
堤防緊急復旧20%	左岸下流部10.0～23.2kにおいてHWL−1.6m まで緊急復旧が完了	Ⅲ
堤防緊急復旧50%	左岸下流部10.0～23.2kの緊急復旧が完了	Ⅳ
堤防緊急復旧完了	堤防の緊急復旧が完了	Ⅴ

設想因地震而造成河川結構物和堤內地的受害（民眾和建築物）情況（表3.3.3、圖3.3.2），而設定了3種規模的地震動。參考南海海溝巨大地震[9]及東海、東南海、南海地震[10]套用於模型河川時所設想的震度後，將震度分布的網格尺寸統一為250m（大於250m的網格，以間隔250m來分割），再設定震度分布。以下，從最大地震規模起，依序稱為E2（模型區域的最大震度6.5）、E1’（同6.2）、E1（同5.8）。

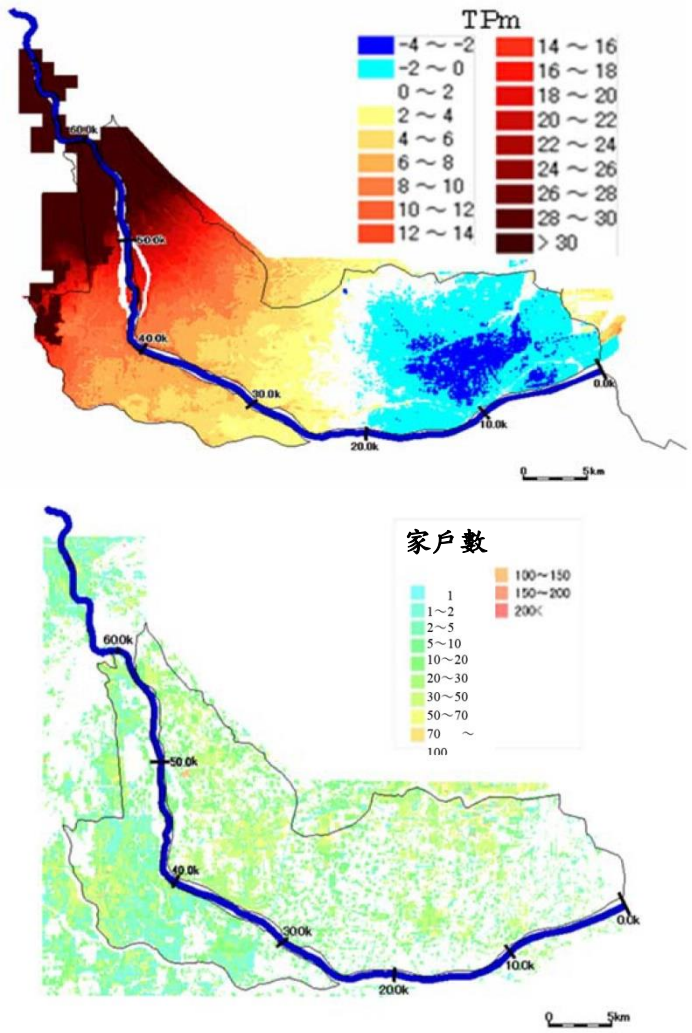


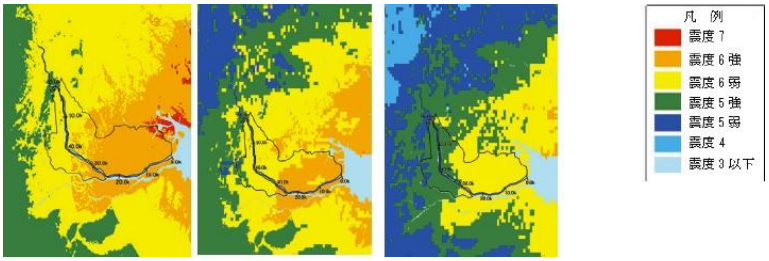
圖3.3.1 模型河川氾濫區域內的地勢高度及家戶數

如表3.3.4所示，將洪水規模設定為模型河川排流量規模的洪水（以下稱「「洪水規模1」），和超過此範圍的規模（以下稱「「洪水規模2」）2種。模型河川最上游端的峰值流量分別為，洪水規模1大約8,000m^3/s、洪水規模2大約15,000m^3/s。

如表3.3.2所示，在模型區域內的疏散撤離情況和堤防搶修情況的不同時間點，針對洪災進行區分和試算。再者，因地震而沉陷的堤防緊急搶修高度為到HWL（計畫高度水位）為止，並將氾濫受害相對較大的左岸下游10～23.2km區間，設定為優先復原區間。

表3.3.3 設定的地震動

於本研究的稱呼	作為參考的地震	模型河川區域的最大震度	設定方法
E2	南海海溝巨大地震	6.5	發生概率低、發生嚴重受創的最大等級地震動
E1’	E1及E2的中間	6.2	E1及E2中間程度的地震動（東海、東南海、南海地震的震度＋0.4）
E1	東海、東南海、南海地震	5.8	雖然發生堤防沉陷，但僅有堤內地房屋倒塌的地震動



於本研究的稱呼	作為參考的地震	模型河川區域的最大震度	設定方法
E2	南海海溝巨大地震	6.5	發生概率低、發生嚴重受創的最大等級地震動
E1’	E1及E2的中間	6.2	E1及E2中間程度的地震動（東海、東南海、南海地震的震度＋0.4）
E1	東海、東南海、南海地震	5.8	雖然發生堤防沉陷，但僅有堤內地房屋倒塌的地震動

圖3.3.2 設想震度分布（左E2、中E1’、右E1）

表3.3.4 設定的洪水流量

	設想的規模	流量
洪水規模1	現況排流量規模	大約8,000m^3/s
洪水規模2	超過現況排流量的規模	大約15,000m^3/s

3.3.3 因地震而受害的設想

地震受害、其後的災後復原情況及洪災的設想流程，如圖3.3.3所示。依此流程，試算因地震發生停電，而難以傳達疏散撤離資訊的家戶數、道路受害、建築物受害、民眾受害的結果，如表3.3.5所示。

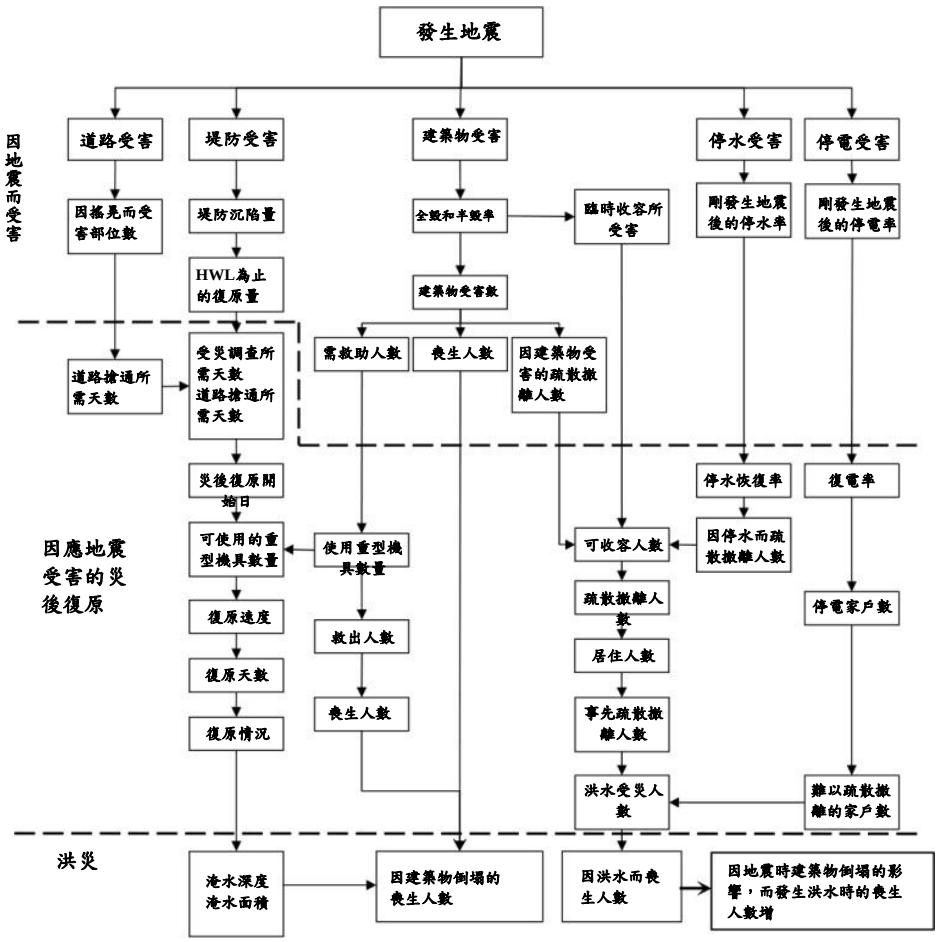


圖3.3.3 設想的地震的受害和因應表

3.3.5 因地震而受害試算結果

地震規模			E2	E1'	E1
モデル区域人口（人）			2,200,000		
モデル区域内世帯数（世帯）			780,000		
モデル区域内家屋数（戸）			580,000		
損壊家屋数（戸）	全壊家屋		57,000	21,000	420
	半壊家屋		220,000	120,000	1,800
	計		270,000	140,000	2,200
地震直後の停電世帯数（世帯）			730,000	680,000	360,000
家屋倒壊による人的被害（人）	死者		3,400	1,200	25
	要救助者		26,000	9,300	190
	救出人数		1,100	1,100	160
	救出時死者		25,000	8,300	30
地震による死者数（人）			28,000	9,500	55
地震直後の断水人口（人）※			1,700,000	1,700,000	1,200,000
家屋倒壊による避難者数（人）			240,000	84,000	1,500
断水による最大避難者数（人）			450,000	460,000	320,000
計（人）			690,000	550,000	320,000
避難所収容人数（人）	平常時収容可能人数		330,000		
	被災後収用可能人数		180,000	250,000	330,000
避難者数（人）	断水避難者ピーク時	区域内	180,000	250,000	320,000
		区域外	510,000	290,000	0
	断水解消後	区域内	180,000	84,000	1,500
		区域外	60,000	0	0
地震後自宅居住者（人）	断水避難者ピーク時		1,500,000	1,600,000	1,900,000
	断水解消後		1,900,000	2,100,000	2,200,000
地震による直接被害額（百億円）			2,600	1,700	19

※ 地震直後の断水人口は家屋倒壊による要救助者を除いた値。

(1) 因停電而難以傳達疏散撤離資訊的家戶數

基於東日本大地震時的實際狀況[11)]，將剛發生地震後按震度別的停電率訂為震度6弱以上：96%、震度5強：43%、震度5弱：22%、震度4：13%、震度3以下：0%，其後參考中央防災會議設想的南海海溝巨大地震受害手法（以下稱「南海海槽設想手法」）[12)]，設想隨著經過天數的復原率（例：地震後1週的復原率為90%），再按網格別試算模型區域內的停電家戶數（在發生洪水時無法採取疏散撤離行動的人數），以減低洪水時的疏散撤離率。本次雖大致設定停電率及災後復原天數，但庄司等人[13)]、Shoji et al.[14)]已提出更詳細的設定手法，有助於提升往後有效運用同手法的精確度。

(2) 道路搶通所需天數及建築物受害的推估

參考「中部版梳齒策略」[15)]，將E2地震時的道路搶通所需天數設定為3天，再透過南海海槽設想手法，在模型區域內所設想之緊急運輸道路的「按震度別總長度（km）」上，乘算「每平均按震度別道路總長度的受災部位數（部位／km）」，以設想各地震規模的道路受災部位數，再依照E2時的道路受災部位數之間的比率，將E1’設定為3天、將E1設定為2天。再者，本次雖大致設定道路受災部位數，但往後可考慮參考Shoji and Nakamura[16)]，利用最新看法以進行設定。

此外，使用南海海溝設想手法設定各地震規模的全毀和半毀戶數的同時，從已設定的房屋全毀和半毀率，設定模型區域內的臨時收容所受災（無法使用）率。

(3) 因地震導致民眾受害的推估

從各網格的震度、建築物結構別、建築年度別棟數，參考南海海溝設想手法，試算全毀和半毀（源自全半毀戶數比）戶數，再試算罹難者和需救助人數（難以自行脫困人數）及疏散撤離人數〔採用表3.3.5，在罹難人數最多的夜間（建築物滯留率100%）發生地震的時資料〕。再者，關於需救助者的生存率，則參考阪神淡路大地震的實際狀況[17)]，依序設定發生當天：75%、第2天：25%、第3天：15%、第4天起：0%。參考南海海槽設想手法，依建築物倒塌和停水，推估疏散撤離人數。依照上游方式（自來水管為普通鑄鐵管）[18)]，設定因停水而疏散撤離人數。關於自來水修復率，則參考都市區自來水業者的事業永續計畫[19)]，設想發生災害後前4天，因調查受災情況之需，因此復原率為0%，接著則從第5天開始進行災後復原作業，並於第28天完成（復原率與開始進行災後復原作業的天數呈比例）。因停水而疏散撤離人數，會依停水生活困難度而出現時序的變化，超出臨時收容所收容人數的疏散撤離者，則疏散撤離至模型區域外。再者，關於自來水修復所需期間的設定，則參考Nagata et al.[20)]等；

關於根據生命線停止所設定的疏散撤離人數，則參考東京都[21]等的作法，於日後進行改良。

(4) 依地震造成堤防沉陷量的推估

依照堤防耐震性能對照檢查[23]結果，修正按照河川堤防耐震檢查手冊簡易計算式[22]所計算之各200m的堤防沉陷量（從依據板塊型地震動引起Kh=0.4時之兩沉陷量的比，修正按照簡易計算式的沉陷量。將堤防高度的75%訂為沉陷量的上限），再設定各地震規模的堤防沉陷量（右岸下游的靠山區間除外）（圖3.3.4）。儘管自左岸40km起的上游區，會根據地震規模在沉陷量上出現若干差異，但在除此以外的區間上並未發現顯著差異。

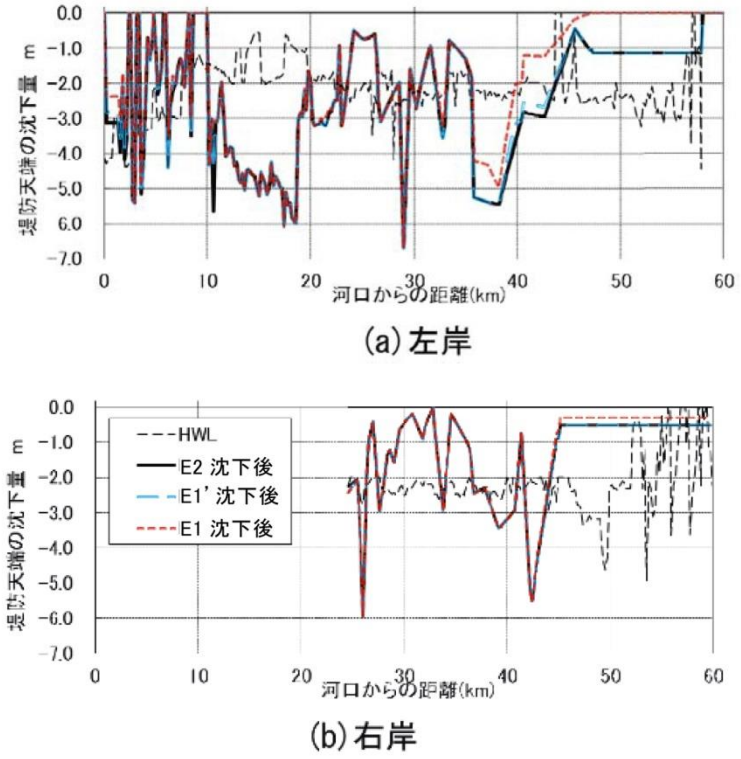


圖3.3.4 設定堤防沉陷情況縱斷面圖

3.3.4 尚未發生洪水前的危機應變的設想

(1) 設定危機應變上可使用的重型機具數量

以和河川管理人簽訂災害協定業者（以下稱「協定業者」）的持有機器為對象，設定可用於危機應變的重型機具數量。其中，道路搶通前，僅以位於模型區域內的協定業者為對象；道路搶通後，則將對象擴展到包括模型區域在內的鄉鎮內協定業者。基於東日本大地震中的直轄管理河川緊急搶修工程的實際狀況，針對前述重型機具的救助作業和修復工程所用台數進行如下分配，挖土機和推土機用於救助作業：修復工程＝8：2；傾卸車用於修復工程開始後第10天為止為同上8：2；同第11天以後為3：7。再者，經過表3.3.8所示完成救助為止所需天數，完成救助作業後的挖土機、推土機、傾卸車皆為同0：10（表3.3.6）。

表3.3.6 設定可透過危機應變使用的重型機具數量

消防機構人員 *1	救助作業人員 *2	編制救助隊		救助1名所需時間[24]		1天的作業時間
				木造房屋	非木造房屋	
5,900人	4,500人	5人	挖土機1台 *3	117分	252分	9小時

(2) 建築物受害所伴隨之救助作業的設定

設想由消防機構因應後，如表3.3.7設定救助作業。以結果來說，本試算的救助隊數受限於重型機具數量。平均1天可救助人數等，如表3.3.8所示。根據受災房屋的木造和非木造比率，按比例分配救助隊數，計算平均1天可救助人數。

表3.3.7 救助作業設定

	救助隊數	救助效率（人/隊･日）		1日当たり救助可能人数	救助完了までに必要な日数		
		木造	非木造		E2	E1’	E1
道路啓開前	228	4.6	2.1	933	23日	10日	1日
道路啓開後～緊急復旧工事開始前	447			1,832			
緊急復旧工事開始後	358			1,466			

*1 根據具有同等規模氾濫區域的地方政府消防年報等進行設定。

*2 考量救急隊員、通信指令要員等作業的從事人員後，訂為消防機構人員的75%。

*3 摘錄自東日本大地震的訪談調查。

表3.3.8 從倒塌建築物進行救助作業的設定

	バックホウ		ブルドーザ		ダンプトラック	
	復旧工事	協定業者所有	復旧工事	協定業者所有	復旧工事	協定業者所有
道路啓開前	0	228	0	51	0	200
道路啓開後～河川堤防復旧工事開始前	0	447	0	100	0	480
道路啓開後復旧工事開始後10日目まで	89	447	20	100	96	480
復旧工事開始後11日目以降	89	447	20	100	336	480

(3) 河川堤防緊急搶修工程的設定

修復工程在道路搶通後且完成堤防受災調查後開始；而受災調查天數則根據在東日本大地震和新潟縣中越近海地震中平均1天的實際調查狀況，無關乎規模，均設定為5天。以24小時體制實施緊急搶修工程，災後復原之所需土量和平均1天的災後復原量等，如表3.3.9所示。儘管堤防受害不因地震規模而出現極大差異，但在完成災後復原工程為止的天數上會出現差異，是受到堤內地的救助作業所影響，因而在修復工程速度上出現差異。

表3.3.9 河川堤防緊急搶修工程的設定

地震規模	災後復原土量 (m^3)	平均1天災後復原量(m^3)				從發生地震到完成緊急搶修為止的天數*
		第10天*為止	第11～15天	第16～23天	第24天以後	
E2	1,438,085	16,000	16,000	21,000	80,000	37
E1’	1,379,007	16,000	80,000	80,000	80,000	27
E1	1,132,027	80,000	80,000	80,000	-	20

*包括堤防受災調查所需天數5天。

3.3.5 依據複合型災害試算受害和分析受害特性

計算氾濫は基於洪水治理經濟調查手冊（草案）[25]表示，逐次以一次元計算河道內水位，當河道內水位超過在任何堤防截面上相當於無害流量的水位〔只將堤防沉陷後的沉陷部分進行偏低設定，但未低於耐震性能對照檢查水位（在耐震性能對照檢查上所考量的外水位）及潰堤部的底床高(bed height)〕時，即視為潰堤氾濫，並在氾濫原內透過250m網格的二次元漸變流計算，按網格別試算最大淹水深度。

依照以下公式，針對每一個網格和資產種類，試算因洪水造成直接災損金額。

「直接災損金額」＝「根據最大淹水深度與資產種類的受害率」×（「地震前的資產金額」－「因地震造成資產災損金額」）

表3.3.10 洪水時的喪生人數計算條件

地震による要救助者の浸水時の死亡判定	避難率は0%とし、1階床面から危険水位帯として判定
半壊家屋居住者の浸水時の死亡判定	年齢に関わらず上階へ避難ができないものとし、1階床上から安全水位帯、準危険水位帯、危険水位帯として判定
洪水時の避難行動	地震による避難者の洪水時避難率は100%、自宅残留者の避難率は40%、停電世帯の避難率は0%と設定

因洪水而喪生人數是根據淹水深度，參考設定死亡率的LIFESim模型手法[26]之下，如表3.3.10及圖3.3.5設定已考量地震影響的計算條件後，再如下試算每一個網格。

「罹難人數」＝「根據最大淹水深度與建築物損壞情況（全毀和半毀等其他）的死亡率」×（「按建築物損壞情況別的居住人數（疏散撤離者及因地震而喪生者除外）」

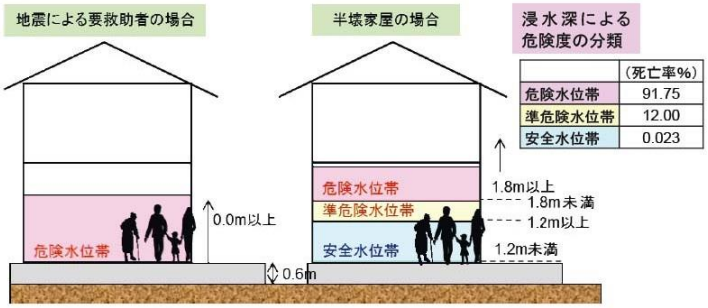
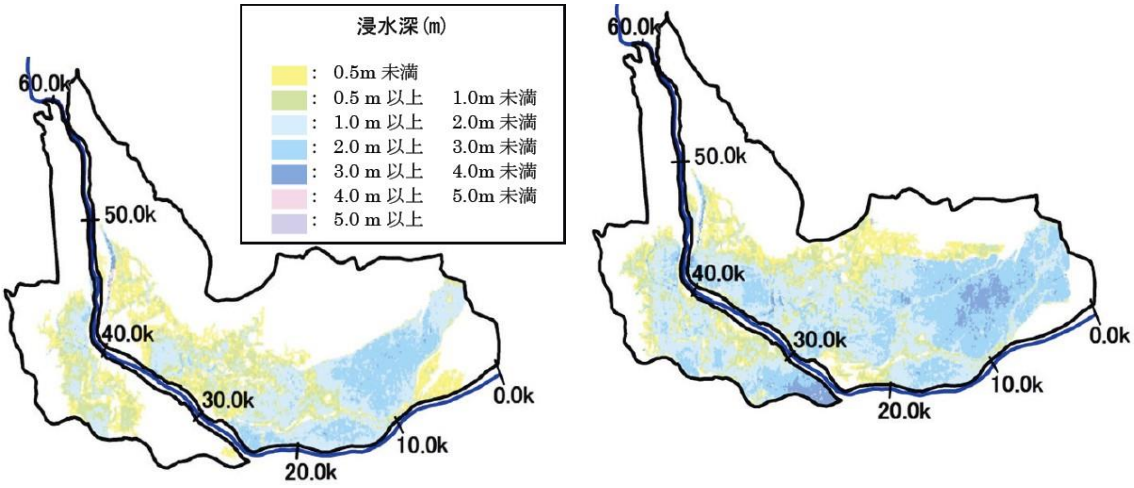


圖3.3.5 設定已考量因地震所造成之洪災的死亡率

(1) 洪水氾濫計算結果

洪水氾濫計算結果例，如圖3.3.6所示。針對洪水規模2，比較單純洪水時和堤防處於嚴重沉陷情況的E2剛發生地震後時的情況得知，後者平均淹水深度約為前者的1.3倍、淹水面積約擴大1.5倍，據此明確呈現堤防沉陷的影響。再者，由於各地震規模的堤防沉陷量差距不大，因此地震規模的淹水深度和面積差距並不顯著。



(a)洪水規模2單獨　　(b)E2剛發生地震後洪水規模2

圖3.3.6 氾濫模擬結果

(2) 洪災的試算和受害特性的分析

圖3.3.7表示從地震到發生洪水為止的天數和模型區域內的居住者（未疏散撤離，留在家中的居民）、堤防搶修速度、因洪水而罹難人數的關係。若與單純發生洪水時的受害（洪水規模2為460人、洪水規模1為0人）做比較，會因複合化而造成洪災加劇。

再者，如1)所述，儘管氾濫情況不因地震規模而出現極大差異，但在E2和E1’地震後發生洪水規模2的罹難人數上，卻形成極大差距（E2在地震剛過之後發生洪水情況，約為E1'的1.4倍）。如表3.3.5所示E2全毀和半毀戶數幾乎是E1’的2倍，據此推估，因建築物受害所造成的影響（建築物因地震而倒塌，導致需救助者的死亡率擴大，以及提高半毀建築物裡的死亡率等）極大。

尤其是若在地震剛過之後，發生洪水規模2時的洪水罹難人數，會大於表3.3.5所示單純因地震而罹難的人數。另一方面，隨著展開堤防搶修大幅減少罹難人數，可藉此得知，修復工程的進度將為減災帶來極大貢獻。但無論是E2或E1’地震，相較於災後復原程度20%時，災後復原程度達50%時，反倒增加因洪水規模1、2而罹難的人數。這是因為，地震所伴隨之停水而疏散撤離者，隨著解除停水而返回區域內住居的結果，與災後復原程度20%時相較之下，災後復原達50%時的區域內人口變多。

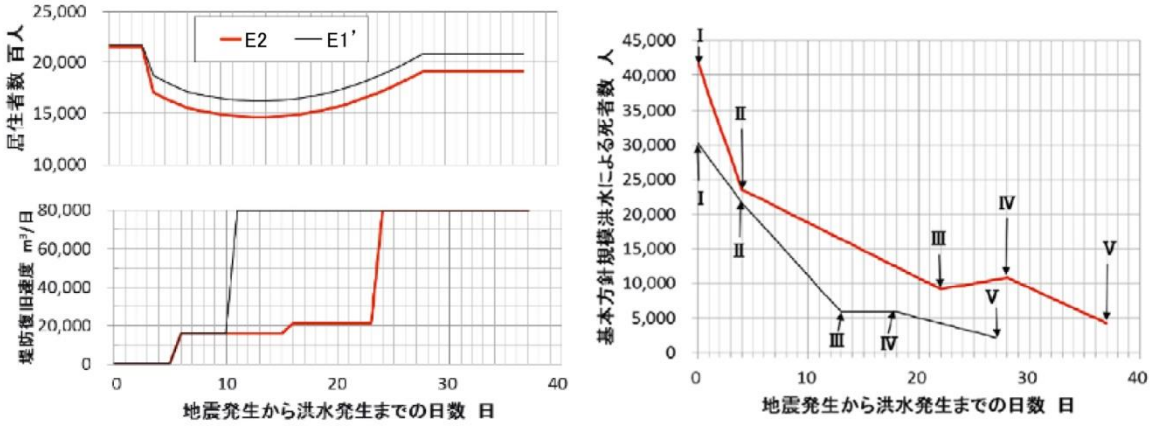


圖3.3.7 從地震到發生洪水為止的天數、和洪水規模2的罹難人數等之間的關係

3.3.6 試算和分析複合型災害時的減災措施效果

設定以下4項假設措施案例，以試算各減災效果。在比較和分析試算結果時，製作從地震發生日到洪水發生日的天數和洪災之間的關係曲線（參照圖3.3.7），同時將夾在該曲線和橫軸之間的面積（從地震發生日到緊急搶修完成日為止）訂為「相對風險」後，進行以下定義。

相對風險＝$\int R(t)dt$　　（積分區間：t=0～t_e）

式中，R表示罹難人數或因洪水造成直接災損金額；t表示從地震到發生洪水為止的天數；t_e表示河川堤防完成緊急搶修之所需天數

R(t)表示從地震到發生洪水為止的天數和洪災之間的關係曲線；以日為此進行積分後的相對風險為後示圖3.3.8、圖3.3.9、圖3.4.1、圖3.4.2上，被R(t)曲線、縱軸及橫軸所包圍的部分面積。發生地震後平均1天的洪水發生概率若為恆定，此值便與地震後，在尚未完成河川堤防緊急搶修之前所發生的洪災的預期值呈比例。基於上述相對風險，分析「各項減災措施的減災率」＝（｛「無措施時的相對風險」－「實施措施時的相對風險」｝÷「無措施時的相對風險」）。

本項的措施案例，是以下列4個案例為對象。

- 措施案例1：儲備可供2週實施100%河川堤防緊急搶修的機具（建設重型機具、堤防材料等）。
- 措施案例2：同上儲備可供2週實施50%的機具。
- 措施案例3：以同於上述措施案例2的費用（50年），強化堤防耐震性。
- 措施案例4：同於上述措施案例3，強化堤防耐震性的同時，以「措施案例1的費用和措施案例3的費用差距」（50年份）為上限，儲備機具。（強化堤防耐震性費用和機具儲備費用（50年份）的合計，同於措施案例1的程度）

(1) 受地震的影響的洪災變化

因地震所造成河川管理設施、氾濫區塊內的建築物和道路等受害情況，對後續發生的洪災帶來以下3大主要影響。

① 因堤防沉陷而擴大洪水時的氾濫範圍，以及因淹水深度加劇而擴大受害程度。

② 氾濫區塊內的住宅因地震而損毀，即使是2樓建築，也無法前往2樓疏散避難，並因地震後停電而無法在洪水時傳達疏散撤離資訊，因而加劇洪水時的民眾受害情況。

③ 因地震造成建築物等損壞，而減低資產的殘餘價值，因而明顯減少隨後的洪水氾濫所造成的直接災損金額。

圖3.3.8表示在E2、E1’地震後，在表3.3.2的各時間點（III除外）發生洪水規模2或1時，因洪水而罹難人數的試算結果；圖3.3.9表示發生洪水規模2時，因洪水造成直接災損金額的試算結果。如圖3.3.8所示，因洪水而罹難人數是隨著地震規模的加劇而擴大。據研判，這是因為上述a、b帶來相對性的較大影響所致。另一方面，圖3.3.9剛發生地震後因洪水造成直接災損金額，則對地震規模的加劇呈現減少的情況。據研判，這是因為上述c帶來相對性的較大影響所致。

(2) 機具儲備措施和強化耐震性措施的效果差異

在本次試算中，將費用程度相同的措施案例2與3做比較之後得知，從剛發生地震後即發揮因強化堤防耐震性措施所帶來的洪水減災效果，因此與剛發生地震後的洪災形成極大的差異（圖3.3.8）。此外，比較減災率後，例如以措施案例2而言，E2地震後發生洪水規模2的罹難人數為46%，相對之下，措施案例3則72%，而遠高出20個百分點以上。依照本手法，針對複合型災害時的減災措施，確認「依強化耐震性措施的減災效果也大於儲備措施」，為比較和檢討替代案時的重要事項。

(3) 設想洪水規模的不同，對減災效果所帶來的影響

採取措施後的減災效果，會依洪水規模而異。例如，圖3.3.8措施案例3、4的罹難人數減低效果，除了部分時間點之外，基本方針規模的洪水也大於現況排流量 (discharge capacity) 規模的洪水。比較減災率後，例如就措施案例3而言，E1’地震後發生洪水規模2的罹難人數為72%，與相同洪水規模1的60%，出現10個百分點以上的差異。在比較和檢討複合型災害相關減災措施時，有時需以多種洪水規模為對象，試算減災效果。

(4) 設想地震規模的不同，對減災效果所帶來的影響

各措施案例的減災效果，會依地震規模而異。例如，就措施案例2而言，E2地震因洪水規模2的罹難人數減低率為46%，但E1’地震只有21%（圖3.3.8）。在E1’地震時的氾濫區塊內，房屋受害情況相對性少於E2地震時（表3.3.5），由此研判會相對性的減小藉由儲備資材盡早實施災後復原作業的減災效果。比較和檢討複合型災害時的減災措施時，有時需以多種規模的地震為對象，進行受害試算。

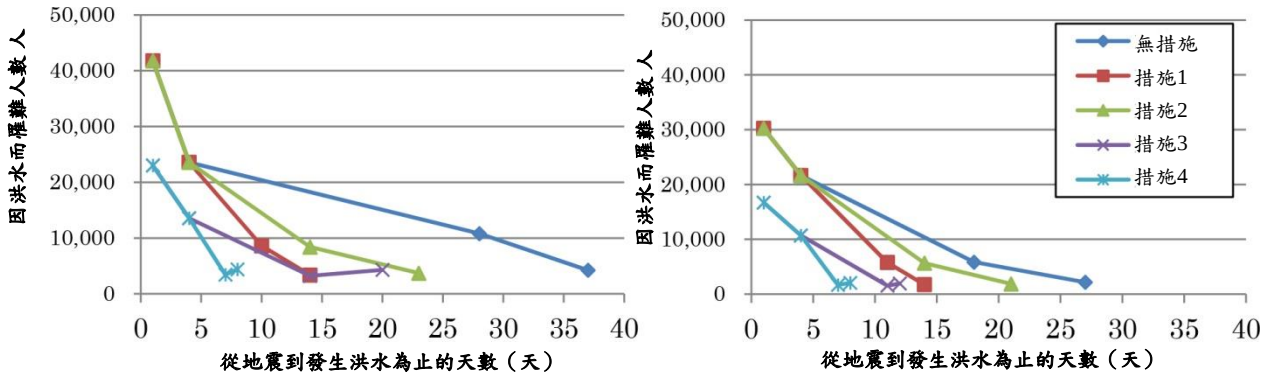
3.3.7 所得的看法

從上述檢討所得的主要看法如下。

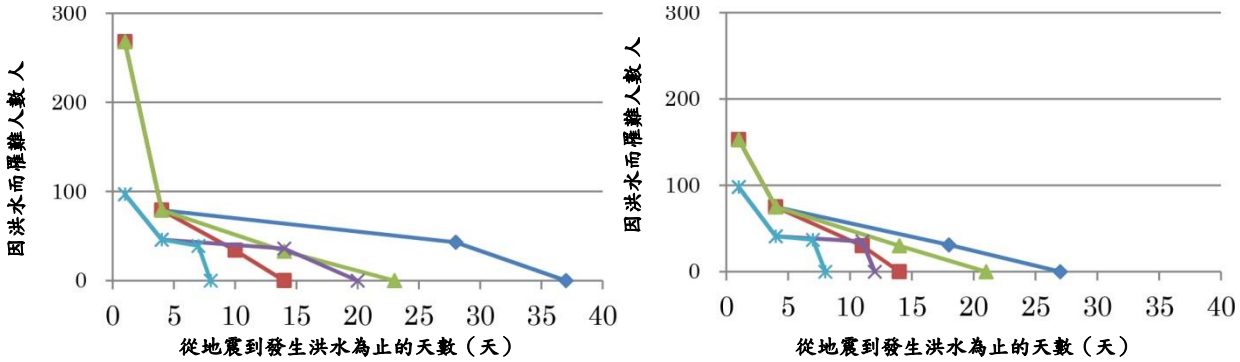
① 從罹難人數和直接災損金額的2大觀點，將地震和洪水規模的變化，對洪災所帶來的影響做成圖示。雖然洪水時的罹難人數會因為地震規模的增加，但直接災損金額有時反而因地震規模的加劇，而呈現明顯減少的情況。因此，特性的不同多種受害指標觀點，是檢討複合型災害措施的重點。

② 將機具儲備措施和強化堤防等耐震性措施的減災效果特性做成圖示。在剛發生地震後，依強化耐震性措施的減災效果極大的同時，以完成緊急搶修為止的整體期間來看，也呈現出相對性的極大效果。如有發現難以迅速災後復原的地區特性等時，就有較高必要提升耐震措施優先順位。

③ 將各項措施的減災效果，依設想的地震和洪水規模而異的情況做成圖示。最重要的是，特定地震和洪水規模上，在不限定措施的檢討和分析的情況下，以多種地震和洪水規模為對象，進行受害試算和檢討措施。

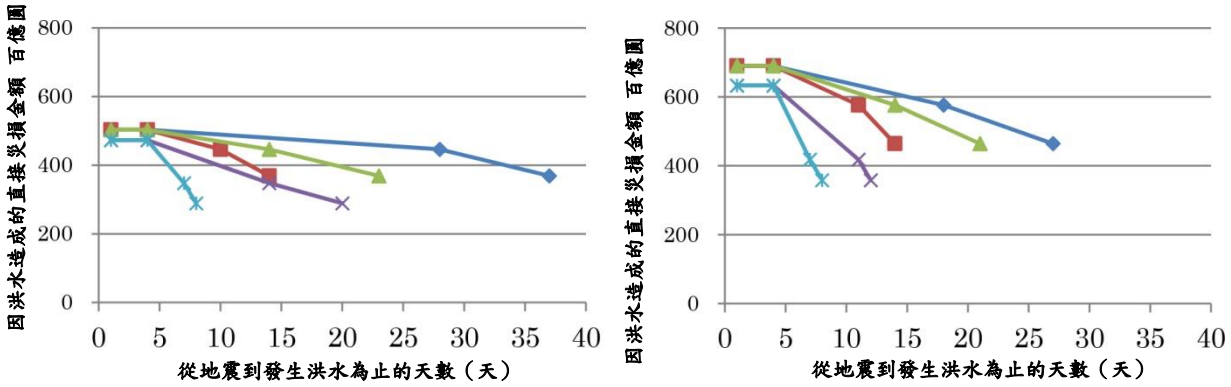


（洪水規模2）



（洪水規模1）

圖3.3.8各項減災措施，降低罹難人數的效果（左E2地震　右：E1’地震）



（洪水規模2）

圖3.3.9 各項減災措施，降低直接災損金額的效果（左E2地震　右：E1’地震）

3.4 依據包括堤內地措施在內的各項減災措施，分析效果特性

3.4.1 分析時的基本概念

不僅是以河川整治為對象的措施，還參考圖3.3.3納入具相互關連的非河川領域措施，藉由更廣泛的減災措施，進一步分析複合型災害時的減災特性。在此是設定預設的各單獨災害措施，以作為因應措施。這是因從建置勞力的觀點研判，在專門針對複合型災害實施的措施有限制，因此有困難之處。透過發揮複合型災害時的外力作用，對於設想具實際實施可能性的單獨災害措施，分析此時的減災效果，因此也可說是一種壓力測試。

3.4.2 檢討方法及作為目標對象的外力和措施

以同於3.3的要領，設定作為目標對象的模型河川或外力、受害試算的計算手法。再者，如表3.4.1擴充地震後的洪水發生時間點。

表3.4.1 設定的地震和洪水的發生間隔

發生時機	發生洪水時	道路搶通	因地震的疏散撤離率
I	剛發生地震後	實施前	0%
II	剛發生地震後	實施前	40%
III	剛發生地震後	實施後	100%
IV	堤防搶修10%時	實施後	100%
V	堤防搶修20%時	實施後	100%
VI	堤防搶修50%時	實施後	100%
VII	堤防搶修100%時	實施後	100%

根據3.3.6的檢討，如下重新設想各種措施。

① 措施0：現況（無措施時）

已設定用於掌握措施效果的無措施情況。

② 措施1：提升排流量

在模型河川上設定臨時堤段，若能將這些整修到完成堤，即可確保因地震沉陷後的堤防高度高於無措施時的情況，且設想還能減少災後復原所需期間及氾濫流量。於是將下游區的臨時堤段訂為完成堤，再設定整修措施。

③ 措施2：堤防沉陷措施

除了可藉由減少因地震造成堤防沉陷，進而因地震後的洪水帶來氾濫災害之外，還能減低災後復原所需資材用量之下，選定下游區的堤防沉陷措施。再者，將已進行沉陷措施的區間，設定為即使地震後也不發生沉陷。

④ 措施3：疏散撤離者的返家規範和引導

地震時臨時疏散撤離者，有時會因恢復供水而重返位於氾濫區域內的住家，有時會因為洪水而擴大民眾受害。於是，為了規範疏散撤離者返家，以防因洪水而擴大民眾受害，因而選定本因應方式。

⑤ 措施4：緊急搶修機具的儲備和擴充

堤防搶修速度會受到災後復原用機具數量和是否確保了搬運路徑所影響。此外，在未儲備機具的條件下，會以重型機具優先投入於救助活動，待結束救助活動後再挪回堤防修復工程上。因此事先擴充儲備機具和事先建立不受上述所影響的體制，將有助於加速堤防搶修速度，因而選定本措施。

⑥ 措施5：副堤

藉由抑制因洪水而淹水的範圍有助於減災，因而將洪災發生區間的部分既有道路，提高加固和設定副堤。

⑦ 措施6：強化堤內地的建築物耐震性

為了降低建築物因地震而倒塌造成民眾受害和縮短拯救需救助者之所需重型機具的使用天數，因而針對修訂耐震基準的1981年前所建造的建築物實施耐震補強，以便具備同於新耐震基準程度的耐震水準。

⑧ 措施7：道路搶通措施

盡早分配用於堤防搶修的器材，以便確保發生地震後的救助和救援路徑，縮短道路搶通所需時間。於是，將「強化疏散撤離道路沿線建築物的耐震性」和「電線桿與電線地下化」，設定為早期實現道路搶通措施。

3.4.3 計算氾濫及洪災的試算結果

因洪水造成民眾受害的結果範例，如圖3.4.1所示。關於民眾受害方面，將地震剛過之後發生洪水時為無措施條件下的受害訂為1，以作為無因次數 (non-dimensional)。此外，圖表內所示各項措施標記，從左起依序表示表3.4.1所示洪水發生時機。

(1) 設想的單獨災害措施，對複合型災害的成效

在地震規模E2、洪水規模2的條件下，儘管因洪水造成民眾受害有程度上的差異，但在任何一個發生間隔中，所有措施案例上均出現減少情況，就連地震規模E1’、E1中也出現相同趨勢。這表示設想單獨發生地震和洪水時所實施的措施，也在複合型災害上發揮效用。此外，減災效果顯著的時期會依措施而異，但可分為地震剛過之後發生洪水的減災效果最高的措施，和隨著地震後到發生洪水的期間變長，而提高減災效果措施的傾向。前者處於符合直接抑制堤防沉陷量的洪水措施傾向。另一方面，後者則處於符合透過縮短堤防搶修期間，發揮效果措施的傾向。

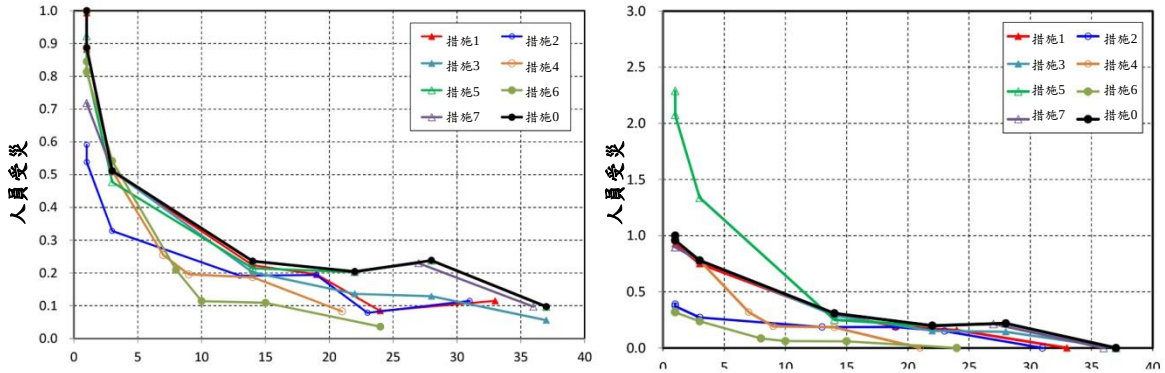


圖3.4.1 從地震到發生洪水為止的天數和民眾受害之間的關係

（左圖：地震：E2規模，洪水：洪水規模2，右圖：地震：E2規模，洪水：洪水規模1）

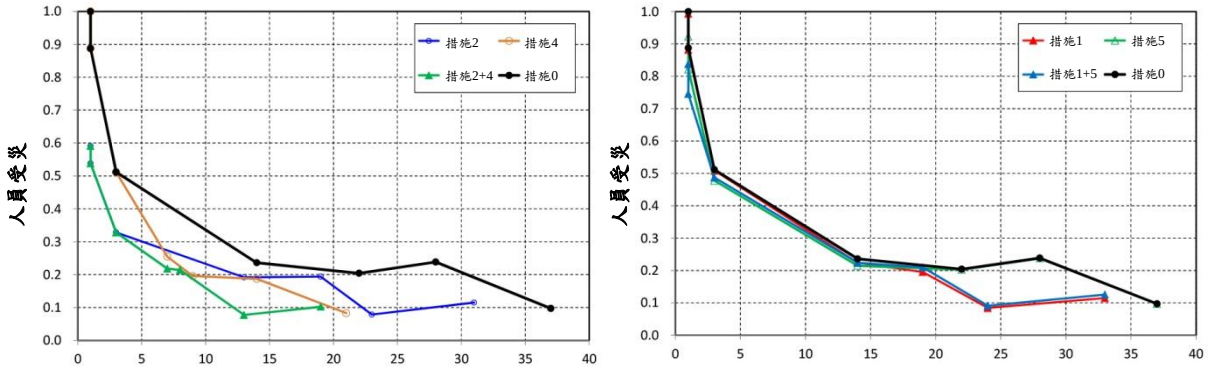


圖3.4.2 從地震到發生洪水為止的天數和民眾受害之間的關係

（地震：E2規模，洪水：洪水規模2）

(2) 設想的措施效果與其附加效果

措施6雖不屬於直接對治洪水的措施，但已確認具有減少因洪水而造成民眾受災的效果。據推估，這是因為減少房屋倒塌、減少在房屋展開救助活動的所需勞力，重型機具得以積極投入堤防修復工程所致。其結果，縮短了堤防修復工程天數，進而減低因洪水造成民眾受害。除了原本的效果之外，也發揮非預期效果，甚至有時可為複合型災害時的減災作出貢獻。另一方面，在措施5中，儘管在洪水規模2的條件下減低受害，但在洪水規模1的條件下，相較於無措施時的情況，地震剛過之後發生洪水時的民眾受害暴增2.3倍。地震發生起約14天後，因洪水而受害的情況低於無措施時，但可發現上述為止期間的受害程度卻大於無措施時。主因可能是，在本次的試算中，因措施5而擴大副堤與河川之間的淹水深度。儘管有時因副堤措施會縮小淹水範圍，但該範圍內淹水深度卻大於無措施時。其結果，因淹水深度增加而擴大民眾受害的部分，超過因副堤而造成非淹水區域或降低淹水深度範圍的民眾受害，而增加受害情況。此外，隨著堤防搶修而減少氾濫流量，在堤防搶修程度達10%的14天後的條件下，上述所示淹水深度增減範圍的民眾受害人數出現逆轉，且推估受害情況也低於無措施時。綜上所陳，必須瞭解

有時會依措施，而同時發揮原本設想的效果和出現非預期效果，以及同時出現減災效果和增災效果的情況。

（3） 結合各項措施的效果

圖3.4.2為結合各項措施時的民眾受害例。

經確認，相較於單獨採取各項措施時，可藉由設定措施2及4以發揮減災效果，同時其效果也不同於單純相加各項措施後的結果。另一方面，在設定措施1及5的條件中，單獨措施時和結合多項措施時的效果幾乎不變。此外，已確定會依洪水發生時期，而在結合多項措施上擴大受害情況。在本次的試算案例中，受害增加是因從副堤往上游區產生的氾濫，導致河水氾濫集中在副堤與河川之間，因而增加淹水區域或淹水深度，而擴大範圍所致。在上述範圍增加民眾受害的部分，超過因副堤形成非淹水區域範圍而減少民眾受害的部分，因而出現受害增加的情況。這並不表示副堤措施會全面擴大受害，而是意味著需掌握各種措施的特性之後，再檢討如何結合措施。

3.4.4 所得成果

① 在假定地震措施及洪水措施的計算氾濫的諸多條件下發現，即使發生複合型災害時，仍會帶來減低民眾受害的結果。這意味著專為單獨災害所設想和實施的措施，也能在複合型災害上發揮減災效果。

② 藉由強化建築物耐震性減少房屋倒塌，也能減少房屋內的救助活動負荷，藉此增加可用於堤防修復工程的重型機具、縮短河川堤防搶修期間等，指示依據措施可同時發揮原本設想的效果和非預期效果，將對受害的增減帶來影響。

③ 指示可以透過結合措施的重複效果，帶來更大的減災效果。

④ 從措施可能加劇受害來看，意味著檢討措施時，需充分掌握措施的特性。

3.4.5 總結

在本研究中，根據過去地震和洪水的發生情況，讓複雜的複合型災害的發生機制單純化之後，提出體系性分析複合型災害時之受害特性手法的提案。具體而言，是藉由體系性改變限定的災害規模和發生間隔，以便根據地區特性，掌握和顯示受害的發生特性、及透過各項減災措施的減災特性。將該手法套用於模型河川，再以地震後發生洪水的複合型災害為對象，分析罹難人數及直接災損金額的受害特性，以及透過各項減災措施的減災效果，以找出檢討措施上的注意事項。

從成本效益的觀點來看，雖然目前專門針對複合型災害措施的檢討和實施，很難一言以蔽之，但根據近年來所矚目的氣候變遷影響，透過本手法，在發生災害前掌握和理解災害發生機制及發生受害相關地區特性，也有助於提升新手職員的災害應變能力。

參照文獻

1) 中央防災會議：大規模地震防災和減災措施大綱（草案）,2014。

2) 中央防災會議：防災基本計畫,2014。

3) 國土交通省：社會資本建置重點計畫（草案）,2012。

4) 中央防災會議：記取1948福井地震、災害教訓相關專門調查會第4期報告書,2011年3月。

5) 河田惠昭：天災的新威脅和災害因應的課題、減災,Vol.3,2008年5月,pp.14-20。

6) 松浦達郎、板垣修、服部敦：依地震和洪水的複合型災害試算受害程度和分析受害特性,河川技術論文集,第20卷,2014年6月,pp.385-390。

7) 板垣修、松浦達郎、服部敦：分析地震和洪水複合型災害相關減災措施效果的特性,第14屆日本地震工學座談會論文集,2014年12月。

8) 福原直樹、板垣修、松浦達郎、服部敦：依地震和洪水的複合型災害措施，檢討減災效果,河川技術論文集,第21卷,2015年6月,pp.449-454。

9) 中央防災會議：關於南海海溝巨大地震措施（最終報告）～南海海溝巨大地震的地震樣貌～,2013年5月。

10) 中央防災會議：關於東南海、南海地震受害設想之東南海、南海地震等相關專門調查會第14屆資料,2003年9月。

11) 消防廳：東日本大地震記錄集,2013年3月。

12) 中央防災會議：南海海溝巨大地震的受害設想項目及手法的概要,2013年3月。

13) 庄司學、高橋大、築地拓哉、那波悟志：2011年東北地方太平洋近海地震時的1都5縣的停電分析,土木學會論文集A1,Vol.68,No.4,2012年7月,pp.I1210-I1223。

14) Gaku Shoji and Ayumi Toyota: Function of emergency road networks during the post-earthquake process of lifeline systems restoration, Journal of Disaster Research, Vol.7, No.2, 2012 年 2 月, pp.173-183。

15) 中部地方幹道協議會：平成24年度(2012)「中部版梳齒策略」,2013年5月。

16) Gaku Shoji and Tomoharu Nakamura: Development of damage functions on road infrastructures subjected to extreme ground excitations by analyzing damage in the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake, Journal of Disaster Research, Vol.9, No.2, 2014 年 3 月, pp.121-127。

17) 國土交通省近畿地方發展局：學習阪神・淡路大震災的經驗,2002年1月。

18) 川上英二：震度、受害率、停水率的關係,土木學會第53屆年度學術演講會,1998年10月,pp.646-647。

19) 名古屋市上下水道局：事業永續計畫地震措施篇,2012年3月。

20) Shigeru Nagata, Kohei Kageyama, Kinya Yamamoto: An emergency restoration model for water supply network damage due to earthquakes, Journal of Disaster Research, Vol.3, No.6, 2008 年 12 月, pp.390-399。

21) 東京都防災會議：依首都直下地震等設想東京受害報告書,2012年4月,pp.3-67,3-70。

22) 國土交通省水管理、國土保全局洪水治理課：對於2級地震動的河川堤防耐震檢查手

冊,17頁,2012年2月。

23) 國土交通省水管理、國土保全局洪水治理課：河川結構物耐震性能對照檢查方針・解說,2012年2月。

24) 岐阜縣：岐阜縣東海地震等受害應變情境製作業務報告書,2004年3月。

25) 國土交通省河川局：洪水治理經濟調查手冊（草案）,2005年4月。

26) 國土交通省水管理、國土保全局：洪災指標分析指引（H25(2013)測試版）,2013年7月,pp.23-25。

27) 中部地方幹道協議會 道路管理防災和震災檢討措施分科會：中部版梳齒策略2014。

第4章 研究總結和今後的課題

4.1 研究總結

誠如第1章所述，本研究旨於研討即便發生超乎預期的天災或多項複合性災害，也要將災害的影響降至最低限度的危機管理之應有作法，並得以在防災相關機構善加利用為目標。

為此，除了整理過往災害的現象等發展及受害波及的情況、發生天災模擬情境建構手法，同時將防災相關機構專責人員等所研討的危機管理對策手法開發成工具套件，經由從事防災業務的地方發展局和政府等專責人員的試行評估，以確認其成效。此外，對複合災害危機管理手法等進行相關檢討後，在提案整體性分析複合災害時的受害特性手法，套用於模型河川。這是假設地震後發生洪水的複合災害案例研究，雖然並未做出假設各種複合災害的共通理論，但仍擷取出研討複合災害對策時的注意事項。

4.2 今後的課題

作為防災教育手法的工具套件，完善性具有一定程度，在國交大危機管理講習、茨城縣防災研討工作小組中雖了解需要各項改良，但可確認其有效性。此外，還獲得各種善用可能性的相關看法。

國土技術政策技術研究所為了往後更進一步推廣工具套件，將繼續在國交大講習、地方發展局技術事務所講習、地方政府等為對象的出差講座等場合積極推廣，同時也預定善用作為另一項目的之災害因應研討工具，以及針對透過善用所得的功能改良展開積極研討。

從成本效益的觀點來看，一般並未實施著眼於複合災害危機管理相關的複合災害對策。另一方面，根據近年來指出的氣候變遷影響等，透過這種手法掌握災害的發生機制和發生受災相關地區特性，是提升災害專員災害因應能力的重要關鍵，因此預定將透過各種講習，以發布在此所得結果的訊息。

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2020

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。