

## 第五章 材料常數、容許應力、材料規定強度

### 5.1 材料常數

- (1) 預鑄鋼筋混凝土構造(含鋼骨鋼筋混凝土構造、預力混凝土構造)所使用之混凝土、鋼筋、鋼骨等主要材料之材料常數,主要依我國建築技術規則相關規定或依本節所述規定辦理。
- (2) 接合部等所用特殊品質之材料,其材料常數原則上依試驗資料或有關文獻定之。亦可參照本節所述規定辦理。

解說: (1) 這些相關的材料常數依照我國建築技術規則建築構造篇整理如下:

表5.1 材料常數(有關預力混凝土方面參照8.3節)

	彈性模數(楊氏係數)(Kg <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup> )	波森比	線膨脹係數(1/°C)
鋼筋	$2.04 \times 10^6$	—	$1 \times 10^{-5}$
一般混凝土	$15000 \sqrt{f'_c}$	1/6	$1 \times 10^{-5}$
鋼骨	$2.1 \times 10^6$	0.3	$1.2 \times 10^{-5}$

[註] ①  $f'_c$ : 混凝土28日齡期之規定強度。

② 鋼筋與一般混凝土之線膨脹係數及波森比係參照日本建築學會規定。

③ 一般混凝土之楊氏係數亦可依日本之經驗公式如下:

$$2.1 \times 10^5 \left( \frac{\gamma}{2.3} \right)^{1.5} \times \sqrt{\frac{f'_c}{200}} \quad \text{式中 } \gamma \text{ 為混凝土單位容積重量 (tf/m}^3\text{)}$$

如無特別調查的情況,可由表5.2之數值減0.1得之。 $f'_c$ 為混凝土的規定強度(kgf/cm<sup>2</sup>)。

表5·2 鋼筋混凝土之重量

混凝土之種類		鋼筋混凝土之重量(tf/m <sup>3</sup> )
一般混凝土	(Kgf/cm <sup>2</sup> )	2.4
I型輕質混凝土	$f'_c \geq 200$	2.0
	$f'_c < 200$	1.95
II型輕質混凝土	$f'_c \geq 200$	1.7
	$f'_c < 200$	1.65
III型輕質混凝土		2.0
IV型輕質混凝土		1.8

〔註〕II型輕質混凝土之輕質骨料如為加砂或碎砂時，按表之數值做適當增減。

(2) 用於接合部之鋼筋搭接材料或接縫材料，也有使用特殊材料者，有關這些材料之材料常數可參考已取得相關單位認定之材料常數並作充足的檢討。

摩擦係數(或摩擦力)

界面上的摩擦力，係因接觸面之平滑度、壓應力等之相對變位而產生，但建築結構各構材間於接合部之剪力傳遞，有時亦需藉助於接合面的摩擦力。如鋼骨結構上高張力螺栓之摩擦接合或柱腳基版螺栓接合、預力混凝土構造之構材接合、壁式預鑄鋼筋混凝土構造單元間之水平接合等均屬之。我國建築技術規則建築構造篇，僅有部份摩擦係數之規定，下表5·3係日本方面相關之資料供參考引用。

表5·3 各種規範之摩擦係數參考資料

接 合 面	摩 擦 係 數			設 計 · 計 算 基 準 · 解 說
	長 期	短 期	極 限	
鋼板——鋼板 (高拉力螺栓摩擦接合)	0.29	0.43	——	日本建築學會1973年 鋼構造設計規準
鋼板——混凝土	——	0.40	0.40 (min)	同 上
混凝土——水泥砂漿 (水泥砂漿接縫)	0.30	——	0.50 (min)	日本建築學會1987年 預力混凝土設計施工規範
同 上	——	——	1.0	日本建築中心，1997年 中高層壁式預鑄RC造規範(解說)
同 上	——	——	0.70	日本建築學會，1982年 壁式預鑄鋼筋混凝土造設計規範 (解說)

鋼板相互間以高拉力螺栓摩擦接合時，螺栓拉力與容許摩擦力均有規定，由此反算其容許摩擦係數時，則長期為0.288 短期為0.43。此外，鋼骨柱腳基板以螺栓固定時，可考慮摩擦力而生之剪力抵抗，其短期容許摩擦係數為0.4，此乃界面間產生之最小靜摩擦係數。

有關預力混凝土構材接合部（水泥砂漿縫）之摩擦係數，於日本建築學會之「預力混凝土設計施工規範及解說」中第77條「壓著」敘述「一般之水泥砂漿接縫其摩擦係數對長期應力為0.3，對極限強度為0.5，惟其壓著應力應達 $20\text{Kgf/cm}^2$ 以上。其他種類之接縫材需經過實驗確認其摩擦係數後方可採用」。

此外，日本建築學會在「壁式預鑄鋼筋混凝土造設計規範」中亦有介紹，當水平接合部受到垂直載重時，由實驗結果得知換算為摩擦係數相當於0.7左右。而且在「中高層壁式預鑄鋼筋混凝土造規範」中（日本建築中心）亦提及有關水平接合部之剪力抵抗評估公式內，雖摩擦係數以1.0計，但折減係數（安全率）於彎曲壓縮時為0.85，剪力摩擦時為0.7。

5.2 材料之容許應力、規定強度

(1) 預鑄鋼筋混凝土構造 (含鋼骨鋼筋混凝土構造、預力混凝土構造) 所使用之混凝土、鋼筋、鋼骨等主要材料之容許應力、規定強度, 可依本節規定辦理。

(2) 接合部等所用特殊品質之材料其容許應力、規定強度, 原則上依適切之試驗決定或依有關文獻定之。

解說: (1) 可按我國建築技術規則建築構造篇之規定辦理。

表5.4~表5.8係日本有關之規範亦可供參考引用。

表5.4 混凝土之容許應力(預力混凝土方面參照8.3節)

(單位: Kgf/cm<sup>2</sup>)

	長期			短期		
	壓力	拉力	剪力	壓力	拉力	剪力
普通混凝土	$\frac{1}{3}f_c'$	—	$\frac{1}{30}f_c'$ 且	長期之 2倍	—	長期之 1.5倍
			$\left(5 + \frac{1}{100}f_c'\right)$ 以下			
I型及II型輕質 混凝土			普通混凝土值之 0.9倍			
III型及IV型輕質 混凝土			普通混凝土值之 0.8倍			

{註}  $f_c'$  表示混凝土之規定強度(Kgf/cm<sup>2</sup>) 如表4.3所示, 但充填混凝土的短期容許剪應力如表9.6所示。

表5·5 鋼筋之容許應力

(單位: Kg/cm<sup>2</sup>)

	長 期			短 期		
	壓 力	拉 力		壓 力	拉 力	
		剪力補強以外	剪力補強		剪力補強以外	剪力補強
圓 鋼 筋 (光面鋼筋)	$\frac{1}{1.5}F_y$ 且 1600以下	$\frac{1}{1.5}F_y$ 且1600 以下	$\frac{1}{1.5}F_y$ 且 2000以下	$F_y$	$F_y$	$F_y$ 且 3000以下
竹節鋼筋 (麻面鋼筋)	$\frac{1}{1.5}F_y$ 且 2200以下 (2000以下)	$\frac{1}{1.5}F_y$ 且2200 以下(2000以 下)	$\frac{1}{1.5}F_y$ 且 2000以下	$F_y$	$F_y$	$F_y$ 且 3000以下
鐸接鋼線網 (直徑4mm以 上)	—	$\frac{1}{1.5}F_y$	$\frac{1}{1.5}F_y$	—	$F_y$ (僅限用於樓 版)	$F_y$

[註] ① $F_y$ 表示依鋼材種類和品質而定之基準強度(Kg/cm<sup>2</sup>), 有關之鋼材的 $F_y$ 值如下表所示。

種 類	圓 鋼 筋		竹 節 鋼 筋			鐸接鋼線網	
品 質	SR 235	SR 295	SD 235	SD 295	SD 345	SD 390	
	SRR 235	SRR 390	SDE 235				
$F_y$ 值	2 400	3 000	2 400	3 000	3 500	4 000	3 000

②D29 以上鋼筋採用( )內之數值。

③鋼線網的容許應力、材料強度及其降伏強度以日本建築基準法施行令第90條、第96條和建設省告示第1794號為依據。

表5·6 鋼筋對混凝土之容許握裹應力 (單位: Kg/cm<sup>2</sup>)

	長 期		短 期
	上 層 筋	其 他 鋼 筋	
圓 鋼 筋	$\frac{4}{100} f'_c$ 且 9以下	$\frac{6}{100} f'_c$ 且 13.5以下	長期值之1.5倍
竹節鋼筋	$\frac{1}{15} f'_c$ 且 $\left(9 + \frac{2}{75} f'_c\right)$ 以下	$\frac{1}{10} f'_c$ 且 $\left(13.5 + \frac{1}{25} f'_c\right)$ 以下	

- (註) ①所謂上層筋為拉力材且其鋼筋之下方仍有澆置30cm以上混凝土時之水平鋼筋稱之。  
 ② $f'_c$ 表示混凝土的規定強度(Kg/cm<sup>2</sup>)。  
 ③竹節鋼筋時，若混凝土保護層不足其鋼筋直徑之1.5倍時，此鋼筋之容許應力所採用之值應依此表之值再乘上(保護層厚度/1.5倍的鋼筋直徑)折減之。  
 ④斷面非為圓形之鋼筋容許握裹應力可依付著狀況作適當的修正。

表5·7 鋼材之容許應力 (單位: Kg/cm<sup>2</sup>)

	長 期				短 期
	壓 力	拉 力	彎 曲	剪 力	
一般構造用鋼材 銲接構造用鋼材	$\frac{1}{1.5} F_y$	$\frac{1}{1.5} F_y$	$\frac{1}{1.5} F_y$	$\frac{1}{1.5\sqrt{3}} F_y$	長期值之1.5倍

(註)  $F_y$ 表示依鋼材種類和品質而定之降伏強度(Kg/cm<sup>2</sup>)，有關之鋼材的 $F_y$ 值如下表所示。

種 類	一般構造用鋼材	銲接構造用鋼材	
品 質	SS 400	SM 400	SM 490
$F_y$ 值	2 400	2 400	3 300

表5·8 銲接接縫之銲喉斷面之容許應力 (單位: Kgf/cm<sup>2</sup>)

接縫的型式	長 期				短 期
	壓力	拉力	彎 曲	剪 力	
開 槽 銲 接	$\frac{1}{1.5} F_y$	$\frac{1}{1.5} F_y$	$\frac{1}{1.5} F_y$	$\frac{1}{1.5\sqrt{3}} F_y$	長期值之1.5倍
填 角 銲 接	$\frac{1}{1.5\sqrt{3}} F_y$	$\frac{1}{1.5\sqrt{3}} F_y$	$\frac{1}{1.5\sqrt{3}} F_y$	$\frac{1}{1.5\sqrt{3}} F_y$	

[註] ①有關扇形槽銲(Flare Groove)依預鑄混凝土工程施工規範第九章之規定。

② $F_y$ 表示依鋼材種類和品質而定之降伏強度(Kgf/cm<sup>2</sup>), 參照表5·7。

③異種鋼材相互銲接時,  $F_y$ 值取較小值。

銲接接縫之強度依銲接條件、銲接技術而定, 銲接部如有缺陷時, 並非用容許應力增減多少即可涵蓋, 尤其現場銲接很難確保銲接時之條件, 故設計接合部細部時需予留意, 且銲接工的技術更需確認。

日本建築基準法施行令規定若銲接作業之方法, 無法達到確保品質之條件時, 其容許應力則為 0.9倍。