

混凝土工 冬訓技術教材

東北區基本建設冬訓技術教材編輯委員會 編

東北人民出版社

混凝土工冬訓技術教材

東北區基本建設冬訓技術教材編輯委員會 編

東北人民出版社

一九五四年·瀋陽

編號：3957

混凝土工冬訓技術教材

編者：東北區基本建設冬訓技術教材編輯委員會

出版者：東北人民出版社
(瀋陽市馬路灣)

發行者：新華書店東北總分店
(瀋陽市馬路灣)

印刷者：東北新華印刷廠
(瀋陽市鐵西區裕工街)

字數：39,400

一九五四年一月第

印數：1—30,066

一九五四年一月第

定價：2,000元

前 言

本教材供混凝土工今年冬訓學習用。內容主要是結合基本理論知識及操作方法介紹先進經驗，以便混凝土工人經過冬訓的技術教育能夠有系統的了解混凝土的基本知識，學會操作方法，領會先進經驗的優越，使其在現有的技術基礎上提高一步，以滿足一九五四年施工的需要。

教師在講解時，應着重在基本知識、材料的選擇與使用、混凝土的操作三章上，並可適應各級工人學習的需要加以增減。講解以上三章時，應結合各地具體情況及今年施工中發生的事故，說明其道理與克服方法，以引起工人的注意。

本教材的內容基本上是參照東北區一九五二年各地冬訓技術教材，取長補短，加以綜合提高而成。由於編寫時間倉卒，錯誤之處在所難免，希望各地冬訓教師與學員多提意見。

編 者

一九五三年十二月

前 言

本教材供混凝土工今年冬訓學習用。內容主要是結合基本理論知識及操作方法介紹先進經驗，以便混凝土工人經過冬訓的技術教育能夠有系統的了解混凝土的基本知識，學會操作方法，領會先進經驗的優越，使其在現有的技術基礎上提高一步，以滿足一九五四年施工的需要。

教師在講解時，應着重在基本知識、材料的選擇與使用、混凝土的操作三章上，並可適應各級工人學習的需要加以增減。講解以上三章時，應結合各地具體情況及今年施工中發生的事故，說明其道理與克服方法，以引起工人的注意。

本教材的內容基本上是參照東北區一九五二年各地冬訓技術教材，取長補短，加以綜合提高而成。由於編寫時間倉卒，錯誤之處在所難免，希望各地冬訓教師與學員多提意見。

編 者

一九五三年十二月

目 錄

第一章 基本知識	1
第一節 混凝土的性質及用途	1
第二節 混凝土的凝固	1
第三節 混凝土的濕度及其影響	1
第四節 混凝土的標號及其強度	2
第五節 水灰比	2
第六節 稠度測定	3
第七節 混凝土的重量	4
第二章 材料的選擇與使用	5
第一節 水泥的種類、性能及用途	5
第二節 水泥的保管	6
第三節 水泥的標號	6
第四節 砂的性能及用途	6
第五節 石的性能及用途	7
第六節 水	7
第三章 混凝土的操作（一）	8
第一節 配料	8
第二節 攪拌	11
第三節 澆灌	12
第四節 搗固	14
第五節 養護	16
第六節 質量標準	16
第七節 施工接合面與施工縫	16
第八節 鋼筋的保護層及其用途	18

第九節	鋼筋在混凝土中所起的作用·····	19
第十節	技術保安·····	21
第四章	混凝土的操作（二）·····	23
第一節	無筋混凝土操作法·····	23
第二節	有筋混凝土操作法·····	24
第三節	毛石混凝土操作法·····	25
第四節	輕量混凝土操作法·····	26
第五節	泡沫混凝土（泡沫水泥）操作法·····	27
第五章	混凝土的冬季施工·····	30
第一節	施工方法·····	30
第二節	早強劑的使用·····	31
第三節	氯化鈣的使用方法·····	31
第四節	食鹽·····	32
附錄：	先進經驗介紹·····	33

第一章 基本知識

第一節 混凝土的性質及用途

混凝土是一種人造石，由水泥、砂、石加水拌和後凝固而成。混凝土的抗壓強度很大，但抗拉強度很小，如果把鋼筋放在混凝土中，使鋼筋在混凝土中承受拉力，則混凝土與鋼筋可以形成一個堅固的整體，協同抵抗外力，成爲一種很好的建築材料。

鋼筋混凝土的特點是：可以大規模使用，堅固耐久，而且砂、石等材料可以就地購買，施工迅速，比金屬結構所用的金屬材料要少，因此用途極廣，如：民用建築、工廠建築、飛機庫、橋梁、高架橋、地下鐵路、水壩、水塔、煙囪、運動場建築等。隨着我國經濟建設的發展，鋼筋混凝土的需要量會越來越大。

第二節 混凝土的凝固

水泥、砂、石、水合在一起攪拌後，就會慢慢變硬。這種變硬的過程，叫做凝固。

混凝土爲什麼凝固呢？

因爲水泥和水接觸以後，就要發生變化，水泥顆粒表面就形成一層薄膜，並且互相膠結着，和它們在一起的砂、石也被黏結在一起，成爲一個整塊。

這種凝固作用進行得很慢，所以剛打好的混凝土，強度很低的時候不許踩踏和放置材料和工具等。經過三、五天後，如果強度尚未達到設計強度的50%以上時，也不能負擔重的壓力，更不能在上邊操作和放置材料。模型板（盒子板）一定要在混凝土達到相當強度時才能拆除，

第三節 混凝土的濕度及其影響

混凝土凝固的時候，必須要供給充足的水分，使其保持相當的濕

度。這是因為混凝土中所含的水分在凝固過程中，很快的就要被蒸發掉，剩下的水分便不够繼續供給凝固的需要，因而就要影響混凝土的質量，使其變成鬆脆。

適當保持混凝土在凝固過程中的濕度還有以下兩點好處：

1. 這樣保養出來的混凝土，它的強度可以正常的增長。
2. 減少混凝土的收縮性，使其不易龜裂。

第四節 混凝土的標號及其強度

混凝土的標號有：50、70、90、110、140、170、200、250、300、400、500、600號十二種。此等混凝土的計算強度限值如下表：

混 凝 土 強 度 限 值 (Kg/cm²)

作用力的分類	混 凝 土 標 號											
	50	70	90	110	140	170	200	250	300	400	500	600
軸心受壓(長直強度)	49	56	72	88	108	125	145	175	200	260	310	350
軸心受拉及計算受拉主應力時	6.5	8.5	10	11	13	15	17	20	23	24	31	35
彎曲時受壓	50	70	90	110	135	155	180	220	250	325	390	440

混凝土的抗壓力最強，是基本受力的特性。因此蘇聯以其抗壓強度為代表，定出混凝土強度的標號。混凝土的標號（或者稱等級）即以20×20×20公分的立方試體，用規定方法養護（溫度15°C，濕度不少於90%）到28天，作壓力試驗所得的極限強度作為制定標號的依據。例如混凝土的抗壓強度若每平方公分達到88公斤時，其標號即為110號。這種試驗每次都用三塊的平均數來決定。

混凝土的強度，一般在28天內可達到設計的要求，高溫下所澆灌的混凝土經過相當的養護，十天內可達到設計要求。假如要求強度提前時，可以使用高標號的水泥或礮土水泥等。

第五節 水 灰 比

水灰比是指攪拌混凝土的用水量對水泥用量的百分比，也就是水和

水泥的重量比。水灰比是決定混凝土強度的主要因素。例如水灰比為0.7，則攪拌混凝土時，要用等於水泥重量70%的水。每立方公尺混凝土用300公斤的水泥，則水的用量為 $0.7 \times 300 = 210$ 公斤。

混凝土凝固時需用的水分很少，大約在20%左右，其餘的水分都要慢慢的被蒸發出來。攪拌混凝土時，如果加水過多，水被蒸發後，混凝土的內部就要留下許多小孔，這些小孔過多時，混凝土自然就不堅實了；但水過少，混凝土又不易成型，易生麻面、蜂窩。因此，在攪拌混凝土時，要嚴格掌握用水量，不允許隨便加水。

第六節 稠 度 測 定

測定混凝土的稠度，最常用的是坍落試驗法。用一個白鐵板做成的截頭圓筒（上口直徑為10公分，底口直徑為20公分，高為30公分。見圖1），試驗時把圓筒放在鐵板上，將混凝土分三次放入。每次放入筒高的1/3（即10公分），用鐵棒（直徑15公厘，長50公分）搗固25下。如此連續操作三次，使混凝土與筒口相平，然後把筒輕輕提起，這時混凝土就自行坍落下來。用尺量量坍落下來多少，就得出混凝土的稠度（為保證坍落度準確，必須試驗三次，取其平均數字）。

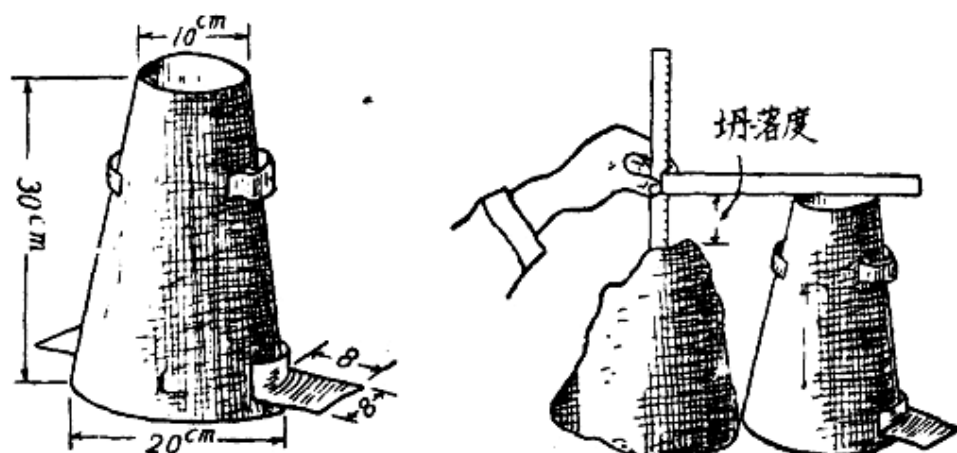


圖 1 坍落度試驗

第七節 混凝土的重量

鋼筋混凝土本身的重量依搗固的不同來決定，若以人工搗固，每立方公尺重量為 2300~2400 公斤；若以震動器搗固，每立方公尺重量為 2600~2800 公斤。

現將混凝土材料之重量列下：

水泥：每一袋為50公斤，每立方公尺為 1300 公斤；

砂：每立方公尺為 1500 公斤；

水：每立方公尺為 1000 公斤。

第二章 材料的選擇與使用

第一節 水泥的種類、性能及用途

1. 普通波特蘭水泥：也叫普通水泥，我們經常使用的就是這種水泥。製造方法是把石灰石、礬土、黏土及氧化鐵按照規定的比例加以配合後，經 1450°C 燒結成塊（此塊叫燒塊），冷凝後磨細而成。外表看來是一種灰綠色的細末，加水攪拌後，經過45分鐘就開始凝結，經過28天就可以達到標號規定的強度。用普通波特蘭水泥調成的混凝土，具有高度的抗水、抗凍及耐熱性，如在水中養護，其強度比在空氣中高。

凡陸上、地下及水中的混凝土工程，均可使用此種水泥。

2. 高爐水泥：也稱礦渣水泥，其製造方法是在普通波特蘭水泥燒塊中滲入50~65%（重量百分率）的礦渣，磨成細末而成。高爐水泥外表看來是帶有濃暗灰綠色的細末。高爐水泥凝結時間與普通波特蘭水泥相同，但硬化慢，初期強度低，有耐熱性。養護期間要多澆水，拆模期限比用普通波特蘭水泥為遲。

高爐水泥使用在易被海水侵蝕的海港、碼頭工程及深入地下不與空氣接觸，易被硫酸、鹽類侵蝕的地下與基礎工程與水壩等處。

3. 火山灰水泥：此種水泥和東北出產的矽酸水泥成分相似，它是由普通波特蘭水泥熟料加入20~50%的水硬性混合材（火山灰、矽藻土、凝灰岩等）而成。此種水泥主要用於水中、地下及其他有侵蝕性水（海水、硫酸鹽溶液、鹽沼水）作用的構造物，用在軟水中及天然硫酸鹽水中較用普通水泥強，但抗凍性弱，凝結較慢。

4. 礬土水泥：是一種早強水泥，在澆灌後12小時即可達到28天強度的一半，24小時可達到80%。其成分係以鐵礬土或鐵鋁氧石與石灰石同時在爐中燒熔而成，抗水性及抗鹽性高，適用於低溫施工。

5. 白色水泥：在顏色上與普通水泥稍有區別。原料中不含鐵、錳及其他成分，研磨時滲入其他水硬性白色混合物。建築物的裝飾工程、

粉刷及膨塑時可使用，並可製造各種顏色混凝土及有藝術性的白色混凝土與鋼筋混凝土裝飾品。

第二節 水泥的保管

水泥遇到水，就會發生凝結作用，水泥放在空氣中就要吸收空氣中的水分，發生凝結硬化現象（與加少量的水相同），因此，水泥在未使用前就要失去一部分強度。

硬化後的水泥，強度降低，凝結性慢，比重降低，粉末粗糙，嚴重時結成塊狀。因此存放水泥的地方，必須保證不漏雨、不潮濕（水泥離地面最少30公分），門窗常關，不使潮濕空氣進入。水泥存放期限不得超過六個月，根據實驗，在良好的倉庫內水泥強度的損失如右表：

保管期	損失強度
三個月	20%
六個月	30%
一 年	40%

第三節 水泥的標號

經常用的水泥有200、250、300、400、500等各種標號。這些標號是用1:3水泥砂漿（重量比）及60%的水灰比製成 $7\times 7\times 7$ 公分的立方試體，以標準方法搗實，在嚴格規定條件下養護28天後，加壓試驗的抗壓極限強度。例如水泥的抗壓極限強度為300（ kg/cm^2 ）時，則該水泥標號就叫做300號。

第四節 砂的性能及用途

砂與石可做為攪拌混凝土的摻合料。

砂的質量要堅硬耐久，其強度要大於膠泥，風化後的砂不可使用。砂必須清潔，含有泥土、草根時要用水洗淨。在無筋混凝土中，砂的顆粒不得小於0.2公厘。用於調製鋼筋混凝土的砂，顆粒須較粗（不小於0.25公厘），並符合級配，堅硬銳利，富有稜角，並以全由石英顆粒組成的為佳。選取天然砂時要注意是否含有雜質，因有許多砂坑多被有機物的腐朽物質所侵污，砂的顆粒上帶有一層極薄的有機雜質，會影響混

凝土的質量，10%的有機土，能使混凝土的強度減低一半。

第五節 石的性能及用途

石的質地應堅硬；脆而易碎與易被化學成分侵蝕的應少用。石的形狀以帶有稜角的為最好，圓滑的卵石也可以使用。因為有稜角的石頭比圓形的易於密結。

石的選擇應注意清潔、不含雜質，如果夾有泥土、草屑，必須用水洗淨。石的大小，並無一定限制，較大的混凝土工程，可用較大的塊石充實。在鋼筋混凝土工程中，石的最大直徑不得超過最狹鋼筋間距的 $3/4$ ，一般約在25公厘以下。其合適的級配可參考下表：

標準篩		通過篩孔的重量百分率	
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	45~75	40~75
	5	0~25	0~10

截面最小尺寸	鋼筋混凝土牆梁及柱	單純混凝土牆	鋼筋特多的混凝土板	鋼筋少或無鋼筋的混凝土板
6.5~13	$\frac{1.3}{2} \sim \frac{1.9}{4}$ ($\frac{1'}{2} \sim \frac{3''}{4}$)	$\frac{1.9}{4}$ ($\frac{3''}{4}$)	$\frac{1.9}{4} \sim 2.5$ ($\frac{3'}{4} \sim 1''$)	$\frac{1.9}{4} \sim 3.8$ ($\frac{3''}{4} \sim 1 \frac{1''}{2}$)
15~28	$\frac{1.9}{4} \sim 3.8$ ($\frac{3''}{4} \sim 1 \frac{1''}{2}$)	$\frac{3.8}{2}$ ($1 \frac{1''}{2}$)	$\frac{3.8}{2}$ ($1 \frac{1''}{2}$)	$\frac{3.8}{2} \sim 7.5$ ($1 \frac{1''}{2} \sim 3''$)
30~75	$\frac{3.8}{2} \sim 7.5$ ($1 \frac{1'}{2} \sim 3'$)	7.5 (3'')	$\frac{3.8}{2} \sim 7.5$ ($1 \frac{1'}{2} \sim 3'$)	7.5 (3'')
75及75以上	$\frac{3.8}{2} \sim 7.5$ ($1 \frac{1'}{2} \sim 3'$)	15 (6')	$\frac{3.8}{2} \sim 7.5$ ($1 \frac{1''}{2} \sim 3''$)	7.5~15 (3'~6')

第六節 水

攪拌混凝土的水，必須清潔，不得含有雜質、酸性、鹼性及有機物或其他有害混凝土的物質。

第三章 混凝土的操作（一）

第一節 配 料

爲了保證混凝土能符合工程設計的要求，應按設計的標號、水灰比和配合比正確的進行配料。水泥、砂、石的配合比應該採取蘇聯的先進理論，放棄過去 1:2:4、1:3:6、1:4:8 的固定體積配合的舊法。因爲蘇聯的混凝土理論已遠超過英美的理論，根據這個理論算出來的配合比，不但完全適合混凝土設計強度的要求，而且節省水泥。現將各樣標號的配合比及水灰比和每立方公尺混凝土使用的材料，分別列表如下：

水 泥 標 號	各種標號混凝土之材料配合比例表 (水泥: 砂: 碎石按體積計算)								
	50	70	90	110	140	170	200	250	300
200	1:3.6:5.9	1:3.1:5	1:2.6:4.3						
250	1:4:6.5	1:3.6:5.9	1:3:4.9	1:2.2:4.1					
300	1:4.3:7	1:3.9:6.5	1:3.5:5.6	1:2.5:4.6	1:2.2:4				
400			1:3.8:6.2	1:2.9:5.4	1:2.6:4.7	1:2.3:4.2	1:2.1:3.8		
500				1:3.2:5.9	1:2.9:5.4	1:2.6:4.8	1:2.4:4.4	1:2.1:3.8	1:1.8:3.4

水 泥 標 號		各種標號混凝土之材料配合比例表(水泥:砂:碎石按體積計算)							
		50	70	90	110	140	170	200	250、300
使用 400 號 水泥每立方 公尺混凝土 需要材料數 量	水(公升)				183	183	183	183	
	水泥(公斤)				194	220	248	273	
	砂子(M ³)				0.45	0.43	0.43	0.43	
	碎石(M ³)				0.80	0.80	0.80	0.80	
水 灰 比	(比重比)				0.94	0.83	0.74	0.67	

水 泥 標 號		各種標號混凝土之材料配合比例表(水泥:砂:碎石按體積計算)							
		50	70	90	110	140	170	200	250、300
使用 300 號 水泥每立方 公尺混凝土 需要材料數 量	水(公升)	172			183	183			
	水泥(公斤)	148			226	262			
	砂子(M ³)	0.49			0.43	0.43			
	碎石(M ³)	0.80			0.80	0.80			
水 灰 比	(重量比)	1.16			0.81	0.70			

水 泥 標 號		各種標號混凝土之材料配合比例表(水泥:砂:碎石按體積計算)							
		50	70	90	110	140	170	200	250、300
使用 200 號 水泥每立方 公尺混凝土 需要材料數 量	水(公升)	172	172	172	183				
	水泥(公斤)	175	209	242	290				
	砂子(M ³)	0.49	0.49	0.49	0.43				
	碎石(M ³)	0.80	0.80	0.80	0.80				
水 灰 比	(重量比)	0.99	0.82	0.70	0.63				

水 泥 標 號		各種標號混凝土之材料配合比例表(水泥:砂:碎石按體積計算)							
		50	70	90	110	140	170	200	250、300
使用 500 號 水泥每立方 公尺混凝土 需要材料數 量	水(公升)				133		183	183	183
	水泥(公斤)				175		217	238	273
	砂子(M ³)				0.43		0.43	0.43	0.43
	碎石(M ³)				0.80		0.80	0.80	0.80
水 灰 比	(重量比)				0.5		0.84	0.77	0.67