

# 交通枢纽工程超缓凝混凝土配制与应用

丁 帅, 宋蕴桥, 郑文才, 李维峰, 丁怀林, 杨博文

(北京建工新型建材有限公司, 100015, 北京)

**摘 要:** 超缓凝混凝土具有凝结时间长, 可长时间保持较高工作性能的特点, 适用于大体积混凝土、连续施工时间要求较长的工程, 一般通过降低水泥用量、提高粉煤灰掺量或提高外加剂缓凝组分, 延长混凝土凝结时间, 但会导致混凝土拌合物工作性差、强度低、生产控制难等问题, 并且受温度、施工环境等影响较大。通过探究水胶比、外加剂掺量、砂含泥量对超缓凝混凝土凝结时间和强度的影响规律, 成功配制出初凝时间为51h左右、终凝为70h左右的C35超缓凝混凝土, 60d抗压强度达到46.3MPa, 并成功应用于北京某交通枢纽工程。

**关键词:** 超缓凝混凝土; 抗压强度; 凝结时间

中图分类号: TU 5

文献标志码: B

文章编号: 1000-4726(2023)19-2317-03

## PREPARATION AND APPLICATION OF SUPER-RETARDING CONCRETE IN TRANSPORTATION HUB ENGINEERING

DING Shuai, SONG Yun-qiao, ZHENG Wen-cai, LI Chu-feng, DING Huai-lin, YANG Bo-wen

(BCEG Advanced Construction Materials Co., Ltd., 100015, Beijing, China)

**Abstract:** Super-retarding concrete is characterized by long setting time and high working performance for a long time. It is suitable for projects with mass concrete construction and long continuous construction time. Generally, the setting time of concrete is extended by reducing the amount of cement, increasing the content of fly ash or improving the retarding components of admixture. However, this will lead to power workability and low strength of concrete mix, difficulty in production control and other problems. In addition, the setting time is greatly affected by the temperature and construction environment. By exploring the rules of impact of water-cement ratio, admixture content and silt content of sand on the setting time and strength of super-retarding concrete, C35 super-retarding concrete was prepared successfully, of which the initial setting time is about 51h and the final setting time is about 70h. Its 60d compressive strength is up to 46.3 MPa. It has been successfully applied to a transportation hub project in Beijing.

**Keywords:** super-retarding concrete; compressive strength; setting time

### 1 工程概况

桩基基础是北京某交通枢纽工程建设的基础, 城际车站采用一柱一桩逆作法施工, 桩基大约1万多根, 桩基直径2.6m, 孔深72m, 规模极大, 施工复杂。超缓凝混凝土施工过程最大的难题在于将约60t钢筋笼垂直插入, 此过程需要较长的准备时间。其采用C35超缓凝混凝土, 要求其初凝时间不小于36h(36h有工作性)、终凝时间不大于72h, 还必须保证强度满足标准要求。一般来说, 普通混凝土的初凝时间宜控制在6~8h, 如遇温度陡降可能会延长3~7h, 因此如果没有特殊要求, 正常情况下混凝土

的初凝时间一般控制在小于10h。超缓凝施工流程如图1所示。

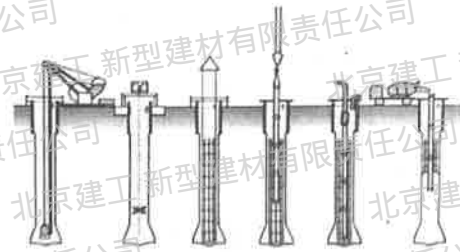


图1 超缓凝施工流程示意

### 2 技术难点

(1) 考虑到混凝土运输时间、灌注时间、现场设备机组就位以及插钢管柱的时间, 混凝土需要较长的凝结时间。

收稿日期: 2023-06-20

作者简介: 丁帅(1994—), 男, 山西运城人, e-mail: 304860076

@qq.com

(2) 在超长缓凝时间下, 需要保证后期强度符合要求。

(3) 原材料的波动也会影响混凝土工作性和强度, 生产控制难度大。

### 3 配合比试验

#### 3.1 原材料选择

(1) 水泥。产地: 唐山某公司; 规格 P·O 42.5, 水泥物理性能见表 1。

表 1 水泥物理性能

类别	水化热 / (kJ/kg)		比表面积 / (m <sup>2</sup> /kg)	标准稠度 / %	凝结时间 / min		安定性	强度 / MPa	
	3d	7d			初凝	终凝		3d	28d
水泥	236	286	350	27.4	241	299	合格	29.3	58.5

(2) 砂。应选用同一产地, 质量稳定的砂, 采用河北生产 II 区中砂, 细度模数为 2.5~2.7。

(3) 石。采用河北生产的 5~25 mm 碎石, 含泥量为 0.3%, 泥块含量为 0.1%, 压碎指标为 6.8%, 针片状颗粒含量为 2.6%, 压碎指标为 6.8%。

(4) 粉煤灰。产地: 天津某公司; 规格 F 类 II 级, 其细度为 9.8%, 烧失量为 3.25%, 需水量比为 98%。

(5) 外加剂。采用北京生产的缓凝型高性能减水剂, 减水率为 29%。

(6) 水。饮用水, 符合 JGJ 63—2006《混凝土用水标准》的规定。

#### 3.2 配合比设计路线

在普通 C35 混凝土配合比基础上, 优选原材料, 保证原材料充足稳定, 提高胶凝材料总量, 配制出强度达到设计要求, 且凝结时间较长的混凝土, 满足交通枢纽工程施工要求。

采用聚羧酸缓凝型高性能减水剂代替减水剂复合缓凝剂, 可大幅降低生产控制难度, 确保混凝土强度满足施工要求, 且凝结时间可得到大幅提高。

## 4 试验结果

#### 4.1 水胶比对混凝土性能的影响

选取 3 种不同的水胶比进行试验, 分别是 0.43、0.41、0.39, 在保持用水量、外加剂掺量不变的前提下, 研究水胶比对超缓凝混凝土工作性和强度的影响。具体配合比见表 2, 试验结果见表 3。

由表 3 可以看出, 随着水胶比的增加, 混凝土凝结时间变长, 但强度却变低, 36h 工作性能满足施工

表 2 不同水胶比超缓凝混凝土配合比

试配编号	水胶比 / %	外加剂掺量 / %	材料用量 / (kg/m <sup>3</sup> )					外加剂
			水	水泥	粉煤灰	砂	碎石	
SP1	0.43	3.5	181	324	97	765	1013	14.74
SP2	0.41	3.5	181	324	117	756	1002	15.44
SP3	0.39	3.5	181	324	140	746	989	16.24

表 3 不同水胶比超缓凝混凝土配合比试验结果

试配编号	凝结时间 / h		36h 工作性	达到设计强度 / %		
	初凝	终凝	坍落度 / mm	7d	28d	60d
SP1	59	75	190	28	80	113
SP2	52	71	180	40	99	123
SP3	50	68	165	46	105	134

要求。其中 SP2、SP3 基本符合工程要求, 考虑到经济性, 选用 SP2 进行优化。

#### 4.2 缓凝剂掺量对混凝土凝结时间和强度的影响

在 SP2 配合比基础上, 选取外加剂掺量为 3.0%、3.5%、4.0% 进行试拌, 观察混凝土拌合物出机状态, 分析不同缓凝剂掺量对混凝土性能的影响。配合比见表 4, 试验结果见表 5。

表 4 试拌配合比

试配编号	水胶比 / %	外加剂掺量 / %	材料用量 / (kg/m <sup>3</sup> )					外加剂
			水	水泥	粉煤灰	砂	石	
SP4	0.41	3.0	181	324	117	756	1002	13.23
SP5	0.41	3.5	181	324	117	756	1002	15.44
SP6	0.41	4.0	181	324	117	756	1002	17.64

表 5 试验结果

试配编号	拌合物出机状态 坍落度 / mm	凝结时间 / h		36h 和易性	达到设计强度 / %		
		初凝	终凝	坍落度 / mm	7d	28d	60d
SP4	220	41	62	145	64	118	125
SP5	230	53	70	175	62	116	136
SP6	235	55	73	185	58	110	138

由表 5 可以看出, 3 盘混凝土拌合物出机状态、和易性都较好, 凝结时间和强度也符合工程要求, 但外加剂掺量为 3.0% 的拌合物凝结时间刚满足施工要求, 外加剂掺量在 3.5%~4.0% 时混凝土强度和凝结时间影响不大; 从混凝土工作性和经济性考虑, 优先选用 SP5 配合比, 即外加剂掺量 3.5%。

#### 4.3 砂含泥量对混凝土凝结时间和强度的影响

选取含泥量分别为 3%、5%、8% 的中砂进行超

缓凝试拌,在用水量、外加剂掺量确定的情况下,分析含泥量对拌合物出机状态、凝结时间、混凝土强度影响。试验配比见表6,试验结果见表7。

表6 试拌配合比

试配编号	水胶比/%	材料用量/(kg/m <sup>3</sup> )					
		水	水泥	粉煤灰	砂	石	外加剂
SP7	0.41	181	324	117	756	1002	15.44

表7 试拌结果

砂含泥量/%	拌合物出机状态 坍落度/mm	凝结时间/h		36h和易性 坍落度/mm	达到设计强度/%		
		初凝	终凝		7d	28d	60d
3	230	54	72	190	40	99	135
5	225	50	69	180	37	88	126
8	200	44	63	145	30	68	113

由表7可以看出,在相同材料用量下,随着砂含泥量的增加,拌合物出机坍落度变化较大,且保坍性能变差;混凝土抗压强度也大幅降低。当含泥量为8%时,拌合物的凝结时间以及强度满足不了工程要求。可见砂含泥量对超缓凝混凝土性能的影响较大,因此在生产中要严格把控砂含泥量的波动变化。

## 5 工程应用

### 5.1 混凝土生产质量控制

(1) 超缓凝所用原材料质量必须保持稳定,如发现原材料质量波动,应提前进行试拌验证。

(2) 由于缓凝剂只用于交通枢纽工程C35超缓凝桩部位,所以必须单独设立缓凝剂仓,避免错用或乱用,生产前由专人确认外加剂的种类。

(3) 严格控制混凝土坍落度的范围(230~250mm),新拌混凝土静置后无骨料下沉情况,现场混凝土入模温度不低于5℃。

(4) 混凝土运到现场后,必须观测每车混凝土和易性有无分层离析情况,确保没有问题后方可浇筑。

(5) 每根超缓凝桩应多留置1组试块,用来观察混凝土凝结时间,试块须用保鲜膜覆盖。

### 5.2 实际应用

为了更好地检验配合比在实际生产浇筑中的工作性,在站内与北京某综合交通枢纽工程项目现场检测混凝土各项性能指标,见表8。

从站内出发到北京某综合交通枢纽工程项目现场罐车用时1h左右。混凝土性能指标从出机到现场浇筑的经时损失,坍落度、扩展度无损失、混凝土工作

表8 混凝土性能指标

项目	坍落度/mm	扩展度/mm	流动性	包裹性	粘聚性
出机	230	575	良好	良好	良好
现场	230	575	良好	良好	良好

性均良好,由于现场施工时间较长,站内应派专人去现场了解情况,现场浇筑完成后要及时覆盖膜养护,确保混凝土得到充分的养护。现场用100mm×100mm×100mm试模制作试块,采用60d标准养护,其中部分抗压强度数据见表9,试块强度均满足要求。

表9 超缓凝混凝土抗压强度

编号	强度等级	抗压强度/MPa	达到设计百分比/%
1	C35	48.2	138
2	C35	46.6	133
3	C35	47.0	134
4	C35	49.1	140
5	C35	45.5	130

## 6 结论

(1) 在用水量和水泥用量一定的情况下,随着水胶比的增大,混凝土凝结时间变长,但强度变低,粘聚性变差,当水胶比为0.41时,混凝土凝结时间、强度均满足施工要求。

(2) 水胶比为0.41时,最佳外加剂掺量为3.5%,混凝土工作性较好,36h仍有工作性,初凝时间为51h左右,终凝为70h左右,60d抗压强度达到46.3MPa,满足工程施工要求。

(3) 在砂含泥量为8%时,混凝土工作性变差,且凝结时间、混凝土强度大幅降低,超缓凝混凝土对砂含泥量变化较敏感,必须确保砂质量稳定。

(4) 超缓凝混凝土生产过程控制难度较大。原材料质量不稳定,直接导致混凝土出机坍落度大小波动,影响混凝土流动性保持时间,极端情况下引起骨料下沉、分层离析,应确保供应期间原材料质量稳定。

### 参考文献

- [1] 刘美兰.超缓凝混凝土的配制与应用[J].广东建材.2018(10):44-45.
- [2] 普通混凝土配合比设计规程:JGJ55—2011[S].
- [3] 普通混凝土拌合物性能试验方法标准:GB/T50080—2016[S].
- [4] 混凝土物理力学性能试验方法标准:GB/T50081—2019[S].
- [5] 黄略.超缓凝混凝土在路桥工程中的应用[J].运输经理世界,2022(2):91-93.