

粉煤灰及聚羧酸减水剂在压浆料中的应用

黄晓静

(中铁二十局集团 第四工程有限公司, 山东 青岛 266061)

摘要:针对后张法预应力混凝土孔道灌浆中容易出现的质量问题及新桥规的具体要求,提出掺加粉煤灰改善浆体的技术性能。研究了粉煤灰对浆体流动性、稳定性、耐久性和强度发展的影响。经过试验,得出结论:粉煤灰在一定掺量范围内可以改善浆体的流动性、稳定性和耐久性,掺量在30%以内早期强度可以满足规范要求。

关键词:预应力混凝土;孔道灌浆;压浆料

中图分类号:TU528 **文献标识码:**A **文章编号:**2095-0373(2011)04-0101-04

0 引言

目前,公路、铁路桥梁多数采用预应力结构,尤其是后张法在施工现场应用较多。后张法预应力结构在张拉完成之后,必须对预留孔道进行灌浆处理,其作用主要是防止预应力筋锈蚀、传递钢筋应力、减轻锚具及锚下负荷等。因此,对孔道灌浆的质量必须重视。

《JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范》(下称新桥规)自2011年8月1日起实施,其中对预应力孔道压浆提出了很高的要求。例如,新桥规在原桥规的基础上又提出了凝结时间、3 h 钢丝间泌水率、压力泌水率、充盈度、抗折强度等技术要求,高性能混凝土中更是提出了含气量、氯离子含量、 SO_3 含量、电通量等要求。尤其是水胶比,原桥规规定宜为0.40~0.45,掺入适量减水剂时可减小到0.35^[1];而新桥规规定为0.26~0.28^[2]。在如此低的水胶比下为了满足浆体的可灌性,必须掺加减水率高的聚羧酸减水剂;同时,因为水胶比较低,浆体的强度指标也更容易保证。因此,还可以掺加一定量的粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料,对于改善浆体的稳定性、充盈性、耐久性也是有利的。现对粉煤灰和聚羧酸外加剂掺量对浆体性能的影响进行详细的研究。

1 原材料及试验方法

1.1 原材料

根据JTG/T F50—2011,水泥宜采用强度等级不宜低于42.5的硅酸盐水泥或普通水泥,本课题研究采用P.O 52.5水泥,实测比表面积为325 m^2/kg ,游离氧化钙含量为0.8%,碱含量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)为0.53%,氯离子含量为0.018%,其它指标符合GB175的要求。

为了改善浆体流动性,必须掺加减水剂。经试验,以往采用的萘系减水剂在0.28以下的水胶比下难以达到规定的流动度,因此选用了聚羧酸减水剂。考虑到施工方便,将来要与膨胀剂或水泥配制成压浆剂或压浆料,聚羧酸减水剂采用了弗克生产的粉剂,在推荐掺量(0.3%)下减水率为35%,含气量为3.4%,3 d、7 d、28 d抗压强度比分别为310%、220%、185%,碱含量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)为3.6%,氯离子含量为0.005%。

为了弥补水泥水化中的体积收缩,掺加适量的UEA复合膨胀剂,其水中7 d限制膨胀率为0.070,空气中21 d限制膨胀率为0,3 d、7 d抗压强度分别为23.5 MPa、44.2 MPa,达到GB 23439规定的II型标准;碱含量($\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$)为0.51%,氯离子含量为0.03%。

收稿日期:2011-11-09

作者简介:黄晓静 女 1967年出生 高级工程师

粉煤灰采用 I 级灰(F 类 C50 及以上混凝土用粉煤灰), 0.045 mm 方孔筛筛余为 8%, 烧失量为 2.7%, 需水量比为 94%。

1.2 试验方法

按照水泥: 膨胀剂: 水 = 900: 100: 280 的比例配料, 采用转速不低于 1 000 r/min 的高速搅拌机搅拌。经计算, 上述配比中氯离子含量、碱含量、 SO_3 含量均符合 JTG/T F50—2011 的要求。

新拌浆体的性能主要检测流动性、保水性、凝结时间、含气量、膨胀率和充盈度等, 硬化体的性能主要检测抗压强度、抗折强度、电通量等。上述性能的检测方法参照 JTG/T F50—2011 附录 C。

为研究粉煤灰掺量对浆体性能的影响, 在减水剂、膨胀剂、用水量不变地的条件下, 采用粉煤灰取代 10%、20%、30%、40% 的水泥, 同样用 JTG/T F50—2011 的检测方法进行检测。

因为没有骨料的影响, 电通量试件采用内径 90 mm 的 PVC 管制作, 测定结果按 GB/T50082 规定的方法进行折算。

2 试验结果与分析

2.1 浆体流动性

为研究聚羧酸外加剂掺量对浆体性能的影响, 采用纯水泥内掺 10% 膨胀剂做为胶凝材料, 按 0.28 的水胶比加入水, 聚羧酸粉剂按胶凝材料总量的 0.2%、0.3%、0.4% 加入, 分别测定浆体的流动性。经反复试验, 并调整聚羧酸中复配的缓凝剂、引气剂、稳定剂的掺量, 当复合聚羧酸外加剂掺量在 0.3% 时初始流动度、30 min 流动度、60 min 流动度能够满足规范要求。

保持减水剂、膨胀剂掺量不变, 水胶比为 0.28, 采用粉煤灰取代 10%、20%、30%、40% 的水泥后, 浆体的流动性变化见图 1。从试验结果可见, 由于粉煤灰的填充效应和滚珠效应, 浆体的流动性随粉煤灰掺量的增多而增大; 但因为粉煤灰细度要略细于水泥, 当掺量

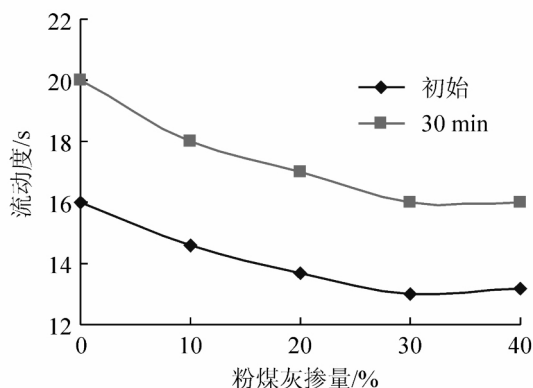


图1 浆体流动性与粉煤灰掺量的关系

超过 30% 后需水性增加。因此, 用粉煤灰取代 30% 左右的水泥对改善浆体的流动性是十分有利的。

2.2 浆体充盈度

在施工过程中, 浆体不饱满是最容易出现的质量通病。出现上述问题的主要原因有: 浆体流动性差, 某些区域浆体不能到达; 浆体保水性差, 泌水后形成空洞; 水泥浆收缩率太大, 凝结后形成空洞; 孔道不畅, 空气阻滞, 余留空洞; 压浆量不足, 填不满整个孔道等等^[3]。从浆体的性能方面考虑, 主要的控制指标是泌水率和膨胀率, 新桥规中增加的充盈度指标其实是二者的综合表现。

为了改善浆体的保水性, 通常采取增加细颗粒含量如掺入硅灰、膨润土等, 但对流动性、收缩性会产生一定不良影响^[3]。新桥规规定浆体的水胶比不超过 0.28, 本身已具备较好的保水性, 掺加适量的粉煤灰、矿渣粉可进一步增加保水性。

为了防止水泥石收缩产生的裂纹和空洞, 必须掺加一定量的膨胀剂补偿收缩。用粉煤灰取代一部分水泥后, 因粉煤灰的微集料效应, 膨胀剂的掺量可以适当降低, 或者在相同掺量时膨胀率更大。

掺加粉煤灰后浆体的泌水率、膨胀率及充盈性见表 1。由表 1 可以看出, 掺加一定量的粉煤灰对浆体的保水性、膨胀率都有一定的有利影响。

2.3 浆体硬化后的强度

一般说来, 因为粉煤灰的二次水化在常温常压下速度较慢, 随着粉煤灰掺量的增加, 浆体的早期抗压强度会降低, 这对于移梁、架设是不利的。因此, 粉煤灰的掺量应以早期强度能够达到规范规定或设计值为限。表 2 是掺加不同掺量的粉煤灰后的强度发展情况, 根据规范的要求, 粉煤灰掺量在 30% 以内对浆

体的早期强度影响较小 ,当环境温度较低时还可以进一步减少粉煤灰的掺量。

表 1 浆体的泌水率、膨胀率和充盈度

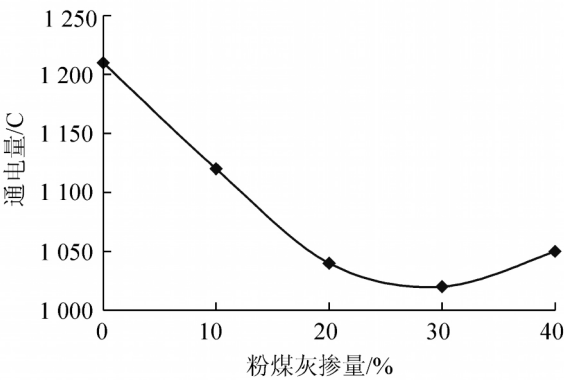
粉煤灰 掺量 /%	泌水率 /%			自由膨胀率 /%		充盈度
	24 h 自由	3 h 钢丝间	0.22 MPa 压力	3 h	24 h	
0	0	0	1.9	0.9	1.8	合格
10	0	0	1.8	1.0	2.0	合格
20	0	0	1.6	1.0	2.1	合格
30	0	0	1.4	1.1	2.1	合格
40	0	0	1.6	0.9	1.9	合格

表 2 粉煤灰掺量对水泥浆强度的影响

粉煤灰掺量 /%	抗压强度 /MPa		
	3 d	7 d	28 d
0	27.1	48.2	55.0
10	24.2	45.1	57.1
20	22.2	43.3	58.0
30	21.3	42.5	59.3
40	18.0	41.0	54.6

2.4 浆体硬化后的电通量

为了衡量浆体的密实性和护筋性 ,新桥现在高性能混凝土中提出了电通量不超过 1 500 C 的要求。掺加适量的粉煤灰后 ,由于物理填充和化学填充 ,以及保水性增加、收缩性减少 ,对提高浆体的密实性是有利的。图 2 是不同粉煤灰掺量下的电通量试验结果(28 d) ,可见掺加 0 ~ 40% 的粉煤灰后电通量都能满足规范要求 ,其中掺量在 30% 左右电通量达到最小。



3 结论与建议

作为试验研究和工程实践 ,芦竹湾昌水大桥全桥长 247.0 m ,上部结构为 6 × 40 m 预应力混凝土

图 2 28 d 电通量与粉煤灰掺量的关系

T 梁 ,采用后张法进行张拉 ,孔道压浆强度为 M50 净浆 ,原材料为 P. O 52.5 水泥、I 级粉煤灰(掺量 30%)、聚羧酸高效减水剂、饮用水 ,施工中水泥浆体可灌性能良好 ,孔道压浆没有出现空洞现象 ,抗压强度和电通量全部达到设计要求。

综上所述 ,可以认为粉煤灰在一定掺量范围内可以改善浆体的流动性、稳定性和耐久性 ,掺量在 30% 以内早期强度可以满足规范要求。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国交通部. JTJ/T 041—2000 公路桥涵施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社 2000.
[2] 中华人民共和国交通部. JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范[S]. 北京: 人民交通出版社 2011.
[3] 罗永会 ,高振国 ,韩永亮. 预应力混凝土孔道灌浆材料技术性能的改进研究[J]. 铁道标准设计 2005(8) : 54-55.

Application of Fly Ash and Polycarboxylate
Superplasticizer in Duct Grouting Materials

Huang Xiaojing

(The No. 4 Engineering Company Limited of China Railway 20th Bureau Group Corporation , Qingdao 266061 , China)

Abstract: In this paper , the performance of grouting materials is improved by fly ash and polycarboxylate superplasticizer according to the new bridge specification and in the light of common faults which appear frequently in prestressed concrete with post-tensioning method. The fluidity , stability , durability and strength of grout are studied.

Key words: prestressed concrete; duct grouting; fluidity; stability; durability; strength

(责任编辑 车轩玉)

(上接第 100 页)

4 结论

无砂混凝土与传统混凝土相比,受宏观大孔影响强度较低,其 28 d 强度达到设计要求的 C20 等级比较困难,当水灰比 0.30 时浆体体积需要占总体积的 30% 左右。经过充分讨论后,考虑到无法机械振捣等现场实际情况,纤维虽然对抗压强度的提高没有明显效果,但仍能有效减少拆模后工程实体的缺棱掉角等质量通病,加入 1.5 kg/m^3 的聚丙烯复合纤维是必要的施工措施。单纯通过浆体的稠度及密度来确定无砂混凝土的配合比并通过观察描述其工作性能的方法还存在很多困难,对于无砂混凝土工作性能的定量表征仍需进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Koenders E A B. Simulation of volume changes in hardening cement-based materials [D]. Delft: Delft University Press, 1997: 97-99.
- [2] 李荣炜. 植被型生态混凝土的制备及性能研究 [D]. 广州: 华南理工大学材料科学与工程学院, 2009.
- [3] 龙广成, 谢友均, 王新友. 矿物掺合料对新拌水泥浆体密实性能的影响 [J]. 建筑材料学报, 2002, 5(1): 21-25.
- [4] Fan L T, YASHIMA M. Analysis of aggregate shape by means of video imaging technology and fractal analysis [C]. Kansas: [S. N.], 1993.
- [5] 戎君明, 陆建雯, 姚燕, 等. GB/T 50081—2002 普通混凝土力学性能试验方法标准 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003.
- [6] 吴国雄, 王瑞燕, 郑建明. 大孔隙透水砼结构特点及其力学性能研究 [J]. 重庆交通学院学报, 2006, 25(3): 81-90.
- [7] 冯乃谦. 新实用混凝土大全 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 487-488.
- [8] 孙道胜, 胡普华, 段加超, 等. 无砂大孔绿化混凝土制备的初步研究 [J]. 安徽建筑工业学院学报: 自然科学版, 2004, 12(1): 35-39.

Application and Research of No-fines Concrete in Railway Project

Cai Zhu , Shu Leqian , Li Tiefeng

(CCCC Fourth Harbor Engineering Institute Co. , Ltd. ,

Key Laboratory of Harbor & Marine Structure Durability Technology of Ministry of Communications , Guangzhou 510230 , China)

Abstract: Non-fines concrete is a new functional material , and its mechanical properties are significantly affected by macro-large hole. Compared with traditional concrete , no-fines concrete shows more uncertainty in strength developing , fiber-reinforced composite and the damage form after loading. The mix design , structural features and mechanical properties of no-fines concrete are more similar to cement stabilized crushed stone base and the asphalt concrete. As demonstrated through mixing experiments on the site , when water/ cement ratio is 0.30 and grout is about 30% the total volume , the 28 d compressive strength of the no-fines concrete can meet the design requirement of C20.

Key words: no-fines concrete; mix design; failure modes

(责任编辑 车轩玉)