

DOI: 10.20035/j.issn.1671-2668.2024.04.010

引用格式: 魏丙华, 张飞龙, 张梦荻, 等. 水泥混凝土运输模拟试验研究[J]. 公路与汽运, 2024, 40(4): 44-46.

Citation: WEI Binghua, ZHANG Feilong, ZHANG Mengdi, et al. Study on simulation test of transportation of cement concrete[J]. Highways & Automotive Applications, 2024, 40(4): 44-46.

## 水泥混凝土运输模拟试验研究\*

魏丙华, 张飞龙, 张梦荻, 张红杰, 邢明超, 张旺

(德通智能科技股份有限公司, 河南 许昌 461001)

**摘要:** 水泥混凝土性能在运输过程中会受材料自身因素和外部环境因素影响而发生变化, 分析从搅拌站运输至施工现场的过程中水泥混凝土性能的变化对混凝土质量控制非常重要。文中根据混凝土搅拌运输车的相关参数自主研发模拟混凝土运输的试验设备, 对采用不同品牌水泥拌和的混凝土进行试验, 分析不同搅拌方式下混凝土出机状态及不同运输时间下的施工和易性和力学性能, 为运输过程中水泥混凝土质量控制提供参考。

**关键词:** 公路; 水泥混凝土; 振动搅拌; 运输模拟; 施工和易性; 力学性能

中图分类号: U416.216

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2024)04-0044-03

混凝土从拌和至浇筑或摊铺阶段基本保持稳定的性能对工程质量控制具有重要意义。水泥混凝土采用混凝土搅拌运输车从搅拌站拌和完成到运输至施工现场的过程中, 其相关性能会受气温、运输时间等因素影响产生水分蒸发、流动度损失等现象, 直接影响混凝土施工质量。针对这些问题, 目前主要采用掺加减水剂和二次加水的方法。掺加减水剂的方法对掺量控制要求高, 掺量不足则效果不明显, 掺量过大又容易造成混凝土离析。浇筑前二次加水对混凝土性能的影响很大, 不仅会导致混凝土离析, 还会降低混凝土强度, 引起工程质量隐患<sup>[1]</sup>。张亚涛等分析混凝土拌和后在短时间内二次添加不同比例的水对混凝土密度和强度的影响, 结果表明混凝土密度和强度均随着二次加水量的增大而减小<sup>[2]</sup>。曹忠露等研究拌和后加水对混凝土强度和收缩性能的影响, 结果表明拌和后加水会降低混凝土早期抗压强度和抗折强度<sup>[3]</sup>。苏文浩通过对不同搅拌时间下不同等级混凝土含气量、坍落度、粗骨料相对误差、砂浆密度相对误差等的研究, 确定了合理的搅拌时间及各指标相对误差控制范围<sup>[4]</sup>。蒋卓君研发两种聚羧酸保坍剂, 通过试验测试采用不同品牌水泥拌和的水泥净浆和混凝土在初始及放置 1.0 h、1.5 h、2.0 h 时的流动度和坍落扩展度, 结果表明水泥净浆和混凝土均具有优异的保坍性能, 保坍剂对水泥具

有良好的适应性, 能满足不同工程的需要<sup>[5]</sup>。丁廉洁等以混凝土搅拌车运输 C30 混凝土为研究对象, 每隔 1 h 取样进行坍落度试验并成型不同龄期抗压强度试块, 分析运输时间超时和加水对混凝土强度的影响, 结果表明随着混凝土在搅拌运输车中时间的延长, 强度逐渐降低, 1~2 h 内强度降低和坍落度损失较小, 3~4 h 内强度降低幅度不是很大但坍落度损失大, 不能保证正常施工<sup>[6]</sup>。郭立贤等通过试验研究了水胶比、粉煤灰掺量对 C35 机制砂路面混凝土工作性能、力学性能与耐久性的影响<sup>[7]</sup>。徐俊针对混凝土运输环节, 以信息化为基础, 通过采集搅拌车工作参数, 构建了混凝土运输过程工作性信息化智能控制系统<sup>[8]</sup>。本文根据混凝土搅拌运输车的相关参数自主研发模拟混凝土运输的试验设备, 分析不同搅拌方式下混凝土在出机状态及不同运输时间下的施工和易性和力学性能, 为运输过程中混凝土质量控制提供参考。

### 1 混凝土搅拌运输车及试验设备

混凝土搅拌运输车是专门用来运输混凝土的卡车, 运输过程中搅拌筒始终保持转动, 确保混凝土不会凝固。搅拌筒内壁焊有螺旋叶片, 叶片损坏或严重磨损会导致混凝土搅拌不均匀; 如果其角度设计不合理, 会使混凝土产生离析。

\* 基金项目: 住房和城乡建设部科学技术计划项目(2021-K-068)

混凝土搅拌运输车一般通过机械式操纵机构控制液压泵摆杆实现搅拌筒的正、反转。在进料及运输过程中,搅拌筒正转,混凝土沿叶片向里运动;出料时,搅拌筒反转,混凝土沿叶片向外卸出。混凝土搅拌运输车搅拌筒属于半强制半自落式搅拌,其工作原理如图 1 所示。搅拌筒的转速可通过调节各点的传动力矩进行调节,搅拌速度过快会影响液压系统的使用寿命,过小则造成混凝土离析,运输过程中搅拌筒的转速一般为 2~5 r/min。混凝土搅拌运输车搅拌筒容积较大,一般为 6~18 m<sup>3</sup>。

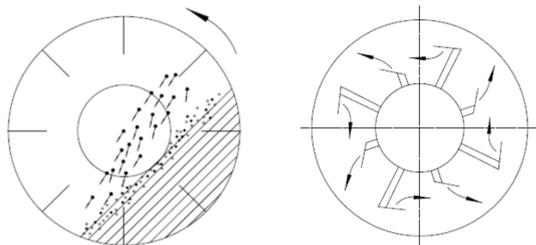


图 1 混凝土搅拌运输车搅拌筒工作原理示意图

为分析混凝土在出机状态及不同运输时间下的性能变化,自主研发模拟混凝土搅拌运输车的试验设备(见图 2),其搅拌速度为 4 r/min,与混凝土搅拌运输车运输过程中搅拌筒的转速吻合。一般搅拌筒的轴线与底盘平面的斜置角度为 10°~20°,该试验设备搅拌筒的斜置角度为 10.73°。通过该试验设备对混凝土搅拌运输车的运输过程进行模拟,分析不同搅拌方式下混凝土在出机状态及不同运输时间下的性能。



图 2 模拟混凝土搅拌运输车的试验设备

## 2 混凝土运输模拟试验方案

采用 C30 水泥混凝土进行混凝土运输过程模拟试验,其配合比见表 1。

根据混凝土搅拌运输车的技术条件,搅拌运输车从进料到输送卸料完毕,允许最大时长为 90 min。本文采用嵩基、天瑞两种品牌水泥,分别采用普通搅

表 1 C30 水泥混凝土的设计配合比

材料	质量/kg	材料	质量/kg
水泥	393.0	水	161.0
砂	794.0	外加剂	4.3
石	1 052.0		

拌和振动搅拌进行混凝土拌和,测试拌和出机时混凝土的坍落度、坍落扩展度、含气量、强度等性能指标;将混凝土装入模拟混凝土搅拌运输的试验设备中进行混凝土搅拌运输过程模拟试验,测试运输 1.0 h 和 1.5 h 时混凝土的坍落度、坍落扩展度、含气量、强度等性能指标。

## 3 混凝土运输过程性能分析

按照上述试验方案拌和混凝土,并采用试验设备模拟混凝土运输过程,测试不同时间时混凝土的坍落度、坍落扩展度、含气量等施工和易性,并成型不同龄期混凝土试块进行力学性能测试。

### 3.1 混凝土施工和易性

普通搅拌方式下,采用两种品牌水泥拌和的混凝土在拌和出机状态、运输 1.0 h 和 1.5 h 时的坍落度、坍落扩展度、含气量等施工和易性见表 2。振动搅拌方式下混凝土的施工和易性见表 3。

表 2 普通搅拌方式下混凝土模拟运输的施工和易性

水泥品牌	样本编号	时间	坍落度/mm	坍落扩展度/mm	含气量/%
嵩基	样本 1	出机	210	550×600	4.3
		运输 1.0 h	200	420×490	4.3
	样本 2	出机	210	600×620	3.9
		运输 1.5 h	195	370×370	3.8
天瑞	样本 1	出机	220	550×600	3.3
		运输 1.0 h	210	450×460	3.2
	样本 2	出机	220	560×585	4.3
		运输 1.5 h	200	390×420	4.2

由表 2、表 3 可知:采用同一品牌水泥拌和的混凝土,普通搅拌和振动搅拌方式下其坍落度相差不大,振动搅拌方式下混凝土坍落扩展度和含气量比普通搅拌的大,振动搅拌拌和的混凝土的流动性更好;随着模拟运输时间的延长,混凝土坍落度和含气量变化不大,坍落扩展度变化较明显,与出机状态相

表 3 振动搅拌方式下混凝土模拟运输的施工和易性

水泥品牌	样本编号	时间	坍落度/mm	坍落扩展度/mm	含气量/%
嵩基	样本 1	出机	220	570×610	4.8
		运输 1.0 h	210	480×500	5.0
	样本 2	出机	210	580×600	4.2
		运输 1.5 h	200	410×400	4.3
天瑞	样本 1	出机	210	600×610	4.6
		运输 1.0 h	200	420×420	4.8
	样本 2	出机	220	520×540	4.5
		运输 1.5 h	210	390×400	4.6

比,运输 1.0 h 时坍落扩展度平均降低 22.30%,运输 1.5 h 时坍落扩展度平均降低 31.43%。

### 3.2 混凝土力学性能

普通搅拌、振动搅拌方式下混凝土在拌和出机状态、运输 1.0 h 和 1.5 h 时的力学性能分别见表 4、表 5。

表 4 普通搅拌方式下混凝土模拟运输的力学性能

水泥品种	样本编号	时间	7 d 强度/MPa	28 d 强度/MPa
嵩基	样本 1	出机	23.5	33.6
		运输 1.0 h	22.4	32.0
	样本 2	出机	25.1	35.8
		运输 1.5 h	21.9	31.3
天瑞	样本 1	出机	22.3	31.9
		运输 1.0 h	21.6	30.9
	样本 2	出机	26.8	38.3
		运输 1.5 h	24.1	34.3

由表 4、表 5 可知:振动搅拌拌和的混凝土强度普遍高于普通搅拌拌和的混凝土,平均提高约 10%,振动搅拌拌和的混凝土的力学性能更好;随着模拟运输时间的延长,混凝土强度明显降低,与出机状态相比,运输 1.0 h、1.5 h 时混凝土 28 d 强度分别降低 5%、10%。

## 4 结语

本文分别采用普通搅拌和振动搅拌拌和两种品

表 5 振动搅拌方式下混凝土模拟运输的力学性能

水泥品种	样本编号	时间	7 d 强度/MPa	28 d 强度/MPa
嵩基	样本 1	出机	25.6	36.6
		运输 1.0 h	24.5	35.0
	样本 2	出机	28.4	40.2
		运输 1.5 h	25.1	35.8
天瑞	样本 1	出机	28.5	40.6
		运输 1.0 h	26.6	38.0
	样本 2	出机	31.0	44.3
		运输 1.5 h	24.9	35.6

牌水泥混凝土,采用自主研发的混凝土运输模拟试验设备进行混凝土运输过程模拟试验,测试混凝土拌和出机状态、运输 1.0 h 和 1.5 h 时的坍落度、坍落扩展度、含气量、强度,分析运输中混凝土的性能变化。结果表明,振动搅拌拌和的混凝土的施工和易性和力学性能均优于普通搅拌拌和的混凝土;随着模拟运输时间的延长,混凝土的流动性和力学性能均有所下降,且运输时间越长,性能下降越严重。实际施工过程中,在条件许可的情况下,应尽量缩短混凝土运输时间,确保混凝土质量。

### 参考文献:

- [1] 李婷,樊佳.二次加水对混凝土性能的影响[J].城市建筑,2014(36):180.
- [2] 张亚涛,汪宇,陈吉春,等.拌和后短时内的二次加水对混凝土性能的影响[J].水泥工程,2020(1):90-92.
- [3] 曹忠露,陈浩宇,苏忠纯,等.拌和后加水对混凝土性能的影响[J].混凝土,2017(2):128-131.
- [4] 苏文浩.拌和机搅拌时间对混凝土均匀性的影响[J].中国科技财富,2010(24):337-338.
- [5] 蒋卓君.保坍时间可调聚羧酸保坍剂的合成及性能研究[J].新型建筑材料,2014,41(11):54-57.
- [6] 丁廉洁,欧玲,张涛,等.浅析超时、加水对混凝土强度的影响[J].广东建材,2016,32(2):12-14.
- [7] 郭立贤,任彦飞,邱冰,等.C35 机制砂路面混凝土的制备及性能研究[J].公路与汽运,2022(5):44-46+73.
- [8] 徐俊.混凝土运输过程工作性信息化智能控制系统研究[J].粉煤灰综合利用,2018,31(6):81-83.

收稿日期:2023-05-12