

第五章 雜項工作物結構之地震力

5.1 適用範圍

本章適用於建築法第七條所定基礎直接定著於土地之雜項工作物結構，其設計需能承擔本章所規定之最小地震力，但僅須以回歸期 475 年之設計地震力進行設計與分析。設計時須符合本規範其他各章可適用之規定，惟其規定應經本章修正。

解說：

建築法第七條所稱之雜項工作物結構，包括營業爐灶、水塔、瞭望臺、招牌廣告、樹立廣告、散裝倉、廣播塔、煙囪、圍牆、機械遊樂設施、游泳池、地下儲藏庫、建築所需駁炭、挖填土石方等工程及建築物興建完成後增設之中央系統空氣調節設備、昇降設備、機械停車設備、防空避難設備、污物處理設施等。其中屬於建築物結構之一部分、附屬於建築物之結構物部分構材、非結構構材或設備且其基礎部分非定著於土地者，應依第二章至第四章辦理，其餘則應依本章規定。

美國 ASCE/SEI 7-10 (2010)及 IBC 2012 規範中所訂之非建築結構物種類中除了前述雜項工作物結構之外，亦包括公共事業設施如中大型油槽、配水池等，但不屬於建築法雜項工作物結構範圍，其設計地震力應依循所屬事業主管機關所訂之設計規範。

鑒於雜項工作物結構之韌性容量較小，故其設計地震力常較一般建築結構為高，且幾乎不提供人類居住使用，對生命安全的危害較小，故以回歸期 475 年之設計地震力進行設計與分析。但儲存或排放具有毒性、爆炸性等危險物之雜項工作物結構，則仍宜同時採用最大考量地震等級進行詳細分析檢核。

5.2 通則

1. 雜項工作物結構之設計應使其具有足夠的強度與韌性，其設計之容許應力、載重係數、強度折減係數及其他細部設計要求應符合建築技術規則建築構造編其他可通用之相關規定。該編未規定者，若認可之國家標準中有可資應用者，亦可採用。
2. 雜項工作物結構依與一般建築結構系統之相似與否，區分為「相似於建築結構之雜項工作物結構」與「非相似於建築結構之雜項工作物結構」，其設計最小地震力應分別符合 5.3 節與 5.4 節之規定。
3. 雜項工作物結構之重量 W ，應包括所有如 2.2 節中所定義之靜載重，此外亦應包括水塔、貯槽、管線等在正常操作時之全部內容物重量。
4. 雜項工作物結構之基本振動周期應以合理之結構力學方法決定之。

5. 層間相對側向位移無需以 2.16 節之規定來限制，應依破壞時會危及生命安全之結構或非結構構材之容許層間變位限制之。若二次彎矩與一次彎矩的比值大於或等於 0.1 時應考慮 P- Δ 效應。
6. 以建築主體結構與雜項工作物結構之間有側向支承相連者，若該雜項工作物結構重量超過雜項工作物結構與支承結構重量和之 25% 以上時，雜項工作物結構之地震力應考慮兩者間之結構互制作用效應。

解說：

雜項工作物結構的構造與建築物結構有差異，且其靜不定度少，韌性容量 R 較低，工程師設計時不能取建築物結構的 R 值來使用，應依本章 5.3 節及 5.5 節之規定來決定其韌性容量。

有關雜項工作物結構之用途係數 I 應主要取決於當其用途會明顯影響其所在建築主體結構的使用機能時，該雜項工作物結構的用途係數 I 就應與建築主體結構之用途係數 I 一致。

5.3 相似於建築結構之雜項工作物結構

雜項工作物結構，若其結構系統與建築物之結構系統相似(如表 5-1 所列，若無則參考表 1-3)，則其最小設計水平總橫力應依(2-3)式計算，而其最小設計垂直地震力則依 2.18 節之規定計算。

解說：

一般而言，若結構主要由類似於一般建築結構的梁、柱、斜撐及樓版所組成，可歸類於「相似於建築之雜項工作物結構」；而如煙囪、圍牆、機械遊樂設施、游泳池、地下儲藏庫、建築所需駁炭等則應歸屬於「非相似於建築之雜項工作物結構」。

雜項工作物結構，因客觀條件需要，容許採用部分韌性抗彎矩構架及鋼造普通同心斜撐構架，然而國內設計規範中針對鋼造普通同心斜撐構架與鋼筋混凝土造部份韌性抗彎構架並無相關設計規定，此部分可參考國外規範如 AISC 及 ACI-318 等規範之相關規定進行設計。

雜項工作物結構，若其結構系統與建築物之結構系統非相似，則其設計地震力之計算應依據 5.4 節規定設計。

表 5-1 相似於建築結構之雜項工作物結構系統韌性容量與高度限制

	雜項工作物結構型式	R	高度限制 (m)
一、鋼造儲物架		2.4	不限
二、構架系統	1.鋼造特殊同心斜撐構架(同 1-3)	3.6	50
	2.鋼造普通同心斜撐構架		
	(1)高度未達 10m 者	2.0	10
	(2)高度 10 (含)至 50m 以下者	1.5	50
三、抗彎矩構架系統	1.鋼造特殊抗彎構架	4.8	不限
	2.鋼筋混凝土造特殊抗彎構架	4.8	不限
	3.鋼造部份韌性抗彎構架	1.5	15
	4.鋼筋混凝土造部份韌性抗彎構架	1.6	15

5.4 非相似於建築結構之雜項工作物結構

若雜項工作物結構系統與建築物之結構系統非相似者，其最小設計水平總橫力 V_h 應依下式計算：

若其基本振動周期低於 0.06 秒之剛性結構物及錨定，應使能承受如下所示之水平地震力：

$$V_h = \frac{S_{DS}IW}{3\alpha_y} \quad (5-1)$$

垂直地震力應作適當的考量，最小設計垂直地震力 V_v 依下式計算：

$$\text{一般區域與臺北盆地之工址：} V_v = \frac{1}{2}V_h； \text{近斷層工址：} V_v = \frac{2}{3}V_h$$

若其基本振動周期不小於 0.06 秒，應使能承受如下所示之水平地震力：

$$V_h = \frac{I}{1.2\alpha_y} \left(\frac{S_{aD}}{F_u} \right)_m W \quad (5-2)$$

垂直地震力應作適當的考量，其最小設計垂直地震力則依 2.18 節之規定計算。

在此亦應滿足以下各點：

1. R 值應由表 5-2 決定之，式(5-1)及(5-2)應比照第二章之規定計算。

2. 地震力之豎向分配可依 2.11 節或動力分析方法決定之。對 2.8 節第一類及第二類用途區分的不規則結構物，若不能以單一質量模擬時，應採用動力分析。
3. 水平地震力 V_h 應假設作用於任何水平方向，並依質量分佈之比例做分配。
4. 對某一特定雜項工作物結構，若有公認之試驗與分析資料提供耐震設計之基準時，此標準可以採用，惟震區與用途區分應與本規範一致。此外，設計地震總橫力與總傾倒力矩不得小於本規範所得值之 80%。

解說：

非相似於建築物之雜項工作物結構因其靜不定度少，故由(2-3)式計算最小設計水平地震力時，係數 1.4 也不宜使用，改用 1.2。而例如營業爐、各式圍牆、駁炭等雜項工作物結構，其基本振動周期常較低，而其基本振動周期低於 0.06 秒時， $S_{aD} > 0.4S_{DS}$ ， F_u 亦大於 1.0，因此為求簡單，仍可假設 $S_{aD}/F_u = 0.4S_{DS}$ ，則應使用(5-1)式。

其他雜項工作物結構之耐震設計，若未涵蓋於本章節範圍者，可參考國內外相關研究報告或規範，依學理與工程判斷合理設計之。

表 5-2 非相似於建築結構之雜項工作物結構韌性容量與高度限制

	雜項工作物結構型式	R	高度限制 (m)
一、 <u>高架式</u> 容器、水塔、儲槽或壓力容器		1.2	
	1.對稱式斜撐支架	1.8	50
	2. <u>無斜撐</u> 或不對稱式斜撐支架	1.2	30
二、 <u>鞍座</u> 支承之臥式銲接鋼槽		1.8	不限
三、類建築塔式結構支承之儲存槽		1.0	*
四、 <u>地盤</u> 支承之平底式儲存槽	1.鋼造或碳纖強化可塑式		
	(1)機械錨定式	1.8	不限
	(2)自錨定式	1.5	不限
	2.鋼筋混凝土造或預力混凝土造		
	(1)強化無滑動式基礎	1.2	不限
	(2)錨定式柔性基礎	2.0	不限
	(3)無錨定與束制式柔性基礎	1.0	不限
	3.其它	1.0	不限
五、現地澆注之混凝土穀倉及煙囪、具連續性之牆壁並延續至基礎者		2.0	不限

六、非類似於建築之部分加強磚造 剪力牆結構		1.8	15
七、混凝土造煙囪或排氣管		1.6	不限
八、所有鋼造或鋼筋混凝土造質量 均佈懸臂結構，如煙囪、穀 倉及具縱向隔版支撐之 <u>立式</u> 儲槽	1. 銲接式鋼造	1.2	不限
	2. 具特殊細節之銲接式鋼造	1.8	不限
	3. 預力混凝土或鋼筋混凝土 造	1.2	不限
	4. 具特殊細節之預力混凝土 或鋼筋混凝土造	1.8	不限
九、桁架式高塔(獨立式或 <u>拉線</u> 式)、 <u>拉線</u> 式倉房或煙囪		1.8	不限
十、冷卻水塔	1. 混凝土造或鋼造	2.1	不限
	2. 木構架式	2.1	不限
十一、通訊電塔	1. 鋼造桁架	1.8	不限
	2. 桿式		
	(1) 鋼造	1.0	不限
	(2) 木造	1.0	不限
	(3) 混凝土造	1.0	不限
	3. 構架式		
	(1) 鋼造	1.5	不限
	(2) 木造	1.0	不限
	(3) 混凝土造	1.2	不限
十二、遊樂用結構及紀念碑		1.2	不限
十三、倒鐘擺型結構(高塔式容器 或儲存槽除外)		1.2	不限
十四、招牌及廣告版		2.0	不限
十五、前述以外之其它自己承擔載 重之結構物		1.6	15

*高度限制須依其所相似的建築結構系統，參照表 1-3 以決定其限制高度。

參考文獻

1. 「建築法」，2011，內政部營建署頒布修正。
2. 「建築技術規則」，2014，內政部營建署頒布修正。
3. American Society of Civil Engineers (ASCE), 2010. *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, ASCE 7, ASCE Standard, SEI/ASCE 7-10, Reston, VA.
4. AISC (2010), *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*, ANSI/AISC 341-10, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL, June 22.
5. ACI Committee 318 (2014), *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14)*, ACI 318R-14, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
6. International Code Council (ICC), 2012. *International Building Code*, Falls Church, VA.
7. SEAOC (1999), *Recommended Lateral Force Requirements and Commentary* (SEAOC 1999), 7th edition, CA.