

后张预应力高性能封锚材料试验研究^{*}

张洪亮

(湖南建工交通建设有限公司, 湖南 长沙 410004)

摘要: 在封锚模具、施工工艺一定的条件下,封锚材料的性能是保证封锚密实和封锚顺利进行的关键。文中针对目前常用封锚方式的不足,提出一种可操作时间内流动性好且能在 2 h 内迅速凝结满足灌浆施工要求的材料,并通过试验分析聚羧酸盐高效减水剂、硫铝酸盐水泥、缓凝剂掺量及水胶比变化对该高性能封锚材料性能的影响。

关键词: 桥梁;后张预应力;封锚材料;关键组分

中图分类号: U445.7

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)04-0136-03

当前后张预应力的封锚方式有原子灰封锚、水泥砂浆封锚、水泥石膏封锚、水泥浆封锚等。采用原子灰封锚,原子灰固化剂是危险化学品,不仅具有毒性且在高温下易燃易爆,仅满足现场快速进行压浆施工的要求,不能做到对锚具、夹片的保护。采用水泥砂浆或水泥浆进行封锚,封锚浆液与锚具本身的粘结并不牢固,且封锚后需待水泥凝固后(通常需 12 h)才能进行压浆施工,时间较长。为此,在工地现场通常在水泥中加入石膏,石膏掺入比例为水泥的 2 倍以上,其操作性比纯水泥浆或水泥砂浆更方便,与锚具的粘连性也较好,也可在较短时间内(一般 2 h 后)开始压浆施工。但加入石膏后封锚强度降低较大,同时石膏遇水后会吸水软化,压浆施工中往往会开裂或破损导致无法正常压浆,且长远来看封锚浆体的强度不足,容易开裂而丧失对锚固体系的保护作用。因此,开发可操作时间内流动性好且能在 2 h 内迅速凝结满足灌浆施工的材料对现场封锚、灌浆施工具有重要现实意义。

1 研究方案

(1) 试验材料。PO42.5 普通硅酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、塑性膨胀剂、流变剂、聚羧酸盐高效减水剂(ZY)、自来水、硫酸锂、硼酸、I 级粉煤灰等。

(2) 试验设备。胶砂搅拌机、高速搅拌机(转速 2 400 r/min,线速度 10 m/s)、标准流锥(1 725 mL \pm 5 mL)、标准法维卡仪、试模、试验压力机。

(3) 试验方法。依据 GB/T 1346《水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法》和 JTG/T

F50-2011《公路桥涵施工技术规范》进行试验。1) 水胶比取 0.28(水胶比试验时增加 0.26、0.30 进行对比)。将称量好的水、水泥与外加剂初步混合均匀后加入高速搅拌机,高速搅拌 2 min,得到新拌浆液。2) 将新拌浆液流过标准流锥,浆液流完的时间即为流动度指标,分别测试初始、5、15 min 流动度。储浆时保持低速搅拌。制作 40 mm \times 40 mm \times 160 mm 标准试件。3) 用标准法维卡仪按规范要求测定浆液凝结时间。4) 按规范要求强度试验。

2 关键组分对浆液性能的影响

2.1 聚羧酸盐高效减水剂掺量对浆液性能的影响

浆液基础组分为普通硅酸盐水泥:硫铝酸盐水泥:聚羧酸盐高效减水剂:塑性膨胀剂:流变剂=90.9:8.8:0.21:0.03:0.05。在基础组分的基础上,将聚羧酸盐高效减水剂掺量按增加 0、0.13%、0.20%进行试验,硫铝酸盐水泥、硼酸、硫酸锂等组分不变,每次试验材料总重为 3 000 g;按 0.28 的水胶比加水 840 g,水温控制在(20 \pm 2)℃,环境温度 25℃。3 次试验材料配比见表 1,试验结果见图 1。

表 1 减水剂掺量试验配比

材料名称	百分比/%	材料用量/g
基础组分	84.45/84.32/84.25	2 533.5/2 529.5/2 527.5
硫铝酸盐水泥	15.00	450.0
硫酸锂	0.05	1.5
硼酸	0.50	15.0
高效减水剂	0.00/0.13/0.20	0.0/4.0/6.0
水		840.0

^{*} 基金项目:湖南省建设科技项目(201714)

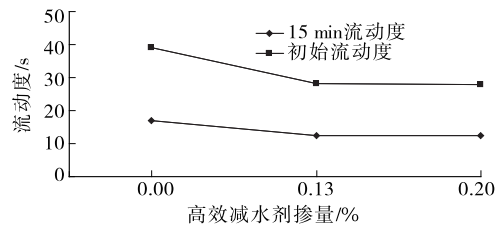


图 1 高效减水剂掺量变化对浆液流动度的影响

由图 1 可知:不增加减水剂掺量时,浆液在 30 min 时已不能自流平,流动度的经时损失较大。在其他条件不变的前提下,随着减水剂掺量的增加,浆液的初始流动度与 15 min 流动度提高,但掺量从 0.13%变化到 0.20%时,流动度改善不显著,说明已达到掺量的饱和状态,超过该掺量后,水泥颗粒对高效减水剂的吸附不再增加,不仅不会改善流动性还会对泌水、凝结产生不利影响。因此,0.13%的掺量在经济、技术上较合理。

另外,减水剂掺量增加会导致浆液凝固时间变长(因减水剂内含有缓凝剂成分),但并不明显,控制材料凝固硬化时间的仍然是硫铝酸盐水泥组分与缓凝剂组分。

2.2 水胶比对浆液性能的影响

在基础组分的基础上,按水胶比 0.26、0.28、0.30进行试验,其他组分的掺量均不变,每次试验材料总重为 3 000 g;分别按照 780、840、900 g 加水,水温控制在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$,环境温度 27°C 。3 次试验材料配比见表 2,试验结果见图 2、图 3。

通过理论计算,水泥水化理论用水量为 0.237。因不同类型水泥矿物组分与生产工艺不同,水泥水

表 2 水胶比试验材料配比

材料名称	百分比/%	材料用量/g
基础组分	84.32	2 529.5
硫铝酸盐水泥	15.00	450.0
硫酸锂	0.05	1.5
硼酸	0.50	15.0
高效减水剂	0.13	4.0
水		780/840/900

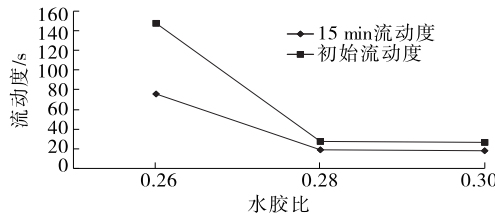


图 2 水胶比变化对浆液流动度的影响

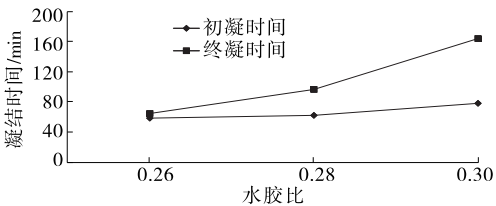


图 3 水胶比变化对浆液凝结时间的影响

化的理论用水量一般为 0.24~0.28,对强度等级相同的水泥,用水量越少,水泥石结构越完整,相应地强度也越高。由图 2、图 3 可知:在其他条件不变的情况下,水胶比变化主要影响浆液的流动度与凝结时间。水胶比为 0.26 时,浆液流动性很差;水胶比加大到 0.28 时,浆液流动性明显改善;继续增大到 0.30 时,流动度有改善但不明显,且由于泌水的产生,浆液凝结时间变长,不符合 2 h 终凝且产生强度的要求。由于 3 组试验水胶比均不大,28 d 龄期强度都可达到 50 MPa 以上,综合比较流动性、凝结时间,0.28 的水胶比最恰当。

2.3 硫铝酸盐水泥掺量对浆液性能的影响

在基础组分的基础上,硫铝酸盐水泥掺量按 15%、20%、30%进行 3 次试验,硼酸、硫酸锂组分保持不变,减水剂掺量增加 0.13%,每次试验材料总重为 3 000 g;按照 0.28 的水胶比加水 840 g,水温控制在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$,环境温度 25°C 。3 次试验材料配比见表 3,试验结果见图 4、图 5。

由图 4、图 5 可知:在其他组分与试验条件相同的条件下,硫铝酸盐水泥掺量变化主要影响浆液流动度与凝结时间,随着其掺量的增加,流动度损失严

表 3 硫铝酸盐水泥掺量试验材料配比

材料名称	百分比/%	材料用量/g
基础组分	84.32/79.25/69.45	2 529.5/2 377.5/2 083.5
硫铝酸盐水泥	15/20/30	450/600/900
硫酸锂	0.05	1.5
硼酸	0.50	15.0
高效减水剂	0.13	4.0
水		840.0

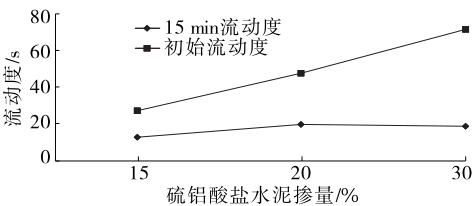


图 4 硫铝酸盐水泥掺量变化对浆液流动度的影响

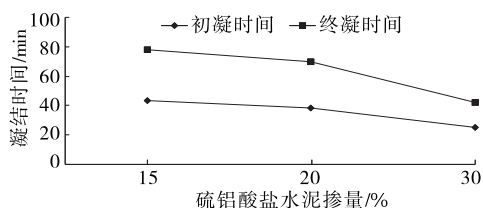


图5 硫铝酸盐水泥掺量变化对浆液凝结时间的影响

重且凝结时间越来越短。掺量为30%时基本没有可操作时间,15 min时已不具备流动度;20%掺量时30 min流动性很小,已不能自流平。而施工工艺要求浆液能保持自流平、自密实的功能,故以15%的掺量最适宜。

2.4 缓凝剂掺量对浆液性能的影响

在基础组分的基础上,分别按缓凝剂(硼酸)掺量0.40%、0.50%、0.60%进行试验,其他组分的掺量均不变,每次试验材料总重为3 000 g。按0.28水胶比加水840 g,水温控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$,环境温度 28°C 。3次试验材料配比见表4,试验结果见图6。

表4 缓凝剂掺量试验材料配比

材料名称	百分比/%	材料用量/g
基础组分	84.42	2 532.5
硫铝酸盐水泥	15.00	450.0
硫酸锂	0.05	1.5
硼酸	0.40/0.50/0.60	12/15/18
高效减水剂	0.13	4.0
水		840.0

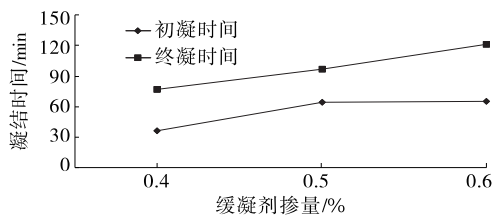


图6 缓凝剂掺量变化对浆液凝结时间的影响

其他条件不变时,缓凝剂掺量变化主要影响浆液的流动度与凝结时间,尤其是终凝时间。由图6可知:随着其掺量的增加,浆液终凝时间越来越长,掺量0.6%时终凝时间超过压浆施工要求的2 h硬化且产生一定强度的要求。而0.40%掺量时浆液30 min流动度损失过大,说明在接近30 min时水化已加速,流动性迅速降低。因此,以0.5%的掺量最适宜,既能保证可操作时间,也能保证在规定时间内达到压浆施工需要的强度。

3 结论

(1) 高效减水剂的掺入减水效果明显,在较低水胶比下可有效增加浆液的流动性。但减水剂的掺入有一饱和值(0.13%),达到饱和值后流动度改善不明显,且因减水剂中包含的缓凝组分发挥缓凝作用,会延长浆体的凝结时间。

(2) 最佳水胶比为0.28。水胶比增加对流动性有改善但不显著且会产生泌水,延长浆体的凝结时间;水胶比过小,则流动性差且凝结时间过快,不利于现场施工操作。

(3) 缓凝剂的掺入可有效控制浆体的初凝及终凝时间,以0.50%的掺量为宜。掺量过小,浆体在30 min即开始凝固,影响可操作时间,不利于现场施工;掺量过大,则终凝时间过长,2 h时不能产生强度,不满足施工工艺要求。

(4) 硫铝酸盐水泥掺量对浆液流动性与凝结时间有显著影响,以15%的掺量最适宜。其掺量过大,凝结速度快,流动性差,且由于材料反应提前,浆液在15~30 min的流动度经时损失很大,操作时间不足;掺量过小,则不能在规定时间内硬化。

参考文献:

- [1] JTG/T F50—2011,公路桥涵施工技术规范[S].
- [2] 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).
- [3] 杜玉兵,吴恒新.后张预应力孔道压浆材料配合比试验研究[J].公路工程,2010,35(6).
- [4] 郑国.低水胶比高流动度预应力管道压浆材料试验研究[J].公路工程,2015,40(5).
- [5] 黄玉娟,侯书恩,靳洪允,等.添加矿粉对灌浆材料流动性影响[J].非金属矿,2010,33(2).
- [6] 汤乐丰,毕化泗,谢焕飞.掺掺合料高性能灌浆材料研究及应用[J].广东建材,2012,26(12).
- [7] 何锦华,田倩,费治华.一种无收缩预应力混凝土高性能灌浆材料的研究与应用[J].混凝土与水泥制品,2004(6).
- [8] 张强.预制混凝土箱梁预应力及压浆封锚工程[J].交通标准化,2013(17).
- [9] 宋德新,陈三喜,黄勇军,等.用于后张预应力锚头的封锚材料及其制备方法[P].中国专利:CN106830825A,2017-06-13.
- [10] 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.