

108 年建築物耐震設計規範之檢討與修訂情況

劉郁芳³ 鄧崇任¹ 翁元滔² 邱世彬⁴ 盧志杰² 張毓文² 簡文郁¹ 游忠翰³ 林旺春²
周中哲⁵ 鍾立來⁶ 黃世建⁷

摘要

本計畫持續針對國內之耐震設計規範進行檢討及提出改進對策，成立「規範研究發展委員會」及幕僚小組，對於規範相關議題進行研究及討論，提出具體之修正建議，並規劃新一代耐震設計規範之理念架構及發展方向。

關鍵詞：耐震設計規範、規範修正建議、規範研究發展委員會

一、前言

我國建築物耐震設計法規自民國 63 年以來，才有較詳細的耐震設計規定，其後經民國 71 年、78 年、86 年、88 年、94 年及 100 年多次修訂，逐步增進我國結構物之耐震設計水準。尤其自 921 大地震後，學界及業界投入大量資源從事耐震科技研究，同時引進許多國外之抗震技術，相關之規定與規範也日新月異，本計畫之目的即為針對國內耐震設計規範進行相關研究，新增或修訂相關條文及解說內容，以因應國際科技發展與國內工程界之實際需要，強化新建建築之耐震能力。

對於現行之耐震設計規範，持續進行檢討與改進，本計畫召集產、官、學、研各界代表組成「規範研究發展委員會」及幕僚小組，彙整工程界及學界對於耐震設計規範之疑義，進行研究提出相關修訂建議草案，定期討論議案，提出符合學理以及工程實務之規範修訂內容，送交主管機關審議，進而修訂規範內容並公告實行，使國內之耐震設計規範更趨完備及合理。

目前建築物耐震設計規範之主管機關為內政部營建署，本計畫研擬之規範修訂建議案或是性能設計法草案，經由規範研究發展委員會研議通過後，送交主管機關審議，本中心亦配合審議之意見進行修改，使規範修訂案能順利通過並公告實行。

二、108 年度規範修訂情況

延續 107 年度修訂之議題，108 年度提送營建署審議之提案分別為「近斷層設計基準地震」、「地盤類別與工址放大係數」、「土壤剪力波速經驗式」以及「其他耐震相關規定：土壤液化修訂」等四項議題。

三、近斷層設計基準地震

應中央地質調查所 2012 年版台灣地區活動斷層圖，新增第一類活動斷層對地震潛勢提高的影響，本項修訂包含兩部分：(1)鄰近新增斷層行政區之震區水平譜加速度係數值調整；(2)修訂近斷層設計基準地震為直接內插取值。為保持論述脈絡清晰，規範條文次序略做調整，並配合修訂其它章節中有關近斷層調整因子之相關條文。主

¹國家地震工程研究中心研究員

²國家地震工程研究中心副研究員

³國家地震工程研究中心助理研究員

⁴國家地震工程研究中心助理工程師

⁵國家地震工程研究中心建物組召集人

⁶國家地震工程研究中心副主任

⁷國家地震研究中心主任

要條文修訂建議摘述如下:

2.4 近斷層區域之震區短週期與一秒週期水平譜加速度係數

本規範規定，當工址鄰近包括新城斷層、獅潭斷層...(略)等經中央地質調查所公布之第一類活動斷層，如表 2-2 所列，其震區水平譜加速度係數必須考量區域近斷層效應。其中嶺頂斷層與利吉斷層雖公告為第二類活動斷層，但屬花東縱谷序列斷層之一，鄰近鄉鎮亦需考慮近斷層效應。

...(略)

2.4 近斷層區域之震區短週期與一秒週期水平譜加速度係數

...(略)

必須考慮近斷層效應之臺灣地區活動斷層，其影響範圍內之震區短週期及一秒週期設計水平譜加速度係數 S_5^D 與 S_1^D ，及震區短週期及一秒週期最大考量水平譜加速度係數 S_5^M 與 S_1^M ，如表 2-3-1 至表 2-3-4 所列，其值與工址至斷層之距離有關，依線性內插方式求值。

四、地盤類別與工址放大係數

我國耐震設計規範之地盤特性與工址放大係數參考美國 NERHP-97(或 UBC97)之相關規定。主要反映地盤在地震中之非線性行為，現行規範規定三種地盤類別，再分類依據地震動參數大小決定地盤放大因子。工程實務上衍生出在地盤分類界限附近之地盤放大因子存在階梯狀落差，致生困擾。本修訂建議包含兩部分:(1)取消地盤類別，改以工程常用之淺地表下 30m 土層平均剪力波速(V_{S30})為地盤特性參數；(2)工址放大係數以連續函式呈現。

地盤放大因子經驗模型可以一個曲面函數表示，為地盤特性參數(V_{S30})及地震動強度(S_s 或 S_1)之函數， $f(V_{S30}, S_s$ 或 $S_1)$ 。本研究首先比較原 TBC 之放大因子與

NERHP 及 ASCE 所採用之模型係數，並確認適用範圍；其次為地盤特性參數(V_{S30})之校準，原 TBC、ASCE 等規範所規定之地盤類別之 V_{S30} 皆為一個範圍，必須界定出各類別地盤放大因子所對應之參考 V_{S30} 值，以我國強震測站地質調查資料庫 EGDT(Kuo et al., 2012)統計成果，本研究建議原 TBC 規範中定義台灣第一、二、三類地盤之代表剪力波速 V_{S30} 分別為 520m/s、260m/s 及 155m/s，這些建議參數與國記上之相關研究 (BSSC, 2004; ASCE/SEI7, 2017)成果類似。建議地盤放大因子經驗模型以半對數函數求算。受限經驗模型資料庫內含，建議之地盤放大因子皆有上下限範圍， $0.9 \leq F_a \leq F_{a,3}$ ， $0.8 \leq F_v \leq F_{v,3}$ 。未免變動過大，地盤放大因子之控制點係數仍沿用現行 TBC 規範值，相關條文建議修訂如下：

2.5 工址短週期與一秒週期水平譜加速度係數

(略)...其中， F_a 為反應譜等加速度(短週期)段之工址放大係數，隨地盤種類特性與震區短週期水平譜加速度係數 S_s (S_5^D 或 S_1^M) 而改變；而 F_v 為反應譜等速度(中長週期)段之工址放大係數，隨地盤種類特性與震區一秒週期水平譜加速度係數 S_1 (S_1^D 或 S_1^M) 而改變。工址放大係數 F_a 、 F_v 分別為地盤特性參數 V_{S30} (單位:m/s) 與地震動參數 S_s 、 S_1 之函數，可分別由表 2-2(a)與表 2-2(b)式 2-5(a)與式 2-5(b)求得。工址放大係數 F_a 與 F_v 。

$$F_a = \begin{cases} 1.0 - 1.4427 \cdot \ln\left(\frac{V_{S30}}{520}\right) \times (F_{a,2} - 1.0); & V_{S30} > 260 \\ F_{a,2} - 1.9333 \cdot \ln\left(\frac{V_{S30}}{260}\right) \times (F_{a,3} - F_{a,2}); & V_{S30} \leq 260 \end{cases}$$

---式 2-5(a)

$$F_v = \begin{cases} 1.0 - 1.4427 \cdot \ln\left(\frac{V_{S30}}{520}\right) \times (F_{v,2} - 1.0); & V_{S30} > 260 \\ F_{v,2} - 1.9333 \cdot \ln\left(\frac{V_{S30}}{260}\right) \times (F_{v,3} - F_{v,2}); & V_{S30} \leq 260 \end{cases}$$

---式 2-5(b)

五、土壤剪力波速經驗式相關條文修定

為鼓勵以現地量測方式取得地層剪力波速，以計算 V_{S30} ，故增加剪力波速現地量測之說明，並建議參考相對應的規範或技術文件，使地盤分類更加合理與符合現地實況。此項目已完成建築物耐震規範 2.3~2.5 節與 9.1~9.2 節相關條文與解說修訂。

臺灣地區耐震地盤特性之評估係參考 Building Seismic Safety Council (BSSC, 2004)，採用地表面下 30 公尺內地層之平均剪力波速 V_{S30} 為地盤特性作評估指標。此外，對於工址地層內具有以下條件時，宜進行地盤反應分析，以求得合理之工址放大係數，其中包括(1)地層內含有具液化潛能之砂層或高靈敏度粘土；(2)泥炭土及高有機性粘土加總厚度超過 3 公尺；(3)高塑性粘土(塑性指數 I_p 超過 75)厚度超過 8 公尺；(4)粘土層厚度超過 36 公尺等之情況。地層之剪力波速應進行現地波速試驗量測之。剪力波速量測可使用地基調查之鑽孔，惟深度需達 30 公尺以上，建議優先採用跨孔法(cross-hole method)、下孔法(down-hole method)和懸盪法(suspension logging)等波速量測方法，其鑽孔準備、施測、波速計算等程序可參考標準規範如 ASTM D4428、ASTM D7400、JGS1122，或日本物理探測學會(2008)所建議之技術手冊等。亦得採用表面波量測法，進行現地波速量測，其執行細節可參考 SEGJ(2014)所編輯整理之技術手冊。

11.1.3 砂土層之液化潛能評估判定

2. 液化評估與檢核

土層液化與否，液化之評估由抗液化安全係數 F_L 值決定之。 F_L 值小於 1.0 時，即判定該土層為液化土層。 F_L 依下式計算：可能液化。

$$F_L = \frac{CRR}{CSR} \quad (11-1)$$

CRR: 土層之抗液化剪力強度比。

CSR: 地震引致土層之平均反覆剪應力比或尖峰剪應力比。

其中 CRR 與 CSR 之計算方法，可依據本條文之解說辦理。

$$F_L = \frac{R}{L} \quad (11-1)$$

R: 土壤抵抗液化強度與有效覆土壓力之比值。

L: 地震引致之土壤剪應力與有效覆土壓力之比值。

有關土壤液化判定的方法，可依據內政部「建築技術規則建築構造編—基礎構造設計規範(含解說)」之規定辦理。

3. 工址應分別檢核中小度地震(此時，一般工址與近斷層工址之地表水

平加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}}{4.2} g$ ，或臺北盆地之

地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}}{3.5} g$ 時)與設計地

震時(此時，地表加速度 $A = 0.4S_{DS}g$ 時)。原則上僅針對用途係數 $I=1.5$ 之

建築物，才須檢核，及最大考量地震

時(此時，地表加速度 $A = 0.4S_{MS}g$ 時)

作用時土壤發生液化之影響發生液化的可能性。

六、其他耐震相關規定：土壤液化修訂條文

透過近年來有關土壤液化敏感分析研究的成果，據以修訂建築物耐震規範第 11 章有關液化潛能評估方法及相關條文與解說。

11.1.2 耐震設計有關極軟弱土層之評估判定

距離地表面 3 公尺深度以內的粘土層或粉土層，由單軸壓縮試驗或現地試驗測定其單軸壓縮強度在 2 tf/m^2 、 2 kgf/cm^2 以下之土層，即視為耐震設計上會弱化之極軟弱土層。

七、結論與展望

耐震設計規範的訂定為落實結構工程基礎研究，並提供國內工程界耐震設計之依循，攸關經濟及工程之層面甚廣，規範研究發展委員會至 108 年底為止，共召開過 34 次會議，討論之議題超過 30 項，研議後皆已送請內政部營建署審議通過。

耐震設計規範規定之嚴謹與否，反映社會對地震安全的重視程度，也反映國家經濟的發展程度。藉由制定耐震設計規範，使國內建物皆達一定的耐震標準，創造安全的環境，使大眾免於遭受地震危害的恐懼，是社會安定發展的因素之一。藉由修訂耐震設計規範條文，確實反映建物耐震需求，在安全要求前提下達到節省建造成本並且避免浪費，提高耐震設計水準以增加建築物之耐震安全。

本計畫透過召開「規範研究發展委員會」討論規範相關議題，規範委員會之成員除了邀請國內研究耐震設計規範之專家學者、政府研究部門外，依據不同議題內容，邀請不同專業領域之研究人員、技師

公會代表與工程顧問公司之執業人員共同參與討論，以求提出符合學理以及工程實務之規範修訂內容，對於國內之耐震設計規範之修訂提出具體貢獻，期望藉由本計畫之繼續執行，能逐步推動我國之耐震設計相關法規以臻完備。

參考文獻

1. FEMA 356. Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings. Federal Emergency Management Agency: Washington, D.C., 2000.
2. ASCE/SEI 41-13. American Society of Civil Engineers, seismic evaluation and retrofit of existing buildings. American Society of Civil Engineers: Reston, Virginia, 2013.
3. ASCE/SEI 7, 2017. Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures, ASCE STANDARD: ASCE/SEI 7-16.
4. Building Seismic Safety Council (2004). NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures (FEMA 450) Part 1: Provisions, 2003 EDITION, Washington, D.C.
5. Kuo, C. H., K. L. Wen, H. H. Hsieh, C. M. Lin, T. M. Chang, and K. W. Kuo (2012). Site Classification and V_{s30} estimation of free-field TSMIP stations using the logging data of EGDT. Engineering Geology. 129-130, 68-75.
6. 「建築物耐震設計規範及解說」，內政部營建署，民國 100 年 7 月。