

武鋼建設小叢書

特种混凝土試驗研究



武汉鋼鐵公司

“技術与管理”編輯委员会編印

前 言

在党的正确领导下，我們在建設武鋼的施工过程中取得了點滴經驗。这些經驗沒有很好地總結，还是很成熟的。为了庆祝一号高炉提前投入生产；为了交流經驗，互相学习。現在我們把它編印成小丛书，作为参考的資料。

由于倉促付印，錯誤之处，敬希指正。

目 录

在混凝土中掺加塑化剂的总结·····	中心試驗室(1)
怎样选择混凝土含砂率·····	中心試驗室(18)
人工級配碎石混凝土的試驗总结·····	中心試驗室(23)
水解性血泡沫剂制造泡沫混凝土的 經驗·····	生产企业公司(34)
用馬鞍山鉄厂高爐矿渣制作耐热混凝土··	中心試驗室(38)
利用鼓架山石英岩粉磨石粉制作耐酸混 凝土、砂浆試驗总结·····	中心試驗室(45)
鋼屑混凝土試驗报告·····	中心試驗室(52)
防水混凝土配合比設計·····	大冶分公司試驗室(57)
用碎石配制防水混凝土試驗总结··	大冶分公司試驗室(70)
加复合附加剂配制防水混凝土的試驗 和施工总结·····	中心試驗室(75)
鋼竹筋混凝土空心板試驗总结之一·····	中心試驗室(84)
鋼竹筋混凝土空心板試驗总结之二·····	中心試驗室(107)

在混凝土中摻加塑化剂的总结

中心試驗室

在砂浆和混凝土中摻加塑化剂可以收到一系列的技术經濟效果，这已为国内外的試驗研究和施工实践所証明。

武鋼公司，从1956年10月份开始了在混凝土中摻加羣浆廢液濃縮物的試驗，并在部分工程的实际施工中采用，在取得了一定的經驗以后，在1957年开始大量推广。

由于这一方法的使用非常简单，而其技术經濟效果又較为显著，因此受到了施工人員的欢迎，单以生产企业公司的商品混凝土来講，自1957年1月至1958年的3月間，即采用了摻塑化剂的混凝土 $51,610.4\text{M}^3$ ，節約水泥1,880.8吨，这种混凝土使用的面也很广，无论是水工构筑物、路面工程、以及地上地下构筑物，不論是夏季或冬季，都大量的采用。

羣浆廢液濃縮物是一种播散剂，一般适用于水泥含量較多的富混凝土中；对于貧混凝土，因其中胶結材料含量不足，塑化效应較低，而混凝土的和易性也較差，在这种情况下，我們在混凝土中同时摻用粉煤灰和塑化剂，經驗証明，当粉煤灰摻量不是很高的情况下，还是可以收到良好的效果的。

对于50—75# 的貧混凝土，我們試驗了在混凝土中摻加ГК剂試驗証明，即使混凝土中的水泥用量低到100—120kg/ M^3 ，混凝土的和易性仍然非常良好，但由于材料供应方面的問題，在实际施工中尚未大量采用。

本文仅拟介绍一下我們的試驗資料和使用情况，关于塑化剂的作用理論及其对于砂浆、混凝土的技术性質的影响，已詳見各种研究資料，除了必要的以外，不拟作更多的敘述。

塑化剂的作用

塑化剂依其本身作用的主要特点，分为1.播散剂；2.加气剂。

葦浆廢液濃縮物是一种播散剂，根据国内的研究，其作用和苏联广泛采用的亚硫酸盐酒精廢液加工制品(C.C.B)相同。

播散剂又叫胶溶剂，当加入砂浆、混凝土混合物中时，其所含亲水性表面活性物質沉澱在水泥顆粒的表面上，形成一层亲水性胶膜，这种薄膜阻碍了水泥粒子的集結，又減少了粒子間的磨擦，并在硬化的初期阻滯水和水泥粒子的作用，这样就造成了砂浆、混凝土混物流动度的增加——塑化效应。

当砂浆和混凝土中掺加播散剂时，由于水泥作用受到阻滯，其初期强度是要降低的，經過一个时期以后，水化作用过程中所产生的新生物質逐漸要膨脹，顆粒表面上的吸附薄膜破坏，而水泥作用的进一步发展就能恢复正常，因此当維持砂浆、混凝土流动度不变而酌減水灰比时，其28天强度一般有所提高。

过量的加入塑化剂，不但使砂浆、混凝土初期結硬的强度降低，并且将使以后的强度降低。

播散剂的塑化效应和許多因素有关。

1.水泥的矿物組成 水泥的矿物組成不同。播散剂的效应亦有差別，根据苏联資料，各种矿物成份的塑化程度，依

下列次序漸減： C_3S 、 C_2S 、 C_4AF 、 C_3A 。塑化劑對於 C_3A 的塑化效應和對其他幾種礦物成份相反，當水泥中 C_3A 含量較多而石膏摻量較少時，塑化劑的摻入，可能起反常的作用，即流動度的降低和凝結時間的提前。

C·B·謝斯托標羅夫根據他的試驗資料，建議將水泥按照摻入C.C.B的強度效應分為三類：

第一類 $C_3A < 6\%$ ； $C_3S > 50\%$ ——強度可提高16—25%；

第二類 $C_3A = 6—10\%$ ； $C_3S > 40\%$ ——強度可提高7—13%；

*第三類 $C_3A > 10\%$ ； $C_3S > 35\%$ ——強度稍有提高。

簡單的根據水泥的礦物成份，來確定播散劑的塑化作用和強度效應還不可能。因此，對於不同的水泥和不同的播散劑，必須進行相應的試驗。

2. 水泥的存放程度 水泥在存放期間，將吸收空氣中的水分而發生不同程度的水化作用，因而顆粒之間發生了某些膠結聯系，這種聯系將不是摻加播散劑所能消解的，因此，播散劑的塑化作用將比一般新鮮水泥為低。

當水泥的存放時間超過二個月時，應重新選定塑化劑的適當摻量。

3. 水泥的細度 水泥的研磨細度，愈細其顆粒間的接觸較為頻繁，顆粒間的分子力的作用也較強，因此對於這種水泥播散劑的塑化效應更為顯著。

4. 水泥用量和水灰比 當水灰比越小時，水泥漿結構愈為完整，因此，對於水灰比較小而水泥用量較多的砂漿、混凝土混合物播散劑的塑化效應更為顯著。

某些資料說明，播散劑的作用和混凝土的流動度有關，

混凝土的流动度較大时，塑化效应較好，这些資料曾經引起一些錯覺，認為在干硬性混凝土中摻加塑化剂的效果將是不好，其实国内外的研究資料說明，干硬性混凝土一般具有較小的水灰比和較多的水泥用量，摻用播散剂是很适宜的。

砂子的細度对塑化作用也具有一定的影响。

在混凝土和砂浆中摻加播散剂，可以提高混凝土和砂浆混合物的流动性，或者在維持流动度相同时降低水灰比，从而提高混凝土的强度和其他的技术性質，当維持流动度和强度不变时，可以节约水泥，并且即使在水灰比不变和水泥用量减少的情况下，混凝土的抗冻性等也有所改善。

Г. К. 制剂是一种加气剂，从1950年开始，我們就曾广泛的利用在泡沫混凝土的制作中。

加气剂的作用和播散剂不同，当加入以后，在混凝土、砂浆攪拌的过程中，圍繞着細集料形成許多穩定的微小的气泡，这些气泡具有很好的潤滑作用，提高了混凝土、砂浆混合物的流动度，这些微小的气泡和水泥料浆一样，填充在集料的空隙中，因此即使水泥的用量較少，混合物的外觀仍很丰腴，和易性良好。

加气剂的加入，对提高混凝土的耐冻性和透水性，以及改进混凝土的其他技术性質，具有显著的作用。

上述两种塑化剂的不同作用，決定他們的使用范围，加气剂应用于水泥料浆不足的貧混凝土和砂浆中；对于已經具有足够水泥料浆的富混凝土和砂浆，應該采用播散剂。

这两种塑化剂可以同时摻用，并且可以得到更好的技术經濟效果。据庫茲明的資料，在砂浆中同时摻加亚硫酸盐酒精廢液0.15%，和松香酸鈉0.02%，可使砂浆的不透水性显著提高。

在混凝土中摻加葦漿廢液濃縮物的試驗結果。

1. 材料的技术条件:

水泥 在試驗中曾采用了華新水泥廠 400[#] 混合矽酸鹽水泥、500[#] 矽酸鹽水泥；大同水泥廠 400[#] 矽酸鹽水泥；501廠 400[#] 矽酸鹽水泥和 400[#] 礦渣矽酸鹽水泥；琉璃河水泥廠 400[#] 礦渣矽酸鹽水泥。

根據水泥廠提供的資料，各種水泥的礦物成份和混合材數量如表一：

表一

水泥名称 标 号	混合材摻加 量 (%)	石膏摻加 量 (%)	細度 (%) (4900孔篩)	熟料礦物成份			
				C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
琉璃河礦渣水泥400 [#]	礦渣： 45.70	3.72	5.6	48.79	26.42	8.87	10.72
華新混合水泥400 [#]	1.高爐粒狀 礦渣:2.04 2.石灰石: 25.2	2.04	6.0	56.21	18.08	11.23	10.44
華新普通水泥500 [#]	1.高爐粒狀 礦渣:2.54 2.石灰石: 7.4	2.04	6.0	56.21	18.08	11.23	10.44
大同礦渣水泥400 [#]	礦渣: 14	3.5	5.5	51.81	23.72	6.34	13.28
501廠普通水泥400 [#]	15	4.0~4.5					

由於在實際的施工中採用華新水泥廠 400[#] 混合矽酸鹽較多，下面的一些資料，除特別說明的以外，均指 400[#] 混合水泥。

河砂 廣水產；容重1450kg/M³；平均粒徑0.46公厘。

碎石 石英沉積岩破碎而成，其規格有0.5—1.5公分；1.5—2.公分；及2—4公分等數種。

塑化劑 在試驗及實際施工中，採用了營口造紙廠和錦州造紙廠的葦漿廢液濃縮物，根據歷次的試驗結果，符合技術

规范的要求。(见表二)

表二

品 名	产 地	比 重	有效物質(%)	含糖量(%)
葦 漿 廢 液	营 口	1.28—1.294	46.7—57.5	1.97—4.69
濃 縮 物	錦 州	1.27—1.29	50.93—54.94	3.93—5.33

3. 塑化剂对混凝土的用水量和流动度的影响。

当維持混凝土的坍落度不变时，在一定的範圍內，每增加0.1%的塑化剂，可降低混凝土的用水量8—12kg/M³。

在掺加塑化剂以后，混凝土的容重略有降低，这是由于塑化剂溶液在攪拌过程中，也产生了一些微量的小气泡，这种微小气泡的形成，对于混凝土的技术性能的改善是有益的。

掺加塑化剂后混凝土容重的降低見表三图一

表三

水 (Kg/M ³)	水 泥 (Kg/M ³)	塑化剂掺量 (%)	坍 度 (CM)	混凝土容重 Kg/M ³
180	277	0	2.0	2380
170	277	0.1	2.5	2370
160	277	0.2	2.5	2360
185	200	0	2.0	2350
161	200	0.2	2.0	2330

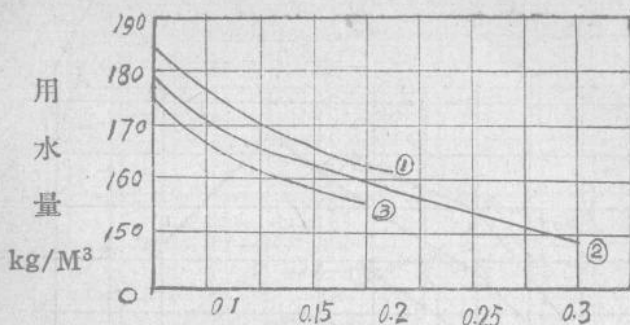
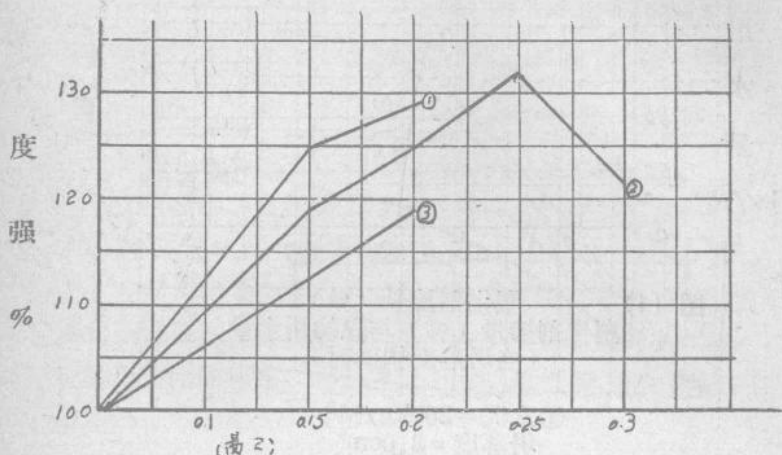


图 (1) 塑化剂掺量 (%)
塑化剂掺量 (%) 与砼的用水量
(当坍落度相同时)

- ①水泥 = 200kg/M³
坍落度 = 3.0cm
- ②水泥 = 250kg/M³
坍落度 = 3.5cm
- ③水泥 = 300kg/M³
坍落度 = 3.5cm

3. 塑化剂对强度的影响 对于华新水泥厂 400 号混合砂酸盐水泥, 当保持水泥用量和混凝土的坍落度不变时, 掺加适量的塑化剂 (0.2—0.25%) 并且相应的减小水灰比, 可提高混凝土的强度 20—30%, 因此在保持混凝土的流动性和强度时, 可以减少水泥用量约 10%。见图二



塑化剂掺量 (%)

塑化剂掺量与混凝土强度的影响

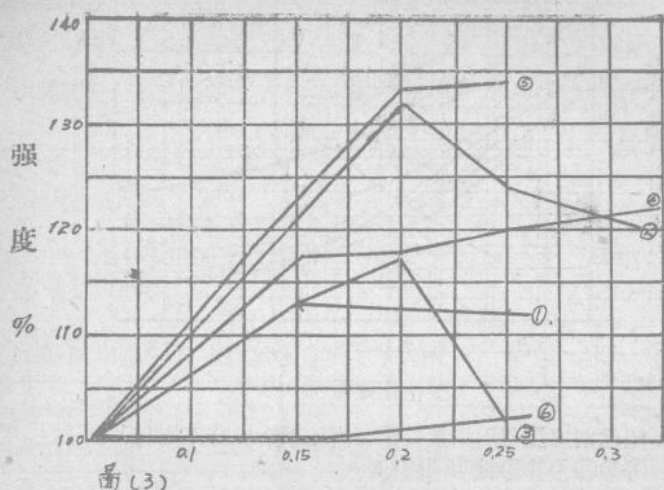
(水泥用量与坍落度不变时)

①水泥=200kg/M³

②水泥=250kg/M³

③水泥=300kg/M³

4. 对各种不同水泥的塑化效应和强度效应 除了华新400号混合矽酸盐水泥以外, 还进行过其他水泥的试验, 不过这些试验次数进行得较少, 试验结果见图三。



塑化剂掺量 (%)

塑化剂掺量对各种水泥混凝土强度的影响

(当水泥用量与坍落度不变)

- ①大同水泥厂500#矽酸盐水泥 水泥=225kg/M³ 坍落度2.5Cm
- ②大同水泥厂500#矽酸盐水泥 水泥=275kg/M³ 坍落度2.5Cm
- ③华新厂500#矽酸盐水泥 水泥=225kg/M³ 坍落度2.5Cm
- ④华新厂500#矽酸盐水泥 水泥=275kg/M³ 坍落度3.0Cm
- ⑤501厂400#矽酸盐水泥 水泥=225kg/M³ 坍落度1.0Cm
- ⑥琉璃河400#矽酸盐水泥 水泥=239kg/M³ 坍落度2.5Cm

从已有的资料来看,塑化剂对大多的矽酸盐水泥均为有效,其最佳的含量为0.20—0.25%,对于琉璃河水泥厂的矿渣矽酸盐水泥,虽然具有一定的塑化效应,但对混凝土的强度增长甚微。

塑化剂对于上述各种水泥均具有塑化效应,但达0.25%以后再增加掺量,塑化效应就不很显著。见图四

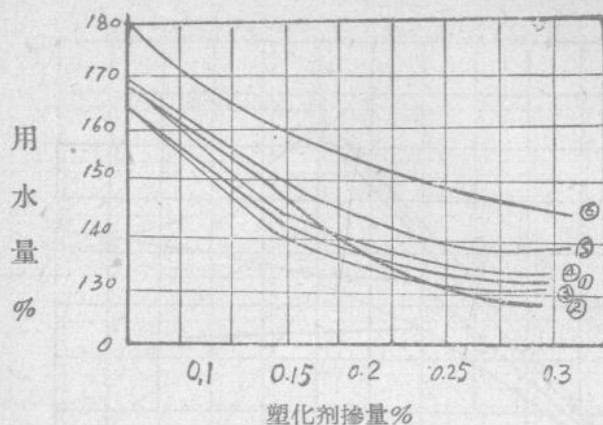


图4 塑化剂掺量与用水量关系(当流动度保持不变时)
①②③④⑤⑥说明同图(3)

5. 在混凝土中同时掺加粉煤灰和塑化剂的结果: 见表四
(表四)

試驗 編號	含砂 率%	水灰比	用水量 (kg/M ³)	粉煤 灰掺 量%	塑化剂 掺量 (%)	坍落度	抗压强度 (Kg/M ²)		备 注
							R7	R28	
903	38	0.75	200	25	0	1.2	76	116	碎石粒徑 1.5~2.5cm
904	38	0.75	200	25	0	1.5	74	114	”
905	38	0.694	185	25	0.15	1.5	83	137	”
906	38	0.687	183	25	0.20	1.5	91	136	”
907	38	0.675	180	25	0.25	1.3	92	146	”

从上面的試驗資料可以看出, 在混凝土中同时掺加粉煤灰和塑化剂, 仍然可以收到良好的效果, 但掺量超过0.15%以后, 無論是塑化效应和强度均无显著的效果, 塑化剂的适当掺量, 显然和粉煤灰的掺量有关。

6. 塑化剂混凝土的强度增长率 掺加塑化剂以后, 硬化

初期的水化作用将受到阻滞，因此其初期强度应较低，但从七天强度来看掺加适量的塑化剂以后，其增长的比率和没有掺加塑化剂的比较，基本上是一致的。試驗資料見表五

(表五)

水泥品种名称	水泥用量 (Kg/M ³)	塑 化 剂 掺 量 (%)					
		0	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3
华新400#混合 矽酸盐水泥	200	64.5	63.5	67	66	—	—
	250	64	69	66.5	64.5	—	—
	300	70	67	77	70	—	—
华新500#矽酸 盐水泥	225	68	—	59	67	68	71
	275	64	—	62	72	71	68
501厂400#矽 酸盐水泥	225	60.5	—	61.5	58.5	57.5	—
琉璃河400#矿 渣矽酸盐水泥	239	56	—	55	56	52	—
大同500#矽酸 盐水泥	225	61.5	—	54.5	58.5	66	—
	275	55	—	61.5	61	58.5	—

混凝土的后期强度，没有做很多的試驗，对华新400号混合矽酸盐水泥的試驗結果說明，当塑化剂的掺量适当时，混凝土的90天强度比較和没有掺加塑化剂时一样。

掺加塑化剂后混凝土的90天强度比值(%) (以R28为100%)。試驗資料見表六

(表六)

水泥品种标号	水 泥 (Kg/M ³)	塑 化 剂 掺 量 (%)					
		0	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
华新400#混合 水泥	200	1.26	1.14	1.25	1.26	—	—
	300	1.14	1.10	1.12	1.17	—	—

7. 塑化剂混凝土在低温下的强度增长情况。

武汉地区冬天的气温并不很低，所以没有进行很多的试验，在1958年1月曾进行这样的试验。把掺加塑化剂和不掺加塑化剂的混凝土试件，同时置于外气温下进行养护，并在七天期龄进行试验，结果说明，未掺加塑化剂7天强度为28天强度的62%，而掺加0.15—0.2%的塑化剂的混凝土，7天强度为28天强度的53—60%。（7天试件在外气温下养护，28天试件在标准条件下养护），如果保持水泥用量和坍落度不变，在掺加塑化剂以后，7天强度将比没有掺加塑化剂的试件（同在外气温条件下养护）提高强度11—12%。

8. 掺加塑化剂后的混凝土的蒸气养护某些资料说明，对于蒸气养护的混凝土，掺加塑化剂后的强度更为显著。

我们曾进行了对比试验，结果不很稳定，实际生产过程中也发生同样的情况，可能与成型后在进入蒸气养护的停留时间以及蒸气室的湿热条件有关，这个问题尚须进一步的试验。见表七

掺加和不掺加塑化剂混凝土的蒸气养护的强度效应

表七

試驗 編号	水灰比	含砂率 (%)	水用量 Kg/M ³	水泥用量 Kg/M ³	塑化剂 (%)	坍落度 (Ca)	蒸后强度 Kg/CM ²	蒸后27天 强度 Kg/CM ²	标准試件 强度 Kg/CM ²	备 注
588	0.56	44	205	367	0	3.5	200.6	253.3	244	成型后11时进行蒸 气养护
589	0.494	"	181	"	0.2	3.0	263.5	295.8	280.5	" 7时进行蒸 气养护
629	0.545	"	200	"	0	1.5	218.2	246	290	" 6时进行蒸 气养护
630	0.48	"	178	"	0.2	1.5	225.9	259	307	"
649	0.545	"	200	"	0	1.5	199.8	228	261	"
650	0.48	"	178	"	0.2	1.5	193.8	251	242	"

9. 塑化剂对混凝土抗渗性的影响, 塑化剂可以改善混凝土的不透水性, 主要是由于水灰比的降低, 在水灰比的相同而水泥用量酌量減小的情况下, 由于掺加塑化剂以后, 水泥粒子的沉降較为緩慢, 水泥石内部結構較为緻密, 因此对混凝土的抗渗性也有一定改善, 試驗結果也說明了这个問題。

見表八

表八

試驗 編號	水灰比	含砂率 (%)	用水量 (Kg/M ³)	水泥用量 (Kg/M ³)	塑化剂 (%)	抗渗 标号	備 注
492	0.6	35	195	325	—	B8	使用錦西400 [#] 火山灰水泥
472	0.6	35	185	308	0.15	B10	

在混凝土中掺加Γ·K剂的試驗

Γ·K制剂, 是将新鮮动物血經水解、中和并加入硫酸亞鉄溶液制成的一种泡沫剂, 硫酸亞鉄的加入, 可提高其表面活性和泡沫的稳定性。

1956年开始, 生产企业公司就用它代替松香泡沫剂来制作泡沫混凝土, 經驗証明, 这种泡沫剂比松香泡沫剂具有更好的性能——生成的气泡小而稳定性較好。

工程上有許多标号为35—75号的貧混凝土, 这种混凝土如果按强度計算, 100—150kg/M³的水泥就可滿足要求, 但是这样少的胶結材拌制的混凝土混合物, 显然是不易澆灌的, 工地上一一般采用混合材以提高混凝土的和易性, 或者在不得已的情况下, 只得增加水泥, 現場里虽然并不缺乏廉价的混合材料——如粉煤灰, 但是掺加粉煤灰毕竟是比較費事, 而且多少是要增加一些工程成本的。

加气剂适用于胶結材料不足的貧混凝土中掺加Γ·K制剂的試驗。