

第 9 編 混凝土及鋼筋混凝土工

9-1 混凝土的單位體積 重量(公斤/公 尺 ³).....	9.01		9.04
9-2 鋼筋混凝土的彈性 模數(公斤/公 分 ²).....	9.01	9-6 砂的體積變化與含 水量關係.....	9.05
9-3 混凝土標號及計算 強度限值(公斤/ 公分 ²).....	9.02	9-7 砂堆體積的量方計 算.....	9.06
9-4 混凝土用石子品質 與級配及最大粒 徑.....	9.03	9-8 環境水之侵蝕性的 鑑定法.....	9.07
I. 石子中有害物質 限量表.....	9.03	I. 在水工混凝土中 判定環境水的侵 蝕性之特徵與標 準.....	9.07
II. 石子的粒度和級 配.....	9.03	II. 計算游離碳酸最 大容許含量的係 數 a 及 b 數值表	9.08
III. 各種工程所用石 子最大粒徑(公 分).....	9.03	III. 對普通水泥的混 凝土有侵蝕性的 $SO_4^{''}$ 離子含量標 準.....	9.09
9-5 混凝土用砂的品質 和級配.....	9.04	IV. 對火山灰質水泥 及礦渣水泥的混 凝土有侵蝕性的 $Mg^{''}$ 離子含量標 準.....	9.09
I. 砂中有害物質限 量表.....	9.04	V. 應用本表判斷環	
II. 砂的粒度和級配			

境水的侵蝕性及 選擇水泥的實例	9.10
9-9 水灰比影響混凝土 強度的比較圖表	9.12
9-10 在一定時期內混凝 土達到強度與水 灰比表.....	9.13
9-11 在不同凝固溫度下 不同日期的混凝 土強度.....	9.14
9-12 不同耐久性要求下 的最大水灰比...	9.14
9-13 混凝土水灰比最大 限值參攷表.....	9.15
9-14 混凝土單位體積用 水量參攷表(公 升/公尺 ³)	9.15
9-15 混凝土工作度的大 概分類性質表...	9.16
9-16 混凝土工作度選擇 表.....	9.16
9-17 混凝土拌和機拌製 時間表.....	9.17
9-18 混凝土用運輸帶運 送坡度限制表...	9.17
9-19 每立方公尺混凝土	

最少水泥用量...	9.18
9-20 使用震動器的震動 工作量.....	9.18
9-21 震搗方法及震搗混 凝土每層厚度...	9.18
9-22 選擇水灰比圖表 (矽酸鹽水泥)...	9.19
9-23 選擇水灰比圖表 (火山灰質矽酸 鹽水泥)	9.21
9-24 水泥標號及水灰比 與強度關係圖表	9.22
9-25 小量混凝土配合成 分及水泥用量表	9.24
9-26 A. 配合比例圖表	9.25
A1. (沉落度 3~7 公分)	9.25
A2. (沉落度 10~ 12 公分)	9.26
A3. (沉落度 15~ 18 公分)	9.27
A4. (沉落度 3~7 公分)	9.28
A5. (沉落度 10~	

..... 12 公分) 9.29	B9. (沉落度 15~	18 公分) 9.42
A6. (沉落度 15~	9-27 人工澆搗的混凝土	
18 公分) 9.30	配合比(沉落度	
A7. (沉落度 3~7	7~12公分)..... 9.43	
公分) 9.31	9-28 震動器澆搗的混凝土	
A8. (沉落度 10~	土配合比(沉落	
12 公分) 9.32	度 1~5 公分)··· 9.44	
A9. (沉落度 15~	9-29 混凝土配合及選擇	
18 公分) 9.33	計算說明..... 9.45	
9-26 B. 配合比例圖表	9-30 一立方公尺混凝土	
..... 9.34	所需水泥數量參	
B1. (沉落度 3~7	攷表..... 9.46	
公分) 9.34	9-31 混凝土中水泥經濟	
B2. (沉落度 10~	使用及質量均勻	
12 公分) 9.35	性指標..... 9.48	
B3. (沉落度 15~	9-32 摻入混合材的混凝土	
18 公分) 9.36	土配合比..... 9.49	
B4. (沉落度 3~7	I. 混合材質質量標準	
公分) 9.37	 9.49	
B5. (沉落度 10~	II. 混合材摻入量的	
12 公分) 9.38	計算..... 9.49	
B6. (沉落度 15~	III. 水灰比計算及用	
18 公分) 9.39	水量參攷..... 9.50	
B7. (沉落度 3~7	IV. 各種材料用量的	
公分) 9.40	計算..... 9.51	
B8. (沉落度 10~	9-33 用鋼球撞痕法測定	
12 公分) 9.41		

混凝土強度..... 9.52	搭接長度..... 9.63
9-34 灌注水中混凝土計 算參攷圖表..... 9.53	乙、邊柱鋼筋搭接 結構..... 9.64
9-35 彎起及彎鈎鋼筋形 式..... 9.56	丙、柱鋼箍長度的 計算..... 9.64
9-36 鋼筋伸延率..... 9.56	9-41 板的受力鋼筋斷配 長度..... 9.65
9-37 鋼筋接頭長度規定 9.57	9-42 各種鋼筋間距時板 寬每公尺上的鋼 筋斷面積..... 9.66
9-38 鋼筋的保護層及鋼 筋間距..... 9.58	9-43 圓鋼筋的橫斷面 積、重量及極限 長度..... 9.67
I. 鋼筋保護層厚度 9.58	9-44 鋼絲的橫斷面積及 重量..... 9.68
II. 鋼筋之間距..... 9.59	9-45 混凝土模板計算公 式..... 9.69
9-39 梁的受力鋼筋及筋 箍斷配長度..... 9.60	9-46 模板計算公式簡表 9.72
甲、鋼筋伸入支座 內長度的規定 9.60	9-47 蘇聯混凝土模板計 算資料..... 9.73
乙、鋼筋彎起斜長 及高度..... 9.61	I. 模板荷重..... 9.73
丙、梁鋼箍長度的 計算..... 9.62	II. 計算模板時的木 料容許應力..... 9.74
丁、彎鋼筋長度的 計算..... 9.63	III. 鋼製腳手架及拱 架結構的主要容 許應力..... 9.78
9-40 柱的受力縱筋與鋼 箍斷配長度..... 9.63	
甲、各層柱體縱筋	

IV. 脚手架及拱架基
礎木樁的容許最

大載重…………… 9.78

V. 材料彈性係數… 9.78

9-48 模板常用尺寸及需
用木材數量表… 9.79

9-49 蘇聯模板工程參攷
圖表…………… 9.80

I. 帶狀(長條形)基
礎模板尺寸參攷
表…………… 9.80

II. 矩形柱模板尺寸
參攷表…………… 9.81

III. 牆模板尺寸參攷
表…………… 9.82

IV. 梁之側面模板尺
寸參攷表…………… 9.84

V. 梁之底面模板及
側面固定板尺寸
參攷表…………… 9.85

VI. 肋形樓蓋模板尺
寸參攷表…………… 9.87

VII. 無梁樓板尺寸參
攷表…………… 9.88

9-50 模板拆除期限參攷
表…………… 9.89

9—1 混凝土的單位體積重量(公斤/公尺³)

混 凝 土 種 類	單位體積重量
1.重質混凝土(用礫石或碎石)	2200~2400
2.用碎磚的混凝土	1800~1900
3.用陶土片的輕質混凝土	1400~1700
4.用浮石或粒狀熔爐礦渣的輕質混凝土	1100~1500
5.用煤渣的輕質混凝土	1000~1400
6.結構中的加氣混凝土	650~750

附註：(1)上表係以人工搗灌時的混凝土單位體積重量計。

(2)在用振動法及離心法搗固時，單位體積重量須增加5~8%。

(3)對於鋼筋混凝土，其單位重量按上表採用的數值再計入鋼筋的重量即增加100 $\frac{\text{磅}}{\text{方呎}}$ 。

(4)混凝土的溫度伸縮係數採用為0.000001；其澆灌後的伸縮係數為：

1. 對於普通混凝土——0.000020；

2. 對於輕質混凝土——0.000025。

(5)所謂輕質混凝土是指單位重量在不超過1800 $\frac{\text{公斤}}{\text{公尺}^3}$ 者。

所謂重質混凝土即普通混凝土，其重量大於1800 $\frac{\text{公斤}}{\text{公尺}^3}$ 。

9—2 鋼筋混凝土的彈性模數(公斤/公分²)

不同重量的 混凝土性質	混 凝 土 標 號					
	50	70	90	110	140	170
普通混凝土	對於受壓構件					
	—	—	180000	200000	230000	260000
輕質混凝土	70000	90000	103000	120000	—	—
普通混凝土	對於受彎構件					
	—	—	110000	125000	140000	160000
輕質混凝土	44000	56000	64000	75000	—	—
不同重量的 混凝土性質	混 凝 土 標 號					
	200	250	300	400	500	600
普通混凝土	對於受壓構件					
	290000	320000	340000	380000	410000	430000
普通混凝土	對於受彎構件					
	180000	200000	210000	240000	260000	270000

9—3 混凝土標號及計算強度限值(公斤/公分²)

作用力種類	混 凝 土 標 號											
	50	70	90	110	140	170	200	250	300	400	500	600
軸心受壓(柱體強度)	40	56	72	88	108	125	145	175	200	260	310	350
軸心受拉(計算主應力時)	6.5	8.5	10	11	13	15	17	20	23	27	31	35
彎曲時受壓	50	70	90	110	135	155	180	220	250	325	390	440

說明：混凝土標號(或稱等級)是以20×20×20公分的立方試體經過規定方法保育(溫度15°C 溫度不少於90%)至28天，作壓力試驗所得抗压極限強度(公斤/公分²)作為訂定標號依據。試驗時試塊的稠度和配合必須與實際工程所用的混凝土相同。

倘使用邊長小於20公分的立方試體時，其所得抗压極限強度應乘以下列係數：

試塊尺寸：

5× 5× 5	0.70
7× 7× 7	0.80
10× 10× 10	0.85
15× 15× 15	0.90

混凝土(包括純混凝土及鋼筋混凝土)承受各種外力時，其實際強度，並不是和立方體試的抗压極限強度相同，各種標號的混凝土在承受各種外力時，其實際強度如上表。

注意事項：

1. 用矽酸鹽水泥拌合之混凝土經常受到100~250°C 過度之影響時，則上表所列強度限值須減低25%。

2. 標號50~70的混凝土僅用於不受到潮濕或不遭受凍結作用的構造物。

3. 標號50~90的混凝土不宜配用高級鋼筋。

4. 基礎及大決(堤壩)工程內部可採用標號50~90的混凝土。

5. 普通及工業房屋結構，得用標號110的混凝土。

6. 大跨度結構及其他重要工程(橋梁等)用標號140~350的混凝土。

7. 對於使用早強水泥(或用加速劑)快硬混凝土，其標號測定可按水泥種類，灌注情況及構造物載重，於3~28天內測定之。

8. 對於使用混合水泥(緩凝結)之混凝土，其標號可在90天內根據構造物載重決定之。

9-4 混凝土用石子品質與級配及最大粒徑

I. 石子中有害物質限量(以重量百分率計)表

項 別	容 許 含 量		說 明
	碎 石	卵 石	
粘土、泥灰、粉末等	不應有	1.5%	
煤屑、雲母等輕質物	不應有	0.5%	
硫酸鹽以 SO_3 計	1.0%	1.0%	
有机物	不較標準溶液為深		用色度比較法測定

附註：石子有害物質的容許限量應不超過上表規定。石子粒徑的大小，視工程而定。

II. 石子的粒度和級配

標 準 篩		通過篩孔的重量百分比	
孔 形	淨 孔 大 小 (公厘)	碎 石	卵 石
圓 形	規定最大粒徑	95 ~ 100	95 ~ 100
	規定最大粒徑之半	40 ~ 75	40 ~ 75
	5	0 ~ 25	0 ~ 10

附註：碎石顆粒級配愈細結，空隙愈少，連鎖愈密實，疏鬆堆置的碎石，空隙約在40~48%，密實堆積的碎石，空隙約在37~40%，顆粒大小相同空隙約在50~55%。與碎石大小相類的卵石，空隙較碎石少，如篩去卵石中的砂，其空隙約為35~40%。混凝土用石子一般以空隙不大於45%為佳。

III. 各種工程所用石子最大粒徑(公分)

工程最小寬度 或厚度	鋼筋混凝土 梁板柱牆	純混凝土牆	鋼筋密列的 混凝土板	鋼筋稀少或 純混凝土板	大體積混凝土
小於12公分	2	2	2.5	4	——
小於28公分	4	4	4	8	——
小於75公分	8	8	8	8	——
75公分以上	8	15	8	15	15

附註：石子最大粒徑用得愈大，水泥愈可節省，所以應按照工程斷面和鋼筋淨距來選用石子最大粒徑。但大石子超過15公分者，在拌和運輸上有困難，如無震動器石子以不超過8公分為宜。在一般情形下，石子的最大粒徑不得大於鋼筋淨距的 $\frac{2}{3}$ ，亦不得大於混凝土最小邊的 $\frac{1}{4}$ 。

9—5 混凝土用砂的品質和級配

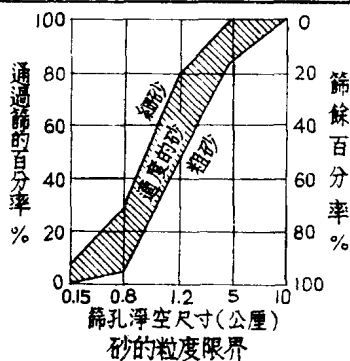
I. 砂中有害物質限量(以重量百分率計)表.

項 別	容 許 含 量	說 明
粘土、泥灰、粉末等	3 %	
煤屑、雲母等輕物質	0.5 %	
硫酸鹽以 SO_3 計	1 %	
有機物	不較標準溶液為深	用色度比較法測定

附註：砂的品質，直接與其單位重量有關，蘇聯規定用於100號以上混凝土中的砂，單位體積重量不得小於1600公斤/立方公尺，用於100號以下的混凝土中者，不得小於1450公斤/立方公尺。(濕度均為4~6%)。

II. 砂的粒度和級配.

標 準 篩		通過篩孔之 重量百分比
孔形	篩孔淨尺寸(公厘)	
圓形	5	85 ~ 100
	1.2	45 ~ 80
方形	0.3	5 ~ 30
	0.15	0 ~ 5



附註：混凝土用砂之最適當粒度級配如本圖表所示。砂的級配有序粗粒較多者為佳(空隙率約為28%，最大不應大於40%)。

蘇聯規定100號以上的混凝土，不得用平均粒度*小於0.25公厘的砂；100號以下的混凝土，砂的平均粒度不得小於0.20公厘。

*平均粒度

$$d_{cp} = 0.5^3 \sqrt{\frac{g}{\pi a_1 + 1.37 a_2 + 0.17 a_3 + 0.02 a_4 + 0.0024 a_5}}$$

式中： a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 ，為篩孔0.15公厘，0.3公厘，0.6公厘，1.2公厘，2.5公厘 各篩上的篩餘量。

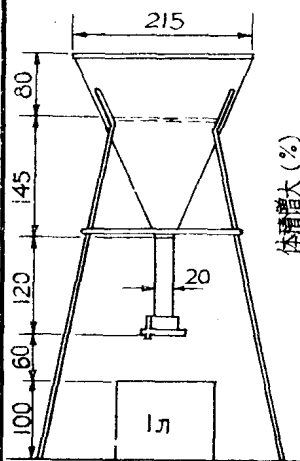
$$g = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$$

9—6 砂的體積變化與含水量關係

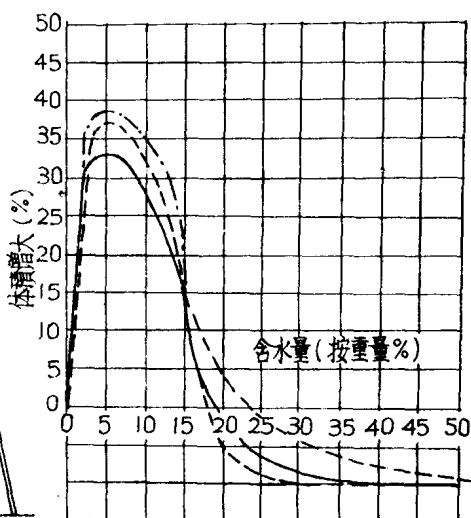
砂的容重——自然狀態下（包含氣孔）的單位體積重，決定於它的比重、空隙度及含水量——容重的測定是將在乾燥疏鬆狀態下的砂（稱為標準的），通過下圖所示的專門漏斗倒入容積為1升的容器內測定。

普通砂在標準乾燥狀態下的容重平均為1500~1600公斤/公尺³。在振動下，砂可能被緊密，其容重能增至1600~1700公斤/公尺³。

當含水量最大約在5~7%時，砂佔有最大的體積，此時如將含水量增加或降低，則砂的體積便減小，從下圖曲線可檢知砂在各種不同含水量情況下的體積變化。為使混凝土配料的準確性，工地上當砂堆積在露天時，含水量也不斷變化，故每天必須進行砂的容重及含水量的測定，並在配料中加以修正。



砂的容重測定器
(單位:公份)



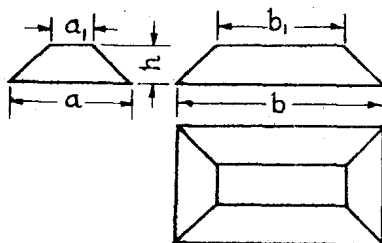
砂的體積變化與含水量關係

9—7 砂堆體積的量方計算

砂之驗收量方一般是在平坦地面上堆成截頭楔狀量得其長、寬及高用下式計算：

$$V = \frac{h}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]$$

式中： V = 體積； 按蘇聯資料，砂之體積測定如不在傾倒三天沉落後進行時，當含水量在 1~2.9%，扣除 10%；含水量在 3~10%，扣除 15%。如在冬天運達工地，則須進行水和雪的修正（平均為 15%）。



9-8 環境水之侵蝕性的鑑定法

1. 天然水的侵蝕性應根據下列特徵判斷之：

- (1) 暫時硬度——分解性的侵蝕性；
- (2) 氯離子的含量（根據 pH 值判斷）——一般酸性的侵蝕性；
- (3) 游離碳酸的含量——碳酸性的侵蝕性；
- (4) 硫酸鹽（ SO_4^{2-} 離子）的含量——硫酸鹽性的侵蝕性；
- (5) 鎂離子（ Mg^{2+} ）的含量——氯化性的侵蝕性。

I. 在水工混凝土中判定環境水的侵蝕性之特徵與標準

侵蝕性的種類		侵蝕性的特徵	度量單位	混凝土周圍的環境				
分解性的	暫時硬度	氫指數值 (pH)	度	水或透過性極大的土壤 (粗砂、多裂隙岩石等等)				
				普通水泥				
一般酸性的	游離碳酸含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的	Mg ²⁺ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
氯化性的	暫時硬度	指數值 (pH)	度	普通水泥				
				普通水泥				
碳酸性的	SO ₄ ²⁻ 離子含量	量	—	普通水泥				
				普通水泥				
硫酸鹽性的								

9-8 環境水之侵蝕性的鑑定法

II. 計算游離碳酸最大容許含量的係數a及b數值表

暫時硬度(度)	(Ca ⁺⁺ + SO ₄ ⁼⁼) 含量以毫/公升計													
	0 ~ 200		201 ~ 400		401 ~ 600		601 ~ 800		801 ~ 1000		大於 1000			
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
6	0.07	19	0.06	19	0.05	18	0.04	18	0.04	18	0.04	18	0.04	18
7	0.10	21	0.08	20	0.07	19	0.06	18	0.06	18	0.05	18	0.05	18
8	0.13	23	0.11	21	0.09	19	0.08	18	0.07	18	0.07	18	0.07	18
9	0.16	25	0.14	22	0.11	20	0.10	19	0.09	18	0.08	18	0.08	18
10	0.20	27	0.17	23	0.14	21	0.12	19	0.11	18	0.10	18	0.10	18
11	0.24	29	0.20	24	0.16	22	0.15	20	0.13	19	0.12	19	0.12	19
12	0.28	32	0.24	26	0.19	23	0.17	21	0.16	20	0.14	20	0.14	20
13	0.32	34	0.28	27	0.22	24	0.20	22	0.19	21	0.17	21	0.17	21
14	0.36	36	0.32	29	0.25	26	0.23	23	0.22	22	0.19	22	0.19	22
15	0.40	38	0.36	30	0.29	27	0.26	24	0.24	23	0.22	23	0.22	23
16	0.44	41	0.40	32	0.32	28	0.29	25	0.27	24	0.25	24	0.25	24
17	0.48	43	0.44	34	0.36	30	0.33	26	0.30	25	0.28	25	0.28	25
18	0.54	46	0.47	37	0.40	32	0.36	28	0.33	27	0.31	27	0.31	27
19	0.61	48	0.51	39	0.44	33	0.40	30	0.37	29	0.34	28	0.34	28
20	0.67	51	0.55	41	0.48	35	0.44	31	0.41	30	0.38	29	0.38	29
21	0.74	53	0.60	43	0.53	37	0.48	33	0.45	31	0.41	31	0.41	31
22	0.81	55	0.65	45	0.58	38	0.53	34	0.49	33	0.44	32	0.44	32
23	0.88	58	0.70	47	0.63	40	0.58	35	0.53	34	0.48	33	0.48	33
24	0.96	60	0.76	49	0.68	42	0.63	37	0.57	36	0.52	35	0.52	35
25	1.04	63	0.81	51	0.73	44	0.67	39	0.61	38	0.56	37	0.56	37

9-8 環境水之侵蝕性的鑑定法

2 環境水對於用普通水泥、火山灰質水泥及礫渣水泥拌製的水工混凝土是否有侵蝕性，可依據本表 I、II、III 及 IV 鑑定之

III. 對普通水泥的混凝土有侵蝕性的 SO_4^{2-} 離子含量標準 (單位：毫/公升) (與 Cl^- 離子含量有關)

Cl^- 離子含量	當 SO_4^{2-} 離子含量大於下列數值時，即作為有侵蝕性
0 ~ 3000	250
3001 ~ 5000	500
5000 以上	1000

IV. 對火山灰質水泥及礫渣水泥的混凝土有侵蝕性的 Mg^{2+} 離子含量標準 (單位：毫/公升) (與 SO_4^{2-} 離子的含量有關)

SO_4^{2-} 離子含量	當 Mg^{2+} 離子含量大於下列數值時，即作為有侵蝕性
0 ~ 1000	5000
1001 ~ 2000	3000
2001 ~ 3000	2000
3001 ~ 4000	1000

9-8 環境水之侵蝕性的鑑定法

V. 應用本表判斷環境水的侵蝕性及選擇水泥的实例：

例題 1：

已知：水中的 SO_4^{2-} 離子含量為630.0毫克/公升， Cl^- 為210.0毫克/公升， Mg^{2+} 為245.3毫克/公升， Ca^{2+} 為140.5毫克/公升，游離 CO_2 為22.4毫克/公升，氫指數(pH)=7.2，水的暫時硬度為8.4°。

要求：判定此種水對於滲透性極大的土壤中的混凝土有無侵蝕性，並選擇能保證混凝土耐性的水泥。

解答：(1) 根據表I關於一般酸性(pH)及水的暫時硬度的規定，這種水對各類水泥均無侵蝕性；因pH大於7，硬度的大於6°。

(2) 根據 SO_4^{2-} 離子含量，這種對普通水泥有侵蝕性；因 Cl^- 離子含量少於3000毫克/公升時， SO_4^{2-} 離子含量大於250毫克/公升(表III)。

(3) 根據 Mg^{2+} 離子含量，這種水對各類水泥均無侵蝕性，因 SO_4^{2-} 離子含量在0~1000毫克/公升時， Mg^{2+} 離子含量小於5000毫克/公升(表IV)。

(4) 根據游離 CO_2 的含量，這種水對各類水泥均無侵蝕性；因在現有 Ca^{2+} 離子、 SO_4^{2-} 離子及 Cl^- 離子含量條件下， CO_2 的含量小於其允許限度(根據表II。 $a = 0.07$ ， $b = 18$ ， CO_2 的最大允許濃度 $= a[\text{Ca}^{2+}] + b = 0.07 \times 140.5 + 18 = 27.8$ 毫克/公升，大於 CO_2 實際含量)。

(5) 為保證混凝土在此中水的環境中具有足夠的耐水性，可採用火山灰質水泥或礫渣水泥。

9—8 環境水之侵蝕性的鑑定法

例題 2：

已知：水中的 SO_4^{2-} 離子含量為2540.0 尅/公升， Cl^- 為5056 尅/公升， Mg^{2+} 為2250.0 尅/公升， Ca^{2+} 為230.0 尅/公升，游離 CO_2 為379 尅/公升，氫指數(pH)=7.4，暫時硬度為15.2°。

要求：判定此種水對於在滲透性極大的土壤中的混凝土有無侵蝕性。

解答：(1) 由表 I 根據一般酸性及暫時硬度，此種水對各類水泥均無侵蝕性；

(2) 根據 SO_4^{2-} 離子的含量，這種水對普通水泥有侵蝕性（表 I）；

(3) 由表 IV 根據 Mg^{2+} 離子的含量，這種水對礫渣水泥及火山灰質水泥均有侵蝕性；因為 SO_4^{2-} 離子的含量在2000~3000 尅/公升之間， Mg^{2+} 離子含量超過2000 尅/公升；

(4) 根據游離 CO_2 的含量，這種水對各類水泥均無侵蝕性，因游離 CO_2 的最大容許含量 $=a[\text{Ca}^{2+}] + b = 0.22 \times 230.0 + 23 = 73.6$ ，大於這水中 CO_2 的實際含量；

(5) 這種水對各類水泥均有侵蝕性，因此混凝土必須採用防水層。