

第六章 結構系統設計詳細要求

6.1 通則

1. 建築物之構材應設計使能抵抗地震力與靜、活載重等之組合作用。當考慮地震因傾倒力矩造成上舉效應時，靜載重應予折減。容許應力，載重係數及強度折減係數悉照各種構造構材設計規範之規定。
2. 下列兩種情況下，應考慮地震作用方向不沿建築物主軸方向之效應：
 - (1) 建築物具有表 1.2 第五種平面不規則性者。
 - (2) 建築物兩個主軸方向均具有表 1.2 扭轉不規則性者。上述須考慮地震不沿主軸方向作用之情況，可設計構材同時承受某一方向 100% 地震力加上與其垂直方向 30% 地震力產生之效應。
採用動力分析以振態疊加法計算構材內力時，應考慮地震沿幾個不同的角度輸入的狀況。

解說：

當考慮地震因傾倒力矩造成上舉效應時，一般不考慮活載重的存在，而靜載重也要適當折減，以彰顯此效應。以 ACI 規範強度設計法為例，靜載重考慮為 90%，以工作應力設計法為例，靜載重考慮為 85%。

6.2 結構系統要求

6.2.1 通則

表 1.3 所述之四種一般建築物基本結構系統應滿足本節之規定及有關之韌性特別規定。

6.2.2 多種系統合用時之特別要求

同屬不同結構系統之構材，應採用具較嚴格細部要求的系統之規定。

6.2.3 接頭

承受地震力之接頭應妥為設計並繪製細部圖。

6.2.4 變形一致性之考慮

設計時不當做抵抗地震力結構系統之構材，應檢核在設計地震力產生之位移放大 $1.4\alpha_y R_a$ 倍後，其承擔垂直載重的能力是否足夠。檢核時應考慮 $P-\Delta$ 效應。以工作應力法設計時，可將長期容許應力放大 1.7 倍用以檢核強度。與結構系統相接之剛性構材須做下列之考慮：

1. 抗彎矩構架可能有較剛性構材相接於構架內，設計者應檢核該剛性構材之作用，使其破壞時不能損害構架承受垂直載重與側向力之能力。
2. 建築物外圍的非承重或非剪力牆版及構材，應依照 (4.1) 式的地震力設計，並應能承受結構物由於地震力或溫度變化產生之變形。該構材應以機械接頭及螺栓或現場澆注混凝土支承於結構體，並應符合下述規定：
 - (1) 接頭應能容許設計風力引起層間變位的兩倍或設計地震力引致層間變位的 $1.4\alpha_y R_a$ 倍或 1.25 公分，三者取其大值。
 - (2) 牆版平面上使其能准許層間變位的螺栓接頭應為具槽孔或擴大孔使其能滑動者，利用鋼件的撓曲變形或其他接頭具有相當滑動及韌性容量者亦可使用。

- (3) 接合桿件應具有足夠韌性及轉角能力以防止混凝土破碎或電焊處發生脆性破裂。
- (4) 接合桿件應採用 (4.1) 式地震力的 $1\frac{1}{3}$ 倍來設計。
- (5) 接合系統中的所有元件，如螺栓、嵌入物、電焊、插筋等，應以 (4.1) 式四倍的地震力設計之。
- (6) 埋置於混凝土中的繫件應鈎住或固定於鋼筋上，以便將力量有效傳遞至鋼筋。

解說：

抗彎矩構架常在構架中填充非結構 RC 牆，因此分析設計時要分兩階段來進行。第一階段要假設非結構 RC 牆為結構牆，參與結構分析，並預測非結構牆破壞時，其旁之梁、柱不致損壞。第二階段可假設非結構牆已破壞，只剩下抗彎矩構架來分析設計。由於牆體的破壞不會很完整，因此表 1.3 中建議此種系統的韌性容量 R 取 4.0。

6.2.5 繫件與連續性

結構物各部份應相互連結成一體，接頭應能承受並傳遞被連結部份引致之地震力。建築物任一較小的部份應繫結於建築物的主要部份，其繫件應至少具有承受較小部份重量乘以 $Z/3$ 倍之水平地震力。

小梁、大梁與桁架等構材應具足夠強度之接頭以傳遞與構材平行方向的地震力，此水平地震力不得小於靜載重與活載重之和乘以 $Z/5$ 倍。

6.2.6 匯集構材

建築物某部份產生之地震力應經由足夠強度之匯集構材將其傳遞至抵抗地震力結構系統上。

6.2.7 鋼筋混凝土構架

抵抗地震力之鋼筋混凝土構架應符合下列需求：

1. 地震一甲、一乙區，地震二區應設計為韌性抗彎矩構架。
2. 地震三區得設計為部份韌性抗彎矩構架。

解說：

有關鋼筋混凝土構材之韌性設計規範可參閱中華民國結構工程學會研究報告 CSSE 81-01，“結構構材韌性設計規範研究”，民國八十一年九月，其中有鋼筋混凝土部份韌性抗彎矩構架之韌性設計規定。

6.2.8 混凝土牆或磚石造牆之錨定

混凝土或磚石造牆應錨定於提供其側向支撐之所有樓版及屋頂版。錨定需能提供牆與樓版或屋頂版間直接之連結，並能抵抗牆與樓版間傳遞的地震力。分配所傳遞地震力之繫材的規定見 6.2.9。設計被支撐之牆時，橫隔版之變形應予考慮。

6.2.9 橫隔版

- (1) 橫隔版面內之變形，不得超過其附著構材的容許變形。容許變形應為附著構材在此變形下仍能繼續支承加於其上之外力而無損其結構完整性。
- (2) 樓版與屋頂版應設計使能抵抗下式計算之地震力：

$$F_{px} = \frac{F_t + \sum_{i=x}^n F_i}{\sum_{i=x}^n W_i} W_{px} \quad (6.1)$$

其中 W_{px} 為第 x 層樓版之重量， F_t 為頂層外加之集中橫力， F_i 為第 i 層分配到的地震力。

當橫隔版上下方抵抗地震力豎向構材由於錯位或勁度改變而需橫隔版傳遞地震力時，此力須加入 (6.1) 式後用以設計橫隔版。

- (3) 支撐混凝土造或磚石造牆之橫隔版，應於橫隔版邊界構材間設有連續之繫材，以分配傳至牆上之剪力。
- (4) 橫隔版與匯集構材之接頭，匯集構材與抵抗地震力豎向構材之接頭，若建築物具表 1.2 第一至第四種不規則性時，其設計不准許採用一般容許應力在地震載重下提高 1/3 之規定。若採用強度設計法，地震力之載重係數亦不可乘以 0.75。

(5) 建築物具有表 1.2 第二種不規則性時，橫隔版之邊界構材及與其垂直之繫材應考慮建築物外懸翼具獨立運動設計之。任一橫隔版構材應以如下兩種情況之較嚴重者設計之：

1. 外懸翼與本體同向運動。
2. 外懸翼與本體反向運動。

解說：

計算混凝土牆與橫隔版間之地震力傳遞，以及橫隔版各斷面的剪力，可以橫隔版為自由體，將豎向構材上、下剪力差以及 (6.1) 式的地震力化為均佈載重作用在自由體上，就可分析出各斷面的剪力。

(6.1) 式較正確的算法應為 F_t ，但因未考慮高振態的影響 F_t ，且 (6.1) 式算得之值較保守，因此依 (6.1) 式計算。

橫隔版上的剪力，只有地震時才會發生，沒有其他載重可以組合，因此容許應力不得增加 1/3。此外，若係強度設計法設計，亦不可將地震剪力乘以 0.75。

建築物具有表 1.2 第二種不規則性時，以目前 ETABS Version 6.0 程式，同一樓層可定義不同的剛性版，其連接樓版亦可設定為柔性樓版，則此連接樓版的應力可較正確算出，不必依第(5)點的方法來計算。

6.2.10 基面以下之構架

基面與基礎間之構架，其強度與勁度不得低於上部結構者。有關鋼筋混凝土構造及鋼構造之韌性特別規定應同樣適用於將地震力由基面傳至基礎之構材。

解說：

基面與基礎間之地下室構造，因有勁度很高的外牆，因此其梁、

柱不容易降伏，因此亦應可容許不做韌性設計，惟此時強度要足夠，應以地面層產生的極限層剪力強度時的剪力設計之，使地下室構造在大地震時仍保持彈性。地梁之設計亦比照此法進行。如果一樓版剪力傳遞失效，或地下室外牆產生破壞時，地下室構材的韌性設計就會發生功效，工程師應做適當的判斷，決定地下室構材設計的最好方式。

6.2.11 地震力傳遞路徑不連續處附近構材之加強

抵抗側力的豎向構材具有表 1.1 中第四種立面不規則性或表 1.2 中第四種平面不規則性時，此地震力傳遞路徑不連續處附近的構材之地震內力要提高 20%設計之。此些構材應滿足韌性細部設計要求。

解說：

地震力傳遞路徑不連續處附近的構材，如梁、柱、斜撐及剪力牆等，結構分析所得內力較有可能不準確，為避免先在此處產生塑鉸或破壞，因此將地震力引致之內力提高 20%設計之。