

用低标号水泥 制高强度混凝土的研究

成都工学院土木系建筑材料教研组著

高等教育出版社

本书系成都工学院土木系建筑材料教研組根据所作的用低标号水泥制备高强度混凝土的多次試驗而写成的經驗总结。



书中用大量試驗証明,在一般設備条件下,用低标号水泥,采用人工选配骨料及二次振捣的方法,制备高强度混凝土;是完全可行的,并可推广于預应力鋼筋混凝土中。这一研究对于节约水泥和降低制备高强度混凝土的成本有很大的实用价值。

此外,书中还具体地介绍了混凝土的制备方法。

本书可供高等学校土木系高年級学生、科学研究和工程技术人員参考。

用低标号水泥 制高强度混凝土的研究

成都工学院土木系建筑材料教研組著

高等教育出版社出版 北京宣武門内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第054号)

京华印书局印刷 新华书店发行

統一书号 15010·702 开本 787×1092 $1/32$ 印张 $9/16$

字数 9,000 印数 0001—2,500 定价 (8) 角 0.07

1959年5月第1版 1959年5月北京第1次印刷

引 言

高强度混凝土是生产預应力鋼筋混凝土、高級路面以及某些特殊建筑物所必需的建筑材料。

为了制得高强度混凝土，通常都使用特种的或高标号（500号以上）的水泥，并用特殊的設備与施工方法。这些条件，在我国目前的生产情况下，是难于滿足的，同时，也是不經濟的。因此，影响了高强度混凝土的普遍使用与推广。

在多、快、好、省的原則指导下，我們研究高强度混凝土的对象是：用低标号的水泥，普通的設備——100公升的截錐式拌和机与实验室用的振动台，在干硬性混凝土中掺入适量有利于水泥凝結或結晶的物质，以人工級配粗骨料（河卵石）同时采用二次振搗的方法来制备高强度混凝土。

我們进行此項工作是在教学外的時間进行的，从砂浆到混凝土，从个别因素的決定到最后的綜合实验，先后延續了13个月的时间，通过218批654組試驗，最后在58年8月用200—250号的水泥，在一般的設備条件与施工方法下，制成了500号以上的混凝土。

一、使用材料

1. 水泥：重庆水泥厂过期400号矿渣水泥（2月5日或3

月28日出厂,7月中使用),实测强度见表二。

2. 細骨料: 德阳黃許鎮粗砂比重2.7, 容重1.49公斤/公升, 空隙率44.8%, 平均粒徑0.43公厘, 含泥量2.65%, 有机质含量(比色法)合格。

3. 粗骨料: 成都与德阳河卵石, 前者多为火成岩, 絕大多數的粒徑大于20公厘, 后者有較多的沉积岩, 粒徑多在20公厘以下。

将两种粗骨料按5公厘为一級分級后, 用人工級配配制而成, 配制后粗骨料的一般物性见表一。

4. 其他: 自来水, 工业用氯化鈣, 建筑石膏粉, 比重为1.38的水玻璃。

表一 人工級配粗骨料的一般物性

編 号	級 配 配 合 比							比 重	容 重	空 隙 率	参考曲綫
	35/40	30/35	25/30	20/25	15/20	10/15	5/10				
K ₁	1	1	1	1	1	1	0.6	2.6	1.72	0.338	富勒氏
K ₂	1				0.5		0.15	2.6	1.78	0.315	富勒氏
K ₃				1	1.167	1.167	0.833	2.6	1.67	0.358	富勒氏
K ₄				1			0.25	2.6	1.73	0.335	富勒氏
K ₅	1	0.967	0.967	1.067	1.67	1.67	1.868	2.6	1.75	0.327	葦毛氏, 泰波氏
K ₆	1				0.667		0.467	2.6	1.79	0.311	葦毛氏, 泰波氏
K ₇				1	1	1	1.75	2.6	1.67	0.358	葦毛氏, 泰波氏
K ₈				1			0.583	2.6	1.73	0.335	葦毛氏, 泰波氏
K ₉	1	2.1	1.725	1.95	2.175	2.58	3.375	2.6	1.74	0.33	理想級配公式 A=8
K ₁₀	1				0.704		0.5	2.6	1.79	0.311	理想級配公式 A=8

K ₁₁				1	1.144	1.34	1.753	2.6	1.68	0.354	理想級配公式 A=8
K ₁₂				1			0.503	2.6	1.73	0.335	理想級配公式 A=8
K ₁₃	1	1.07	1.19	1.293	1.466	1.74	1.672	2.6	1.74	0.33	理想級配公式 A=10
K ₁₄	1				0.705		0.368	2.6	1.78	0.305	理想級配公式 A=10
K ₁₅				1	1.084	1.348	1.760	2.6	1.68	0.354	理想級配公式 A=10
K ₁₆				1			0.512	2.6	1.69	0.350	理想級配公式 A=10
K ₁₇	1	0.875	0.875	1	1.25	1.25	2	2.6	1.75	0.327	砂石混合級配 曲綫
K ₁₈	1				0.667		0.533	2.6	1.80	0.308	砂石混合級配 曲綫
K ₁₉				1	1	1.083	1.75	2.6	1.66	0.362	砂石混合級配 曲綫
K ₂₀				1			0.568	2.6	1.73	0.362	砂石混合級配 曲綫
K ₂₁	1						0.429	2.6	1.812	0.303	其他
K ₂₂				1			0.429	2.6	1.73	0.335	其他
K ₂₃		1					0.50	2.6	1.76	0.32	其他
K ₂₄	1						0.5	2.6	1.842	0.291	根据粗粒料空 隙大小选料 填充
K ₂₅		1					0.5	2.6	1.83	0.297	根据粗粒料空 隙大小选料 填充

二、实测結果与資料分析

如上述方法,在采用空隙率較小、細粒粗骨料較少的优良級配下,用延长拌和时间(先后共 10 分钟)的方法以消除截錐式拌和机不易拌匀干硬性混凝土混合料的缺点,这样得資料如表二所載。

表二 实 驗 結 果

序 号	組 骨 料 品 种 編 号 最 大 粒 徑	掺 料 与 掺 量	每 M ³ 混 凝 土 中 水 灰 比 用 泥 量 (公 斤)	配 合 比	矿 渣 水 泥 实 測 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)		混 凝 土 抗 压 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)		28 天 抗 拉 强 度 公 分	28 天 抗 拉 强 度 公 分	28 天 抗 拉 强 度 公 分	彈 性 模 数	備 注
					7 天	28 天	3 天	7 天	28 天	28 天	28 天		
綜 1	卵石 K ₂ HK < 40	无	0.3	440	1:0.583:3.70	220.7262.	320.8382.0	510.5	1.757	17.2	97.3	566, 200	
綜 2	卵石 K ₂ HK < 40	氯化鈣 2% 石 膏 3%	0.3	440	1:0.583:3.70	220.7262.	334.8427.0	571.0	1.962	19.5	120.2	566, 200	
綜 3	卵石 K ₂ HK < 40	氯化鈣 2% 石 膏 3%	0.3	440	1:0.583:3.70	220.7262.	330.0446.0	568.5	1.950	20.3	99.0	283, 100	彈性模数試块 受拉面不平, 四 周有麻面
綜 4	卵石 K ₂ HK < 40	氯化鈣 2% 晶 胚 2%	0.3	440	1:0.583:3.70	220.7262.	375.7489.3	601.3	2.065	20.3	120.2	566, 200	
綜 5	卵石 K ₂ HK < 40	水玻璃 1% 氯化鈣 3%	0.3	440	1:0.583:3.70	220.7262.	338.1440.0	541.0	2.072	18.5	101.1	566, 200	
綜 6	卵石 K ₁₀ HK < 40	无	0.3	440	1:0.677:3.615	153.3232.7	292.0328.6	509.0	1.966	19.25	—	—	
綜 7	卵石 K ₁₀ HK < 40	氯化鈣 2% 石 膏 2%	0.3	440	1:0.677:3.615	153.3232.7	262.8296.0	457.5	2.312	19.1	—	666, 200	
綜 8	卵石 K ₁₀ HK < 40	氯化鈣 2% 石 膏 2%	0.3	440	1:0.677:3.615	153.3232.7	342.8370.0	538.0	2.226	20.5	—	566, 200	

續表 2

序号	粗骨料 品种編号 最大粒徑	掺料 与 掺量	每M ³ 混凝土中 灰泥量(公 斤)	配合比	矿渣水泥 实測强度 (公斤/平方公分)			混凝土抗压强度 (公斤/平方公分)		28天 抗压强度 $\sigma_{水混}$ 公斤/平方公分	28天 抗拉强度 公斤/平方公分	28天 弹性模数 公斤/平方公分	备 注
					7天	28天	28天	3天	7天				
綜 9	卵石 K ₁₀ HK < 40	氯化鈣 2% 石膏 3% 石	0.3 440	1:0.677:3.615	153.3	232.7	336.2	379.8	557.3	2.154	24.0	566, 200	
綜 10	卵石 K ₁₀ HK < 40	氯化鈣 2% 晶 胚 2% 品	0.3 440	1:0.677:3.615	153.3	232.7	391.5	397.7	7570.0	2.205	21.0	283, 100	彈性模数 試块 受方面不平, 四 周有蜂窝麻面
綜 11	卵石 K ₁₀ HK < 40	水玻璃 2% 氯化鈣 3% 石	0.3 440	1:0.677:3.615	153.3	232.7	350.5	394.5	5549.7	2.120	18.2	1, 887, 300	
綜 12	卵石 K ₁₈ HK < 40	无	0.3 440	1:0.653:3.64	192.0	255.0	295.5	359.3	514.5	1.814	20.0	566, 200	
綜 13	卵石 K ₁₈ HK < 40	氯化化 2% 石	0.3 440	1:0.653:3.64	192.0	255.0	379.0	433.7	608.0	2.145	21.3	566, 200	
綜 14	卵石 K ₁₈ HK < 40	氯化鈣 2% 石膏 3% 石	0.3 440	1:0.653:3.64	192.0	265.0	325.1	371.1	563.8	1.99	18.7	566, 200	
綜 15	卵石 K ₁₈ HK < 40	氯化鈣 2% 石膏 2% 石	0.3 440	1:0.653:3.64	192.0	265.0	382.0	450.5	589.7	2.08	23.0	566, 200	
綜 16	卵石 K ₁₈ HK < 40	氯化鈣 2% 晶 胚 2% 品	0.3 440	1:0.653:3.64	192.0	265.0	379.2	447.0	543.7	1.917	17.8	566, 200	

續表 2

序 号	粗 骨 料 品 种 編 号 最 大 粒 徑	掺 料 与 掺 量	水 灰 比	每 M ³ 混 凝 土 的 用 量 (公 斤)	配 合 比	矿渣水泥 或 測 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)				混 凝 土 抗 压 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)			28 天 抗 拉 强 度 σ _拉 / 公 斤 / 公 分	28 天 握 裹 应 力 σ _握 / 公 斤 / 公 分	弹 性 模 数	备 注
						7 天	28 天	7 天	28 天	3 天	7 天	28 天				
綜 17	卵石 K ₄ HK < 25	无	0.3	440	1:0.714:3.575	216.7	262	252.9	393.5	459.0	1.56	18.25	—	—	283, 100	彈性模数受 面不平
綜 18	卵石 K ₄ HK < 25	氯化鈣 2% 石 膏 2%	0.3	440	1:0.714:3.575	216.7	265	410.5	432.7	527.0	1.79	20.8	—	—	—	
綜 19	卵石 K ₄ HK < 25	氯化鈣 2% 石 膏 2%	0.3	440	1:0.714:3.575	216.7	265	346.8	437.7	522.0	1.774	20.5	135.0	—	—	
綜 20	卵石 K ₄ HK < 25	氯化鈣 2% 石 膏 3%	0.3	440	1:0.714:3.375	216.7	265	—	417.0	566.5	1.924	19.3	99.1	—	—	
綜 21	卵石 K ₄ HK < 25	氯化鈣 2% 晶 胚 2%	0.3	440	1:0.714:3.375	216.7	265	309.3	394.0	502.0	1.703	18.3	—	—	—	
綜 22		水玻璃 1% 氯化鈣 3%	0.3	440	1:0.714:3.375	216.7	265	349.0	434.3	582.0	1.978	20.0	109.8	—	566, 200	
綜 23	卵石 + 碎石 K ₁₂ HK < 25	无	0.3	440	1:0.825:3.47	194.8	247	343.3	431.7	504.0	1.836	—	85.0	—	283, 400	碎石仅用于 20~25 一級骨 料中, 与卵石各 占該紋量的 1/2
綜 24	卵石 + 碎石 K ₁₂ HK < 25	氯化鈣 2%	0.3	440	1:0.825:3.47	194.8	247	377.2	541.0	633.0	2.306	23.5	124.0	—	2, 831, 000	碎石仅用于 20~25 一級骨 料中, 与卵石各 占該紋量的 1/2

續表 2

序 号	粗 骨 料 品 种 编 号 最 大 粒 徑	掺 料 与 掺 量	水 灰 比	每 混 凝 土 中 用 水 泥 量 (公 斤)	配 合 比	石 渣 水 泥 实 测 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)			混 凝 土 抗 压 强 度 (公 斤 / 平 方 公 分)		28 天 $\sigma_{混}$ $\sigma_{水 泥}$	28 天 抗 拉 强 度 公 斤 / 平 方 公 分	28 天 握 裹 力 公 斤 / 平 方 公 分	弹 性 模 数	备 注
						7 天	28 天		3 天	7 天					
綜 25	卵石 + 碎石 K ₁₂ HK < 25	氯化鈣 2% 石 膏 2%	0.3	440	1:0.825:3.47	194.8	247		372.8 335.2	529.2 476.0	2.158	—	—	—	碎石仅用于 20~25 一級骨 料中,与卵石各 占該級量的 1/2
綜 26	卵石 + 碎石 K ₁₂ HK < 25	氯化鈣 2% 石 膏 3%	0.3	440	1:0.825:3.47	194.8	247		400.3 360.0	515.0 463.0	2.304	19.0 31.5	113.4 95.0	—	碎石仅用于 20~25 一級骨 料中,与卵石各 占該級量的 1/2
綜 27	卵石 + 碎石 K ₁₂ HK < 25	氯化鈣 2% 晶 胆 2%	0.3	440	1:0.825:3.47	194.8	247		379.0 340.8	529.0 476.0	2.186	—	145.2 95.0	566, 200	碎石仅用于 20~25 一級骨 料中,与卵石各 占該級量的 1/2
綜 28	卵石 + 碎石 K ₁₂ HK < 25	水玻璃 1% 氯化鈣 3%	0.3	440	1:0.825:3.47	194.8	247		360.0 344.0	482.2 434.0	2.148	—	92.9 95.0	1, 132, 400	碎石仅用于 20~25 一級骨 料中,与卵石各 占該級量的 1/2

說明: 1. 表中抗压、抗拉强度与握裹应力各栏中,其分子表示实测平均强度,分母表示换算标准试件的立方强度或該标号混凝土按計算应有的抗拉强度与握裹应力。

2. 抗压試驗是以 15×15×15 公分的試块在 300 吨压力机上測定的; 抗拉試驗是以受拉断面为 20 平方公分的 8 字試块在 40 吨万能試驗机的最小度盘上測定的; 弹性模数是以 $\phi 15$ 公分、高 30 公分的圓柱体在 50 吨压力机上測定的結果, 工作长度为中間的 15 公分。

3. 28 天 $\sigma_{混}/\sigma_{水 泥}$ 項中的数值是按标准試块的强度平均値計算的結果。

4. 試件在平均温度为 25°C (上下相差不超过 2°C), 湿度为 97% 以上的条件下养护至試驗日期。

从表二資料看来,用低标号水泥在普通設備条件下,制作高强度混凝土是完全可能的。

在我們制作混凝土的过程中,干硬性混凝土,掺促凝剂,延长拌和时间,二次振捣与改善骨料級配等方法,都有可能使混凝土强度在水泥原有强度的基础上得到提高,这是众所周知的事实。是甚么因素在这里使混凝土按标准試块($20 \times 20 \times 20$ 公分)的强度計能普遍地增长为水泥强度的两倍呢?我們把所得資料与这以前所发表,为我們认为較好的資料如“同济学报 58 年三卷五期”“經驗报导 56 年 12 月 14 期”及苏联混凝土与鋼筋混凝土(杂志)58 年第 8 期”的最佳結果进行比較,发现在其他条件約略相同,即使某些混凝土曾采用了上下振动或振压等施工方法,或专门用了坚硬的火成岩碎石作粗骨料,但就标准試块强度計,强度增长仍居于水泥强度的 1.4—1.6 倍之間;其中显著的差別是我們采用了人工級配粗骨料的办法。因此,我們初步肯定了改善級配是保証混凝土强度有較高增长率的主要原因。再从資料中各編号混凝土的彈性模数来分析,几乎所有混凝土(除試件本身的缺陷者外)的彈性模数都大大的超过了該标号混凝土的計算数值,因此又加深了我們对級配的信念,认为之所以有这样的結果,只有粗骨料与粗骨料直接傳布力的作用时才有这样的效果。我們也曾經怀疑是否是由于延长拌和时间,使水泥具有新的活性而产生的結果,这一怀疑,就混凝土的抗拉强度分析,实測結果永远低于該标号混凝土应有的抗拉数值,且仍居于 250 号水泥应有的抗拉强度范围(事实上在过去使用重庆厂水泥的經驗中,抗拉强度常較該标号水泥应有值为高)。因此,抗拉

强度的实测值，又充实了我们所认为的、级配促进了混凝土的强度增长的理由。再结合综合制备前决定个别因素的資料，如表三、表四所载，从表三可看出在砂浆中不同级配的砂子在水灰比为 0.35 时其强度可相差 40% 以上，0.3 的水灰比一般也相差 15% 左右，级配好的，强度也较高。

从表四不同级配对混凝土强度的影响中，首先，我们得到这样一个概念，虽然是已经人工级配的粗骨料，其强度仍随级配的好坏而变化。级配较好（空隙率较小）的 K_2 、 K_{10} 、 K_{18} 与级配较差（空隙率较大）的 K_{13} 、 K_{17} 比较，前者偏高一些。就总的来看，仅由于改变级配采用干硬性混凝土的结果，其强度也普遍为同期龄水泥强度的 1.5 倍左右，这又超出了干硬性混凝土的设计指标，应当说，这也是级配的影响。这里发现另外一个现象，即空隙率最小的级配 K_{21} 与 K_{25} ，它们做成的混凝土，强度又相对的有所降低；结合着制造过程中的现象，细粒的粗骨料与砂浆在拌和时结成球状，我们认为，这是不能保证混凝土应有的均匀性产生的后果。当然，这是粗骨料中颗粒粒径相差较为悬殊而产生的现象，因此，要按理想的、在粒径约略相同（相差在 5 公厘以内）的粗骨料中，填以其空隙所允许加入的颗粒，虽然，可能把空隙率变得较小，但所制成的混凝土，由于不能保证质量的均匀性及这种骨架的排列形式（层状、条状），必然减小了骨料间的相互束缚力而产生的滑动现象，而引起强度的降低。

在这里，我们还要指出：以粗骨料直接传递力的作用而提高混凝土的强度下，卵石与碎石因被粘结能力的不同而产生的影响，不是主要的因素，更多的决定于骨料本身的抗压能

表三 不同級配对砂浆强度的影响

品 种	水 泥	水 灰 比	砂 浆 配 合 比	砂 种	强 度 (%)		
					3 天	7 天	28 天
重 庆 厂 川牌矿渣水泥	400	0.8	1:3	标 准 砂	100	100	100
				五凤溪粗砂	113.2	131.5	127.7
		0.35	1:3	标 准 砂	100	100	100
				五凤溪粗砂	140.0	149.0	140.5
乐 山 厂 山牌混合水泥	400	0.3	1:3	标 准 砂	100	100	100
				五凤溪粗砂	115.2	109.4	116.2
		0.35	1:3	标 准 砂	100	100	100
				五凤溪粗砂	148.7	133.0	142.0

附：砂质比較表：

品 質 標 准	容 重 公斤/公升	空 隙 率 %	含 泥 量 %	燒 失 量 %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	SO ₃ %	細 度	備 注
砂 名										
五凤溪粗砂	2.68	1.492	0.443	2.55	5.28	60.31	18.46	0.04	平均粒徑=0.485 細度模量=2.99	合于篩分曲綫要求
平潭标准砂	2.64	1.435	0.456	0.03	0.10	98.32	—	—	0.85公厘篩余=0.6% 0.5公厘通过46%	不合篩分曲綫要求

表四 不同級配對混凝土強度的影響

級配 編號	每公尺 ³ 混凝土材料用量 用量與配合比			強 度 (公斤/平方公分)			附 注
	水 (公斤)	水泥 (公斤)	配 合 比	3 天	7 天	28 天	
K ₂	130	433	1:0.941:3.485	310	355	443	
K ₁₀	130	433	1:0.905:3.25	255	327	443	
K ₁₈	130	433	1:0.616:3.78	288	358.5	462	
K ₁₃	130	433	1:0.78:3.65	288	334	413	
K ₁₇	130	433	1:0.885:3.53	262	347	416	部分細粒的粗骨料 與砂漿結成球狀
K ₂₁	130	433	1:0.623:3.76	244	287	416	
K ₂₃	130	433	1:0.59:3.80	257	322	438	
K ₂₅	130	433	1:0.50:3.88	186	271	357	細粒粗骨料與砂漿 結成球狀
K ₄	130	433	1:0.941:3.48	243	305	390	
說明	1. 水泥實測抗壓強度為 296 公斤/平方公分； 2. 粗骨料為河卵石 3. 拌和 5 分鐘後一次振搗； 4. 養護溫度為 18°C，濕度 97%。						

力，這是結合試件的破壞現象很易明確的，它們不分卵石與碎石，多從石粒本身破壞。又如表四，K₄所製成的混凝土，其強度偏低的原因，一方面是由于粗骨料較為細小（最大粒徑小於 25 公厘），水泥漿的分布面較大。在水泥標號不高的情況下產生的影響，但更多的是由于 K₄中含有較多的沉積岩卵石而產生的後果。結合着表二“綜 17”至“綜 22”與“綜 23”至“綜 28”比較，後者雖按該級配用了較前者多 2/15 的細粒細骨料，但由于在粗粒粗骨料中，摻用了一半由火成岩卵石錘成的碎石（相當於總量的 1/3），因此，使強度有較為突出的增長（由

1.7—1.98 倍增至 2.15—2.3 倍，标准試块强度由 451—524 公斤/平方公分增为 530—570 公斤/平方公分)，这一增长值，應該是被粘結力的强弱与骨料本身质量得到改善的結果。

用低标号水泥制成高强度混凝土的另一原因，我們認為也与二次振搗有一定的关系，特別是我們用矿渣水泥作胶結材料的情况下，二次振搗对密实度的提高将更有效。就我們事前进行的一些单項对比实验說明：工作度为 90—120 秒的矿渣水泥混凝土，經二次振搗后，强度的提高，决定于第二次振搗距加水时间的远近，太早或过晚都将影响强度的增长值，最佳的效果是相距 70—90 分内进行，这样，强度可較振搗一次者提高 10% 以上。

二次振搗可以提高混凝土的强度，是早已肯定的事实。而若干年来，在鋼筋混凝土工程中，不被人們使用的原因，是被認為它將使鋼筋与混凝土間产生水薄膜間层而降低混凝土与鋼筋的握裹力，从而影响鋼筋混凝土的整体作用。当塑性混凝土已經进入干硬性混凝土后，这一关系是否依然存在呢？首先，我們認為預应力混凝土可以不考慮这一因素而引起握裹力的降低。因为在預应力混凝土中，鋼筋都必須进行錨定，錨定的結果可以补偿握裹力的减小，因此，二次振搗是可以运用于預应混凝土中去的一种有效振搗方法。致于干硬性(工作度 90—120 秒)的普通鋼筋混凝土中，二次振搗对握裹力的影响、通过实验証明，資料如表二所載，握裹力不仅沒有降低，反而皆有增加，因此說，干硬性的鋼筋混凝土(工作度 90—120 秒)用二次振搗亦仍是有效的振搗方法。

三、結語

在一般的設備条件与施工方法下,用低标号水泥,通过改善粗骨料級配与二次振搗制得高强度混凝土的过程中,我們有下列几点体会:

1. 水泥用量不宜过多,过多,将因水泥石的强度不足而产生混凝土强度的相应降低。

2. 好的骨料級配必須具有小的空隙率而又保証混凝土質量的均匀性。在最大粒徑小于 40 公厘的粗骨料中,按 5 公厘分級,可如“表一”用中断的三級級配配成,当最大粒徑在 25 公厘以下者,可如“表一”用兩級級配而成。

3. 粗骨料应具有足够高的强度,以保証或促进混凝土强度的进一步增长。

4. 在干硬性(工作度 90—120 秒)的鋼筋混凝土中,二次振搗对强度的提高是有效的。

5. 由于优良的骨架受力的結果,預測这种混凝土的徐变将因而很小,小的徐变对預应力混凝土将是一个很有利的因素。

6. 这种高强度混凝土非常經濟(每立方公尺不計机械折旧与动力消耗費,成本約 62 元左右)且适用于任何預制品工地,它既不需要特殊的設備,也不一定需要特种的或高标号水泥的供应,因此,設備費用减少,同时使水泥产量得到相应的增加。

附 在一般条件下, 用低标号水泥制备 高强度混凝土的过程

1. 按計算称量各种材料。

2. 制造溶液: 将定量的氯化鈣溶解于已称量的水中, 如用水玻璃与氯化鈣共制促凝剂时, 应預留部分水量以稀釋水玻璃溶液。

3. 拌制混凝土混合物: 先将粗骨料与溶液在拌和机內拌至骨料表面湿润后, 将水泥或水泥与石膏, 水泥与晶胚的混合物倒入机內与粗骨料拌和 5 分钟 (应記錄水泥等倒入机內的时间), 然后再停車将砂子倒入, 再拌五分钟即成。

4. 測定混合物的干硬度或工作度。

5. 制模: 先照普通混凝土分层装入拌和料并按规定次数捣实, 在模頂預留部分混合物, 然后置于振动台上按工作度的时间进行第一次振捣, 自加水时起相距一小时后, 再按工作度的时间进行二次振捣, 振捣过程中, 同时将模頂处理平整。

6. 养护与拆模: 当試模制成后, 应即用湿润物质复盖模頂, 6—8 小时后即可拆模 (我們曾因試模不足, 用快速脱模的办法, 但应仔細), 然后进行一般养护。

