

建筑工程部水泥研究院

研究报告集

(一)

建筑工程出版社

建筑工程部水泥研究院
研究报告集

(一)

江苏工业学院图书馆
藏书章

建筑工程出版社出版

• 1958 •

內 容 提 要

本書是建筑工程部水泥研究院研究报告集的第一集，其中包括三篇研究报告，詳細闡述了快硬水泥、大埠水泥及塑化水泥的研究試制过程。对我国的水泥工业工作者有很大的参考价值。

建 筑 工 程 部 水 泥 研 究 院

研 究 报 告 集（一）

水 泥 研 究 院 編

編 輯：姚留織

設 計：閻正堅

1958年9月第1版

1958年9月第1次印刷

4,100册

787×1092 • $\frac{1}{25}$ 150千字 印張 $7\frac{3}{25}$ • 定价(9) 0.70元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号：15040·1234

建筑工程出版社出版（北京市阜成門外大街）

（北京市書刊出版业营业許可証出字第052号）

目 录

快硬矽酸盐水泥試制总结.....	(1)
大埠水泥的試制研究工作報告.....	(33)
塑化水泥的研究.....	(71)

快硬矽酸盐水泥試制总结

一、概 述

为了滿足日益增長的經濟建設需要与根据上級的指示，江南水泥厂与前建筑材料工业綜合研究所在1956年第三季度共同合作进行了快硬矽酸盐水泥的試制，試制的結果說明利用江南水泥厂現有原料和設備是可以生产300号与400号快硬矽酸盐水泥的。

快硬矽酸盐水泥的技术条件，我們基本上是采用苏联建筑材料工业部制定的快硬波特兰水泥暫行技术条件，并結合我們試制的实际情况与生产上的可能性，在提高产品質量的前提下，分別制定了300号与400号两种快硬矽酸盐水泥的临时技术条件。当然，此种临时技术条件，在日后生产和使用中，还須結合实际情况予以修正的。

快硬矽酸盐水泥因其具备有早强性質，故很适宜用于預制混凝土和鋼筋混凝土的构件，以及急需工程用的混凝土和鋼筋混凝土，由于混凝土預制构件在經濟建設中的需要日益增大，故快硬矽酸盐水泥的发展亦必日趋重要。現在快硬矽酸盐水泥的試制工作，初步已獲得較好的結果。由于研究这件工作的時間还很短，报告內可能有錯誤的地方，請多予指正。

二、快硬矽酸盐水泥临时技术条件

(一) 定 义

快硬矽酸盐水泥是一种早期强度增进得快的，細磨的水硬性胶凝材料。

注：为調整快硬矽酸盐水泥的性質，允許在磨細水泥时，加入适量的石膏，但不得掺加混合材料。

(二) 品質标准

1. 快硬矽酸盐水泥的标号，系按本临时技术条件規定的檢驗方法

所得的三天抗压强度而定。

快硬矽酸盐水泥分为两个标号，300号和400号。

2. 細度按4,900孔/平方公分标准篩篩余表示，不得大于10%。

3. 初凝不得早于40分鐘，終凝不得迟于10小时。

4. 体积安定性用蒸气及煮沸試驗，試体体积变化必須均匀。

5. 强度按本临时技术条件規定的强度檢驗方法試驗，各龄期强度不得低于下列数值：

表 1

标 号	抗 压 强 度 公斤/平方公分	
	1 天	3 天
300	200	300
400	250	400

注：使用單位如要求7天、28天龄期的抗压强度及1、3、7、28天龄期的抗拉强度数据，則应进行試驗。

6. 水泥所含燒失量不得大于5%。

7. 水泥所含氧化鎂量不得大于4.5%。

8. 水泥所含三氧化硫不得大于3.5%。

(三) 試驗方法

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9各項試驗方法按照建筑材料标准101—56对矽酸盐水泥的規定办理，但一天的抗压强度試驗，作如下的补充規定：

成型后的模型在溫度 $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 以內及湿度大于90%以上的水封槽內养护24小时后脫模，并檢定試体的一天强度。

(四) 驗收規則

与建筑材料标准101—56第三章規定相同，但作如下的修正与补充。

1. 售貨單位应自水泥发出日期起六天內，將水泥品質全部試驗結果寄发購貨單位。

2. 水泥的强度若低于本暂行技术条件所规定的最低标号强度时，不能作为快硬矽酸盐水泥，但可以作为强度相当的矽酸盐水泥。

3. 水泥经过一个月后发货，其活性可能降低，必须重新检验。

(五) 包装、发货明细表，运输及保管

与建筑材料标准 101 — 56 第五章规定相同，并作如下修正与补充。

使用防潮纸袋（四层普通包装纸，一层防潮纸）包装水泥，贮存于良好干燥的地方，包装纸袋必须清楚标志快硬矽酸盐水泥标号，从包装时算起若经过两个月后使用，应重新进行 3, 4, 5, 6, 7 各项品质试验，检验是否符合标准。

(六) 用 途

快硬矽酸盐水泥用于需要早强的混凝土工程，例如制造装配式钢筋混凝土构件与作急需工程的混凝土和钢筋混凝土。

注：用快硬矽酸盐水泥制作的混凝土，若不用水热处理的方法，则只有在保证混凝土及其周围环境温度不低于 20°C 条件下，才能得到显著的快硬效果。

三、原 料

试制快硬矽酸盐水泥时，由于主要是使用江南水泥厂现行生产的堵塞水泥熟料与普通矽酸盐水泥熟料，适当配合石膏及控制水泥细度磨制而成，故使用的原料即为上述两种熟料的原料，其产地与质量情况大约如下：

石灰石	江南水泥厂的石灰石矿山出产 油井水泥熟料使用的石灰石 普通矽酸盐水泥熟料使用的石灰石
粘土	江南水泥厂粘土矿山出产
铁矿	江苏省高资及下蜀出产
煤	淮南煤矿出产
石膏	山西太原出产

使用的各种原料的化学成份

表 2

原料名称 及 编 号	制 造 熟 料 种 类	SiO ₂		Al ₂ O ₃		Fe ₂ O ₃		CaO		MgO		SO ₂		合 計		矽 酸 率		揮 发 份		灰 份		固 定 碳		附 着 水		結 晶 水		酸 不 溶 質	
		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%		%	
石灰石 1	堵塞水泥熟料	40.12	5.82	1.10	0.50	50.72								98.26	3.64														
" 2	"	41.21	3.32	1.24	0.36	52.78								98.91	2.08														
" 3	"	38.50	8.02	3.30	1.20	48.12								99.14	1.78														
" 4	"	39.93	6.98	2.26	1.28	48.91								99.36	1.97														
" 5	"	40.10	5.46	2.08	0.72	50.66								99.02	1.95														
" 6	"	40.89	3.88	1.58	0.44	52.06								98.85	1.92														
" 7	"	40.75	4.40	1.54	0.50	51.90				0.64				99.73	2.16														
粘土	普通水泥及堵塞水泥熟料	6.97	66.14	14.50	5.66	2.00				2.03				97.30	3.28														
铁矿石	"	14.08		0.55	79.00	1.63				0.51				95.77															
石膏	"					32.24				1.12		44.06		99.71														19.37	0.55
煤	"																												
煤灰份	"	51.93	37.84	5.74	2.43					0.60				98.57															
石灰石 10	普通水泥熟料	39.60	6.44	1.47	0.61	49.95				1.27				99.34	3.10														
" 11	"	40.38	5.04	1.10	0.66	51.17				0.73				99.08	2.86														
" 12	"	40.73	3.90	1.42	0.58	51.70				0.54				98.87	1.95														

石灰石的成份虽然波动较大,但由于工厂的设备条件好,有大的混浆池,因此入窑料浆的成份还是均齐的。

四、工艺过程及设备情况

(一) 制造过程:

与江南水泥厂现行湿法生产的堵塞水泥及凝灰岩矽酸盐水泥的制造过程近乎相似，其不同点仅在磨制水泥时，不加混合材料，适当的控制石膏加入量与水泥細度磨制成快硬矽酸盐水泥，并取生产的堵塞水泥进行快硬矽酸盐水泥的試驗。

(二) 设备概况: 利用江南水泥厂現有生产设备进行試制，其主要设备簡單規格如下:

窑:

窑体長度	134公尺
窑体内徑	3.05/2.6/2.9公尺
窑内面积	1026.8公尺
窑内容积	648.6公尺
窑体斜度	4%
托輪	7組
轉速	14.3—74.2轉/时
馬达	125馬力
冷却机	多筒式，共有12个冷却筒，長6.8公尺，直徑1.03公尺
燒成帶水冷却	淋水部份長8.4公尺

磨: (水泥磨)

φ 2.2×14公尺 (有效內徑2.1公尺，有效長度13.51公尺)

4室:	第一室	3.12公尺	压条襯板	} 一、二室裝鋼球
	第二室	3.00公尺	平条襯板	
	第三室	3.91公尺	波浪形襯板	} 三、四室裝鋼球
	第四室	3.48公尺	波浪形襯板	
轉速:	19.5轉/分鐘			
电动机	900馬力或668瓩			

一般装球量: 66吨
 通风量: #1磨 4400公尺/小时
 #2磨 6700公尺/小时

五、利用堵塞水泥熟料試制400号快硬矽酸盐水泥时 所用的各工序技术指标及試制中的实际情况

(一) 原料的情况如下:

表 3

原 料 名 称	矽酸率 (S.M.)		矿山炮眼石灰石日 平均样的CaCO ₃ %		Fe ₂ O ₃
	波 动 范 围	合格率%	波 动 范 围	合格率%	%
石灰石技术指标	小于2.8		大于90		
石灰石实际情况	1.78—3.64	85.7	91.67—94.97	100	
粘土技术指标	小于3.3	—	—	—	—
粘土实际情况	3.28	—	—	—	—
鉄矿技术指标					>45%
鉄矿实际情况					79

(二) 生料的情况如下:

生料的試制技术指标与实际情况

表 4

入 窑 生 料 测 定 項 目	技术指标	7 月22日到 7 月28日試制中的实际情况				
		測定時間	波动范围	一般情况	佔总数 百分率	合格率%
細度(4900孔/ 平方公分) %	6±1	每小时一次	6.0—7.4	6—7%	—	—
料浆水份%	32—33	每小时一次	31.9—33.1	32—33	—	—
料浆CaCO ₃ %	79.5—79.7	每小时一次	79.1—79.8			76.6
滴 定			79.1—79.29		7.2	
			79.3—79.49		13.8	
			79.5—79.7		76.6	
			79.71—79.8		2.4	

試制中入窑生料平均样, 比面积 (透气法) 4580平方公分/克

入窑生料的化学成份及计算的各系数如下:

月 日		烧失量 %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	总和 %	K H	S M	I M
7.23			11.46	3.91	3.69	44.55		1.148	1.51	1.06
7.24		35.33	12.54	3.17	3.61	44.53	99.18	1.08	1.85	0.88
7.25			11.82	2.91	3.77	44.56		1.16	1.77	0.77
7.26		35.08	11.86	3.39	3.71	44.37	98.41	1.13	1.67	0.91
7.27		35.66	12.18	3.83	3.37	44.19	99.22	1.074	1.69	1.14
7.28			11.88	3.83	3.61	44.37		1.105	1.60	1.06

(三) 熟料情况如下:

熟料的技术指标与试制中的实际情况

表 6

测定项目	技术指标	7月23日至7月28日试制中的实际情况			
		测定时间	波动范围	占总数的百分率	合格率
C ₃ S	58—62%	每日测定一次	57.5—61.6%		83.3%
			57—58%	16.7	
			58—62%	83.3	
C ₂ A	<6%	"	1.5—4.5%		100%
K, H,		"	0.905—0.926		
Fe ₂ O ₃		"	5.68—6.31		
游离CaO			0.96—1.30		
立升重	1,450—1,550克/立升	每15分钟测定一次	1,240—1,399	4.7%	
			1,440—1,449	4.6%	
			1,450—1,644	90.7%	
煤粉水份	1.0—1.5%	每半小时测定一次	1.0—1.5%	100%	
煤粉细度(4900孔/平方公分)%	14—16%	"	12.3—20.1%		
煤灰份	18—20%	每日测定一次	18.06—19.19%	100%	

(四) 水 泥

试制中的400号快硬矽酸盐水泥四千余吨, 均符合暂行技术条件的要求(质量亦符合堵塞水泥的技术条件, 产品是按油井水泥出库的)有关技术指标及实际情况如下:

表 7

出 庫 水 泥 号	数 量 吨	細度4900孔篩篩余 %		SO ₃ 含 量 % (实际情况)
		技 术 指 标	实 际 情 况	
P 33—42	共約四千余吨	5—6	5.1—6.6	2.27—2.53

P 33—42水泥的比面积为3,100—3,700平方公分/克。

六、用堵塞水泥熟料試制的400号快硬矽酸盐水泥

試制400号快硬矽酸盐水泥的熟料，就是江南水泥厂用来生产堵塞水泥的熟料，但在这次熟料生产过程中，采取了在保証堵塞水泥質量的前提下，尽可能稍微提高石灰饱和率，因为这样做，对快硬矽酸盐水泥的强度会起更好的作用。用这种熟料制成的出庫堵塞水泥，也就是我們拟試制的400号快硬矽酸盐水泥，全部出庫堵塞水泥共約四千余吨，試驗結果均能符合前第二节規定的临时技术条件。有关此次試制的熟料及水泥性能叙述如下：

(一) 熟 料

7月23日至28日生产的熟料化学成份及有关的系数与矿物組成見第8表。

(二) 試制的快硬矽酸盐水泥（即出庫的堵塞水泥）

使用上述熟料試制的400号快硬矽酸盐水泥約四千余吨，質量情况見第10表。

所生产的堵塞水泥熟料的化学分析及各系数与矿物组成之计算:

表 8

熟料生 产日期	日/月	时	烧失 (%)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	不溶 质	总和	FCaO	KH	S	M	I	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
				%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	23/7	0-24	1.24	20.68	5.09	6.27	65.41	0.79	0.23	0.29	0.08	0.11	100.19	1.00	0.926	1.82	0.81		61.14	13.2	2.9	19.1
	24/7	0-24	0.92	21.00	4.74	6.52	64.91	0.78	0.24				99.11	1.09	0.911	1.87	0.73		58.5	16.1	1.51	19.82
	25/7	0-24	1.41	20.68	4.99	6.31	65.21	0.94	0.25				99.79	1.30	0.920	1.83	0.79		59.72	14.23	2.52	19.2
	26/7	0-24	1.22	20.91	4.79	6.21	65.37	0.95	0.23	0.32	0.16	0.05	100.21	0.96	0.925	1.90	0.77		61.6	13.5	2.2	18.9
	27/7	0-24	1.20	21.17	5.15	5.68	65.50	0.83	0.18				99.71	1.21	0.905	1.95	0.91		57.52	17.30	4.00	17.3
	28/7	0-24	1.52	20.63	5.33	5.70	65.36	0.92	0.20	0.32	0.15	0.05	100.18	1.13	0.923	1.87	0.94		60.3	13.7	4.5	17.33

註: 熟料烧失量高, 是由于分析的熟料细粉样放置时间较长, 可能有部份风化的原故。

上表熟料的游离石灰KH, SM, IM, C₃S, C₂S, C₃A与C₄AF波动范围简略如下表:

表 9

游离 CaO %	K · H	S · M	I · M	C ₃ S %	C ₂ S %	C ₃ A %	C ₄ AF%
0.96—1.30	0.905—0.926	1.82—1.95	0.77—0.94	57.5—61.6	13.2—17.3	1.5—4.5	17.3—19.8

試制的400号快硬硅酸盐水泥（即出庫的4千余吨堵塞水泥）的化学成份与物理性能

表10

包裝水泥編号	化学分析及各系数与矿物組成之計算										
	燒失量 %	SiO ₂ %	不溶質 %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	SO ₃ %	总和 %	FCaO %	IM
江P33	1.11	20.19	0.17	5.20	5.64	64.08	1.41	2.32	100.12	1.57	0.92
江P34											
江P35											
江P36	1.08	20.12	0.40	5.05	5.57	63.95	1.30	2.37	99.84	1.38	0.91
江P37 (甲)											
江P37 (乙)											
江P38											
江P39	1.17	20.17	0.27	4.98	5.68	63.71	1.02	2.28	99.28	1.50	0.88
江P40											
江P41											
江P42	1.19	20.21	0.10	5.00	5.46	64.36	1.07	2.27	99.66	1.54	0.92
江P43											
江P44											

試制的400号快硬磷酸盐水泥（即出庫的4千余吨堵塞水泥）的化学成份与物理性能

續表10

物 理 性 能 試 驗																									
包 裝 水 泥 編 号		4900孔篩篩余%		凝 結		安定性		1:3 (中国平潭砂) 硬練胶砂試驗公斤/公分 ²																	
								抗 拉 强 度					抗 压 强 度												
平方公 透氣分 比/面积		稠 度%	初凝 时:分	終凝 时:分	煮	蒸	16 小 时	20 小 时	1 天	3 天	7 天	28 天	3 个 月	6 个 月	1 年	16 小 时	20 小 时	1 天	3 天	7 天	28 天	3 个 月	6 个 月	1 年	
江P33	6.6	3,450	23.75	1:36	2:23	及格	及格			21.9	27.7	32.2	35.0							281	486	559	681		
江P34	5.90	3,520	23.75	1:40	2:29	"	"	13.8	16.6	21.7	27.2	29.7	34.3				178	239	264	455	574	690			
江P35	6.2	3,500	23.75	1:45	2:16	"	"			21.2	28.7	30.5	35.2						300	492	594	703			
江P36	5.3	3,680	23.75	1:34	2:31	"	"	17.1	19.5	19.9	25.3	29.5	32.6				216	256	283	485	585	706			
江P37 (甲)	5.1	3,650	24.60	1:34	2:32	"	"			21.1	26.8	29.7	31.9						300	490	563	695			
江P37 (乙)	7.2	3,380	23.75	1:35	2:21	"	"			21.1	25.5	26.7	32.1						287	487	574	691			
江P38	7.0	3,200	23.75	1:35	2:18	"	"			20.5	28.2	29.5	32.3						267	461	548	636			
江P39	6.2	3,580	23.75	1:29	2:23	"	"			22.9	29.1	31.3	34.5	36.1	37.5	37.1			285	497	601	685	740	796	789
江P40	6.1	3,330	2.40	1:53	2:57	"	"			19.8	26.2	27.3	32.8						251	440	552	658			
江P41	5.9	3,450	24.0	2:02	2:59	"	"			21.4	26.0	30.0	31.2						280	476	576	671			
江P42	5.00	3,560	24.0	2:01	2:50	"	"			23.7	29.1	30.1	32.8	35.6	37.0	37.0			295	495	605	694	782	813	832
江P43	5.7	3,180	24.0	2:06	3:03	"	"			20.0	25.7	29.2	31.6						268	467	560	672			
江P44	5.5	3,160	24.0	2:09	3:13	"	"			21.4	27.8	30.0	33.6						263	437	553	640			

由上表知道：

1. 表內各出庫水泥編號的質量，由試驗的結果看來，均能符合第二節400號快硬矽酸鹽水泥臨時技術條件的要求。

2. 江南水泥廠用上述質量的熟料，摻加約45%的石膏（即由石膏換算的 SO_3 約2.0%），磨制水泥時，控制其比面積為3200—3700平方公分／克，細度4,900孔篩篩余為5—6%，能製造出400號快硬矽酸鹽水泥；這一點在生產上是沒有什麼問題的。

3. 表內各水泥編號的1,3,7,28天強度，從研究所試驗結果看來，7天，28天強度增進的情況還是很好的，無任何下降現象，與普通矽酸鹽水泥所表現的情況，基本上是一致的，唯一顯著的不同點，就是此類水泥的1、3天強度比較高。

（三）試制的400號快硬矽酸鹽水泥的細度和強度的關係

用基本上同一成份的熟料在廠內生產水泥的大磨上磨制成不同細度的快硬矽酸鹽水泥，其細度與強度的關係見第11表。

表12所述熟料磨制成比面積為3100—4300平方公分／克的快硬矽酸鹽水泥，其物理性能大約如下：

（1）當水泥比面積在3200—3700平方公分／克之間時，可得400號快硬矽酸鹽水泥。當比面積在3800—4300平方公分／克之間時可得1天抗壓強度為300公斤／平方公分以上，3天抗壓強度為500公斤／平方公分以上的快硬矽酸鹽水泥。這點說明水泥細度在上述範圍內磨得愈細，抗壓強度愈高，抗拉強度情況亦相同。

（2）以上不同比面積的各種水泥的凝結、安定性均符合臨時技術條件要求。

（四）試制的400號快硬矽酸鹽水泥的風化情況

試制的400號快硬矽酸鹽水泥用防潮紙袋（防潮紙一層，包裝紙四層）及廠內用堵塞水泥紙袋（包裝紙五層）分別包裝後，貯放於廠內水泥堆棧，經兩個月風化後的質量變動情況見第13表。

不同細度的快硬矽酸盐水泥使用的熟料的化学成分

表11

熟料 編号	磨制的水泥編号	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	总和	游离 CaO %	KH	S M	I M	C ₃ S %	C ₂ S %	C ₃ A %	C ₄ AF %
江A 23	江B 2、江B 3号	20.82	5.46	6.18	66.01	98.47	1.32	0.919	1.79	0.88	59.9	14.5	4.0	18.8
江A 4	江B 4号	20.98	5.22	6.11	66.23	98.54	1.29	0.922	1.85	0.85	61.1	14.1	3.5	18.6

不同細度的快硬矽酸盐水泥对水泥的物理性能关系

表12

水泥編號		SO ₃ %	透氣 比面積 cm ² /g	凝結		安定性		1:3 中国平潭砂硬練灰砂强度公斤 / 平方公分												
				稠度 %	初凝 时分	终凝 时分	煮 蒸	抗 拉 强 度						抗 压 强 度						
								20 小时		1天	3天	7天	28天	16 小时		20 小时	1天	3天	7天	28天
								16 小时	20 小时	1天	3天	7天	28天	16 小时	20 小时	1天	3天	7天	28天	
江B 2号	2.47	3,730	23.5	1:24	1:58	及格	及格	17.1	19.7	22.2	24.9	26.3	28.1	217	284	313	503	618	715	
江B 3号	2.47	3,170	24.25	1:53	3:02	"	"			16.5	21.2	23.4	26.2			269	478	560	637	
江B 4号	2.89	4,270	24.25	1:43	2:08	"	"	18.3	23.0	23.6	25.2	28.3	31.9	286	345	365	555	622	726	