

制度特色

住宅地震保險全損評定及鑑定基準 - 鋼筋混凝土全損理賠認定方法

薛強

財團法人中興工程顧問社土木水利及軌道運輸研究中心
高級研究員兼結構組組長

摘要

921 地震後，政府積極推動住宅地震基本保險制度，希冀藉由地震保險來轉移風險，以達到風險控制之目的。住宅地震基本保險自動涵蓋於住宅火災保險單內，地震出險者均可申請理賠認定，簽單公司依據住宅地震基本保險全損理賠認定基準進行評估與認定，符合理賠標準者進行理賠。理賠標準主要包括不堪居住必須拆除重建、或非經修建不適居住且修復費用為重置成本百分之五十以上，以往的評定方法是由保險公司合格評估人員進行現地檢測，除了直接判定是否整體傾倒塌陷以外，主要藉由結構物整體與構件的損壞程度，依據選項法則來評判認定，這樣的評估方式無法與修復費用明確對應，很難反應損失程度，前述兩條理賠基準的一致性亦不清楚。為此，財團法人住宅地震保險基金(以下簡稱地震保險基金)於民國 96 年委託財團法人中興工程顧問社，依據鋼筋混凝土住宅建築物震害資料，建立由結構構件震後損壞程度對應至修復費用與重置成本比之損失模型，據此提出結合損壞程度與損失程度之住宅地震基本保險鋼筋混凝土(以下簡稱 RC)理賠認定方法，以訂定公正、客觀、合理之全損理賠評定基準。基於案例，全損理賠基準「修復費用為重置成本百分之五十以上」相對於「不堪居住必須拆除重建」之選項法則相對較嚴格，但平均而言，二者仍具有一致性。

一、前言

臺灣地處環太平洋地震帶，受歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊衝碰擠壓影響，地震活動頻繁。為減少地震災害，國內外在地震預報預警、耐震技術以及防救災體制等方面做了不少努力。然而，即使是設計時滿足耐震設計規範，施工中嚴格品管的結構物，在未來的地震中，仍然有發生災害的風險。其原因有以下幾點：自然界具有高度隨機性，而準確預測每一

次地震的規模、地動機制以及強度又是一世界性的難題；耐震設計規範允許大地震下結構發生可接受的破壞；設計分析以及營建過程也有許多不確定性；材料的耐久性以及使用上的變更也會影響到結構物的耐震性能。所以，目前所謂的安全不是絕對的，風險是存在的，除了想辦法降低風險以外，可以藉由轉移風險來達到風險控制，地震保險便是轉移風險的一種方法。

地震保險基金擔任住宅地震保險制度之中樞組織，為確保保險制度之順利運作、保護被保險人之權益。根據保單條款之規定，住宅建築物直接因地震造成倒塌或嚴重毀損後，可以申請理賠認定，理賠基準為「不堪居住必須拆除重建、或非經修建不能居住且修復費用為重置成本百分之五十以上者」，以往的認定的方法是採用「住宅地震保險建築物損失評估表」[1]，本研究執行以前，該損失評估表是依據 92 年內政部營建署震後住宅建築物緊急鑑定評估表[2, 3]所擬定的，用於震後以現地檢測方式來評估結構物整體與構件的損壞程度以及大地工程受損影響，除非發現有大地工程受損影響或保戶不滿意理賠結果則進入複評會議，由專業技師詳細評估修復費用，否則，保險公司合格評估人員很難將檢測的結構損壞程度與修復費用明確對應。而既有的損失評估模型[4~10]並沒有採用震後現地檢測之損壞分級方式，不能直接套用；另外，損失評估表所依據的 92 年版震災後緊急鑑定評估表，亦因考慮不宜採用選項法則來判定結構物安全程度，已逐步由安全鑑定轉為以安全疑慮警示為目的，採用基於損壞程度的選項法則作為理賠認定的依據，似嫌不夠客觀；再有，依據選項法則認定為「不堪居住必須拆除重建」需要理賠者，可能不符合「非經修建不能居住且修復費用為重置成本百分之五十以上者」，現行理賠基準的一致性也受到質疑。地震保險基金於民國 96 年 5 月召開全損理賠認定專案小組會議，初步結論認為應以「建築物損失程度」為認定主軸。

地震保險基金於同年委託財團法人中興工程顧問社執行「住宅地震基本保險全損理賠認定標準建立之研究」（以下簡稱本研究）[11]，由於當時臺灣地區 RC 造建築物約佔全體住宅地震基本保險保單 76% 以上，所以，該研究以 RC 造住宅為主要研究對象。研究內容包括檢討當時的理賠認定基準、評估方法與作業程序；蒐集震後受損建築物資料，綜理不同類型建築物之損壞特性、結構構件破壞行為、整體與構件受損原因、集合式住宅倒塌現象；建議鋼骨與鋼骨混凝土結構震後災損初步調查內容，供合格評估人員參考；主要針對 RC 造建築物提出損失評估認定模組，重點是建立 RC 住宅各類構件於不同損壞程度下對應之損壞係數，組合為建築物樓層或整體損壞係數，再由案例統計，將樓層或整體損壞係數對應至樓層或整體的修復費用與重置成本比，據此建立合理的理賠認定流程、評估方法與認定基準。最後，修改損失評估表，便於實務應用執行，也針對集合住宅的理賠鑑定方式以及部分理賠提供建議。預期該研究成果之應用可以在維持既有檢測方式之條件下，達到快速、確實、合理地評估與認定震後受損的地震保險標的物是否符合理賠標準。

國內相關震後災損之報告或書籍以 921 地震最多，但許多報告或書籍僅以敘述性總結為主，缺乏詳細資料，所以，本研究中蒐集 921 及 331 地震後之震損鑑定案例，但詳細記錄損壞細則之案例不多，本研究依據具詳細資料之原始案例，再輔以假設損壞細則的案例擴充方式補充數據。地震引發建築物損害亦包括斷層經過或沉陷破壞，有關大地工程受損影響不在本文探討範圍內。

二、以往基於損害程度之理賠認定方法

在本研究執行以前，要評判震後受損之 RC 保險標的物是否滿足理賠條件，保險公司合格評估人員依據「住宅地震保險建築物損失評估表」[1]進行評定，採用的認定流程如圖 1 所示，包括現地檢測建築物損傷、以損害程度評估理賠條件以及理賠認定。為了結合政府資源，當時的「住宅地震保險標準理賠作業手冊」，將理賠作業處理分為二種程序：1) 當

地震保險基金確認災區地方政府已徵調緊急鑑定人員，則由地震保險基金通知簽單公司採甲級地震災區理賠作業程序；否則，地震保險基金通知簽單公司採乙級地震災區理賠作業程序。為配合甲級作業程序，現地檢測項目與國內 92 年版「震後住宅建築物緊急鑑定表」基本一致，結構構件的損壞程度皆以最嚴重的一層樓為評判依據，全損理賠標準與張貼危險標誌之鑑定標準也採用一致的選項法則。

2.1 現地檢測建築物損傷

現地檢測建築物損傷包括建築物整體傾倒塌陷評估、結構體損失程度評估以及大地工程受損影響評估等三大項。其中，建築物整體傾倒塌陷經由目視判別；大地工程受損影響以調查是否有沉陷、地裂、邊坡損害、擋土牆損害等為主，其對應之理賠認定須經複評會議，由專業技師來確認。因此，保險公司合格評估人員主要依據第二項之結構體損失程度評估來認定保險標的物是否滿足理賠基準，然而，該結構體損失程度評估實際上是損害程度評估，包括建築物整體或部分樓層傾斜率評估、基礎與上部結構脫離錯開及基礎淘空程度評估、以及柱、（主）梁、結構牆損害程度評估。建築物整體或部分樓層傾斜率未滿 1/60、介於 1/60~1/30、超過 1/30 分別對應受損輕微、中等、嚴重。基礎與上部結構脫離錯開及基礎淘空程度，依據柱基淘空或脫離錯開 5 公分以上之柱基比例未滿 10%、介於 10%~20%、超過 20%，分別對應受損輕微、中等、嚴重。單根柱、梁或每公尺長結構牆破壞等級之劃分與定義如表 1，柱類、梁類、結構牆類構材損害程度以如下方式評估：

- ✓ 輕微：無 IV 或 V 級損害、
- ✓ 中等：損害度 IV 級加 V 級者占總數 20% 以下
- ✓ 嚴重：損害度 V 級者占總數超過 10% 或 IV 級加 V 級者占總數超過 20%。

以上數量，柱、梁以根數比例計，結構牆以牆長比例計。

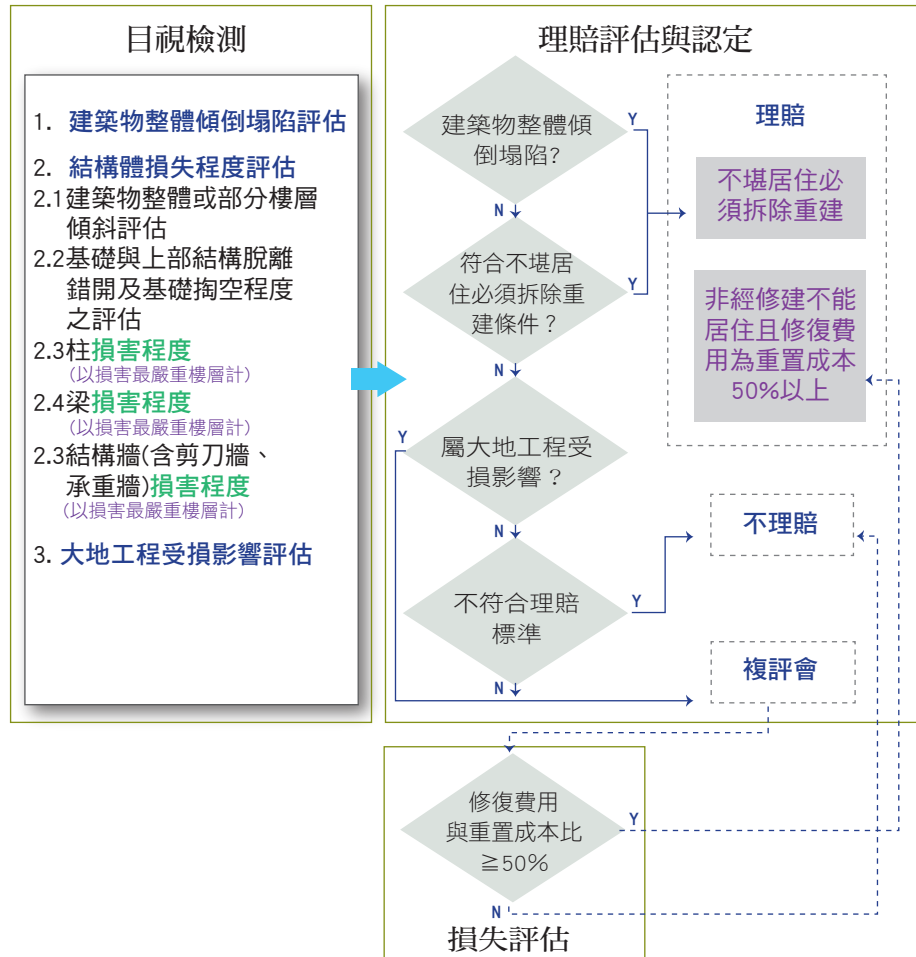


圖 1 基於損害程度之理賠認定流程

2.2 理賠條件評估

目視判定建築物整體傾倒塌陷者，評估為建築物整體傾倒塌陷。調查確認有沉陷、地裂、邊坡損害、擋土牆損害者，評估為屬大地工程受損影響。結構損壞滿足下列條件者，評估為符合不堪居住必須拆除重建條件：

- ✓ 圖 1 中，2.1、2.2、2.3、2.4 項其中三項評為「嚴重」。
- ✓ 圖 1 中，2.5 評為「嚴重」且第 2.1、2.2、2.3、2.4 項其中一項評為「嚴重」。

結構損壞滿足下列條件者，評估為不符合理賠標準：

- ✓ 圖 1 中，2 之評估項目均為「中等」或「輕微」者，且「中等」項目為三項以下。其他結構損壞，評估為不確定是否符合理賠標準。

破壞等級	柱 (結構柱)	梁 (主梁)	結構牆 (RC)
I	輕微裂縫	輕微裂縫	輕微裂縫，水平向裂縫在0.3mm以下。
II	有明顯之裂痕	剪力裂縫0.3mm以下，混凝土粉刷脫落。	水平向裂縫多且延伸至柱，裂縫寬度0.3mm-0.5mm。
III	裂縫0.3mm以上，混凝土保護層脫落。	裂縫0.3mm以上，混凝土保護層脫落，但主筋未挫曲，箍筋未斷裂。	有斜向裂縫，但未見牆內主筋。
IV	可見柱筋或箍筋，但鋼筋未挫曲且中間混凝土未爆裂脫落。	保護層脫落範圍度大，部分箍筋斷裂，主筋可能挫曲。	有大量之斜向裂縫，可見牆內主筋但未拉斷。邊柱之保護層脫落。
V	破壞超過IV級，例如：箍筋斷裂脫落，主筋挫曲，混凝土裂碎，樓層下陷。	破壞超過IV級，例如：箍筋斷裂脫落，主筋折曲嚴重，梁中混凝土裂開，樓層下陷。	破壞超過IV級，例如：斜向裂縫擴大，牆內主筋拉斷，邊柱壓潰，柱筋挫屈，混凝土碎裂脫出，樓版下陷。

表 1 RC住宅建築物結構構材破壞等級定義

2.3 理賠認定

依據以上理賠條件評估結果，認定是否理賠或須經複評會議認定。理賠條件評估結果為建築物整體傾倒塌陷，或符合不堪居住必須拆除重建條件者，符合「不堪居住必須拆除重建」理賠基準。理賠條件評估結果為不合理的理賠標準者，不理賠。理賠條件評估結果為不確定是否符合理賠標準、或屬大地工程受損影響者，須經複評會議認定。複評會議由地震保險基金委託建築師或專業技師估算修復費用，若為重置成本的50%以上，則理賠，否則，不理賠。

三、基於震後損害與損失評估之理賠認定模組

對保險公司合格評估人員而言，前述結構體損失程度評估，實際上是損害程度評估，無法了解修復費用與重置成本比。本研究中，希望維持既有現地檢測作法，基本上以表 1 為原則，建立以整體損傷作為建築物不堪居住的篩選條件、以結構構件損傷評估建築物損失的理賠認定模組。由於保險公司合格評估人員較難評估基礎與上部結構脫離錯開及基礎淘空程度，此部分內容建議納入大地工程受損影響，經由複評會議認定。

3.1 RC建築結構震後受損型式與原因

建築物受損一般包括結構系統整體、結構構件、非結構系統與構材、室內設備等，地震基本保險評估建築物損失程度是以評估結構體為主。根據震害案例，建築結構整體受損型式包括：整體或部分樓層倒塌或傾斜倒塌、未倒塌但結構構材有不同程度損壞、斷層經過與大地工程破壞（地表隆起破裂，甚至基礎受損、建築物傾斜，或是土壤液化，造成地坪破裂、積砂、溢水、沉陷等）。建築結構構材的損傷型式包括：柱的屈曲破壞、剪力破壞、壓力破壞與拉力破壞等，梁的撓曲破壞、剪力破壞、粘裹力破壞等，梁柱接頭破壞，牆的剪力破壞等。構材損傷的外觀與表 1 一致，包括：柱(含梁柱接頭處)混凝土保護層剝落、混凝土碎裂、箍筋脫鬆、主筋彎曲或挫屈，緊鄰窗台或牆開口之柱因剪力破壞呈X裂縫（短柱效應）；梁開裂、混凝土保護層剝落，短梁（樓梯間或牆壁開口）剪力破壞產生斜向裂縫，眾多案例顯示：於梁柱接頭處或建築物發生倒塌者，梁才有混凝土碎裂、鋼筋外露、箍筋脫鬆等現象，少數未崩塌之案例之個別梁構件也有鋼筋外露現象，但範圍一般不大，都不如柱受損嚴重；磚牆磁磚掉落、開裂、坍塌，剪力牆保護層剝落、鋼筋外露挫屈，短牆剪力破壞呈斜向、斜向配縱向、斜向配橫向或X裂縫，甚至造成保護層剝落、鋼筋外露。

除了因大地工程因素影響引致建築物破壞以外，建築結構整體與

構件受損原因包括：結構系統不良，例如不規則、偏心、軟弱層、間距不足；構件配置不良，例如柱量過少、柱間距過大、構件搭接錯位、中斷、斜撐不足、非結構牆設計觀念不確實；分析方法不佳；細部設計不良或施工品質不佳，例如斷面過小、鋼筋間距不足、搭接長度不足、位置不當、箍筋間距太大、未採用 135° 耐震彎鉤、材料強度不足、保護層不夠、韌性不足、接頭或結合不良；地表加速度過大，作用於結構物之地震力超過設計值；使用維護不當。

3.2 基於震後損害與損失評估之理賠認定模組構想

本研究維持既有現地檢測作法，僅提出新的理賠認定模組，以讓合格評估人員非常容易適應。因此，現地檢測建築物損傷仍包括建築物整體傾倒塌陷評估、結構體損失程度評估以及大地工程受損影響評估等三大項。新的理賠認定模組中，建築物整體傾倒塌陷評估 主要以現場目視判斷；大地工程受損影響評估仍經由前述複評會議來認定；結構體損失程度評估則經由現地檢測結構整體變形以及結構構材損傷，再量化結構整體變形相關之破壞指標以及結構構材損傷指標對應之建築結構整體與最嚴重樓層之損傷指標與損失比(修復費用與重置成本比)來認定。

3.3 基於整體變形之破壞指標

建築物整體以及結構構件的損壞程度 (Damage Level, DL) 可以定性地描述，也可以用特別的破壞指標量化，用於工程設計與分析評估。表達損壞程度的破壞指標有：屋頂變位比 (Roof Drift Ratio, 亦即整體傾斜率)、層間變位比 (Interstory Drift Ratio, 亦即樓層傾斜率)、最大基底剪力 (Max. Base Shear)、韌性 (Ductility)、遲滯能量 (Hysteretic Energy)、疲勞 (Fatigue)、塑性轉角 (Plastic Hinge Rotation)、振型 (Mode Shape)、頻率 (Frequency) 等。這些指標因目的不同各有適用性。依據震後緊急鑑定評估表之檢測項目，最方便的是採用變位比 (傾斜率)。「臺北市

建築物工程施工損害鄰房鑑定手冊」[12] 採用屋頂變位比 (Δ/H)，即考慮因施工造成鄰房傾斜率 $\Delta/H \geq 1/40$ 來判定建築物需要重建。而「住宅地震保險建築物損失評估表」[1]以震後調查之 Δ/H 或部分樓層傾斜率為 $1/30$ 對應嚴重破壞、 $1/60 \sim 1/30$ 對應中度破壞、 $1/60$ 對應輕微破壞。建築物因損壞變形而側移之情形具多樣性，層間變位比 δ/h 與屋頂變位比 Δ/H 之間存在一比例關係，根據本團隊執行耐震性能設計規範研究與非線性分析相關經驗，對於全高度具有同一種結構系統之中、低樓層規則建築物，層間變位比 $\delta/h=1/30$ 與 $\Delta/H=1/40$ 有較好的對應關係。考慮到用於震後現地檢測鑑定之傾斜率屬永久變位，作為初步篩選是否倒塌之條件宜保守，再考慮地震保險評估時合格評估人員採用「坡度計」來量測，所以，可依照現行方式，採用建築物整體或部分樓層傾斜率 $\geq 1/30$ 來篩選「不堪居住必須拆除重建」者。

3.4 構件破壞程度對應之損壞係數

RC 構件之分級依現行辦法，梁、柱、RC 結構牆之破壞程度分五級(表 1)，本研究中不予變更。如表 2 所示，首先將表 1 之破壞程度以正規化後的損壞係數 (Damage Factor, DF) 表示，考慮的表達方式包括：

- 1)方式一：類似國內橋梁 DER&U 評估法所採用的線性函數方式。
- 2)方式二：類似日本[13]地震保險僅考慮「受損柱」之概念，對於屬「受損柱」的 IV 級與 V 級採用線性函數，「非受損柱」對應損壞係數為 0。
- 3)方式三：方式一與方式二之平均。
- 4)方式四：基於 AIR [10]地震損失預測模組中建立之構件損壞程度與修復費用/重置成本比對應表，再正規化。
- 5)方式五：根據本研究實際案例中各類型構件不同破壞等級對應之修復費用與重置成本比進行統計、正規化而得。由於案例中構件尺寸差異甚大、同一破壞等級損害之範圍不同、不同評估人員編列預算的項目與單價、考慮的修復方式也有差異等因素，使得依據實際案例統計之構件損壞係數有較大

的變異性，本報告列舉差異較大的兩組數據如方式五之 1 與 2 來比較。

6)方式六：以對數函數替代方式一之線性函數。

7)方式七：以指數函數替代方式一之線性函數。

破壞程度 DL 1	DF												
	方式一	方式二	方式三	方式四		方式五						方式六	方式七
						1			2				
	梁、柱、牆	梁、柱、牆	梁、柱、牆	梁	柱、牆	梁	柱	牆	梁	柱	牆	梁、柱、牆	梁、柱、牆
I	1/5	0	0.1	0	0	0.35	0.23	0.19	0.011	0.011	0.008	0	0.02
II	2/5	0	0.2	0	0	0.44	0.44	0.44	0.103	0.118	0.144	0.43	0.05
III	3/5	0	0.3	0	0.053	0.51	0.45	0.53	0.165	0.143	0.172	0.68	0.14
IV	4/5	1/2	0.65	0.628	0.606	0.73	0.65	0.64	0.482	0.475	0.549	0.86	0.37
V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

表 2 構件破壞等級與損壞係數對應關係

上述方式中，方式五-1、方式六與方式一接近，方式四、五-2以及方式七與方式二接近，方式三居於此兩類數據之間，為便於標準化，之後的討論以方式一、二、三為主說明。以梁構件為例，各方式比較如圖 2 所示。

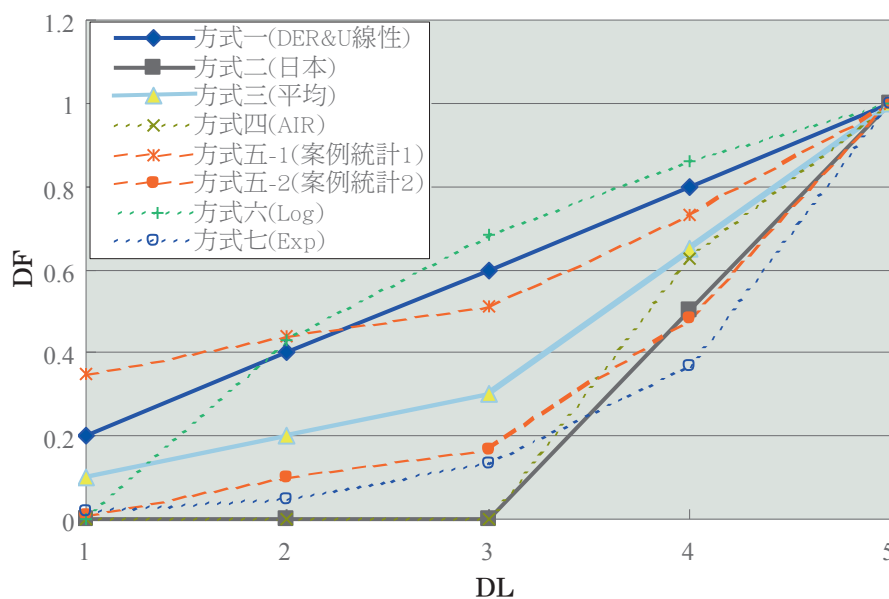


圖 2 梁之破壞等級與損壞係數對應關係

3.5 樓層與建築物之損壞指標

構件損壞係數 DF 代表物理性的相對損失程度，需經由式(1)組合為建築物之損壞係數（Building Damage Factor, BDF）。

$$BDF = \frac{W_C \frac{\sum_{i=1}^{n_C} DF_{C,i}}{n_C} + W_G \frac{\sum_{i=1}^{n_G} DF_{G,i}}{n_G} + W_W \frac{\sum_{i=1}^{n_W} DF_{W,i}}{n_W}}{W_C + W_G + W_W} \quad (1)$$

其中， n_C 、 n_G 、 n_W 分別代表建築物柱構件之總數、梁構件之總數以及牆構件之總長度（公尺）。 W 為各類型構件之權重，其下標 C 代表柱、G 代表梁、W 代表結構牆，因基於震後現地檢測結果來近似評估，假設其權重相同。下標 i 代表第 i 根構材。式（1）分子三個組成部分分別代表柱類、梁類、結構牆類之平均損壞係數，BDF 則代表三類型結構構件之平均損壞係數。

為了避免於軟層、弱層機制發生時，對應之建築物整體損失不能正確反應建築物嚴重損壞，本研究以損壞最嚴重樓層，亦即各樓層損壞係數 SDF_i 之最大值 SDF 來替代 BDF。各樓層 SDF_i 仍採用式（1）計算，惟所有構材僅限於所考量之樓層。式（1）可簡化為式（2）來計算 SDF_i 。

$$SDF_i = \frac{\frac{\sum_{DL=1}^V n_{C_i,DL} DF_{C,DL}}{n_{C,i}} + \frac{\sum_{DL=1}^V n_{G_i,DL} DF_{G,DL}}{n_{G,i}} + \frac{\sum_{DL=1}^V n_{W_i,DL} DF_{W,DL}}{n_{W,i}}}{3} \quad (2)$$

其中， $n_{C,i}$ 、 $n_{G,i}$ 、 $n_{W,i}$ 分別代表第 i 樓層柱構件總支數、梁構件總支數、結構牆構件總長度， $n_{C_i,DL}$ 、 $n_{G_i,DL}$ 、 $n_{W_i,DL}$ 分別代表第 i 樓層破壞等級為 DL 之柱構件破壞支數、梁構件破壞支數以及牆構件破壞長度（單位與 $n_{W,i}$ 一致）。 $DF_{C,DL}$ 、 $DF_{G,DL}$ 、 $DF_{W,DL}$ 分別代表破壞等級為 DL 之柱、梁、結構牆構件之損壞係數（如表 2）。特別留意，量測 $n_{W_i,DL}$ 時，盡量避免同一面牆全長度定

為同一破壞等級，最好依據其破壞情形，量測不同破壞等級之牆長。

3.6 修復費用與重置成本比

重置成本採用中華民國產物保險商業同業公會所製作「臺灣地區住宅類建築造價參考表」。修復費用與重置成本計及建築工程與機電工程，但不包含管理費、監造、利潤、稅捐等費用。修復費用涵義是僅考慮恢復至原結構體之狀態。為考慮人為變異性，無論是修復方式還是對應工項之單價，以實際案例取用者為主，案例中沒有提供者，不同破壞等級對應的修復方式如表 3，每一種修復方式所對應之工項的單價，採用施工損鄰鑑定手冊[12] 提供之單價計算。

破壞程度 DL	柱 (Column)	梁 (Girder)	RC 牆 (Wall)
I	補土粉刷	補土粉刷	補土粉刷
II	補土粉刷	補土粉刷	EPOXY+ 補土粉刷
III	無收縮砂漿 +EPOXY+ 補土粉刷	無收縮砂漿 +EPOXY+ 補土粉刷	EPOXY+ 補土粉刷
IV	無收縮砂漿 +EPOXY+ 補土粉刷	構件部分或全部置換	無收縮砂漿 +EPOXY+ 補土粉刷
V	構件部分或全部置換	構件部分或全部置換	構件部分或全部置換

表 3 鋼筋混凝土構件不同破壞等級對應之修復方式

3.7 樓層與建築物之損壞指標對應至修復費用與重置成本比

如前所述，為了避免於軟層、弱層機制發生時，對應之建築物整體損失不能正確反應建築物嚴重損壞，本文選用損壞最嚴重樓層之損壞指標 SDF 對應至樓層修復費用與重置成本比來呈現分析結果。本文中，樓層修復費用與重置成本比簡稱樓層修復費用比（Storey Repair Cost Ratio, SRCR）。

為了確實反映實務中人為變異性，本研究將依據能提供詳細資料之原始案例，再輔以假設損壞程度之案例擴充方式補充數據。原始案例中，要有建築物結構構件（梁、柱、結構牆）的破壞描述與數量，以及其他如非結構構件、機電設備等修復費用資料。擴充案例中，採用表 3 之修復方式，但單價與原始案例一致。

本文以統計迴歸來建立 SDF~SRCR 對應關係，資料點 (SDF、SRCR) 是針對每一案例，先分析各樓層梁、柱、結構牆各破壞等級對應之根數或長度，選用表 2 之 DL-DF 對應方式，以式 (2) 計算各樓層 SDF_i，取最大者為 SDF。另外，根據案例中所記載之資料，依第 3.4 節所述方式計算 SRCR。由此方式可知：針對各案例之 SDF 與 SRCR，DL-DF 對應方式僅影響 SDF 值，不會影響 SRCR。

資料統計迴歸：

本研究是以計算建築物不同破壞狀態 (包括建築物大量構件嚴重損壞之狀態) 所對應之修復費用與重置成本比 SRCR，根據該比值是否超過 50%，作為判斷是否滿足全損理賠 (相當於需要拆除) 之依據。當建築物結構構件全部損壞時，因計及拆除費用，修復費用與重置成本比略超過 1，但不會太高，本文以此考慮統計曲線之合理趨勢。

以表 2 之 DL-DF 對應方式三為例，各案例分析之 SDF、SRCR 資料點及其對應各種型式迴歸分析之結果如圖 3。線性迴歸擬合度相對最差，且於 SDF=0 時 SRCR 已超過 15%，於 SDF=1 時修復費用為重置成本兩倍以上，不取用。乘冪迴歸之擬合度亦不好，雖然通過原點，但於 SDF=1 時修復費用為為重置成本 2.16 倍以上，不取用。擬合度較好的指數型、對數型以及多項式迴歸結果如圖 3 所示。多項式迴歸曲線之擬合度最佳，為了完全遵從原始資料，沒有強制該迴歸曲線經過座標原點，該曲線於 SDF=0.41 時對應最大值 SRCR=81%；擬合度次之的對數型迴歸曲線較接近資料數據的趨勢，但偏離原點較多；指數型迴歸曲線不僅通過原點，且能反應資料數據於 SDF=1 時 SRCR 趨近於 1 的趨勢，但擬合度相對稍差。由於變更多項式迴歸截距為 0 會使得擬合度降低，採用三次多項式與採用二次多項式的擬合度幾乎相同，而全損理賠認定中，精確評估 SRCR>50% 之修復費用比並不重要，所以，研究過程中工作會議討論決議仍可採用擬合度最高之多項式迴歸方程式：例如，採用 DL-DF 對應方式三時， $SRCR = -5.2171SDF^2 + 4.2401SDF - 0.051$ ，但限定其適用範圍：SDF≤0.0123 時取 SRCR=0%；SDF>0.41 時取 SRCR=81%。

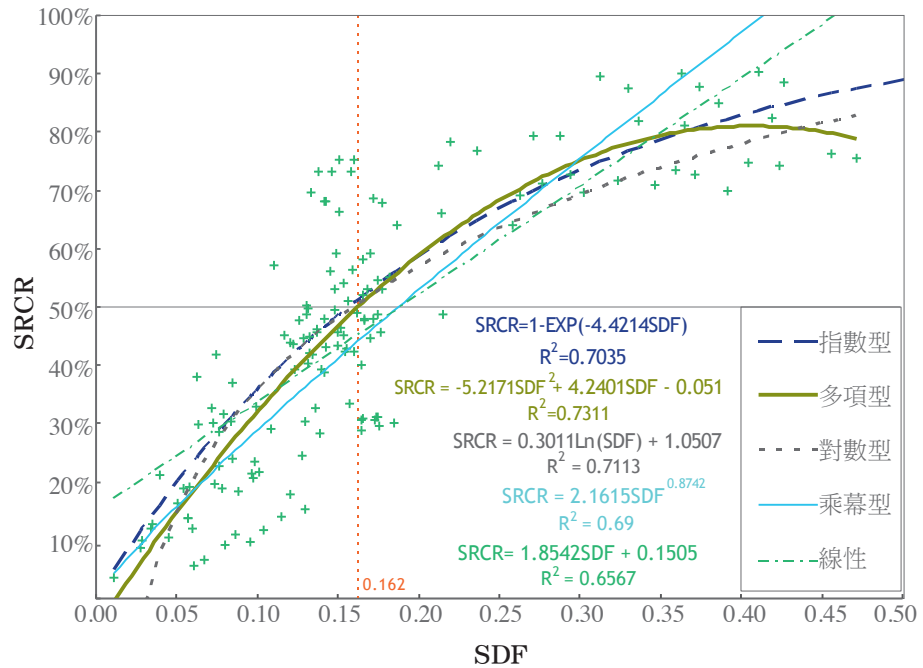


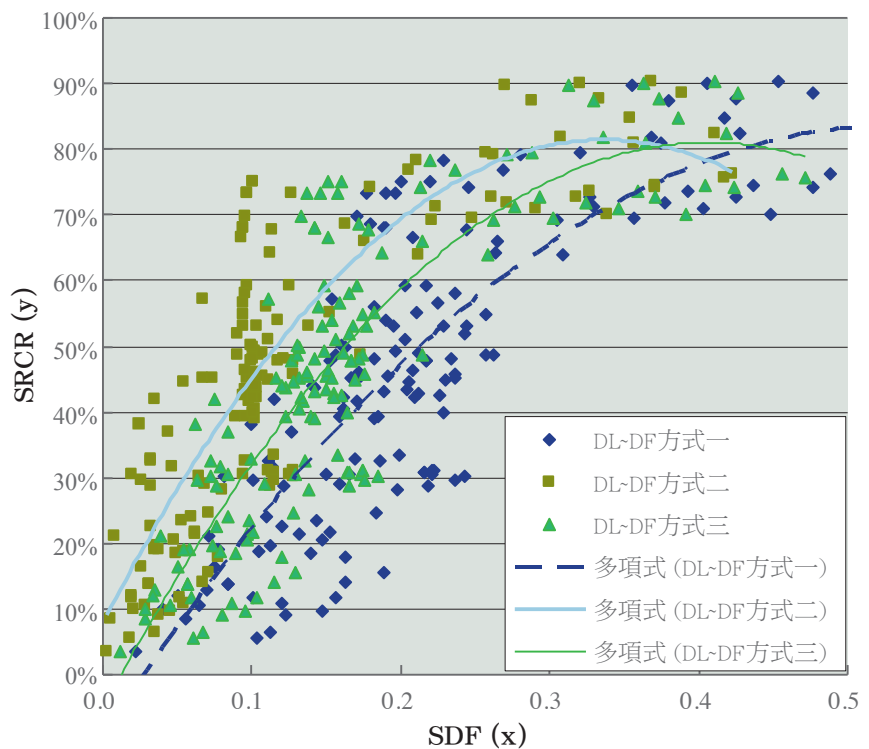
圖 3 SDF-SRCR統計資料迴歸分析-以DL-DF方式三為例

DL~DF對應方式之取用：

因取用不同 DL-DF 對應方式，會影響案例資料的橫座標 SDF 值，所以，不同 DL-DF 對應方式會對應不同的統計迴歸曲線如圖 4，以方式二與方式三之擬合度較高，方式一的擬合度較差且偏離原點較多，所以，暫不考慮採用 DL~DF 方式一。分析表 2 各方式對應之 DF 係數可以了解：

- ✓ 採用 DL~DF 方式三時，DL=I~III 對應之 DF 值較高，在所有構件均發生輕微損傷時，SDF 值就已較大，採用 DL~DF 所建立的迴歸公式會高估此情形的修復費用。所以，若採用該方式對應之迴歸曲線作為理賠認定基準時，對於構件損傷均在 I~III 級以內而迴歸公式計算之 SRCR 為 50% 以上之情形，建議進入複評會。地震保險基金因以維護保戶利益為原則，目前尚未於基準中納入該建議。
- ✓ 採用 DL~DF 方式二時，與日本作法一致，忽略 DL=I~III 對應之修復費用，所有構件之 DL 在 I~III 以內，SDF=0，對應之 SRCR=7.95%<50%，不必理賠。所以，可避免高估上述構件

均為輕微損傷時的修復費用。同樣，其多項式迴歸曲線 $SRCR = -6.4978SDF^2 + 4.3709SDF + 0.0795$ 於 $SDF > 0.336$ 時，取 $SRCR > 81\%$ 。基於該公式， $SDF > 0.116$ 對應 $SRCR > 50\%$ ，二者皆可用作理賠認定基準。因該方式低估損傷等級 I~III 對應之修復費用，不符合地震保險基金以盡量維護保戶利益之原則，並未採用。



方式一：
 $y = -3.2308x^2 + 3.4696x - 0.0937$
 $R^2 = 0.6794$

方式二：
 $y = -6.4978x^2 + 4.3709x - 0.0795$
 $R^2 = 0.7331$

方式三：
 $y = -5.2171x^2 + 4.2401x - 0.051$
 $R^2 = 0.7311$

圖 4 DL-DF 對應方式對 SDF-SRCR迴歸曲線之影響

3.8 基於損失程度之理賠認定基準

若單純基於數值分析，可以選用 DL~DF 方式三或 DL~DF 方式二來建立損壞係數對應至修復費用與重置成本比之標準關係，建立理賠評估與認定標準。

(1) 選用 DL~DF 方式三建立之 SDF~SRCR 迴歸曲線

■ 損失評估

✓ $SRCR = -5.2171SDF^2 + 4.2401 SDF - 0.051$ ，適用於 $0.0123 \leq SDF \leq 0.41$ ；當 $SDF < 0.0123$ 時，取 $SRCR = 0\%$ ；當 $SDF > 0.41$ 時，取 $SRCR > 81\%$ 。

■ 理賠認定

✓ $SRCR \geq 50\%$ 或 $SDF > 0.162$ ，且有梁、柱、結構牆構件達 IV 級以上破壞程度，理賠。

✓ $SRCR \geq 50\%$ 或 $SDF > 0.162$ ，但無任一梁、柱、結構牆構件達 IV 級以上破壞時，應送交複評會議審查。

✓ 由於該迴歸公式於 $SDF = 0$ 時對應 $SRCR > 0\%$ ，而採用既有選項法則判定為理賠之案例，其 $SRCR$ 可能介於 $28.73\% \sim 75.14\%$ ，所以考慮於減去一個條件偏差（ 8.978% ）附近設定進入複評的機制， $SRCR = 40\%$ 對應 -1.114 倍標準差，取 $50\% > SRCR \geq 40\%$ 者，自動進入複評會議，進行詳細評估。

✓ $SRCR < 40\%$ ，不理賠

(2) 選用 DL~DF 方式二建立之 SDF~SRCR 迴歸曲線

■ 損失評估

✓ $SRCR = -6.4978SDF^2 + 4.3709SDF + 0.0795$ ，適用於 $0 \leq SDF \leq 0.336$ ；當 $SDF > 0.336$ 時，取 $SRCR > 81\%$ 。

■ 理賠認定

✓ $SRCR \geq 50\%$ 或 $SDF > 0.116$ ，理賠。

✓ $SRCR = 40\%$ 對應 -1.114 倍標準差，建議 $50\% > SRCR \geq 40\%$ 者，進入複評會議評估。

✓ $SRCR < 40\%$ ，不理賠

如前面所述，地震保險基金以維護保戶利益為原則，基準中採用 DL~DF 方式三建立之 SDF~SRCR 迴歸曲線，且沒有建議將 SRCR 計算值為 50% 以上但構件損傷均在 I~III 級以內之情形納入複評會。

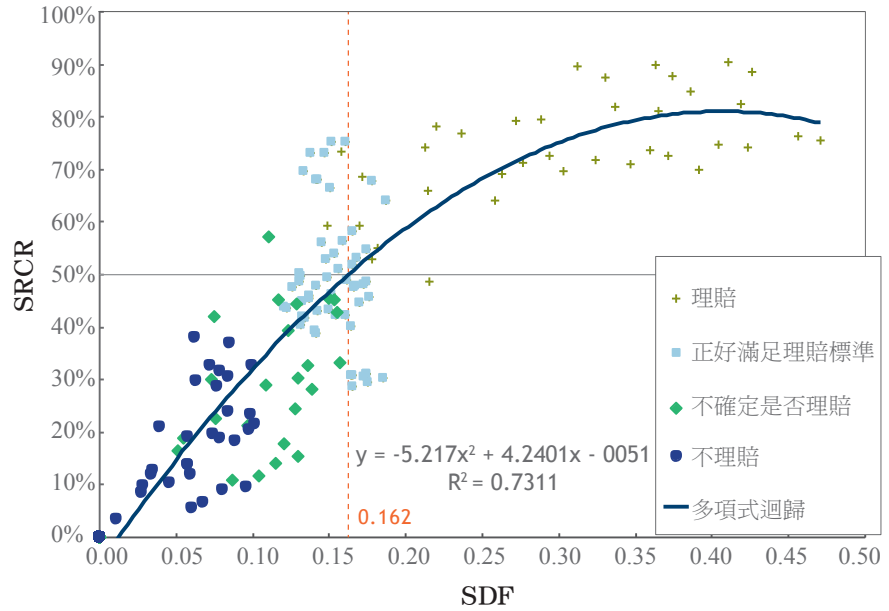
3.9 基於損壞程度之選項法則與基於損失程度之理賠基準之比較

為了了解圖 1 所示兩條理賠基準的一致性，將圖 3 之案例，以當時評估表的選項法則作為理賠認定標準來判定，可分為以下四類：

- (1) 不理賠案例：梁、柱、結構牆之評估均為「中等」或「輕微」者，且「中等」項目為三項以下者，損失「不符合本保險理賠標準」。
- (2) 理賠案例：結構牆評為「嚴重」且梁、柱其中一項評為「嚴重」者，符合「不堪居住必須拆除重建」理賠標準。
- (3) 正好滿足理賠標準案例：同理賠案例，但是梁、柱或結構牆若是評定為嚴重者，其破壞程度正好滿足「嚴重」標準。
- (4) 不確定是否理賠案例：依選項法則，破壞程度介於不理賠案例與理賠案例之間，無法判斷是否符合本保險理賠標準，須經複評會議認定其修復費用/重置成本比是否大於 50% 來判定。

圖 3 之統計資料以上述四類案例區分後之 SDF~SRCR 分布如圖 5 之 (a) 與 (b) 所示，(a) 與 (b) 圖資料點僅有 SDF 之差異，SRCR 一致。圖 5 顯示：正好滿足理賠標準者，對應之 SRCR 介於 28.73~75.14% 之間，採用基於損害程度之選項法則認定滿足理賠標準者，實際 SRCR 可能低於 50%，就此而言，全損理賠基準「修復費用為重置成本百分之五十以上」相對於「不堪居住必須拆除重建」之選項法則較嚴格；正好滿足理賠標準者對應之 SRCR 中間值為 51.9%、平均值約為 49%，平均而言，二準則有一致性。

(a) DL~DF 方式三



(b) DL~DF 方式二

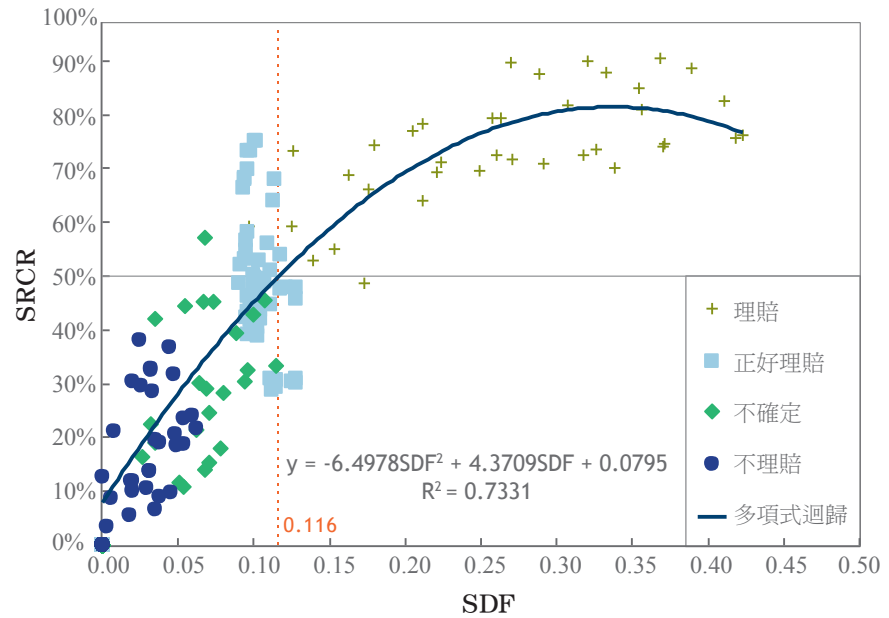


圖 5 基於選項法則之理賠基準與損失程度對比

3.10住宅地震保險全損評定及鑑定基準之全損理賠認定方法

根據本研究上述成果以及專案小組會議討論，「住宅地震保險全損評定及鑑定基準」建議之 RC 建築物住宅地震基本保險全損理賠認定流程如圖 6 所示。根據理賠作業程序，被保險人對於全損認定結果有異議時，可申訴進行複評。為了避免損傷很輕微者也申請理賠認定複評，需要投入鑑定之建築物過多，可考慮採用選項法則評判為不理賠案例之 SRCR 平均值做為門檻值，SRCR<20% 者，建議不進入複評會。

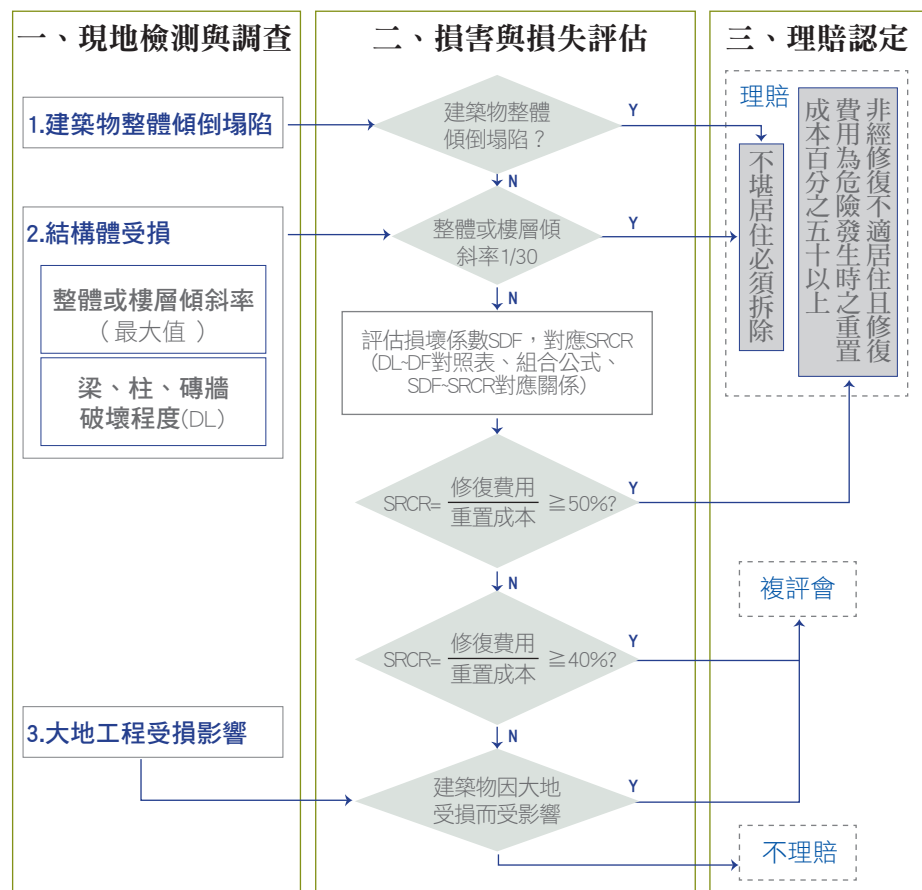


圖 6 理賠評估認定流程

四、結論及建議

本研究針對 RC 住宅建築物，以整體或部分樓層傾斜率 1/30 以上作為不堪居住必須拆除重建之篩選條件。並建立由結構構件損壞程度評估樓層損壞係數，再對應至樓層修復費用與重置成本比之損失評估模組，作為全損理賠認定標準之一。結構構件破壞等級 (DL) 與損壞係數 (DF) 之對應關係可採用方式二與方式三。採用方式二時，I~V 級 DF 分別取 0, 0, 0.5 與 1；採用方式三時，I~V 級 DF 分別取 0.1, 0.2, 0.3, 0.65 與 1。樓層損壞係數 SDF 由該樓層梁、柱、結構牆構件各自平均損壞係數再取平均值。損壞最嚴重樓層 SDF 與 SRCR 對應關係與 DL~DF 相關，採用 DL~DF 方式三可得到迴歸曲線 $SRCR = -5.2171 \times SDF^2 + 4.2401 \times SDF - 0.051$ ，適用於 $0.0123 \leq SDF \leq 0.41$ ；當 $SDF < 0.0123$ 時，取 $SRCR = 0\%$ ；當 $SDF > 0.41$ 時，取 $SRCR > 81\%$ ，但可能高估構件均為輕微損傷時的修復費用，為此，可改採 DL~DF 方式二， $SRCR = -6.4978SDF^2 + 4.3709SDF + 0.0795$ ，適用於 $0 \leq SDF \leq 0.336$ ；當 $SDF > 0.336$ 時，取 $SRCR > 81\%$ 。對於 $SRCR < 50\%$ 者，建議於 SRCR 減去一個條件偏差，亦即約 $SRCR = 40\%$ 作為複評門檻，使得 $40\% \leq SRCR \leq 50\%$ 者有機會經複評會議確認。這種基於損壞與損失的理賠認定方法，讓保險公司合格評估人員在維持既有現地檢測項目與方法之情形下，可以快速評估建築物損失程度，直接檢視是否符合「修復費用為重置成本百分之五十以上」之理賠基準，落實快速補助受災戶之災後修復或重建，亦為震後快速判定是否拆除提供參考依據。針對基礎與上部結構脫離錯開及基礎淘空程度評估，考慮保險公司合格評估人員執行面困難度，此部分內容建議納入大地工程受損影響，一併由複評會議認定。

依據本研究案例，採用基於損害程度之選項法則認定滿足理賠標準者，實際 SRCR 可能低於 50%，就此而言，全損理賠基準「修復費用為重置成本百分之五十以上」相對於「不堪居住必須拆除重建」之選項法則較嚴格；但平均而言，二準則有一致性。基於本文所建立之損失評估

模組，未來可以考慮推行半損或部分理賠保險制度，半損可以採用 $25\% \leq \text{SRCR} \leq 50\%$ 為理賠基準，理賠費用為全損理賠費用之一半；部分理賠可以考慮以 SRCR 分級距或按比例等方式理賠，但為更精確、公正地評估損失，SDF~SRCR 迴歸曲線最好能基於 DL~DF 方式五-2 來建立。因本研究所用實際案例有限，有必要持續蒐集震損資料，不斷修正本研究結果。

誌謝

本研究承蒙財團法人住宅地震保險基金經費贊助、各級長官與承辦人之大力支持，金管會保險局長官的督導，本計畫審查委員之寶貴意見，結構、土木、大地等技師公會與建築師公會代表提供的寶貴建議，前臺灣營建研究院王明德院長、臺北市土木技師公會前理事長林增吉技師協助提供案例資料，以及本研究團隊所有成員之協助，在此一併致上萬分謝忱！

參考文獻

01. 財團法人住宅地震保險基金，「住宅地震保險建築物損失評估表」，財團法人住宅地震保險基金提供, 2007。
02. 內政部營建署，「震災後危險建築物緊急鑑定作業基準」，內政部 92.6.9 臺內營字第 0920087109 號函修正, 2003。
03. 內政部營建署等，「震災後危險建築物緊急鑑定作業人員講習會教材」，內政部營建署、中華民國建築師公會全聯會、土木技師公會全聯會、結構技師公會全聯會、臺灣省大地工程技師公會，2005。
04. Whitman, R.V. Damage probability matrices for prototype buildings. Department of civil engineering research report R73-57. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts; 1973.
05. ATC. Earthquake damage evaluation data for California. Applied Technology Council, ATC-13 Report, Redwood City, California; 1985.

06. Hwang, H.M., Xu, M., and Huo, J.R. Estimation of seismic damage and repair cost of the university of Memphis buildings. Memphis, Tennessee; 1994.
07. FEMA. Multi-hazard loss estimation methodology, Earthquake model HAZUS-MHMR1. Advanced engineering building module, Technical and user's manual. Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA; 2003.
08. Bal, I.E., Crowley, H., Pinho, R., and Gulay, F.G. Detailed assessment of structural characteristics of Turkish RC building stock for loss assessment models. Soil Dynamics and Earthquake Engineering 2008; 28(10/11): 914-932.
09. Hill, M.P. and Rossetto, T. Do existing damage scales meet the needs of seismic loss estimation? In: The 14th World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, Beijing, China, 2008.
10. AIR. The Advanced Component Method (ACM™). Applied Insurance Research 2000, 101 Huntington Avenue, Boston, MA 02199; http://www.air-worldwide.com/_public/NewsData/000135/ACM.pdf.
11. 薛強、陳正忠、吳嘉偉、周文陽，「住宅地震基本保險全損理賠認定標準」，財團法人住宅地震保險基金委託研究報告，2008。
12. 臺北市土木技師公會，「臺北市建築物工程施工損害鄰房鑑定手冊」，臺北市政府工務局審定，2006。
13. 日本建設省，「震災建築物等の被災度判定基準および修復技術指針-鐵筋コンクリート造編」日本建設省住宅局建築指導課監修，平成3年2月。