

# 论建筑装配式混凝土构件用外加剂的选择

朱鼎

上海华登建材有限公司南京办事处

**摘要：**建筑装配式混凝土构件目前发展迅猛，由于其特殊工艺和生产条件的制约，给混凝土提出了全新的要求。通过对混凝土外加剂的选择，能够让混凝土的性能更符合实际生产要求，产生较好的经济效益。

**关键词：**构件；混凝土；外加剂；强度

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.21.028

## 前言

近两年，由于国家政策的大力扶持，更加环保、便捷的装配式建筑得到迅猛发展，建筑装配式混凝土构件生产企业越来越多。装配式混凝土构件属于定制化构件，构件需要根据设计图纸进行生产，模具成为生产中的一项目比重很大的投资成本，提高模具的周转率就能提高产能并且降低投资成本<sup>[1]</sup>。混凝土构件作为成品供给

工程项目直接装配使用，这使得构件外观也成为产品质量重要标准之一<sup>[2]</sup>。生产装配式构件所用的混凝土就必须达到凝结时间短、早期强度高、外观品质好的要求。

混凝土性能要达到装配式构件的生产要求，可以通过提高水泥用量、选用合适的外加剂、延长蒸汽养护时间等措施来解决。但一味提高单方水泥用量会对混凝土构件的体积稳定性及耐久性等造成不利影响，而且也会增加成本。延长蒸汽养护时间不但增加时间成本和经济成本，还增加了能耗<sup>[3]</sup>。相比之下，选择掺入合适的外加剂成为最理想和最经济的措施。

## 一、原材料和试验方案

### (一) 原材料

水泥：海螺P.052.5水泥，其性能见表1。

表1 水泥的主要物理性能

比表面积 (m <sup>2</sup> /kg)	标准稠度 (%)	烧失量 (%)	凝结时间 (min)		抗折强度 (MPa)		抗压强度 (MPa)	
			初凝	终凝	3d	28d	3d	28d
391	25.8	2.0	127	191	6.8	8.9	36.3	61.2

矿粉：取自南京同升建材有限公司，S95级矿粉，其性能见表2。

表2 矿粉的主要物理性能

比表面积 (m <sup>2</sup> /kg)	烧失量 (%)	流动度比 (%)	活性指数 (%)	
			7d	28d
428	1.1	101	75	96

砂：洞庭湖湖砂，细度模数2.7。

碎石：湖北产5~25粒级石灰岩碎石。

外加剂：A：萘系外加剂；B：脂肪族外加剂；C：普通聚羧酸外加剂；D：早强型聚羧酸外加剂；C1：普通聚羧酸外加剂+12%甲酸钙；C2：普通聚羧酸外加剂+12%甲酸钙+0.5%三乙醇胺；D1：早强型聚羧酸外加剂+12%甲酸钙；D2：早强型聚羧酸外加剂+12%甲酸钙+0.5%三乙醇胺。

### (二) 试验方案

表3 试验混凝土配合比

编号	水泥 (kg/m <sup>3</sup> )	矿粉 (kg/m <sup>3</sup> )	砂 (kg/m <sup>3</sup> )	石 (kg/m <sup>3</sup> )	水 (kg/m <sup>3</sup> )	外加剂 (kg/m <sup>3</sup> )
A	246	54	778	1167	135	5.1
B	246	54	778	1167	135	4.8
C	246	54	778	1167	135	4.2
D	246	54	778	1167	135	5.1

在15-18分别用几种类型的外加剂进行试拌同样的混凝土配合比，在保证混凝土工作性相同的前提下，进行各龄期的强度比较。

## 二、试验结果及分析

### (一) 不同类型外加剂的比较

表4 混凝土强度实验结果

编号	1d强度 (MPa)	3d强度 (MPa)	28d强度 (MPa)
A	8.5	19.2	46.2
B	7.9	19.0	46.7
C	9.4	21.8	48.4
D	13.4	25.1	48.3

由表4可以看出，几种类型的外加剂中，早强型聚羧酸外加剂的早期强度最好，普通聚羧酸外加剂次之，两者28d强度差不多。萘系外加剂和脂肪族外加剂相比之下则要弱一些。这主要是因为聚羧酸系的外加剂对水泥颗粒的分散性更强，水泥颗粒能够得到更加充分的水化，其各龄期强度自然也就更高些。早强型聚羧酸外加剂经过分子结构的设计，具备了明显的早强效果，能够使水泥的早期水化速率得到提高，混凝土凝结时间得到一定程度的缩短，其1d、3d早期强度表现十分显著。

### (二) 复配技术优化外加剂

选择效果较好的聚羧酸系外加剂通过复配技术对其

进行改性,进一步优化外加剂的性能。由于大部分无机盐类的早强剂组分会对混凝土的耐久性有负面作用或对生产过程的安全性有不利影响,所以只选择有机类的早强剂复配进聚羧酸外加剂进行强度比较。

表5 混凝土强度实验结果

编号	1d强度 (MPa)	3d强度 (MPa)	28d强度 (MPa)
C1	10.2	23.7	48.6
C2	10.6	24.3	49.1
D1	14.1	28.2	48.2
D2	14.3	28.9	48.7

由表4、表5可知,在普通聚羧酸系外加剂和早强型聚羧酸外加剂中复配早强剂,混凝土的1d、3d早期强度都能得以提升,而28d强度相差不大。早强型聚羧酸外加剂复配早强剂的早期强度最好。同时可以发现虽然在普通聚羧酸外加剂中复配了早强剂,但早期强度的表现依然比不上单独使用早强型聚羧酸减水剂。

### 三、外加剂对外观的影响

除了对混凝土凝结时间和早期强度有要求外,装配式构件对混凝土外观质量的要求也很高<sup>[4]</sup>。

一般情况下,从混凝土早期强度发展和经济效益两方面考虑,在进行装配式构件的混凝土配合比设计时,都会使用P.052.5水泥,采用低胶材用量。在混凝土中掺用萘系外加剂时,拌合物的包裹性与和易性一般,容易产生泌水现象,会造成构件的外观质量缺陷,且对构件的耐久性也会造成不利影响。掺用脂肪族外加剂时也容易出现相同的情况,而且构件会呈现暗黄色,色泽感更差。

聚羧酸系外加剂又称超塑化剂,具备诸多优良的综合性能,对水泥颗粒有着非常好的分散性,对混凝土拌合物的包裹性与和易性起到很好的优化作用,这些性能对构件的外观有着显著的正面影响。而且掺用聚羧酸系外加剂生产出来的混凝土颜色均匀一致,光泽度也高。

### 四、混凝土外加剂与水泥适应性的影响因素

#### (一) 外加剂的因素

当前传统的减水剂存在一定的局限性,现如今已难以满足建筑工程的需要,因此现代高效的减水剂因其高减水率、优良性能及特殊功能性受到施工单位的关注,实际应用中需要合理借助各类外加剂改善混凝土的性能,使其各类参数能够满足现场施工要求。外加剂含有大量的化学成分,分子量和设计结构在混凝土中会发生变化,如分子表面活性剂与水泥的化学成分发生反应,如存在使用不当的问题,则可能使相关的性能指标达不

到现场施工要求。外加剂是绿色混凝土中必不可少的材料,减水剂是添加剂的重要组成部分,影响外加剂的因素有纯度、聚合度等方面,不同的分子量和设计结构的外加剂在混凝土中也可能产生不同的效果,因此使用中必须按照相关规范和要求进行选择。

#### (二) 外加剂掺加工艺和剂量的因素

外加剂用量对混凝土的性能有很大的影响,通常在混凝土搅拌过程中,外加剂的用量不得超过水泥的5%,要通过试验确定外加剂的最佳掺量,只有在实际应用中达到最佳掺含量时,相应的混凝土才能表现出最好的性能。除了添加量外,搅拌技术还会影响混凝土的性能,通常的掺加有先掺法和后掺法,选择合适的方法不仅节省外加剂的用量,还能使混凝土的性能更加优化。

### 五、其他因素

聚羧酸系外加剂属于绿色环保型的外加剂,与其他系列外加剂相比,其氯离子含量、硫酸钠含量、碱含量均很低,而且在混凝土的抗渗性、抗冻融性方面也有着相当大的优势,相对于其他系列的外加剂更有利于混凝土构件的耐久性。而且有资料显示,由于掺用聚羧酸外加剂,还可以使钢筋-混凝土的粘结力得到明显提升。

### 六、结论

(1) 聚羧酸系列外加剂的早期强度比其他系列外加剂要高。

(2) 掺用聚羧酸系列外加剂对构件的外观和耐久性等方面有着明显优势。

(3) 早强型的聚羧酸外加剂复配早强剂最适合用于装配式构件混凝土的生产。

### 参考文献

[1] 邹灵俊,柳旭峰,贾洪文,张玉龙,孙璐欣.早强型聚羧酸减水剂制备方法及应用[J].江西建材,2020,(Z1):49-51

[2] 蔡冠杰,温永向,陆嘉耀.混凝土外加剂中氯离子和总碱量测定能力验证结果分析[J].化工设计通讯,2021,47(07):102-103.

[3] 王瑞阳,余剑英,韩晓斌,顾舜杰,何鹏.络合型外加剂与矿物掺合料对水泥基材料结构与性能的影响研究[J].公路,2021,66(07):249-254.

[4] 章超.钢筋混凝土防腐蚀外加剂研究与应用[D].北京建筑大学,2019.

作者简介:

朱鼎(1984-),男,汉族,本科,工程师,从事建筑材料的应用和研究工作。