

TEASPA 4.0 [1]耐震評估與補強性能合格標準之修正

一、既有建物評估與補強合格標準

依據建築物耐震設計規範與解說[2]第 8.3 節耐震能力評估補強之基準，進行整棟完整補強之結構物，其經評估後不需補強或補強後之耐震能力得採下列基準：「建築物之耐震能力以其能抵抗之最大地表加速度表示，其耐震能力應達現行規範所規定工址回歸期 475 年之設計地震地表加速度乘以用途係數 I 」。其性能準則為當建築物之韌性發展到韌性容量 R 時，對應之等效地表加速度 EPA ，需達到目標地表加速度 $0.4S_{DS} \times I$ 。

TEASPA 4.0[1]根據上述規定，更新既有建築物之補強性能目標，定義一般建築物之韌性發展到韌性容量 R 時的性能點為，工址回歸期 475 年設計地震作用下之結構內力反應可過最大強度後下降至 0.85 倍($0.85V_{max}^+$)，且考量既有建築物韌性較差的現實，任一樓層之最大層間變位角不得大於 2.5%，為考量因局部構材之嚴重受損而發生局部崩塌，造成生命之危害，因此在前述性能點之變位或受力時，不得發生主要垂直承載構件喪失垂直承載能力之情形。既有建築物之耐震能力評估與補強合格標準，如表 1 所示，採用強度控制條件、位移控制條件及軸向破壞控制條件等三重限制定義其性能點。

爰此，既有建築物依據公安申報作業填報之建築物耐震能力詳細評估檢查報告書表 E1-6-1(採用 TEASPA 方法)已於 110 年 6 月 9 日 email 提請營建署建議修正如附件一。

惟依教育部高中職及國中小校舍耐震評估與補強相關作業規範進行評估或補強之校舍，仍建議採用手冊三版[3]之耐震性能合格標準。

表1 既有建築物耐震性能評估合格標準

	耐震容量 A_p			耐震需求 A_T
回歸期475年 之地震地表 加速度	一般建築物之韌性發展到韌性容量R時， 對應之最大地表加速度 $A_p^R = \min(A_{p1}, A_{p2}, A_{p3})$			$0.4S_{DS} \times I$
	強度控制	位移控制	軸向破壞控制	
	A_{p1}	A_{p2}	A_{p3}	
	$0.85V_{max}^+$	$D_r^T = 2.5\%$	主要垂直承載構 件發生軸向破壞 或完全喪失側力 強度	

註：

1. 基底剪力 $0.85V_{max}^+$ 位於容量曲線下降段，並為最大值(V_{max})的0.85倍；如果容量曲線下降段無法達基底剪力 $0.85V_{max}^+$ ，建議以容量曲線最後一點的位移為準，直接將基底剪力下拉至 $0.85V_{max}^+$ 。
2. 主要垂直承載構件發生軸向破壞係指各側推分析步中有任一柱構件之非線性變形到達 Δ_a (該柱構件側力強度降至零時之變形)或發生軸向破壞。

二、 新建住宅結構安全性能評估

新建建築物依據住宅性能評估實施辦法，需檢核韌性發展到容許韌性容量 R_a 時，對應之性能地表加速度不得小於工址回歸期 475 年之設計地震地表加速度 $0.4S_{DS} \times I$ ；當韌性發展到韌性容量 R 時，對應之最大地表加速度不得小於工址回歸期 2500 年之最大考量地震地表加速度 $0.4S_{MS} \times I$ 。

TEAEPA 4.0[1]對於新建住宅韌性發展到韌性容量 R 之性能，定義為工址回歸期 2500 年之地震作用下之結構內力反應可過最大強度後下降至 0.85 倍 ($0.85V_{max}^+$)，且任一樓層之最大層間變位角不得大於 3.0%，其中最大層間變位角建議值係參考建築物耐震設計規範及解說 1.7 節，常用之 RC 造抗彎矩構架填有非結構牆的系統， R 值取 4.0，一般韌性柱構件達等效降伏時的層間變位角約 0.75%~1%，因此建議保守取 $0.75\% \times 4 = 3\%$ ；另為考量因局部構材之嚴重受損而發生局部崩塌，造成生命之危害，因此在前述性能點之變位或受力時，不得發生主要垂直承載構件喪失垂直承載能力之情形。根據上述規定，新建建物檢核工址回歸期 2500 年之地震下的耐震性能地表加速度 A_p^R ，如表 2 所示，採用強度控制條件、位移控制條件及軸向破壞控制條件等三重限制定義其性能點。

TEASPA4.0 對於新建住宅韌性發展到容許韌性容量 R_a ，對應之性能地表加速度 (A_p^{Ra})，TEASPA4.0 參考技師報 1273 期[4] 依等能量法原則先將耐震容量曲線轉化為完美彈塑性，即容量曲線達等效降伏點後強度維持平台不再增加，位移持續變形到韌性容量 R (定義如表 2 之回歸期 2500 年地震地表加速度規定)的極限位移 (Δ_u) 為止，如圖 1 所示；其中採容量曲線上升段 $0.7V_{max}^-$ 的點，與原點相連的割線定義為結構之初始勁度，以極限位移 (Δ_u) 為雙線性曲線終點，調整降伏強度 V_{ey} 使雙線性曲線 (圖 1 紅線) 下包圍的面積，等於原側推出來的容量曲線 (圖 1 黑線) 包圍的面積，即可決定降伏位移 (Δ_y)。藉由雙線性化容量曲線之極限位移 (Δ_u) 與降伏位移 (Δ_y)，可以計算容量曲線之韌性容量 $R = \Delta_u / \Delta_y$ 。容許韌性容量 R_a 則可依據建築物耐震設計規範與解說 2.9 節之規定計算：

$$\begin{cases} R_a = 1 + (R - 1)/1.5; & \text{工址於一般震區} \\ R_a = 1 + (R - 1)/2.0; & \text{工址於臺北盆地} \end{cases}$$

透過上式可算得韌性發展到容許韌性容量 R_a 之容許位移 $\Delta_{Ra} = R_a \times \Delta_y$ 。原側推的容量曲線 (圖 1 黑線) 經工址短週期及一秒週期設計水平譜加速度係數 (S_{Ds} 及 S_{D1}) 轉換為回歸期 475 年設計地震作用下之耐震性能曲線 (圖 1 淺藍色點線)，在該耐震性能曲線 (圖 1 淺藍色點線) 上找到容許位移 Δ_{Ra} 對應的性能地表加速度，即為檢核回歸期 475 年設計地震作用下之應有的耐震性能地表加速度 A_p^{Ra} ，如表 2 所示。而原側推的容量曲線 (圖 1 黑線) 經工址短週期及一秒週期最大水平譜加速度係數 (S_{MS} 及 S_{M1}) 轉換為回歸期 2500 年最大考量地震作用下之耐震性能曲線 (圖 1 綠色雙點折線)，該耐震性能曲線 (圖 1 綠色雙點折線) 上之位移 Δ_u 對應的性能地

表加速度，即為檢核回歸期 2500 年最大考量地震作用下之建築物耐震性能地表加速度 A_p^R 。

爰此，新建建築物依據住宅性能評估實施辦法，進行評估作業需填報之新建住宅結構安全性能評估檢查報告書表 E1-6-1(採用 TEASPA 方法)已於 110 年 6 月 9 日 email 提請營建署建議修正如附件二。

表 2 新建建築物耐震性能評估合格標準

	耐震容量 A_p			耐震需求 A_T
工址回歸期 2500 年之地 震地表加速度	當建築物之韌性發展到韌性容量 R 時，對應之最大地表加速度 $A_p^R = \min(A_{p,1}, A_{p,2}, A_{p,3})$			$0.4S_{MS} \times I$
	強度控制	位移控制	軸向破壞控制	
	$A_{p,1}$	$A_{p,2}$	$A_{p,3}$	
	$0.85V_{max}^+$	$D_r^T = 3.0\%$	主要垂直承載構件發生軸向破壞或完全喪失側力強度	
工址回歸期 475 年之地 震地表加速度	當建築物之韌性發展到容許韌性容量 R_a 時，對應之性能地表加速度 A_p^{Ra}			$0.4S_{DS} \times I$

註：1. 基底剪力 $0.85V_{max}^+$ 位於容量曲線下降段，並為最大值(V_{max})的0.85倍；如果容量曲線下降段無法達基底剪力 $0.85V_{max}^+$ ，建議以容量曲線最後一點的位移為準，直接將基底剪力下拉至 $0.85V_{max}^+$ 。

2. 主要垂直承載構件發生軸向破壞係指各側推分析步中有任一柱構件之非線性變形到達 Δ_a (該柱構件側力強度降至零時之變形)或發生軸向破壞。

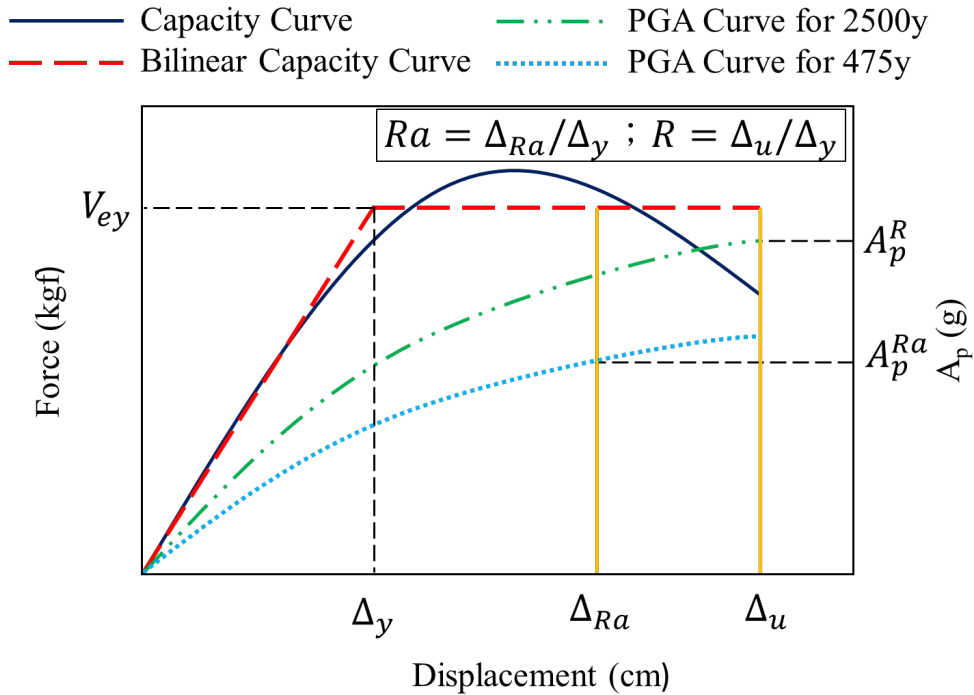


圖 1 容量曲線及其完美彈塑性曲線；475 年及 2500 年地震之性能曲線(示意圖)

參考文獻

- [1] 邱聰智、鍾立來、涂耀賢、賴昱志、曾建創、翁樸文、莊明介、葉勇凱、李其航、林敏郎、王佳憲、沈文成、蕭輔沛、薛強、黃世建，「台灣結構耐震評估與補強技術手冊(TEASPA V4.0)」，國家地震工程研究中心，報告編號 NCREE-20-005，台北，2020 年。
- [2] 國家地震工程研究中心，「建築物耐震設計規範及解說修訂條文草案」，內政部營建署 110 年 5 月 12 日預告修正。
- [3] 蕭輔沛、鍾立來、葉勇凱、簡文郁、沈文成、邱聰智、周德光、趙宜峰、翁樸文、楊耀昇、褚有倫、涂耀賢、柴駿甫、黃世建，「校舍結構耐震評估補強技術手冊 第三版」，國家地震工程研究中心，報告編號 NCREE-13-023，台北，2013 年。
- [4] 賴昱志、王佳憲、彭瑞龍、鍾立來、邱聰智、葉勇凱，「住宅性能評估：容量曲線雙線性化之韌性容量」，台灣省土木技師公會，技師報 1273 期，2021 年。