

關於混凝土中摻加磨細的 礦物質混合材料的規定

蘇聯工業結構物中央科學研究院 編

建築工程出版社

關於混凝土中
摻加磨細的礦物質混合材料的規定

孫復強
江苏工業學院圖書館
藏書章

建築工程出版社出版

·一九五五·

目 錄

序.....	2
一、磨細的礦物質混合材料的定義、分類和用途.....	3
二、磨細的礦物質混合材料的技術條件.....	5
三、磨細的礦物質混合材料品種與數量的選擇.....	7
四、製造磨細的礦物質混合材料的原料的取樣及檢定.....	15
五、磨細的礦物質混合材料及摻加混合材料水泥的 試驗方法.....	16
六、磨細的礦物質混合材料的製造.....	17
七、磨細的礦物質混合材料的摻加.....	19

序

混凝土中攪加磨細的礦物質混合材料，是土建工程中合理使用和節約矽酸鹽水泥的主要方法之一。

使用混合材料可使鋼筋混凝土結構中混凝土所含混合膠凝材料(譯者按：水泥+混合材料)，達到最低的必需量。在製造混凝土預製件中，攪用活性的礦物質混合材料或含有二氧化矽的磨細混合材料，還可使預製件在蒸汽養護及壓蒸處理時加速硬化。

本規定經工業建築中央科學研究院(ЦНИПС)混凝土及膠凝材料試驗室(技術科學博士 С.А. 米郎諾夫、技術科學碩士 А.М. 歇必篤夫、Н.В. 拉巴契夫及 И.М. 富林克里)擬定提出。

本規定經重工業企業建築部技術局建築材料標準科及設計科(А.В. 改爾也夫)審校。

本規定公佈後代替“混凝土攪用磨細礦物質混合材料的規定”(И—88—43)。

蘇聯重工業企業 建築部 技術參考資料	關於混凝土中摻加磨 細的礦物質混合材料 的規定	重工業企業 建築部 (МСПТИ) 規定編號 И-88-53 代替原規定 И-88-43
-----------------------------------	--	---

一、磨細的礦物質混合材料的定義、分類及用途

1. 在混凝土及砂漿中，爲了節約矽酸鹽水泥而摻加的磨細成粉狀的礦物質材料，稱爲磨細的礦物質混合材料。

譯者按：混合材料都是以細粉狀態加入混凝土或砂漿中；或用機械碾磨成粉，或在水中攪拌分散成爲細粒，或取天然礦物質粉末過篩。均可簡稱爲“混合材”。

礦物質混合材料分爲：

- (1) 本身具有獨立硬化的活性(水硬性)的；
- (2) 活性(水硬性)的；
- (3) 非活性的(填充料)。

礦物質混合材料的種類列於第一表。

2. 在下列情形的混凝土中，摻加礦物質混合材料：

(1) 爲了沖淡矽酸鹽水泥的活性，使能達到第二表規定的範圍；

(2) 混凝土及鋼筋混凝土預製件用蒸氣養護或壓蒸法處理

工業建築中央科學研究院 (ЦНИПС)提出	1953年1月26日重工業企業 建築部批准 採 作 技 術 參 考 資 料
----------------------------------	--

時，可以加速硬化及提高混凝土標號；

(3) 用表面積大及顆粒之間有較大空隙的集料製造的牆石〔如爐渣、浮石、礦渣浮石(Термозит)(譯者按——這是人造的輕集料，係熔化的礦渣在特別冷卻的方法下起膨脹而形成的多孔高爐礦渣)、凝塊(Агломерат)(譯者按——人造輕集料，係在特別的熔結爐中使爐渣或燃料灰熔結而成)等〕。

礦物質混合材料原料的種類

第一表

混合材料分類	原料種類	原料來源
1. 活性(水硬性)混合材料其本身具有輕微的獨立膠凝性者	1. 鹼性粒狀高爐礦渣及爐渣(譯者按，粒狀高爐礦渣即我國現行製造礦渣水泥的水渣) 2. 可燃頁岩灰	工業廢品 工業廢品
2. 活性(水硬性)混合材料	1. 含矽酸的廢料(礬土渣等) 2. 酸性粒狀高爐礦渣 3. 高爐廢渣 4. 可燃岩渣 5. 煅燒粘土 6. 磚瓦及陶器的碎片 7. 爐渣 8. 火力發電廠及其他燃燒爐的粉狀燃料灰 9. 高爐爐灰 10. 火山凝灰岩 11. 火山岩渣 12. 浮石 13. 凝灰岩 14. 軟質矽藻土	工業廢品 工業廢品 工業廢品 工業廢品 天然原料 工業廢品 工業廢品 工業廢品 工業廢品 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料 天然原料

3. 非活性混合材料 (填充料)	15. 硬質矽藻土	天然原料
	16. 泥灰岩	天然原料
3. 非活性混合材料 (填充料)	1. 爐頂灰	工業廢品
	2. 黏土及砂質黏土	天然原料
	3. 黃土	天然原料
	4. 粉石英	天然原料
	5. 砂	天然原料
	6. 石灰石	天然原料
	7. 白雲石	天然原料
	8. 石灰凝灰岩	天然原料
	9. 砂岩	天然原料
	10. 花崗岩	天然原料
	11. 輝綠岩	天然原料

各種標號混凝土所必需的水泥强度，按國定全蘇標準

(ГОСТ)310—41 測定

表二

混凝土標號	50—70	90—110	140	170	200	250	300	400
水泥最小强度	150	200	250	300	350	400	450	550
水泥最大强度	200	300	350	400	500	550	600	650

二、磨細的礦物質混合材料的技術條件

3. 判定磨細的礦物質混合材料品質的主要標準，是磨細程度及不含有害雜質。

4. 凡用來沖淡矽酸鹽水泥的礦物質混合材料，經篩析後，遺留在 №021 篩上之量不得大於 2%，通過 №0085 篩之量不得小於 85%。

5. 凡用來改善集料粒度級配的礦物質混合材料,經篩析後,允許遺留於 №06 篩上之量不得大於 5%, 通過 №0085 篩之量不得小於 50%。

6. 經浸水製備的礦物質混合材料, 遺留於 №021 篩上之量不得大於 10%, 通過 №0085 篩之量不得小於 80%。

7. 由活性原料製成的礦物質混合材料,其粉磨的細度越細,則所得的攪混合材料水泥的強度也越大。

8. 由天然原料製成的磨細的礦物質混合材料, 用比色試驗 (ГОСТ 2778—50) 方法檢定試樣中的有機雜質含量時,其色澤不許較標準液為深。

9. 個別的礦物質混合材料, 除依照第 4—8 條規定外,並要求:

(1) 粘土及砂質粘土中應不含有易溶鹽類及硫化鐵 (黃鐵礦)。

(2) 水泥中加入粘土後,在初凝時間上,水泥粘土漿不應比水泥淨漿的初凝時間有顯著的加快(超過一倍)。

(3) 爐渣及粉狀燃料灰中未燃煤的含量不應超過 10%; 如超過 10% (無論如何不得超過 20%), 則應經過試驗室的試驗來決定能否使用。

(4) 粉狀燃料灰中大於 0.21 公厘之顆粒超過 2% 時,此種粗粒可不必篩除,在配製混凝土混合物時,可當作細集料(砂)用。

(5) 軟質矽藻土、硬質矽藻土及泥灰岩作磨細的礦物質混合材料用於蒸汽養護混凝土預製件時,其本身氧化矽(SiO_2)含量,應不小於 70%。

(6) 可燃頁岩渣、煨燒粘土、磚及陶器碎片,和其它混合材料用於蒸汽養護混凝土預製件時,其本身氧化鋁(Al_2O_3)含量應不小於 12%。

三、磨細的礦物質混合材料品種與數量的選擇

10. 配製在標準條件下硬化的混凝土，可取表一所舉的任何種礦物質混合材料，但宜儘先選用具有獨立膠凝性的混合材料，其次選用活性(水硬性)混合材料。

11. 蒸氣養護混凝土應取具有獨立膠凝性的礦物質混合材料或活性(水硬性)混合材料。

用壓蒸法處理的混凝土，應採用磨細的石英砂、砂岩、粉石英及水硬性混合材料或具有獨立膠凝性的混合材料。

12. 為易於製備礦物質混合材料(如其他條件相同)，最好選用天然的粉狀混合材料(粉石英、黃土、粉狀燃料灰)及易在水中分散成粒的混合材料(輕質矽藻土、硬質矽藻土、粘土等)。

13. 由矽酸鹽水泥及質地堅實、級配較好的集料(砂、卵石、碎石)製成的普通混凝土(在正常條件下硬化的)，其摻加礦物質混合材料的百分數，隨水泥標號超過要求標號的多少而定；水泥標號超過愈多，摻加混合材料的百分數也可愈多。但是祇有在混合材料的需水量接近矽酸鹽水泥的需水量時，即混合材料淨漿的標準稠度需水量為 22~30% 時(例如凝灰岩、可燃岩渣、砂、石灰石等)，摻加混合材料的百分數和水泥超過標號的百分數才成正比例的關係(見下條的例題)。

14. 如礦物質混合材料的需水量，超過 30%，則計算混合材料的摻用量時，應在其比例數上乘以下列係數以減少之。

$$K = \frac{B_u}{B_n} \quad (\text{譯者按：此時 } K \text{ 值小於 } 1)$$

B_u = 1 克水泥標準稠度淨漿的製成量(立方公分)

B_n = 1 克磨細的礦物質混合材料標準稠度淨漿的製成量

(立方公分)

淨漿 B_T 的製成量，可直接用試驗方法或根據下式計算求得：

$$B_T = \frac{1}{\gamma} + H_r,$$

γ = 水泥或磨細的礦物質混合材料的比重

H_r = 標準稠度的淨漿水灰係數（譯者按：加水量百分數表示）

例：用 400 號水泥製 110 號混凝土。

由第二表查知製 110 號混凝土可用活性為 200 到 300 號的水泥。在工地用軟質矽藻土來沖淡 400 號水泥，使變為 250 號。

假如水泥和磨細的礦物質混合材料的淨漿製成量相同時，則配製 250 號攪混材料水泥時，水泥用量將為 $\frac{250}{400} = 0.625$ ，而混合材料用量為 $1 - \frac{250}{400} = 0.375$ ；但事實上水泥的標準稠度為 26%，軟質矽藻土的標準稠度為 62%；比重，水泥為 3.1、軟質矽藻土為 2.3，因此淨漿製成量如下：

水泥 $B_u = \frac{1}{3.1} + 0.26 = 0.582$ 立方公分

軟質矽藻土 $B_r = \frac{1}{2.3} + 0.62 = 1.055$ 立方公分

因此 $K = \frac{0.582}{1.055} = 0.55$

所以在攪加混合材料的水泥中，軟質矽藻土的攪量應為

$$0.375 \times 0.55 = 0.207$$

這樣沖淡 400 號水泥成為 250 號的配合成分中，400 號水泥應用 0.625，軟質矽藻土應用 0.207；即

$$\text{水泥佔：} \frac{0.625 \times 100}{0.625 + 0.207} = 75\%$$

$$\text{軟質砂藻土佔: } \frac{0.207 \times 100}{0.625 + 0.207} = 25\%$$

每做一種混合材料的試驗時，除了照上述方法計算攪用量以外，還需照計算攪量加減 10% 另配兩組作比較試驗；從這三組混合物的檢驗結果中，選用標號合乎規定而水泥用量又是最經濟的一種。

根據水泥的活性與水灰比確定混凝土的強度

第三表

混凝土標號	水灰比（按照蘇聯國定標準 310—51 所規定的水泥強度的物理力學試驗方法）										
	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400
90	0.74	0.78	0.83	0.86	0.89	0.93	0.97	0.98	—	—	—
110	0.65	0.68	0.72	0.74	0.77	0.81	0.85	0.86	0.87	0.93	0.95
140	0.55	0.58	0.61	0.63	0.66	0.68	0.71	0.73	0.75	0.78	0.81
170	0.48	0.51	0.54	0.56	0.58	0.60	0.63	0.64	0.66	0.69	0.71
200	—	—	0.48	0.50	0.52	0.54	0.57	0.58	0.59	0.62	0.64
250	—	—	—	—	—	—	0.48	0.49	0.51	0.53	0.57
300	—	—	—	—	—	—	0.43	0.44	0.45	0.47	0.51

註：如用碎石製混凝土，上表水灰比值增加 0.05。

15. 依照第 13 條所述，爲了沖淡矽酸鹽水泥而攪加的非活性及活性礦物質混合材料，其攪用量不得超過 50%。如攪用的混合材料具有獨立膠凝性，則攪用量不得超過 70%。

16. 如計算所得的沖淡水泥的混合材料攪量超過第 15 條所規定的限度時，則宜利用就地生產的石灰礦渣水泥（譯者按：即無

熟料水泥)或其他水泥。此種水泥主要為石灰加水硬性混合材料再加上 25% 以下的矽酸鹽水泥所製成。

17. 在每一立方公尺混凝土中攪加混合材料來沖淡水泥，以便得到所需的強度；如因此種沖淡的水泥用量太少不足保證混凝土的密實性時，可採用粗粒的礦物質混合材料(見第五條)；這樣混合材料攪用量就可大大提高。因粗磨混合材料通過 №021 篩的部

根據水泥的活性與水灰比確定混凝土的強度

第四表

混凝土標號	水灰比 (按照蘇聯國定標準 310—41 所規定的水泥強度的物理力學試驗方法)									
	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
90	0.69	0.74	0.81	0.87	—	—	—	—	—	—
110	0.60	0.65	0.71	0.76	0.81	0.85	0.87	—	—	—
140	0.51	0.54	0.60	0.65	0.68	0.71	0.74	0.78	0.80	0.81
170	—	—	0.54	0.57	0.60	0.63	0.65	0.68	0.70	0.72
200	—	—	0.48	0.51	0.54	0.56	0.59	0.62	0.63	0.65
250	—	—	—	—	—	0.49	0.50	0.53	0.54	0.56
300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.49

註：如用碎石製混凝土，上表水灰比值增加 0.05

分才算作沖淡水泥用的混合材料，其餘較大的顆粒 (大於 0.21 公厘的) 當作砂用，以改善混凝土集料的級配。

為了使混凝土或鋼筋混凝土的內部結構密實而必要攪用磨細的混合材料，其必要的攪入量可按一立方公尺混凝土所必需的水泥用量來確定。

計算一定標號混凝土每一立方公尺的水泥量，可採用任何一種有理論根據的計算方法。在本規定中建議用下列計算方法。

用三種方法中任何一種測定的水泥強度(標號)，來製造一定標號的混凝土，可分別按照第三表、第四表、第五表求得水灰比值。

根據水泥的活性與水灰比確定混凝土的強度

第五表

混凝土標號	水灰比 (按照 ЦНИПС-2 所規定的水泥強度快速試驗方法)										
	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700
90	0.71	0.78	0.85	0.91	—	—	—	—	—	—	—
110	0.62	0.68	0.74	0.79	0.83	0.87	0.92	0.95	—	—	—
140	0.52	0.58	0.62	0.67	0.69	0.74	0.78	0.80	0.84	0.86	0.89
170	—	0.51	0.55	0.59	0.62	0.66	0.69	0.71	0.74	0.76	0.79
200	—	—	0.50	0.53	0.56	0.59	0.62	0.64	0.67	0.69	0.71
250	—	—	—	—	—	0.50	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61
300	—	—	—	—	—	—	—	—	0.51	0.53	0.54

註：如用碎石製混凝土，上表水灰比值增加 0.05

其次根據第六表求得合乎一定流動性要求的每一立方公尺混凝土的用水量。由水灰比值及用水量計算一立方公尺混凝土水泥的用量。

在確定鋼筋混凝土結構物的混凝土配合比時，每一立方公尺混凝土中水泥量數值應和第七表所列的每一立方公尺混凝土最小水泥量數字比較，第七表所列數字係按結構物的使用條件而規定的(可參閱一般建築及特殊工程施工驗收技術規範，表 1)。

具有一定流動性的混凝土用水量

第六表

坍落度 (公分)	混凝土最大用水量(公升/立方公尺)							
	卵石最大粒徑(公厘)				碎石最大粒徑(公厘)			
	10	20	40	80	10	20	40	80
1—2	185	170	155	140	200	185	170	155
3—5	195	180	165	150	210	195	180	165
6—8	205	190	175	160	220	205	190	175
9—12	215	200	185	170	230	215	200	185

註：表六所列的用水量不必一次加入於混凝土中，如用較少的水量已可得到所要求的流動性時，則不必照表中所列的數量加水。

鋼筋混凝土結構中每立方公尺混凝土膠凝材料用量

(公斤/立方公尺)

第七表

結構種類	混凝土澆置用：	
	震動器搗實	人工搗實
與水接觸並受冰凍融解作用的結構	240	265
曝露於大氣中的普通結構	220	250
不曝露於大氣中的結構	200	220

如計算出的水泥量少於該種混凝土的最小水泥量時，則根據兩者的差數來確定混凝土中必須加入的磨細的混合材料的數量。

但此沖淡水泥用的混合材料應不超過本規定第 15 條所規定的範圍。

〔例〕 確定曝露在大氣中的普通鋼筋混凝土結構物 110 號混凝土的配合成分。

矽酸鹽水泥的標號（根據 ГОСТ 310—41 所規定的方法測定）
為 450 號。

普通砂

卵石最大粒徑為 40 公厘

混合材料為磨細的石灰石粉

混凝土混和物流動性為 5 公分（譯者按：用坍落度表示）

澆置混凝土時不用震動器搗實

解：根據第四表，查得水灰比值 $B/H = 0.87$

根據混凝土混合物所需的流動性，在第六表中查得用水量為
165 公升，每立方公尺混凝土所需的水泥量為

$$H = \frac{165}{0.87} = 190 \text{ 公斤}$$

根據第七表知每立方公尺混凝土膠凝材料含量不得少於 250 公斤。每立方公尺混凝土必需的細磨混合材料含量由差數（250—190）· K 來確定， K 是常數，為水泥的需水量和混合材料的需水量的比值（參閱第 14 條）。

當磨細的石灰石混合材料和水泥的需水量一樣時，則混合材料的數量將為 $250 - 190 = 60$ 公斤。

18. 如對普通混凝土有抗凍性的特殊要求時，則非活性或水硬性的混合材料的用量，就不應超過第八表所示的數值。

19. 混凝土及鋼筋混凝土預製件如在普通蒸汽室中蒸汽養護，建議在矽酸鹽水泥中加用活性的水硬性混合材料（硬質矽藻土、軟質矽藻土等）。水泥熟料中每含有百分之一重量的矽酸三鈣（ C_3S ——阿立特）即可加用該種混合材料百分之 0.75。

當用壓蒸法處理混凝土或鋼筋混凝土預製件時，則磨細的含矽酸混合材料的加用量可以提高；熟料中每含有百分之一的矽酸三鈣可加用該種混合材料到百分之一·五以內。

在正常條件下硬化的混凝土對抗凍性有特殊要求時，
加入矽酸鹽水泥的礦物質磨細混合材料的限量

第八表

混 凝 土 抗 凍 程 度	混 凝 土	混合材佔混合膠凝材總重的最高百分數 (水泥+混合材料)		
	標 號	活性的	非活性的	總量
M—200 號混凝土(經 200 次以上凍融)	250—400	不得加混合材料		
M—100 號混凝土(經 100 次以上凍融)	140—200	10	15	15
M—50 號或 M—35 號混凝土 (經 50 次或 35 次以上凍融)	90—140	15	20	25

註：如用磨細的粒狀高爐礦渣加入矽酸鹽水泥中，而能保證得到所要求的混凝土標號及抗凍性時，則用量可超過上表所列的數值。

〔例〕現有矽酸鹽水泥含 47% 矽酸三鈣 (C_3S ——阿立特)，如混凝土預製件用蒸汽養護則可摻加軟質矽藻土、硬質矽藻土或其他含矽酸的混合材料來沖淡該矽酸鹽水泥；其用量為熟料重量的 $47 \times 0.75 = 35.25\%$ ，或為摻混合材料水泥重量的

$$\frac{35.25 \times 100}{135.25} = 26\%。$$

如以同樣水泥作預製件並用壓蒸法處理，則用量可為熟料重量的 $47 \times 1.5 = 70.5\%$ ，或為摻混合材料水泥的重量的

$$\frac{70.5 \times 100}{170.5} = 41.3\%。$$

註：各種礦物質混合材料，摻用在蒸汽法或壓蒸法處理的預製件混凝土中，其最適宜的摻用量應通過試驗來確定。

蒸汽養護的混凝土預製件中礦物質混合材料的大致攪用量

第九表

預製件種類	混合材料佔混合膠凝材料重量的百分率					
	高爐 礦渣	頁岩灰	軟質矽藻土 或 硬質矽藻土	軟質矽藻土 加高爐礦渣	凝灰岩	可燃 頁岩渣
混凝土預製件	30~70	30~35	30~35	20+30	40	30
鋼筋混凝土預製件	30~50	25~30	25~30	15+35	30	25

20. 在常壓下進行蒸汽養護的混凝土預製件攪加礦物質混合材料的大致數量列如第九表。

21. 用表面積大的集料（浮石、鍋爐煤渣、礦渣浮石、凝塊、粒狀礦渣等）所製的混凝土中，因為這些集料使混合物的顆粒具有很大的孔隙率，所以應適宜地採用粗磨的礦物質混合材料；在這種情形下，粗磨混合材料的砂子部分（譯者按：即不通過 №0085 篩的部分，見第 5 條）是被用來改善集料的粒度級配的。而上述集料的磨細部分可以當作混合材料。（譯者按：參見第 36 條）

四、製造磨細的礦物質混合材料的原料 的取樣及檢定

22. 從探井或工廠的廢料堆中取樣來初步決定礦物質混合材料的原料時，應在不同地點每深 2 公尺取樣一次。

從上述方法取得的每一樣品中取出 2 公斤，均勻拌和，再用四分法得到平均樣品 15 公斤，作為試驗室試驗之用。

23. 供給水泥廠或建築工地的混合材料原料，每批必須取樣一次。每批原料的重量不得超過 100 噸，不足 100 噸的也以一批計。