

Technology Application of Polycarboxylate Superplasticizer in the Prefabricated T-Typed Beam of Menghua Railway

Xun Sun, Xinming Qu, Tuanhua Wu, Yunfei Zhang

Anhui Zhongtie Engineering Material Science and Technology Co. Ltd., Hefei Anhui
Email: 791277042@qq.com, sunxun_1986@163.com

Received: Mar. 3rd, 2018; accepted: Mar. 19th, 2018; published: Mar. 27th, 2018

Abstract

In consideration of the appearance quality of prefabricated T-typed beam of Menghua Railway, this article studied the influences of polycarboxylate superplasticizer with different mother liquor and auxiliary material on the workability, gas content, setting time and compressive strength of concrete, and according to the concrete entity appearance, the optimum composition of formula of polycarboxylate superplasticizer was determined. The formed T-typed beam by this scheme had uniform color, and the area of the bubble accounted for about 5% of the whole surface area, and the maximum size of the bubble was only 1.5 mm.

Keywords

Menghua Railway, The Prefabricated T-Typed Beam, Appearance Quality, Polycarboxylate Superplasticizer

聚羧酸高性能减水剂在蒙华铁路预制T梁中的技术应用

孙 迅, 瞿鑫明, 吴团华, 张云飞

安徽中铁工程材料科技有限公司, 安徽 合肥
Email: 791277042@qq.com, sunxun_1986@163.com

收稿日期: 2018年3月3日; 录用日期: 2018年3月19日; 发布日期: 2018年3月27日

摘 要

本文结合蒙华铁路预制T梁外观质量情况, 研究了聚羧酸高性能减水剂不同母液及小料对混凝土工作性、

含气量、凝结时间、抗压强度等指标的影响,并通过混凝土实体外观对比,确定了最佳的减水剂复配方案。采用此方案成型的T梁外观颜色均一,气泡面积约占到整个表面积的5%之内,气泡最大尺寸仅1.5 mm。

关键词

蒙华铁路, T梁, 外观质量, 聚羧酸高性能减水剂

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着高性能混凝土应用技术以及施工质量的提升,对混凝土结构的外观质量也提出了更高的要求,外观质量在评定混凝土工程质量中占据了重要的地位。简支 T 梁由于混凝土方量少、自重小,具有良好的承载能力和良好的经济性能,在铁路中小跨径桥梁中占据着越来越重要的地位[1]。由于 T 梁本身存在梁体高而窄、预埋件多、钢筋密集且混凝土标号高、粘度大,在施工中容易出现色差、水纹、气泡等外观质量缺陷,尤其是马蹄倒角处坡度较缓,气泡不易排出,容易残留大量的气泡。因此, T 梁混凝土质量也向着清水混凝土技术发展[2] [3] [4] [5]。

蒙华铁路全线采用 T 梁设计,其中中铁四局安徽中铁工程材料科技有限公司负责供应减水剂的制梁场有陕西段延安六标中铁十局梁场、山西段中铁四局卢氏梁场、河南段中铁四局西峡梁场和三阳梁场等六个,总计约 9000 片梁。

在蒙华铁路某梁场施工初期,由于施工控制不到位、混凝土状态不佳等原因造成梁体马蹄面出现较多尺寸不一的气泡,且有些尺寸直径较大,气泡面积约占到整个马蹄面的 30%以上,气泡最大尺寸超过 5 mm。如图 1、图 2 所示。

在接到现场情况反馈后,公司安排专家组成员到蒙华铁路各个梁场进行调查、分析原因,并设计试验方案进行研究。

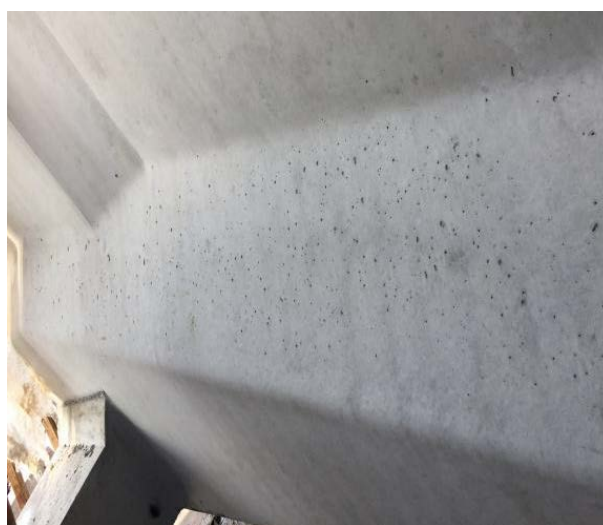


Figure 1. Bubbles on the surface of T-typed beam

图 1. 简支 T 梁表面气泡



Figure 2. Large bubbles of T-typed beam
图 2. 简支 T 梁大气泡

2. 试验原材料、试验仪器、试验方法

2.1. 试验原材料

水泥：PO52.5，宁夏赛马水泥厂产；粉煤灰：I级，陕西省榆林市靖边电厂产；砂：II区中砂，当地沙场；粗骨料：5~10、10~20 级配碎石，当地石料厂购；聚羧高性能酸减水剂：母液类型有高减水型母液 101、132，减水保坍型母液 103，保坍型母液 301、322，引气剂 Y01，消泡剂 X01、X02 均来自中铁四局安徽中铁工程材料科技有限公司。

2.2. 试验仪器

混凝土搅拌机、混凝土含气量测定仪、混凝土蒸汽养护箱、压力试验机、坍落度筒等。

2.3. 试验方法

混凝土含气量、坍落度性能试验测试按照 GB/T50080-2016《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》进行。

混凝土试件制作与养护、抗压强度测试按照 GB/T50081-2002《普通混凝土力学性能试验方法标准》进行。

3. 试验结果与讨论

3.1. 试验配合比

蒙华 T 梁采用 C60 混凝土，配合比见表 1。

该配合比水胶比 0.29，且采用了 525 水泥，拌制的混凝土易粘度大，流动性差造成气泡不宜排出。针对此现象，优选了几种聚羧酸减水剂配方，在不同减水剂配方情况下进行混凝土拌合物及硬化混凝土性能测试。

3.2. 不同减水剂母液对混凝土性能及外观的影响

聚羧酸减水剂由于采用了不同的合成工艺和分子结构设计，使产品具有多样化、多品种、多功能性。

在实际应用中,通常采用不同减水剂产品及其他产品复配来实现各组分的协同作用、叠加作用、配伍作用,从而更高效地提高和改善混凝土性能[6] [7]。本实验中,混凝土坍落度要求 160~200 mm,保坍时间 1h,含气量 3%~4%,因此为满足混凝土工作性能要求,方案设计采用减水型和保坍型两种或三种母液进行复配,并添加适当引气剂 Y01 和消泡剂 X01,把混凝土初始坍落度和含气量控制在基本相近的前提下,对混凝土坍落度、含气量、凝结时间进行测试。其试验方案及结果见表 2。

由表 2 可以看出,不同减水剂方案对混凝土坍落度、含气量、凝结时间及抗压强度有较大影响。其中 3#、4#、7#方案保坍效果较差,采用 101、103、132 母液两两复配的减水剂仅能在半小时满足坍落度要求,1h 后坍落度损失较大,这是因为三种母液初期释放速度较快,保坍成分较少,而添加了 301 或 322 母液的减水剂混凝土保坍效果较好。

由表 2 和图 3 可以看出,采用了 132 母液复配方案的减水剂初始含气量及含气量损失普遍偏小,其中 7#、9#方案含气量损失最小,10#、6#方案次之,这是由于 132 母液侧链引入低引气基团,改善了聚羧酸减水剂因分子量大引气能力强、引入气泡尺寸较大的缺点[8],而且加入 322 母液也有助于改善混凝土含气量损失,因为 322 母液属于脂类减水剂,与水泥适应性好,分散能力强,从而改善了混凝土和易性。

由表 2 和图 4~图 5 可以看出,3#、7#、8#、9#方案的凝结时间比其余方案凝结时间要短,1 d、3 d、7 d 抗压强度要高,这是因为此四种方案中有 103 母液,该母液属于早强型母液,该母液合成采用双引发剂、侧链接入了磺酸基团,能更好地分散水泥颗粒加速水化进程,从而加快了混凝土的凝结硬化,提高了早期强度[9]。而到 28 d 强度,该九种方案结果都相差不多,说明减水剂对后期强度影响不大,而且都能满足强度设计要求。

根据试验结果,综合考虑混凝土各项性能,优选 6#、8#、9#方案进行现场模拟成型试验。在现场试验中,搅拌了 3 方混凝土,成型了一板小梁,如图 6 所示,1 d 后进行拆模,外观效果如图 7、图 8、图 9 所示。

Table 1. The C60 concrete mix proportion of beam (kg/m³)

表 1. 梁 C60 混凝土配合比(kg/m³)

PO52 水泥	I 级粉煤灰	河砂	碎石 5~20	减水剂	引气剂	水
450	50	682	1114	6	3	145

Table 2. Impact of different mother liquor son performance of concrete mixture

表 2. 不同减水剂母液对混凝土拌合物性能的影响

编号	减水剂配方	坍落度/mm			含气量/%			凝结时间/min		抗压强度			
		0 h	0.5 h	1 h	0 h	0.5 h	1 h	初凝	终凝	1 d	3 d	7 d	28 d
1#	101:301	195	190	190	3.8	3.0	2.3	390	560	26.1	46.0	61.8	72.9
2#	101:322	195	195	190	3.7	3.2	2.4	375	550	26.3	46.2	62.0	72.7
3#	101:103	200	170	145	3.9	3.2	3.2	315	405	28.1	49.5	63.9	73.2
4#	101:103	195	180	155	3.7	3.3	3.1	360	550	25.8	45.6	61.6	72.5
5#	132:301	195	190	190	3.6	3.3	3.2	385	575	25.5	45.5	61.2	72.3
6#	132:322	190	190	190	3.5	3.5	3.4	370	545	25.6	45.7	61.5	72.6
7#	103:132	200	175	130	3.6	3.6	3.6	300	350	28.4	49.7	64.0	73.5
8#	103:322	190	185	185	3.8	3.2	3.0	320	390	28.2	49.2	64.2	73.2
9#	103:132:322	185	185	185	3.5	3.5	3.5	315	375	28.0	48.9	64.3	73.4

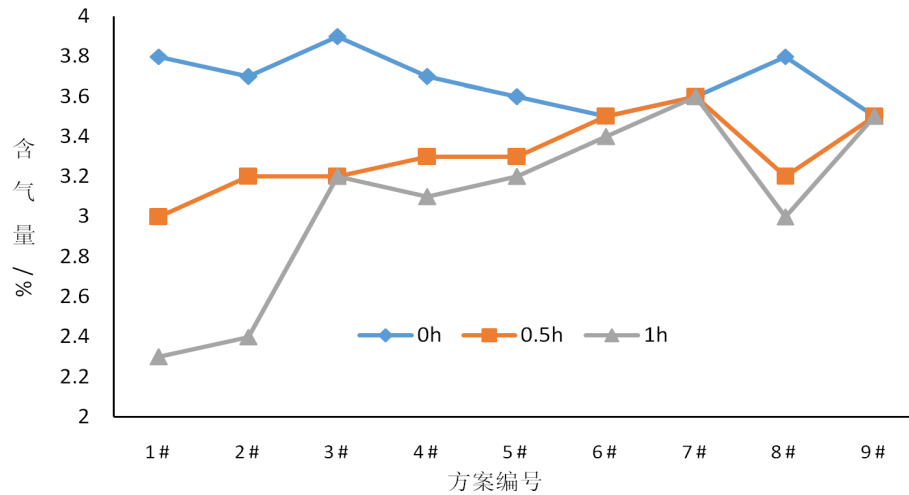


Figure 3. Impact of different mother liquor son content of concrete mixture
图 3. 不同减水剂母液对混凝土拌合物含气量的影响

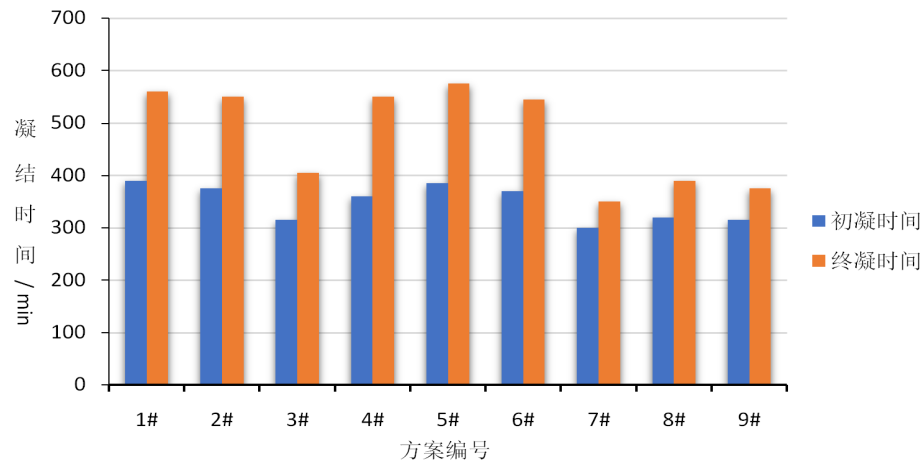


Figure 4. Impact of different mother liquor son setting time of concrete mixture
图 4. 不同减水剂母液对混凝土拌合物凝结时间的影响

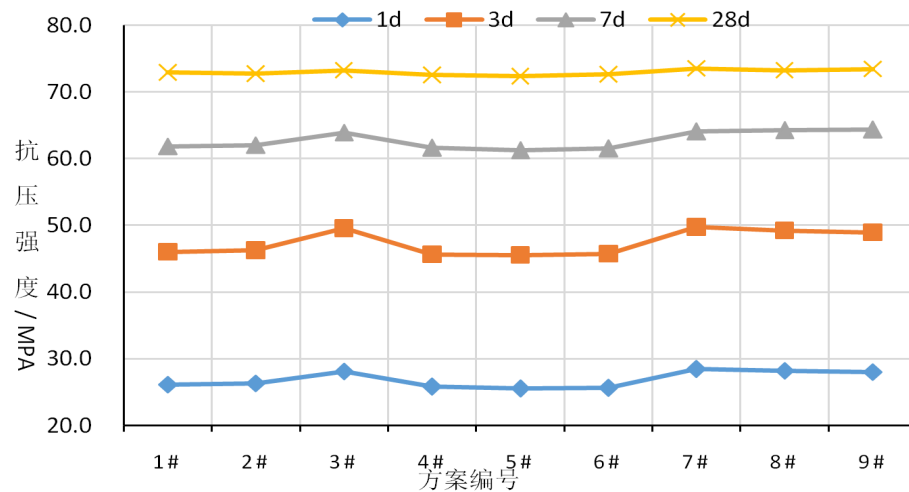


Figure 5. Impact of different mother liquor son compressive strength of concrete
图 5. 不同减水剂母液对混凝土抗压强度的影响



Figure 6. Little simulated beam

图 6. 模拟试验小梁



Figure 7. 6# beam's appearance quality

图 7. 6#梁体外观情况



Figure 8. 8# beam's appearance quality

图 8. 8#梁体外观情况



Figure 9. 9# beam's appearance quality
图 9. 9#梁体外观情况

Table 3. Impact of different formulas of polycarboxylate superplasticizer on the performance and appearance quality of concrete

表 3. 采用不同减水剂配方对混凝土拌合物性能及外观质量的影响

编号	减水剂配方	坍落度/mm	扩展度/mm	含气量/%	容重/kg/m ³	状态描述
9#	103 + 132 + 322 + Y01 + X01	180	380	3.5	2460	和易性一般，流速慢
10#	103 + 132 + 322 + Y01 + X02	185	400	3.4	2445	和易性、流动性有所改善
11#	103 + 132 + 322 + Y01 + X02 + T01 + C01	180	455	3.5	2430	和易性好，流动性好，混凝土柔和

根据模拟试验小梁拆模效果看，该三种方案成型后的质量都较开始有了较大改善，气泡尺寸及数量都有了较大降低，说明混凝土含气量损失小、凝结时间短有助于 T 梁外观质量的改善。

由图 7 看出，梁体外观大泡基本没有，但直径 2 mm 的小泡较多，占据整面约 20%。由图 8 看出，梁体外观小泡较少，但干缩型大泡较多，直径在 4 mm 左右。图 9 外观质量在此试验中最佳，马蹄面气泡直径小、数量最少且颜色均一。此时，采用 103 + 132 + 322 + Y01 + X01 减水剂复配方案经过一片梁试验，通过测算梁体外观气泡直径在 2 mm 左右，马蹄面气泡面积约占 10%，达不到最优外观。

3.3. 不同复配小料对混凝土性能与外观质量的影响

根据优选的减水剂母液，采用不同消泡剂、粘度调节剂，进行现场浇筑，对混凝土外观质量进行对比研究。具体方案和试验数据见表 3。

T 梁拆模后外观效果见图 10、图 11、图 12。

由表 3 可知，9#和 10#方案掺入等量的两种消泡剂，混凝土拌合物含气量基本相同，但成型后的外观区别较大，图 11 相比图 10 梁体外观气泡干缩型气泡较少且气泡尺寸最大为 1.5 mm，这是因为消泡剂 X02 消泡效果更好，消泡更温和，对混凝土中气泡表面张力影响小，更容易消大泡而保留有益的小泡，这样在含气量一定的情况下气泡数量更多，更能有效地在拌合物中发挥“滚珠效应” [10]，降低混凝土粘度提高流动性。而消泡剂 X01 消泡强度大，不仅消除了部分大泡，也容易使拌合物中的小泡破裂聚集成大泡。由图 12 看出，方案 11#加入的状态调节剂 T01 和 C01，具有很好的蓬浆效果，能有效降低混凝土粘度，改善混凝土浆体柔和性，使混凝土流动性更好，从而使混凝土在浇筑成型时更易于充填且气泡容易排出，梁体外观最佳。



Figure 10. 9# beam's appearance quality
图 10. 9#梁体外观情况



Figure 11. 10# beam's appearance quality
图 11. 10#梁体外观情况



Figure 12. 11# beam's appearance quality
图 12. 11#梁体外观情况



Figure 13. The application effect diagrams in a beam field of Menghua Railway
图 13. 蒙华铁路某梁场应用效果图

4. 工程应用

蒙华梁场从 2016 年 5 月开始施工, 到 2017 年 11 月已成功浇筑了约 1500 片梁, 现场混凝土拌合物各项性能良好, 具有符合现场要求的凝结时间和早期强度, 强度指标、耐久性指标满足要求, 拆模后构筑物表面平整光滑, 气泡少颜色均一, 气泡面积约占到整个马蹄面的 5% 之内, 气泡最大尺寸仅 1.5 mm, 如图 13 所示。并得到施工单位、业主和监理的一致好评。

5. 结论

- 1) 132 母液具有低引气特点, 能降低混凝土拌合物初始含气量及含气量损失; 322 母液适应性好, 有助于改善混凝土含气量损失; 103 母液具有早强特点, 能加快混凝土的凝结硬化, 提高了早期强度。
- 2) 经过试验室及现场模拟试验, 混凝土含气量损失小、凝结时间短有助于 T 梁外观质量的改善。
- 3) 103 + 132 + 322 + Y01 + X02 + T01 + C01 减水剂复配方案, 成型的 T 梁外观质量最佳, 气泡少颜色均一, 气泡面积约占到整个表面积的 5% 之内, 气泡最大尺寸仅 1.5 mm。

参考文献

- [1] 康健强. 预应力混凝土 T 梁承载力试验研究[D]: [硕士学位论文]. 西安: 长安大学, 2010.
- [2] 李辉. 聚羧酸系高性能减水剂在 50 米 T 梁结构中的应用[J]. 广东建材, 2010, 26(5): 47-49.
- [3] 钟宁, 许长城, 张鑫. 影响预应力混凝土 T 梁外观质量的原因及对策[J]. 公路交通技术, 2008(s2): 78-81.
- [4] 徐东风. 预制 T 梁混凝土浇筑工艺质量控制关键措施[J]. 新型建筑材料, 2016, 43(3): 23-25.
- [5] 蔡亚宁, 马陇玲. 清水混凝土技术在预制大跨距后张预应力 T 梁中的应用[J]. 混凝土, 2006(3): 74-80.
- [6] 王斌, 黎思幸. 聚羧酸系高性能减水剂的技术开发与应用[J]. 混凝土, 2010(7): 147-149.
- [7] 余振新, 沈焱, 周涛, 等. 酯醚复合聚羧酸减水剂性能及改性试验研究[J]. 新型建筑材料, 2014, 41(3): 35-37.
- [8] 郑刚, 王汝敏, 王宏军, 等. 新型聚羧酸系高效减水剂 PCS 的实验研究[J]. 材料导报, 2006, 20(3): 146-148.
- [9] 孙宁, 曹禹, 徐朝华, 等. 早强型聚羧酸系减水剂的制备及性能研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2016(8): 14-19.
- [10] 谢洪阳, 王诗翔, 傅翔. 消泡剂引气剂对聚羧酸系减水剂混凝土的影响[J]. 混凝土, 2015(11): 44-46.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3458，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：hjce@hanspub.org