

低水胶比高流动度预应力管道压浆材料试验研究

郑 国

(贵州桥梁建设集团有限责任公司, 贵州 贵阳 550000)

[摘要] 在压浆工艺、设备一定的条件下,压浆材料的性能是保证后张法预应力管道压浆密实的关键因素。本文以试验为基础,深入研究了聚羧酸盐高效减水剂用量、活性矿粉的细度等因素对高性能压浆材料性能的影响以及其作用机理。

[关键词] 低水胶比; 高流动度; 预应力管道; 压浆材料

[中图分类号] U 414.1

[文献标识码] A

[文章编号] 1674-0610(2015)06-0256-03

Experimental Research on Prestressed Concrete Pipe Grouting Material with Low Water Cement Ratio and High Fluidity

ZHENG Guo

(Guizhou Bridge Construction Group Co., LTD, Guiyan, Guizhou 550000, China)

[Abstract] Under certain conditions of the grouting equipment and technology, The quality of grouting material is a key factor to guarantee prestressed pipeline grouting compactness. Based on experiment, the paper studies the effect of the factors and mechanism of high-quality grouting material, including the dosage of the polycarboxylate superplasticizer, the fineness of the active mineral powder.

[Key words] low water cement ratio; high flow; prestressed concrete pipe; grouting material

1 概述

在后张法预应力混凝土结构中,孔道压浆起到十分重要的作用,其主要作用有2个方面:①保证预应力钢绞线被水泥浆包裹以防止锈蚀;②保证预应力钢绞线与本体混凝土形成一个整体以增加结构的整体刚度,提高结构的抗裂性与承载能力^[1,2]。为保证预应力孔道压浆饱满,除了采用先进的工艺和设备外,压浆浆液的性能起到了关键作用,而浆液的性能取决于外加剂的使用。鉴于现浇后张预应力结构的长束、超长束的日益增多,施工现场对浆液的流动度及流动度的保持性提出了更高的要求,且为了保证压浆密实须在保证流动度的同时浆体不能产生泌水,因泌水可在孔道内形成泌水通道而最终在浆液凝固成型后形成泌水空洞,致使压浆不密实。因此压浆材料必须满足高流动度与零泌水率的双重要求,第三代高效减水剂—聚羧酸及聚羧酸盐高效减水剂的应用,其高达25%以上的减水率及同时兼备引气功能,使得在减少用水量的同时提高流动度

得以实现,而超细活性材料的掺入可改善水泥水化物的分散性,减少流动度的经时损失^[3-7]。

目前,高性能预应力管道灌浆材料已纳入《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50-2011)^[8],与2000版规范相比,提出了“低水胶比、高流动度、零泌水率、微膨胀性”等相关要求。本文将结合新技术规范的相关要求对高性能压浆材料的关键组分掺量、目数等因素对其配置的浆液性能稳定性的影响进行研究分析,以达到降低预应力管道压浆剂成本和保证压浆质量的双重要求。

2 试验材料及试验仪器

2.1 试验材料

聚羧酸盐高效减水剂(ZY),镁石粉(1250目),镁石粉(2500目)、镁石粉(4000目),镁石粉(8000目),PI42.5基准水泥,自来水,复合型膨胀剂。

2.2 试验设备

试验用高—低速搅拌(高速1400 r/min,线速度14.3 m/s)、标准流锥(1725 mL±5 mL)、标准压

力泌水仪。

2.3 试验方法

依据的试验规程有:①《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》(GB/T 1346);②《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50-2011)附录C3、C6。

制浆方法:每次试验的水胶比均定为0.27,将称量好的水、水泥、外加剂依次加入高-低速搅拌机搅拌桶内,高速搅拌5 min,得到新拌浆液。

流动度试验是试件制作:采用1 725 mL的新拌合浆液经过标准流锥,记录浆液流出完的时间即为流动度指标,需分别测试初始、30、60 min的流动度;制作直径100 mm的圆柱形试件、制作40×40×160 mm标准试件。

压力泌水试验:浆液自加水开始7 min内倒入容积为400 mL的压力容器过滤漏斗中,倒入的浆液体积为200 mL,安装并拧紧端盖,静置10 min,上端连接压缩空气,开启压缩空气阀,迅速加压至施压压力0.36 MPa,保持压力5 min,关闭压缩空气阀泄压,使漏斗下部泌水管中的泌水全部流出,记录泌水体积,精确到0.1 mL。

3 聚羧酸盐高速减水剂对流动度、压力泌水率、强度的影响及其作用机理

以基准水泥用量为标准量,聚羧酸盐高效减水剂掺量按照0.2%、0.3%、0.4%、0.5%计入,矿粉-镁石粉采用1250目的样品,掺量为5%、复合膨胀剂掺量5%保持不变,各组试验试验结果见表1。

表1 聚羧酸盐掺量对流动度的影响

Table 1 The effect of flow of the poly carboxylic acid incorporation

组号	水胶比	ZY/%	初始/s	30 min(s)	60 min(s)
1	0.27	0.20	18.5	22.7	27.4
2	0.27	0.30	17.2	21.8	25.4
3	0.27	0.40	14.4	17.8	22.5
4	0.27	0.50	16.3	19.7	24.3

从以上试验数据可以得出:随着聚羧酸盐的掺量增加,浆液的流动度逐渐提高,但当掺量大于0.4%以后,流动度反而下降。这是因为聚羧酸盐减水剂的掺量加大,使得浆液内自由水泌出量增加,同时由于其具有引气功能,浆液内含大量微细气泡,因而其流动度得以提高,但随着其掺量的增加,其减水引气的效果不升反降,说明其掺量存在一个临界点,超过此临界点,其流动度逐渐下降,原因是掺量超过临界点后水泥颗粒对高效减水剂的吸附性不再增

加,其流动性不升反降。

与此同时,由于聚羧酸盐减水剂兼有引气功能,随着掺量的增加其引气量随之增加,在浆液凝固成型后会在内部产生大量微小气孔,而气孔的尺寸与数量的增加则引起抗压、抗折强度的降低,以下是不同掺量下浆液成型试件破开后断面气孔情况的实际照片(见图1、图2)。

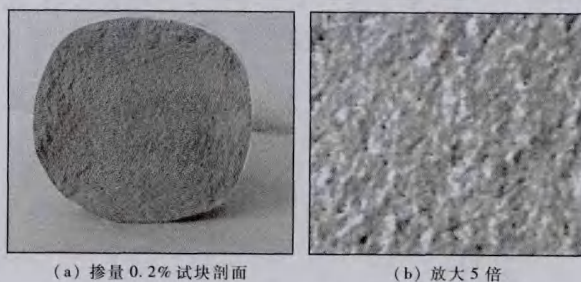


图1 掺量0.2%试块剖面和放大5倍照片

Figure 1 The specimen profile of the incorporation 0.2% and magnified 5 times

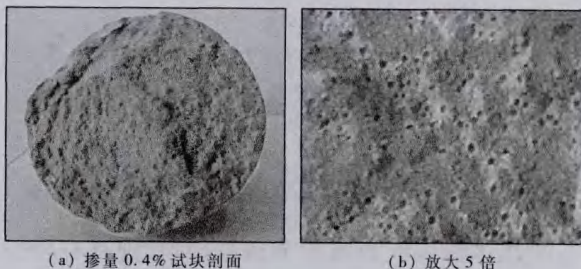


图2 掺量0.4%试块剖面和放大5倍照片

Figure 2 The specimen profile of the incorporation 0.4% and magnified 5 times

从上图可以看出:单依靠增加聚羧酸盐高效减水剂的用量尽管可以保证流动度指标达到规范要求,但因其减水的同时引气量的增加使得试件内部不密实,致使其强度大为降低。

对聚羧酸掺量0.2%与0.4%配置的浆液分别作了一组标准试件(40×40×160 mm)并对7 d抗压抗折强度进行了对比分析,试验数据见表2。

表2 7 d强度对比数据(掺量0.2%、0.4%)

Table 2 The comparison data of the 7 day strength (incorporation 0.2%、0.4%)

聚羧酸掺量/%	抗压强度/MPa	抗折强度/MPa
0.2	76.2	8.7
0.4	56.4	15.4

上述各种试样分别取样进行0.36 Pa下压力泌水率的试验,试验结果表明,随着聚羧酸盐掺量的增加,浆液的压力泌水率随着提高,这是因为随着聚羧酸盐掺量的增加,其减水量随之增加,导致过多的自由水产生,同时由于掺量的增加,其引气量也随之增

加,最终泌水的自由水更容易在压力作用下泌出,需要说明的是,由于聚羧酸盐的使用,使得浆体在硬化凝固过程中形成一层致密的保护膜,自由水不能通过保护膜而泌出,因而在使用聚羧酸盐高效减水剂时自由泌水率为零较容易做到,而压力泌水率是否合格则跟聚羧酸的掺量及其减水、引气量有直接的关系,从下表可以看出,当聚羧酸盐高效减水剂掺量超过临界点后,由于其分子不再被水泥颗粒吸附,其流动度不再提高的同时,压力泌水率增加的幅度亦比较小,见图3。

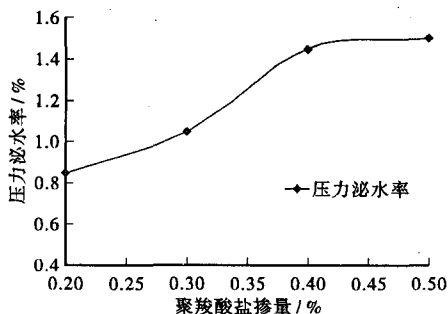


图3 聚羧酸盐掺量对压力泌水率的影响

Figure 3 The effect of the pressure bleeding rate of the poly carboxylic acid incorporation

4 活性矿粉对流动度的影响及其作用机理

本次试验以镁石粉作为活性矿粉,规格分别为1250目,2500目,4000目,8000目4种,掺量均为水泥用量的5%,各组试验水胶比仍为0.27,聚羧酸盐高效减水剂掺量均为0.30%,本此试验共分五组,其中第1组为不掺加活性矿粉,试验结果见表3。

表3 活性矿粉的细度对流动度的影响

Table 3 The effect of the flow of the active powder fineness

矿粉目数	初始(s)	30 min(s)	60 min(s)
—	22.8	33.5	59.5
1250	18.9	22.7	30.6
2500	18.4	20.1	25.4
4000	16.2	18.9	22.8
8000	15.9	18.5	20.5

从上图可以看出:当不掺入矿粉时,新拌浆液的初始流动度为22.8s,浆液的流动度经时损失性较大,30min损失46.9%,60min损失161%。随着掺入矿粉的作用,当掺入1250目的矿粉时,初始流动度为18.9s,30min流动度22.7s,60min流动度为30.6s,30min流动度经时损失为20.1%,60min流动度经时损失为61.9%。而随着掺入矿粉的目数更细,初始流动度得到改善,流动度经时损失随之减少,当采用8000目矿粉时,初始、30min、60min流

动度分别为15.9s,18.5s,20.5s,30min、60min流动度经时损失分别为15%,22.4%。

活性矿粉之所以能够改善浆液的流动度,主要有以下3个方面的原因:①镁石粉的细粉颗粒表面光滑,颗粒较细,水份在其表面吸附作用小,同时表明致密光滑的镁石粉颗粒分散在水泥颗粒之间,将填充到空隙中的水置换出来,增加颗粒之间的隔水层,起到分散剂的作用,对水泥水化过程中形成的“絮凝结构”有解絮作用。②矿粉的密度比水泥小,在胶凝材料总量不变的情况下,增加了浆体的含浆量,从而改善了其流动性。③镁石粉的主要成分属于一种活性较低的填料,当浆体中水泥被镁石粉取代后,水泥的使用量减少,同时可减少水泥中铝酸三钙,铁铝酸四钙相对含量,减少水泥熟料对高效减水剂的吸附作用,使整个体系的水化速率减缓,因此加入镁石粉可以减少浆液流动度经时损失。

5 小结

本文以试验为基础,研究了聚羧酸盐高效减水剂用量与活性矿粉的细度等因素对高性能压浆材料性能的影响,并得到以下有益结论:

①聚羧酸高效减水剂应用于压浆材料中可在较低的水胶比条件下使浆液达到较高的流动度,同时水泥颗粒对聚羧酸盐分子的吸附作用存在一个饱和点,表现为随着聚羧酸盐高效减水剂掺量的增加浆液的流动度呈现先升后降的现象。

②聚羧酸盐高效减水剂同时兼有减水与引气的作用,其掺入压浆材料中在提高流动度的同时在浆体中引入大量微细气泡,而微细气泡的数量与尺寸对浆体的强度有直接影响,试验数据表明,聚羧酸盐掺量接近饱和值后其抗压与抗折强度出现明显的下降,下降幅度在20%以上。

③压浆材料中加入活性矿粉,起到了分散剂作用,可有效改善浆液的流动性,且随着矿粉的细度提高,其流动度改善越明显,同时流动度经时损失随之减小。而矿粉目数越高成本则增加越多,因此对不同矿粉材料而言也才在最佳掺量与目数契合点以降低材料成本。

[参考文献]

[1] 梁晓东,陈康军,徐有为.后张法预应力管道压浆质量控制研究[J].公路,2012(8):41-43.
 [2] 张丽.预应力管道压浆质量控制分析[J].交通标准化,2012

ommended Use of Reclaimed Asphalt Pavement in the Superpave Mix Design Method: Guidelines," Research Results Digest - NO. 253, Washington, D. C. (2001).

[7] McDaniel, R. S., Shah, A., Huber, G. A., Gallivan, V. L. " In-

vestigation of Properties of Plant - Produced RAP Mixtures," Transportation Research Record: Journal of Transportation Research Board, No. 1998, Washington, D. C., pp. 103 - 111 (2007).

(上接第255页)

区的关系。由于沥青混合料的路用性能与气候环境有着直接关系,在不同的气候条件下,沥青混合料的性能表现有所不同,所以对沥青混合料的性能也有不同的要求。可以按照不同指标将与道路气候分区建立联系。

表9分区结果表明:50[#]高模量沥青混合料,除过低温1区,基本都能满足各个气候分区的要求,70[#]+PRM高模量沥青混合料,几乎适用所有气候分区,而70[#]+PRS由于TSR小于80%而不能满足湿润区气候分区要求,说明其适用性受到了很大的制约。

4 结论

① 高模量沥青路面设计计空隙率宜控制在3.5%~5%。级配曲线走向可取由下往上穿越级配中值的S型曲线。

② PRM和PRS改性剂对提高沥青混合料高温稳定性起到了显著的作用。在试验掺量0%~0.6%范围内,改性剂掺量存在临界值;70[#]+PRM和PRM改性沥青混合料比50[#]沥青混合料拥有更强的极端高温气候下抵抗永久变形能力;对提高沥青混合料的水稳性能有显著的作用;对混合料的低温抗裂性有一定的改善。

③ 通过对3种高模量沥青混合料的性能分析,得出70[#]+PRM沥青混合料各方面路用性能都比较优越,适合气候恶劣地区道路以及重载交通道路。50[#]沥青混合料适合低温多雨地区,70[#]+PRM沥青混合料适合少雨地区。

[参考文献]

[1] Pedro Romero, Kevin D, Stuart, Walaa Mogawer, Fatigue Response of Asphalt Mixtures Tested by the Federal Highway Ad-

ministration's Accelerated Loading Facility, Association of Asphalt Paving Technologists[J]. 2000, Vol69:212-235.

[2] 潘友强. 国产硬质沥青在浇注式沥青混凝土中的应用研究[D]. 南京:东南大学,2006.

[3] Pedro Romero, Kevin D, Stuart, Walaa Mogawer, Fatigue Response of Asphalt Mixtures Tested by the Federal Highway Administration's Accelerated Loading Facility, Association of Asphalt Paving Technologists[J]. 2000, Vol69:212-235.

[4] 潘强. 国产硬质沥青在浇注式沥青混凝土中的应用研究[D]. 西安:长安大学,2009.

[5] Jean-Francois Cortéand Jean-Pierre Serfass. The French Approach to Asphalt Mixtures Design: A Performance-Related System of Specifications. AAPT, 2000.

[6] 杜顺成. 沥青混合料高温稳定性评价指标和级配设计方法研究[D]. 西安:长安大学,2007.

[7] 杨朋. 高模量沥青及其混合料研究[D]. 广州:华南理工大学,2012.

[8] South African Bitumen Association (Sabita), Sabita Council approves funding to implement High Modulus Asphalt (HMA) technology for South African conditions [J]. Asphalt News, Sabita, Volume 22, Issue 3, November 2008.

[9] Nouveaux matériel MLPC pour module et fatigue desenrobés (LCPC2006).

[10] 周庆华,沙爱民,杨琴. 高模量沥青混凝土力学性能试验研究[J]. 郑州大学学报:工学版,2008(3):128-131.

[11] 邱志雄,李晋峰,卢辉,等. 高模量改性沥青在长陡坡沥青路面中的应用[J]. 中外公路,2006(6):105-107.

[12] 潘虹. 沥青及沥青混合料的适用性研究[D]. 西安:长安大学,2008.

[13] X. P. Shi, T. F. Fwa, S. A. Tan. Flexural Fatigue Strength of Plain Concrete [J]. ACI Materials Journal, Vol. 90, No. 5, September-October 1993.

[14] Gumble, E. J., Parameters in the Distribution of Fatigue Life[M], Journal of Engineering Mechanics, ASCE, OCT, 1963.

[15] Weibull, W., A statistical Theory of Strength of Materials, Proc [M]. Royal Academy Engry Science, 15, 1939.

(上接第258页)

(16):47-49.

[3] 黄玉娟. 添加矿粉对灌浆材料流动性影响[J]. 非金属矿, 2010, 33(2):51-53.

[4] 贾雪丽. 高性能水泥基灌浆材料的制备与性能研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2011.

[5] 林荣峰. 聚羧酸高性能灌浆料试验研究[D]. 济南:山东建筑大学,2012.

[6] 汤乐丰,毕化泗,谢焕飞. 掺合料高性能灌浆材料研究及应用[J]. 广东建材,2012(10):32-34.

[7] 俞然刚,陈金平. 微膨胀高性能灌浆材料研究及应用[J]. 广东建材,2005(2):42-44.

[8] JTG TF50-2011,公路桥涵施工技术规范[S].