

第四章 附屬於建築物之結構物部分構體、非結構構材與設備之地震力

4.1 適用範圍

附屬於建築物之結構物部分構體及附件、永久性非結構構材及附件以及支承於結構體之設備的附件均須按 4.2 節規定之地震力設計之。家具及支承於樓版或屋頂版 200 公斤以下設備之附件其設計地震力可不必考慮。

附件包括錨定裝置及所需之支撐。重力引致之摩擦力不得考慮用來抵抗地震力。

非剛性設備若有抵抗側力的結構系統，其損壞會引起人命傷亡者，應按 4.2 節規定的地震力設計之。

解說：

固定在結構上的構體會使用較建築物結構更大地震力來設計，其理由如下：
(1)作用在構體上的絕對加速度比地表加速度大；(2)除非構體剛性很大，否則反應可能會再放大；(3)構體通常靜不定度低，也沒有良好消能特性；(4)為降低錨定破壞，因此其設計地震力要詳予規定。

設備的高度若很低，地震時不會翻倒，可以不必錨定，此時摩擦力當然可用來抵抗地震力。惟本章所談之構體，均固定在結構上，為使錨定裝置的設計保守，不計摩擦力的作用。

附屬於建築物之結構物部分構體為固定在建築物上雖結構分析時不參與分配抵抗橫力但具有影響結構體抵禦橫力功能之構體，如外牆、女兒牆、內部承重牆或非承重牆、非屬結構構架之塔屋、預組構體接頭等。

永久性非結構構材為支承於建築物結構體不具影響建築物結構行為之永久性裝配物，如(1)建築物外部及內部裝飾物及附件；(2)煙囪及塔架；(3)招牌、廣告牌；(4)包括內含物超過 2 公尺高之儲物架、小型櫃檯、飾物架及書架；(5)吊頂天花及燈具固定物；(6)高於 2 公尺之欄杆；(7)隔間。

支承於結構體之永久性設備附件包括 (1)槽、桶，(2)鍋爐、熱交換器、變壓控制箱、冷卻水塔，(3)管線、管道、管架，(4)緊急供電系統、救災通訊系統，(5)易燃物或爆裂物之暫存容器等之機器、水管及電氣設備。至於與結構體一起建造但與結構體隔離或建置於地面上之大型設備如鍋爐、渦輪機等應依第五章雜項工作物結構之地震力設計。

一般情況下，部分構體、非結構構材與設備部分都沒有經結構工程師分析、計算及設計，而是由建築師、機械工程師、電機工程師或室內設計師指定，甚至由業主或住戶在房屋竣工後自行購置。正因為如此，在地震時其破壞的概率通常要比結構破壞概率高得多。此些非結構的破壞或功能喪失可能會直接危及用戶甚至附近戶外人員的生命安全，這些構件的破壞亦會造成主要應急設施無法使用。因此，設計人員必須認識到此些非結構的破壞可能會帶來之人員傷亡、財產損失

及營運中斷等災損。也因此，對非結構的地震安全負責之人員應包括建築師、結構技師、機械技師、電機技師、室內設計師、業主和經理人員等相關人員。

4.2 最小設計總橫力

最小設計水平總橫力 F_{ph} 依下式計算：

$$F_{ph} = 0.4S_{DS}I_p \frac{a_p}{R_{pa}} \cdot (1 + 2h_x/h_n)W_p \quad (4-1a)$$

F_{ph} 不必大於：

$$F_{ph} = 1.6S_{DS}I_pW_p \quad (4-1b)$$

F_{ph} 亦不得小於：

$$F_{ph} = 0.3S_{DS}I_pW_p \quad (4-1c)$$

S_{DS} ：工址短週期設計水平譜加速度，見第 2.5 節之規定。

W_p ：構體或構材自重或設備操作載重。

a_p ：構體、構材或設備之共振放大倍數，見表 4-1 及表 4-2。

R_{pa} ：構體、構材或設備等之容許地震反應折減係數，依下式計算：

$$R_{pa} = 1 + \frac{R_p - 1}{1.5} \quad (4-2a)$$

一般工址與近斷層工址：

$$R_{pa} = 1 + \frac{R_p - 1}{2.0} \quad (4-2b)$$

臺北盆地：

R_p ：構體、構材或設備等之地震反應折減係數，見表 4-1 及表 4-2。

F_{ph} ：構體、構材或設備等質心點之設計地震力，並按各構體、構材或設備之質量分布分配。

I_p ：構體、構材或設備之用途係數；若大地震後除須確保人命安全及防範二次災害外，並須確保不需大型補修便能執行設備必要的機能為目標者，以及大賣場儲存架、含危險物品及易燃物品內容之構材等其 $I_p=1.5$ ，其他構體、構材及設備之 $I_p=1.0$ ，但 I_p 不得小於被附屬建築物之用途係數。

h_x ：構體、構材或設備所在樓層 x 距基面之高度。

h_n ：建築物基面至屋頂之高度。

構體、構材及設備之垂直地震力需做適當之考量，其最小設計垂直地震力 F_{pv} 為

$$F_{pv} = \frac{1}{2}F_{ph} \quad (4-3a)$$

一般區域與臺北盆地之工址：

$$\text{近斷層工址：} F_{pv} = \frac{2}{3} F_{ph} \quad (4-3b)$$

總設計地震力應依構體質量之分布照比例分配之。根據(4-1)至(4-3)式決定之地震力應用於設計構材以及其與結構體之接頭與錨定。對於傳遞此地震力至抵抗地震力主結構系統之構材與接頭亦應照此地震力設計之。

解說：

有關機械及電器設備之地震力大小計算請參照內政部建築研究所研究案編號：MIOS 891008 建築設備耐震規範條文與解說之研訂。建築裝修部分之耐震設計，可參考日本之建築非結構之耐震設計指針，IBC2000，或 FEMA273、274、302 與 303 等規範與解說。

裝修材主要考量項目在於物品墜落或翻倒時對於使用者之安全威脅及是否影響逃生通道的順暢。一般以重量在 50 公斤以上的單一物品被視為需要考量其耐震性，尤其以逃生通道上的可能墜落物威脅最大，因此這些物品的懸掛固定系統要加以檢討及補強。分析這些物品之耐震固定強度時不可計入摩擦力的作用，因為地震時摩擦力可能會減弱或不存在。若有設在功能性設備物上方的墜落物更應檢討其固定能力，以免因其墜落造成功能性設備的損壞。輕鋼架天花板是極容易在地震中損壞墜落的一項建築內裝材，對於面積大或懸吊長度過長的輕鋼架天花板，宜特別檢討是否設有足夠的耐震斜撐，以及在高低天花板交接處有足夠的補強，其耐震施工指南，可參閱附錄 B。

4.3 設備設計規範

設備的設計規範中應列入本章所規定之設計地震力或註明請其參考本規範。

解說：

有關機械及電器設備之地震力大小計算請參照內政部建築研究所研究案編號：MIOS 891008 建築設備耐震規範條文與解說之研訂。

4.4 重要或儲存危險物品建築物中設備之設計

2.8 節中第一類與第二類建築物中之設備，若設計地震下需能維持機能者，其設計與構造細節應考慮地震所產生位移之影響。

解說：

設計地震下需能維持機能的設備，除須考慮設計地震力外，仍須考慮結構變形對設備所造成之衝擊，譬如管線系統配置在樓層間，就須考慮地震所造成的樓層位移與相對位移。

設計地震時各樓層的位移，為依(2-3)式計算之設計地震作用下該層產生的位移乘以 $1.4\alpha_y R_a$ 倍。計算位移時應考量平移及扭轉位移，當 P- Δ 效應顯著者，計算之位移應包括此效應。

4.5 替代設計法

若有可靠的試驗與分析資料，足以提供某一特定類別之設備、部分構體或非結構構材之耐震設計時，可接受替代之，惟應受下述兩點之限制：

1. 此些規定應提供錨定的最小設計地震力及將地震力傳遞至抵抗地震力主結構系統之構材、接頭的最小設計地震力。
2. 設計構體、非結構構材或設備的地震力 F_{ph} 及傾倒力矩不得小於本規範所規定的 80%。

表 4-1 建築物部分構體及非結構構材附件係數

	a_p	R_p
1. 內部非結構牆及隔間		
a. 平面(無鋼筋)圬工牆	1.0	1.25
b. 其他種牆及隔間	1.0	2.5
2. 懸臂結構(無側撐或在其重心之下有側撐)		
a. 女兒牆及內部懸壁非結構牆	2.5	2.5
b. 煙囪	2.5	2.5
3. 半懸臂結構(在其重心之上有側撐)		
a. 女兒牆	1.0	2.5
b. 煙囪	1.0	2.5
c. 外部非結構牆	1.0	2.5
4. 外部非結構牆及其接合		
a. 牆	1.0	2.5
b. 牆版接合本體	1.0	2.5
c. 接合系統之固定物	1.25	1.0
5. 飾版		
a. 有變形限制之飾版及附件	1.0	2.5
b. 低變形之飾版及附件	1.0	1.25
6. 屋頂突出物(由建築物構架延伸者除外)	2.5	3.5
7. 天花板	1.0	2.5
8. 儲櫃		
a. 儲櫃及實驗室設備	1.0	2.5
9. 通道處地版		
a. 特殊通道處地版	1.0	2.5
b. 其他	1.0	1.25
10. 附屬物及裝飾品	2.5	2.5

11.標誌及廣告牌	2.5	2.5
12 其他剛性設備		
a.可高度變形之材料及其附件	1.0	3.5
b.有限度變形之材料及其附件	1.0	2.5
c.低度變形之材料及其附件	1.0	1.25
13. 其他柔性設備.		
a.可高度變形之材料及其附件	1.0	3.5
b.有限度變形之材料及其附件	2.5	2.5
c.低度變形之材料及其附件	2.5	1.25

表 4-2 機電設備附件係數

機電設備及其元件	a_p	R_p
1. 一般機械		
a. 鍋爐、熱水器	1.0	2.5
b. 自立式裙版壓力容器	2.5	2.5
c. 煙道	2.5	2.5
d. 懸臂式煙囪	2.5	2.5
e. 其他	1.0	2.5
2. 製程（生產和加工）機械		
a. 一般	1.0	2.5
b. 輸送機（非載人用）	2.5	2.5
3. 管道系統		
a. 可容許大量變形之配件及接著部	1.0	3.5
b. 容許中度變形之配件及接著部	1.0	2.5
c. 僅容許小量變形配件及接著部	1.0	1.25
4. 空調設備		
a. 採用隔振系統	2.5	2.5
b. 無隔振系統	1.0	2.5
c. 與風管連接之懸吊機器	1.0	2.5
d. 其他	1.0	2.5
5. 升降機元件	1.0	2.5
6. 電扶梯元件	1.0	2.5
7. 桁架高塔（自立式或有斜拉線者）	2.5	2.5
8. 一般電器		
a. 配電系統	1.0	3.5
b. 設備	1.0	2.5
9. 燈具	1.0	1.25