

混凝土二次搅拌工艺浅析

石秋梅

徐州徐工施维英机械有限公司

摘要:近年来,二次搅拌工艺引起混凝土领域众多学者的关注。本文结合国内外学者的研究成果,简要概括了该工艺的产生发展及研究现状,并针对传统工艺制备混凝土的失效原因阐述了二次搅拌工艺对混凝土的强化机理。与传统搅拌工艺相比,二次搅拌工艺不但改善了物料的均匀性,提高了混凝土强度,而且节约了水泥用量,提高了生产效率,具有很好的应用价值。

关键词:混凝土;二次搅拌工艺;发展;现状;机理

引言

同其他材料相似,混凝土材料性能的优劣不仅取决于其自身的材料组成,而且与其搅拌工艺息息相关。长久以来,混凝土搅拌工艺的目标在于其各组分的“匀质性”,即“使全部骨料的表面都被水泥浆包裹,使混凝土各组分混成均质的物质”。随着大型化、高层化、复杂化及可持续发展建筑模式的形成,商品混凝土的应用越来越广泛,混凝土的性能要求也越来越高。为达到这一目标,人们一直致力于搅拌装置的研发改进、搅拌工艺的改良及外加剂的性能提升。混凝土搅拌过程复杂,存在很多影响最终混凝土产品质量的因素,包括投料顺序、搅拌时间、搅拌类型、添加剂的用量和时间等等。在实际生产中,多数商家会选择延长传统工艺的搅拌时间,但是这种方法对混凝土性能的提升有限,同时也制约了生产效率。因此,为真正实现混凝土宏观及微观的“匀质性”,新搅拌工艺的开发成为混凝土领域的又一新焦点。

一、国内外二次搅拌工艺的发展

早在20世纪中叶,澳大利亚学者提出了改变搅拌机加料次序,可以改进搅拌效率,提高混凝土强度的论断。美国、德国、英国、日本等国家也开始了传统搅拌工艺改进方面的研究,二次搅拌工艺逐步发展起来。混凝土的二次搅拌工艺是指利用物料投料及搅拌顺序对混凝土内部结构的影响,实现混凝土中各组分的均匀混合,综合提高混凝土性能的工艺方法。其工艺特点是对分批投入的物料进行高速搅拌来增强水泥的分散性,提高水化反应程度,同时可以改善混凝土相界面结构,提高混凝土的综合性能。

美国二次搅拌工艺的特点是首先通过高能搅拌法制备水泥浆,然后与骨料混合制备混凝土;德国的二次搅拌工艺与英国相似,又称为“两步搅拌工艺”,即先对水泥、水、砂进行预拌处理,通过高速搅拌获得水泥砂浆,之后在正常转速下与粗骨料拌合,此过程可在一台或两台搅拌机中进行;还有一些国家如波兰,采用了三次搅拌工艺——第一个搅拌筒用水泥和水的拌合,之后物料进入第二个搅拌筒加入细骨料拌合,最后在普通搅拌机中与粗骨料拌合得到成品混凝土。

从20世纪80年代开始,受日本一东晴郎提出的S.E.C.(Sand Envelope with cement)技术的影响,我国开始了混凝土二次投料搅拌工艺的研究。这种搅拌工艺的特点是混凝土拌合过程中水分两次加入,首先将砂与部分水搅拌一定时间(t_1)后,再加入水泥搅拌一定时间(t_2),最后加石子及剩余水搅拌(t_3)至出料。

基于以上不同形式的混凝土二次搅拌工艺,国内外研究人员对搅拌装置进行了改进,国外有双层搅拌机,将原有的一次搅拌出料改为两次搅拌出料;国内也有厂家将原来一体化的设备改制成两个独立的设备,同时满足了工艺改进和节约成本的需求。

二、二次搅拌工艺研究现状

二次搅拌工艺具有改性效果明显、经济、环保等优点,国

内外混凝土领域的学者对其进行了诸多研究,为二次搅拌工艺的实际应用提供了理论基础。

有文献指出,和一次投料搅拌工艺相比,二次搅拌工艺可以增强水泥强度10%以上,也可以说减少了水泥用量的20%左右,水泥混凝土的抗渗、抗冻、抗碳化性能均有所提高。

Vernon R. Schaefer等人曾做过一项题为通过二次搅拌工艺改善硅酸盐水泥混凝土搅拌连续性及生产效率的研究,他们分别在实验室和生产现场进行了试验,实验室研究结果表明二次搅拌工艺使硅酸盐水泥混凝土的强度提高8%-10%,现场搅拌试验显示同等搅拌形式下,二次搅拌工艺得到的硅酸盐水泥混凝土强度较传统工艺高5%-10%,相关报告还指出,二次搅拌工艺降低了新拌混凝土的含气量和塌落度,提高了混凝土的匀质性。

长安大学道路施工技术装备教育部重点实验室的王卫中、冯忠绪等人系统研究了二次搅拌工艺与传统工艺的搅拌效果对比、对二次搅拌工艺参数进行优化设计并探讨了二次搅拌机理。

武汉理工大学建筑材料国家重点实验室项目组的方东等人对比研究了不同稠度状态、分别采用二次搅拌工艺与普通搅拌工艺的混凝土性能,研究表明:二次搅拌工艺降低了混凝土试件的离散系数,提高了混凝土的匀质性,同时可以缩短混凝土搅拌时间,提高搅拌效率。

王玲玲等人研究了制备工艺对再生混凝土耐久性的影响,结果表明:当再生骨料掺杂量为20%时,水泥裹石法使再生骨料混凝土的抗压强度提高约7%,抗冻性提高8.3%,抗硫酸盐侵蚀性提高约3.8%。

Vivian W. Y. Tam等人研究了二次搅拌工艺对再生骨料混凝土微观结果的影响,并发现二次搅拌工艺可以通过优化再生混凝土内部的界面过渡区显著提高再生骨料混凝土的强度。

三、二次搅拌工艺机理分析

(一)传统工艺制备混凝土失效分析

研究表明,传统工艺制备的混凝土失效的原因与制备工艺特点密切相关。

首先,物料一次性投入,水泥颗粒遇水形成团聚夹杂在粗骨料孔隙中,由于粒径相差悬殊,大的骨料颗粒阻碍了水泥团聚颗粒的进一步分散均匀,其粘结、包裹砂石的作用受到抑制,致使集料表面粘结力降低,团聚颗粒本身由于水化不完全也成为影响混凝土强度的薄弱环节。

其次,由于混凝土多相复合体的固有属性,不同材料之间弹性模量、膨胀系数的差异,水化收缩及干燥收缩导致骨料和砂浆界面上应力集中,产生裂纹。

再次,骨料的亲水性在混凝土拌合、硬化成型过程中导致界面薄弱层和空隙的形成。在搅拌开始其表面便形成了一层自由水膜,高的水灰比必然导致硬化后空隙多,骨料和水泥浆之间的连接强度降低。之后在浇筑初期,由于比重大的砂石会在重力作用下下沉,同时,比重小的自由水和气泡会上移,上移过程中遇到粗糙的骨料,便会在其下表面形成水囊和空穴的聚集体,最终导致硬化过程中骨料界面孔隙的形成,同时也破坏了混凝土的均一性。

可见,传统工艺制备的混凝土既不能实现不同物料宏观上的均匀性,也很难保证骨料界面的致密性,最终成为影响混凝土整体性能的瓶颈。

(二)二次搅拌工艺对混凝土的强化机理

混凝土性能的整体提升需满足两方面的要求:一是宏观匀

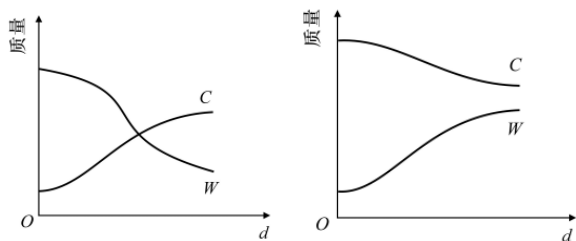
质性,水泥、细骨料、粗骨料的均匀分布,以保证混凝土的工作性能;一是微观匀质性,即保证每个水泥颗粒的水化充分进行,增强水泥石中相界面强度。

综合目前国内外学者的研究,二次搅拌工艺的强化效果也主要体现在以下几个方面:

第一,二次搅拌工艺能够改善混凝土的宏观匀质性。分步投料使粒径差异较小的物料优先混合,这些物料粒径较均匀,搅拌过程不存在严重的偏析现象,同时也消除了粗骨料对水泥颗粒的“屏障”作用;此外,高速搅拌可强化砂粒对水泥颗粒的冲击作用,明显消除水泥团聚现象,促进水化反应完全。

第二,二次搅拌工艺能够改善骨料和水泥石之间的界面微观结构。王卫中曾提出二次搅拌的目的之一就是要造成界面过渡区浆体内的水灰质量比梯度,使过渡区浆体的水灰质量比在骨料之间以距骨料表面的距离为自变量有规律的变化(如图1(b))。二次搅拌工艺使界面过渡区的强度增强,水泥石本体强度削弱,使界面固有强度梯度趋于平缓,即界面区域处微观均匀性提高。

另一方面,混凝土界面水化产物的分布形态也发生了变化。在二次搅拌中,水泥(或水泥、砂)与水的优先混合使骨料表面水泥层的水灰比较传统工艺降低,骨料表面水膜变薄,水泥颗粒更接近骨料表面,骨料有效粘结面积增大,因而,水泥水化产物C-S-H凝胶能够在骨料表面充分生成,产生较强的吸附作用,宏观上既表现为混凝土强度的提高。



(a) 传统搅拌工艺 (b) 二次搅拌工艺
图1 界面过渡区水灰质量比变化曲线

第三,二次搅拌工艺能够抑制水囊和空穴的形成。在搅拌过程中,粗骨料直接加入到水泥浆(或水泥砂浆)中,表面形成包裹层,抑制了自由水与粗骨料的进一步吸附,减少了硬化后的界面缺陷。

四、二次搅拌工艺发展展望

随着现代化建筑模式的逐渐形成,绿色、高性能混凝土已成为混凝土产业发展的主导方向,并推动了混凝土搅拌工艺的不断革新。二次搅拌工艺在这种大环境应运而生,一方面因为它能够在保证混凝土工程应用性能的前提下节约水泥用量,降低工程造价,减少环境污染;另一方面是以缓解环境与资源的压力为目的的混凝土回收已成为行业中热点话题,而此工艺对再生骨料混凝土性能的提升,更加速了对建筑废弃物的二次利用,减少了资源消耗。

国内外学者的实验室研究使二次搅拌工艺的优势已具备充分的理论支持,若在混凝土搅拌机械的现场施工中给予其更多的试验验证,我们相信,二次搅拌工艺必将成为未来混凝土行业中的主流生产工艺。

参考文献

[1]刘亚娟.双螺带搅拌机参数和工艺的试验研究[D].西安:长安大学,2007.
[2]方东,周明凯,李北星.不同稠度状态混凝土采用二次搅拌工艺与普通搅拌工艺的对比研究[J].功能材料,2012,(43):113-117.
[3]王卫中,冯忠绪,张晓波.混凝土二次搅拌工艺的探讨[J].建筑机械,2008.05:89-91.

(上接第25页)

低后期工作的压力和耐久性。综合管理是对数据进行更加合理的管理,使技术人员能够存储和提取一个建设项目中复杂的信息,以及更新和存储新的数据,完成对工程信息的管理五个方面,根据设计的具体信息创建三维建筑模型,并在设计过程中直接使用BIM技术。

建筑工程的设计阶段也可以模拟施工阶段,利用BIM技术完成施工工程师的三维BIM,如三维设计模型的动画,使其能够根据时间的变化而进行施工,根据三维结构模型对施工进行评价,在施工过程中对一个实时建设项目的模型进行修改,实际上是对施工过程中情况的一种展示,是对施工过程的模拟。因此,采用BIM技术,可以有效地减少实际建设项目的故障率,对保证建设项目的安全稳定起到一定的作用。

(四) BIM在项目运营阶段的应用

在整个建造过程中,包括项目的运作阶段,BIM技术有各种各样的实施方案。在项目实施阶段,BIM技术主要是了解设备的运行情况,相关数据的整理和存储,以支持工作人员在后期维护过程中,此外,BIM技术还可以参与模拟验证过程。一般来说,BIM技术在一个建设项目的这个阶段有多种实现方式,结合了大数据在各个阶段的优势,可以有效地应用于施工中,为解决一些问题提供数据支持,提高测量精度。

(五) BIM技术在工程测量中的应用

项目的正常开展与以往的测绘工作密切相关,技术研究是

项目正常开展的关键,直接关系到整个项目的后续工作。BIM技术是一种高精度的测量技术。如果能够有效地应用于工程测量,可以提高测量精度,为以后的测量工作提供数据参考,降低后期工作的压力和耐久性。

(六) BIM技术在施工阶段的应用

在最初的设计工作完成后,项目中最关键的部分是施工阶段。由于施工及相关信息的实时性,在施工过程中采用了BIM技术。根据设计,使用BIM技术将其转换为三维模型,以便监督人员可以实时看到设计。这种三维模型使设计更加直观,不仅提高了监管部门的视觉体验,而且使业主能够及时看到建筑物的图片和实际施工场景,进而提高企业的中标概率。

六、结束语

综上所述,BIM技术对建筑施工产生了积极的影响,有助于解决建筑工程施工测量中存在许多实质性的问题,将会是建筑业进一步发展的关键所在。因此,在建筑工程施工测量中应有BIM技术,将大大提高建筑信息模拟技术在施工科研中的应用质量。

参考文献

[1]张滨.浅论高层建筑工程施工测量控制要点[J].建材与装饰,2017(45).
[2]刘龙飞,赵威,韩文娟.工程施工测量管理现状分析及对策研究[J].门窗,2016(06).