

CRTS III型板式无砟轨道结构用自密实混凝土质量控制

Quality Control of Self Compacting Concrete for CRTS III Slab Ballastless Track Structure

陈伟

Wei Chen

中铁十九局集团第五工程有限公司, 中国·北京 100176

China Railway 19th Bureau Group Fifth Engineering Co., Ltd., Beijing, 100176, China

【摘要】CRTS III型板式无砟轨道结构是中国首个具有自主知识产权的无砟轨道结构,其中自密实混凝土充填层对无砟轨道耐久性起到至关重要的作用,本研究针对中国自密实混凝土生产原材料波动较大情况,提出一种新的试验方法——“原材料单因素适配法”,通过该方法可以分析各原材料适应性问题,能够严格的进行自密实混凝土质量控制。从而更好的解决CRTS III型板式无砟轨道自密实混凝土生产过程中因原材料波动、施工工艺波动等因素导致的混凝土性能较差等问题,对企业生产自密实混凝土具有一定的指导意义。

【Abstract】CRTS III ballastless track is the first ballastless track with independent intellectual property rights in China, and the filling layer of self-compacted concrete plays an important role in the durability of the non-laminates. In this paper, a new experimental method named "Raw material single factor adaptation method" is proposed to solve the fluctuation of raw materials in China's self-compacted concrete. We can analyze the adaptability of various raw materials and strictly control the quality of self-compacted concrete through this method. Then we can solve the problem of poor concrete performance in CRTS III ballastless track self-compacting concrete production process due to raw material fluctuation, construction process fluctuation and other factors. Also, it is of great significance to the production of self-compacting concrete.

【关键词】自密实混凝土;原材料单因素适配法;质量控制;施工控制

【Keywords】self compacting concrete; raw material single factor adaptation method; quality control; construction control

【DOI】<https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v3i1.1299>

1 引言

高速铁路使用的CRTS III型板式无砟轨道是中国首个具有自主知识产权的无砟轨道结构,目前已成功应用于郑徐客运专线、盘营客运专线、成绵乐客运专线、武汉城际铁路、沈丹客运专线等^[1]。CRTS III型板式无砟轨道结构从上到下依次由钢轨、扣件、预制轨道板、配筋自密实混凝土、限位凹槽、中间隔离层(土工布)和底座板等部分组成^[2]。

自密实混凝土充填层是位于轨道板和底座板之间的结构,其对CRTS III型无砟轨道的重要性主要表现在三个方面:第一,自密实混凝土充填层属于隐蔽工程,浇筑过程中如果产生质量问题无法直接察觉;第二,自密实混凝土充填层既起支撑与传力的作用,还起调整轨道板高度与减震的作用^[3],因此成为整个轨道结构中最容易发生劣化的部位;第三,自密实混凝土充填层上下表面和轨道板及底座板之间的新老界面区容易产生缝隙,在使用过程中雨水渗入,导致整个无砟轨道结构性能降低甚至破坏,严重时还会引起交通安全事故。由此可见,自密实混凝土充填层对于整个无砟轨道结构起着关键性的作用,CRTS III型板式无砟轨道所用自密实混凝土拌合物必须具有优异的流动性、抗离析性、间隙通过性及黏聚性等性能^[4]。

但是,上述各性能指标是一个矛盾的统一体,通常自密实混凝土拌合物性能波动较大,常出现以下三种问题:

①“炸泡”现象:自密实混凝土在搅拌过程中会裹入大量气泡,有些被包裹在混凝土的内部,有些能够克服混凝土的黏聚力上浮到混凝土表面产生“炸泡”现象,如图1(a)所示。自密实混凝土充填层四周处于全封闭状态,灌注过程中上浮到混凝土表面的气泡无法溢出,就会导致混凝土表面形成气孔,如果自密实混凝土产生离析或泌水现象,上表面泌出的水分蒸发后就会在混凝土表面产生凹坑,这些凹坑与气泡聚集在一起形成脆弱层,严重影响自密实混凝土充填层与轨道板的接触情况。



(a) 混凝土表面有气泡冒出



(b) 混凝土气泡稳定无溢出

图1 自密实混凝土表面气泡变化情况

②扩展度损失快:由于自密实混凝土对原材料要求较为敏感,当原材料发生波动时,自密实混凝土拌合物常出现扩展度经时损失增大现象(见图2),影响混凝土的运输距离和运输时间,甚至会造成延误施工等事故发生。

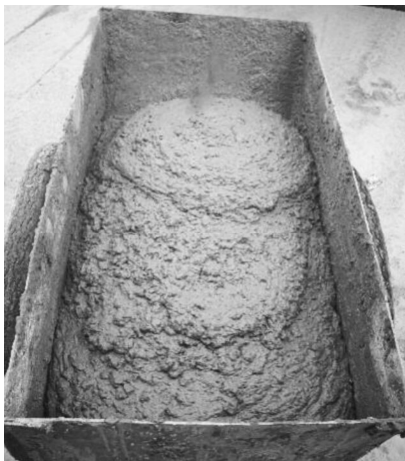


图2 自密实混凝土扩展度损失较大

③水泥假凝:由于外加剂和水泥存在适应性不良的可能,因此外加剂进厂前应进行水泥和外加剂相容性检验,确保水泥不会出现假凝现象(见图3),从而避免自密实混凝土出现出机后,短时间内无流动度现象。



图3 水泥与减水剂适应性不良产生假凝

对于这些常见问题,目前施工单位还未找到一种合适的方法解决。实际生产过程中,自密实混凝土受搅拌运输车等待施工时间波动、施工温度、施工天气及施工现场环境变化等影响,常出现到达施工现场后,自密实混凝土出机扩展度不达标、T500用时过长、坍落扩展度经时损失过大等一系列问题,严重的还会导致自密实混凝土无法继续灌注,常带来原材料浪费大、经济成本提高、耽误施工进度等不利影响。

本文针对原材料波动较大的情况,根据郑徐高铁现场施工控制情况,提出了一种用来检验自密实混凝土原材料之间适应性的方法——“单因素适配法”,通过该方法,能较好、迅速地检验各原材料之间的相容性,进而选出适宜的自密实混凝土用原材料,从而避免自密实混凝土拌合物出现炸泡、假凝、扩展度损失快等现象的发生。同时本文也根据施工时间波动及施工环境变化等情况,提出了自密实混凝土质量控制的一些有效方法。

2 技术路线

CRTS III型板式无砟轨道自密实混凝土质量控制方法可按照图4原材料单因素适配法技术路线设计,该设计通过逐一增加原材料的方法,检验各原材料之间适应性问题,从而选出生产自密实混凝土用最佳原材料,确保自密实混凝土施工过程中混凝土具有较为稳定的性能。

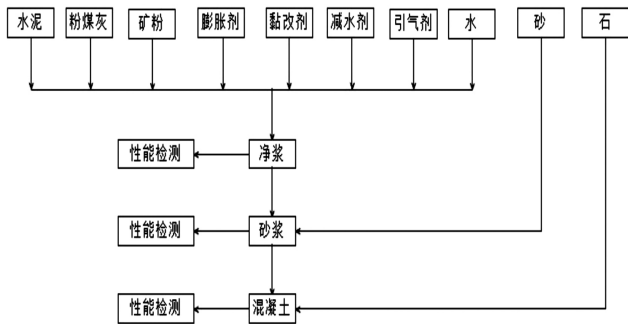


图4 原材料单因素适配法技术路线图

3 原材料单因素适配法

3.1 胶凝材料适应性试验

自密实混凝土常用的胶凝材料主要有水泥、粉煤灰、矿粉、膨胀剂和黏剂。采用水泥净浆试验,在胶凝材料总用量不变的前提下,逐一增加胶凝材料种类,观察净浆初始流动度(采用水泥净浆流动度截锥圆模进行试验,尺寸为36mm×60mm×60mm)、1h流动度、2h流动度、净浆表面是否有气泡产生及是否假凝等现象,判断分析各组分材料之间的适应性。具体设计方案可参照表1,表中各胶凝材料用量比例应跟自密实混凝土生产配比中胶凝材料用量比例相同,但用水量和减水剂掺量可根据试验情况自行调整。

表1 胶凝材料适应性试验

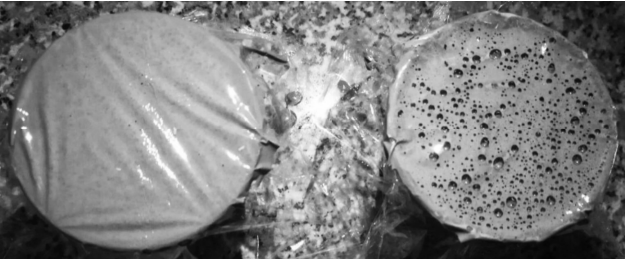
编号	水泥(g)	黏改剂(g)	膨胀剂(g)	矿粉(g)	粉煤灰(g)	水(g)	减水剂(g)	初始流动度(mm)	2h流动度(mm)	备注
1	520	0	0	0	0	105	6.2	275	280	轻微气泡
2	489	31	0	0	0	140	6.2	270	255	无气泡
3	444	31	45	0	0	140	6.2	255	260	无气泡
5	310	31	45	76	0	140	6.2	250	265	无气泡
6	310	31	45	76	58	140	6.2	265	280	无气泡

表2 细骨料适应性试验

编号	水泥(g)	黏改剂(g)	膨胀剂(g)	矿粉(g)	粉煤灰(g)	砂(g)	水(g)	减水剂(g)	初始流动度(mm)	2h流动度(mm)
7	310	31	45	76	58	842(标准砂)	178	6.76	290	275
8	310	31	45	76	58	842(生产砂A)	178	6.76	260	230
9	310	31	45	76	58	842(生产砂B)	178	6.76	230	180

通过编号1~6逐步试验,通过各性能指标可以分析出各胶凝材料之间是否适应,也比较不同厂家的胶凝材料的适应性。随着编号中各组成材料的增加,如果出现流动度损失较大、产生假凝或浆体有气泡产生,均表明该组成材料与其他材料适应性较差,应考虑更换材料或想办法调整材料。

本次试验编号1中净浆表面有轻微气泡产生,而编号2中加入黏改剂之后,气泡消失,可见黏改剂能够起到稳定气泡,增加黏度的作用。编号1采用两种不同厂家水泥进行试验,其中A厂家水泥和减水剂适应性不良,导致水泥浆体产生假凝现象,如图3所示;而B厂家水泥与减水剂适应性较好,无假凝现象,并且2h流动度无损失。编号3中采用两不同厂家膨胀剂,其试验状态如图5所示,其中A厂家膨胀剂与水泥和黏改剂适应性较好,净浆2h流动度无损失,而B厂家膨胀剂虽然2h净浆流动度无损失,但是浆体表面产生大量气泡,对自密实混凝土后期施工中气泡控制影响较大,适应性不良。



(A) (B)
 图5 不同厂家膨胀剂对净浆适应性情况

3.2 细骨料适应性试验

通过上述胶凝材料适应性试验选出适应性较好的胶凝材料之后,根据生产现场的细骨料情况,选用不同细度模数,不同含泥量的砂,分别与标准砂对比,进行砂浆性能试验,通过砂浆初期流动度(采用水泥胶砂流动度试模进行试验,尺寸为

70mm×100mm×60mm)、1h流动度、2h流动度情况,判断细骨料之间的适应性。砂浆配合比应根据自密实混凝土配合比中各组分材料等比例调整,其试验方案设计如表2所示。

按照表2设计思路,细骨料适应性实验中,不同砂流动度随时间变化关系如图6所示。

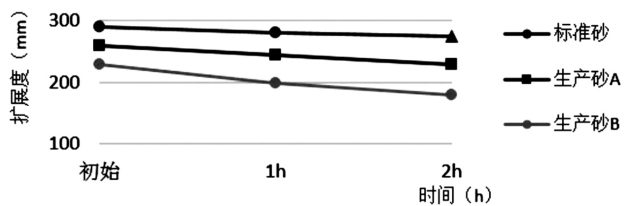


图6 不同砂流动度经时损失情况

通过表2和图6试验中砂浆初始流动度和2h后流动度对比可以分析出生产用砂品质情况。本次砂浆流动度经时损失试验与净浆试验结果进行对比发现,加入砂之后,砂浆2h的流动度相对净浆而言均有不同程度的损失,这主要和砂表面对减水剂不同的吸附程度导致;生产砂A(细度模数为2.7,含泥量1.4%)和生产砂B(细度模数为2.7,含泥量为2.6%)的初始流动度均小于标准砂,这主要是因为生产砂含泥导致;生产砂B砂浆2h流动度损失大于生产砂A,这主要是因为生产砂B含泥量较生产砂A大,对减水剂吸附性较强导致。

3.3 混凝土适应性试验

由于混凝土本身是一种多组分材料,其质量控制难以完全通过净浆或砂浆试验来表征,砂浆净浆实验只能作为辅助性试验指标,加之混凝土试验还包括自密实混凝土拌合物含气量、扩展度、T500及试件强度等指标,因此本试验方案仍设计以自密实混凝土适应性试验为最终考察指标。

通过净浆及砂浆试验,选出最佳原材料之后,再选出最佳粗骨料,按照自密实混凝土配合比设计要求,设计好配合比,

通过实验室拌制,检测其拌合物含气量、扩展度及2h扩展度损失、T500并观察混凝土拌合物表面是否有气泡等现象,成型并检测试件强度,从而选出最佳配合比。前述图1(b)是减水剂通过调整消泡剂和引气剂组分后自密实混凝土表面气泡消失的效果。

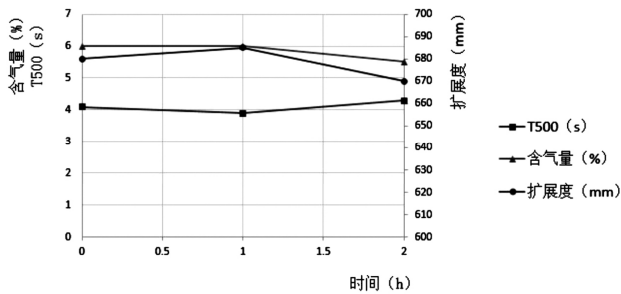


图7 自密实混凝土性能指标经时变化情况

图7为自密实混凝土拌合物各性能指标随时间变化情况,由图可见,随时间变化混凝土拌合物的性能指标变化不大,比较平稳,因此混凝土拌合物自身稳定性较好,如果自密实混凝土拌合物性能指标变化较大,2h后出现明显变大或者明显变小情况,均表示自密实混凝土拌合物稳定性较差,不利于CRTS III型板式无砟轨道用自密实混凝土施工,应调整混凝土配合比或原材料,直至混凝土拌合物稳定为止。

需要强调的是,由于混凝土在多次试验测定过程中会因浆体黏附设备造成浆体损失,为减少试验误差,混凝土搅拌量应不少于30L。对于拌合物含气量,由于实验室小型单卧轴强制搅拌机搅拌效果不如搅拌楼双卧轴强制式搅拌机,实验室拌制混凝土含气量尽量在符合标准要求并且满足混凝土其他工作性能的前提下靠近下限即可,不能过大,同时应注意在搅拌楼搅拌时务必要对混凝土拌合物含气量进行后期验证。

4 施工环境质量控制

自密实混凝土不仅对原材料波动比较敏感,施工环境质量控制情况对自密实混凝土性能的影响也比较大,其中较为常见的施工环境问题包括自密实混凝土搅拌结束到灌注完毕的施工时间、环境温度、雨水天气等。

由于CRTS III型板式无砟轨道自密实混凝土层灌注施工受轨道板安装进度、施工人员操作速度等影响,混凝土从拌合站出站到灌注所需等待时间从0.5h~2h不等,但是自密实混凝土在等待过程中扩展度会随时间而损失,因此应调整减水剂中缓释组分和保坍组分的比例,确保自密实混凝土拌合物2h内扩展度基本不存在损失也不存在放大现象,图2为自密实混凝土扩展度损失较大,导致无法流动现象。只有严格控制混凝土拌合物扩展度损失,才能避免施工操作过程中因混

土拌合物扩展度不达标造成的混凝土原材料浪费及人力物力消耗等问题。

不同季节,气温不同,混凝土拌合物水化反应速率不同,导致混凝土拌合物扩展度损失不同,因此,应通过外加剂中缓凝组分、保坍组分、缓释组分进行调整,确保冬季、夏季混凝土按时凝结硬化,保证施工周期正常进行,以防延误工期。对于雨水天气,尽量避免施工,如必须施工,需采取有效措施,防止雨水进入混凝土罐车和灌注漏斗及自密实混凝土轨道板浇筑层内部。

5 结语

通过郑徐高铁客运专线自密实混凝土施工情况,本文对自密实混凝土原材料的选择及控制、配合比设计及优化、施工与质量控制等技术问题进行了分析,总结主要技术要点包括以下几个方面。

(1)胶凝材料适应性试验中,在保证胶凝材料总量一定的情况下,通过单一原材料变化替换法,观察各胶凝材料之间适应性问题,从而帮助企业能够更好的选择合适的胶凝材料。

(2)细骨料适应性试验中,通过不同细骨料与标准砂进行胶砂性能试验对比,了解生产自密实混凝土用砂的最佳细度范围及含泥量等性能指标范围,为后期生产合理选择细骨料入场提供技术依靠。

(3)混凝土适应性试验中,通过检查混凝土拌合物含气量、扩展度及扩展度损失、T500、混凝土表面气泡保持能力、硬化混凝土性能等指标,确定最佳生产混凝土配合比,从而确保自密实混凝土性能符合CRTS III型板式无砟轨道自密实混凝土要求。

通过这种试验方法,能够严格的进行自密实混凝土质量控制。从而更好的解决CRTS III型板式无砟轨道自密实混凝土生产过程中因原材料波动、施工工艺波动等因素导致的混凝土性能较差等问题,对企业生产自密实混凝土具有一定的指导意义。

参考文献

- [1]李昌宁,戴宇,高健.CRTS III型板式无砟轨道自密实混凝土揭板试验及质量控制研究[J].高速铁路技术,2015,6(5):30-33.
- [2]楚立署,杨卫华,史雨.CRTS III型板式无砟轨道自密实砼配合比设计及施工技术研究[J].铁道建筑技术,2017(1):112-115.
- [3]伊亚如,张济忠.岔区板式无砟轨道自密实混凝土施工控制技术浅析[J].中小企业管理与科技旬刊,2011(3):213-214.
- [4]朱树坤.CRTS III型无砟轨道自密实混凝土生产与灌注工艺研究[J].工程建设与设计,2017(1):142-145.