

桩基用 C35 超缓凝混凝土的配制与工程应用

孔凡敏, 宋蕴桥, 丁帅, 郑文才, 周爽

(北京建工新型建材有限责任公司, 100015, 北京)

摘要: 通过探究不同水胶比、外加剂掺量、不同含泥量砂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 68~72h、终凝 72~76h、60d 抗压强度大于 46.3MPa 的 C35 超缓凝混凝土, 并应用于实际工程中, 满足工程施工要求。

关键词: 超缓凝混凝土; 水胶比; 凝结时间; 抗压强度

中图分类号: TU 74 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-4726(2022)10-1298-03

PREPARATION AND APPLICATION OF C35 SUPER RETARDED CONCRETE FOR PILE FOUNDATION

KONG Fan-min, SONG Yun-qiao, DING Shuai, ZHENG Wen-cai, ZHOU Shuang

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

Abstract: In this paper, by exploring the influence of different water-binder ratio, admixture amount and sand with different mud content on the setting time and strength of super retarded concrete, C35 super retarded concrete with initial setting time of 38~41h, final setting time of 74~77h and 60d compressive strength of 46.3MPa was successfully prepared and applied in practical engineering to meet the requirements of engineering construction.

Keywords: super retarded concrete; water-binder ratio; setting time; compressive strength

1 工程概况及技术难点

北京城市副中心站综合交通枢纽工程项目位于城市副中心“一带一轴”空间结构的交汇处, 其连接 M6 线、平谷线、M101 线 3 条轨道交通线路和京唐铁路、城际联络线两条铁路线路, 成为亚洲最大的地下综合交通枢纽。项目用地范围约 61 万 m², 地下总建筑面积约 128 万 m², 地上面积约 139 万 m²。车站为地下 3 层, 整体埋深为 32m。和以往地上车站建设不同的是, 此地下车站建设将采用逆作施工的方法, 即正常由下至上建设顺序, 此次需要颠倒过来, 即先建地下 1 层、再建地下 2 层, 最后建地下 3 层。应用部位设计为一桩一柱, 桩基最大直径 2.6m, 桩孔深度 72m, 单个钢筋笼最重达到 60t。施工工艺为预先浇筑工程桩后, 向已浇筑完混凝土的桩体内插入 1 个直径 1.4m, 插入深度 5.4m 钢管柱, 钢管垂直度要求控制在 1‰。桩基作业体量大, 要求精度高, 现场大型机械作业多, 为每个桩基作业时长增加了诸多不确定因素, 因此对混凝土凝结时间要求较严格。目前, 超缓凝混凝土常采用减少水泥用量和增加外加剂用量或调整外加剂凝结时间的方式进行调整,

虽然可以增加混凝土的凝结时间, 但混凝土的和易性大幅降低, 普遍存在强度低、粘性差、易离析分层等现象, 且其凝结时间受材料、气温变化、施工环境温湿度等因素影响而波动大, 根据超缓凝混凝土的特点以及副中心交通枢纽工程的施工要求, 进行超缓凝混凝土配合比的设计并将其应用到实际工程中。

2 试验部分

2.1 试验原材料及性能

(1) 水泥: 规格 P·O42.5 (低碱低面), 水泥物理性能见表 1。

表 1 水泥的物理性能

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

(2) 粉煤灰: 规格 F 类 II 级粉煤灰, 其细度为 9.8%, 烧失量为 3.25%, 需水量比为 98%。

(3) 矿粉: 采用三河产 S95 级矿粉, 其性能指标见表 2。

(4) 砂: 采用河北曲阳产 II 区中砂。超缓凝混凝土对砂含水、砂含泥量、细度模数、泥块含量的变

收稿日期: 2022-08-01

作者简介: 孔凡敏 (1976—), 女, 河北承德人, 高级工程师,
e-mail: 13501367825@126.com.

表2 矿粉试验结果

检测项目	流动度比/%	28d活性指数/%	比表面积/(m^2/kg)
试验结果	102	100	423

化非常敏感,故要求选择同一产地、同一厂家质量稳定的天然砂。

(5) 碎石:采用河北滦水生产的5~25mm碎石,其含泥量为0.2%,泥块含量为0.1%,压碎指标为6.8%,针片状颗粒含量为2.6%,石子粒径良好。

(6) 减水剂:采用减水剂(缓凝型),减水率为29%。

(7) 拌合水:生活饮用水,符合行业标准JGJ63—2006《混凝土用水标准》。

2.2 配合比设计

采用粉煤灰与矿粉双掺技术,增加混凝土流动性,延长混凝土凝结时间。选用保坍性能高的外加剂。混凝土评定时间应为60d。混凝土48h坍落度损失不大于20mm,56h混凝土坍落度不小于160mm。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,提高混凝土强度等级,配制出在保证混凝土设计强度的基础上工艺要求的超长缓凝时间的大流态混凝土,满足承压桩灌注以及后期钢管柱插入的精确定位需求。

采用聚羧酸系高性能减水剂复合缓凝剂及增稠剂,在保证混凝土缓凝时间的同时,更有效地保证了混凝土的后期强度。

3 试验结果与讨论

3.1 不同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0.40、0.37、0.35,在保持用水量、水泥用量、外加剂掺量不变的前提下,研究水胶比对超缓凝混凝土和易性和强度的影响。具体配合比见表3,试验结果见表4。

表3 不同水胶比超缓凝混凝土配合比

试配编号	水胶比/%	材料用量/(kg/m^3)						外加剂用量/(kg/m^3)
		水	水泥	粉煤灰	矿粉	砂	碎石	
SP1	0.40	170	280	81	64	741	1024	14.88
SP2	0.37	170	280	92	87	727	1004	16.06
SP3	0.35	170	280	109	97	716	988	17.01

由表3可知,随着水胶比的增大,混凝土凝结时间变长,但强度却变低。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。

表4 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		达到设计强度/%					
	初凝	终凝	7d	14d	28d	45d	60d	
SP1	66	70	28	36	80	101	115	
SP2	70	74	40	57	99	114	132	
SP3	72	75	46	62	105	121	134	

3.2 外加剂掺量对混凝土凝结时间和强度的影响

在保持水胶比、用水量、砂率一定的参数下,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,分析不同掺量对混凝土凝结时间和强度的影响。试拌配合比见表5,试验结果见表6。

表5 试拌配合比

试配编号	水胶比/%	外加剂掺量/%	材料用量/(kg/m^3)					
			水	水泥	粉煤灰	矿粉	砂	石
SP4	0.37	3.0	170	280	92	87	727	1004
SP5	0.37	3.5	170	280	92	87	727	1004
SP6	0.37	4.0	170	280	92	87	727	1004

表6 试验结果

试配编号	拌和物出机状态 坍落度/mm	凝结时间/h		达到设计强度/%					
		初凝	终凝	7d	14d	28d	45d	60d	
SP4	220	68	72	64	90	118	124	130	
SP5	230	71	75	62	88	116	127	136	
SP6	235	72	76	58	76	110	126	138	

由表5可以看出,三盘混凝土拌和物出机状态、和易性都较好,凝结时间和强度也都符合工程要求,但外加剂为3.0%的拌和物凝结时间满足施工要求,所以不建议选取3.0%的掺量进行生产;从混凝土和易性、经济性考虑,优先选用SP5配合比(即外加剂掺量3.5%)。

3.3 砂含泥量对混凝土坍落度损失、凝结时间和强度的影响

以SP5为试验配合比,选取含泥量分别为2%、5%、8%的中砂进行超缓凝试拌,分析含泥量对拌合物出机状态、凝结时间、混凝土强度的影响。试验结果见表7。不同含泥量48h坍落度损失变化如图1所示。

表7 试验结果

砂含泥量/%	拌和物状态		凝结时间/h		达到设计强度/%					
	出机坍落度/mm	48h坍落度/mm	初凝	终凝	7d	14d	28d	45d	60d	
2	230	220	70	74	40	54	99	121	135	
5	225	210	69	72	37	48	88	105	126	
8	220	190	58	66	30	39	68	97	111	

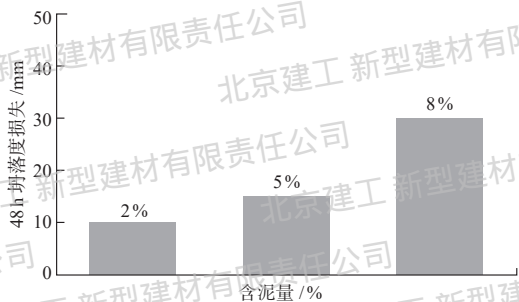


图 1 不同含泥量 48h 坍落度损失变化

由表 7、图 1 可以看出,在相同材料用量下,随着砂含泥量的增加,混凝土凝结时间变短,混凝土抗压强度也大幅降低,且保坍性能变差;混凝土 48h 坍落度损失随着含泥量增加而变大,当含泥量为 8% 时,拌合物的凝结时间、48h 坍落度损失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的影响较大,所以在生产中要严格把控砂含泥量的波动变化。

3.4 不同砂率对超缓凝混凝土性能的影响

分别选取砂率 39%、42%、45% 的中砂进行超缓凝试拌,在用水量相同、出机坍落度相同的情况下,分析砂率对混凝土拌合物状态、凝结时间的影响。试验配合比见表 8,试验结果见表 9。

表 8 试验配合比

kg/m³

砂率 / %	用水量	水泥	粉煤灰	矿粉	外加剂	砂	石
39	170	280	92	87	14.6	675	1056
42	170	280	92	87	16.1	727	1004
45	170	280	92	87	18.3	779	952

表 9 试验结果

砂率 / %	坍落度 / mm			和易性			凝结时间 / h	
	出机	24h	36h	出机	24h	36h	初凝	终凝
39	230/630	200/540	140/480	泌水	良好	流动性差	66	76
42	230/650	220/630	200/510	良好	良好	良好	68	72
45	230/700	220/650	200/500	良好	泌水	泌水	64	68

由表 8 可以看出,砂率越大,混凝土的出机扩展度越大,随着时间的增长,混凝土拌和物的扩展度损失也越快,凝结时间短。因此合理控制混凝土砂率,保证混凝土凝结时间。

4 工程应用

4.1 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,验证外

加剂适应性。

(2) 由于超缓凝混凝土必须使用超缓凝外加剂,所以整个生产过程必须严格控制,绝对不能用错外加剂,也不能将缓凝剂用于其他混凝土。

(3) 严格控制混凝土坍落度范围(230~250 mm),外加剂掺量不宜为上限,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) 混凝土到现场后每车必须观测混凝土和易性,有无分层离析情况,确保没问题后方可浇筑;若出现离析、骨料下沉等情况可采取同等比例砂浆低超缓凝外加剂掺量的方式调整。

(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,试块需用保鲜膜覆盖。

在混凝土施工过程中观测混凝土的情况,超缓凝混凝土主要通过凝结时间来表征,混凝土坍落度、扩展度、V 形漏斗、初终凝时间等试验观测混凝土拌合物状态,用配合比 SP5 进行施工生产,其性能指标见表 10。

表 10 混凝土拌合物状态

检测项目	初始	12h	24h	36h	48h	56h	60h
坍落度 / mm	230	230	220	200	180	160	140
扩展度 / mm	640	640	635	590	530	400	380
V 形漏斗时间 / s	4.5	4.8	4.8	5.6	7.5	16.4	22.6

混凝土凝结时间与强度见表 11。

表 11 施工配合比混凝土凝结时间与强度

初凝时间 / h	终凝时间 / h	28 d 抗压强度 / MPa
68	70	46.3

5 结束语

超缓凝混凝土在设计配比时,要提高胶材用量,保障混凝土后期强度。逆作法的施工工艺,配比需要提高混凝土砂率,减少石子在插管时的阻力,但砂率也不宜过大。混凝土生产时要时时监测砂含水的变化,砂含水变化时及时调整混凝土用水,保障因砂含水的波动影响混凝土凝结时间。提高混凝土的搅拌时间,避免因搅拌时间不足出现混凝土后滞泌水现象。

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].