

聚丙烯纤维锚固灌浆材料试验研究

龙万学, 周 勇, 谭捍华

(贵州省交通规划勘察设计研究院, 贵州 贵阳 550001)

摘要: 通过试验研究证明, 聚丙烯纤维应用于预应力锚固灌浆材料可以改善砂浆的锚固性能, 一方面钻孔孔壁的粘结强度可提高20%以上, 另外可改善砂浆受力开裂性能, 提高锚索使用寿命。

关键词: 聚丙烯纤维砂浆; 预应力锚固灌浆材料; 锚固能力

中图分类号: TU578.1; TV432 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-3688(2003)06-0029-03

Experiment and Research on Anchor Grouting Material Admixed with Polypropylene Fiber

LONG Wan-xue, ZHOU Yong, TAN Han-hua

(Guizhou Provincial Institute of Planning, Prospecting and Designing of Communications Infrastructures, Guiyang 550001, China)

Abstract: The results of the tests and research on the polypropylene fiber added grouting material have proved that, when the polypropylene fiber is admixed with the grouting material for prestressed anchorage, the anchoring capability of the grout can be much improved. With the polypropylene fiber admixture, the bond strength between the grout and the wall of the boreholes can be increased by more than 20%, and on the other hand, the service life of the anchor cables can be further prolonged with the improvement of the resistance of the polypropylene fiber added grouting material against tension cracks.

Key words: polypropylene fiber added grout; grouting material for prestressed anchorage; anchorage capability

1 引言

砂浆与钻孔壁的粘结强度、与锚索的握裹强度及砂浆自身的力学强度, 是影响锚索锚固力的主要因素。根据已有的研究成果, 锚索靠在锚固段内自身发生的不均匀拉伸变形产生与砂浆的作用, 使得锚固段内砂浆受力极不均匀, 在前部产生应力集中, 后部应力分布较少, 导致应力集中部位砂浆被压碎而降低锚固能力和耐久性。

为了克服和降低这种应力集中现象, 本文通过对聚丙烯纤维灌浆材料的试验研究, 在保证施工简易的情况下, 使其锚固能力得到大幅度提高, 其与钻孔壁的粘结强度提高了20%以上, 而且大大地改善了砂浆的抗裂能力, 降低了因锚固段砂浆破坏而造成锚索受腐蚀破坏的可能。

2 试验材料

(1) 水: 生活用水。

(2) 水泥: 遵义花岗水泥 P.O. 42.5。

(3) 砂: 产于贵州桐梓大河镇小河内的河砂, 通 0.25~0.5mm 圆孔筛; 第2次选用产于重庆赶水镇大河内的河砂, 粒径为中细砂, 细度模数 $\mu_f = 2.19$ 。

(4) 减水剂: 重庆市江北特种建材有限公司产棕褐色液体状萘系高效减水剂 (FDN)。

(5) 膨胀剂: 重庆市江北特种建材有限公司产灰白色粉末状 UEA-H 高效砼膨胀剂。

(6) 钢绞线: 江西省新余市新华金属制品股份有限公司产无粘结低松弛预应力钢绞线 (1×7), 公称直径 15.24mm, 捻向左, 强度级 1 860MPa。

(7) 聚丙烯纤维: 是由丙烯聚合物或共聚物制成的烯烃类纤维, 比重为 0.91, 抗拉强度可达 300~500MPa, 弹性模量 3 400~3 500MPa, 不吸水, 为中性材料, 与酸碱不起作用, 熔点 160~170℃, 燃点 590℃。掺加在砂浆中的聚丙烯纤维长度一般为 12~19mm, 直径几十 μm 。本次试验选用江苏丹阳合成纤维厂生产的混凝土/砂浆抗裂抗渗纤维, 长度为 15mm, 砂浆体积掺量为 1kg/m³。

3 试验配合比

本次试验按一组基准砂浆即普通水泥砂浆和一组纤维

收稿日期: 2003-09-03

作者简介: 龙万学 (1971-), 男, 苗族, 高级工程师, 贵州省交通规划勘察设计研究院勘察处处长, 贵州省“五·一”劳动奖章获得者, 工程地质专业。

水泥砂浆进行试验，其配合比如下：

普通水泥砂浆为水泥：砂：膨胀剂：减水剂：水=1：0.75：0.1：0.025：0.42

纤维水泥砂浆为水泥：砂：膨胀剂：减水剂：纤维：水=1：0.75：0.1：0.025：0.00132：0.42

4 普通水泥砂浆和纤维水泥砂浆与钻孔孔壁的粘结抗剪对比试验

为了比较不同锚固段砂浆与钻孔孔壁的粘结强度，本次试验设计一种标准条件下的砂浆与钻孔孔壁的粘结抗剪对比试验。

4.1 试验模型

试验选择相同材料的外模试块，在同种方法条件下对外模试块进行钻孔，然后在钻孔内灌入水泥砂浆和纤维水泥砂浆，待不同凝期后对钻孔内砂浆施加竖直力，将砂浆顶出，求出粘结面上的抗剪强度。见图1。

计算公式为：

$$\tau = N/S$$

其中： τ ——砂浆与钻孔孔壁的粘结抗剪强度；

N ——施加给砂浆的轴向力；

S ——砂浆与钻孔孔壁的接触面积。

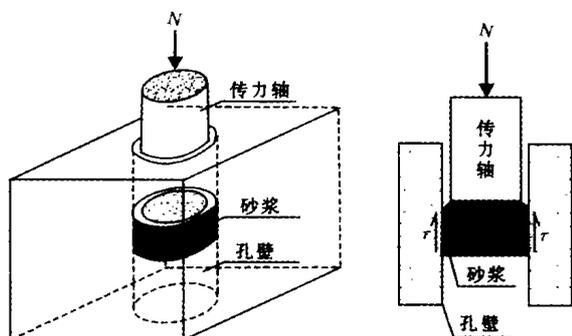


图1 砂浆与钻孔孔壁的粘结抗剪试验模型

4.2 试验方法

一次试验用模箱浇筑制作30个150mm×150mm×150mm的C50砼试件，试件中心预埋外径 \varnothing 75mm圆空心PVC管以模拟钻孔。试样完成后保养7d后再拆除PVC管，向圆孔内灌入砂浆，其中15件灌入普通水泥砂浆，15件灌入纤维水泥砂浆。按7d、14d、28d三个龄期分组，每组普通砂浆5件，纤维砂浆5件。

4.3 试验结果及分析试验

试验过程中由于人为原因造成试件受损及两种砂浆试件高度不完全一致，造成两种砂浆对比性受影响，见表1。

总的试验结果表明，纤维水泥砂浆与钻孔的粘结抗剪强度比普通水泥砂浆与钻孔的粘结抗剪强度明显增高，但受砂浆凝结时间影响，其中两种砂浆材料7d粘结抗剪强度几乎相同；14d纤维水泥砂浆的粘结强度约是普通水泥砂浆的1.12倍；28d纤维水泥砂浆的粘结强度约是普通水泥砂浆1.34倍。试验结果总结对比见表2。

表1 普通（纤维）砂浆与钻孔孔壁的粘接抗剪对比试验结果

试样编号	龄期/d	破坏荷载/kN	试件高/mm	孔径/mm	粘结面积/mm ²	粘结抗剪强度/MPa	平均值/MPa	备注
1-1-1	7	23.0	68.0	74.6	15 928.592	1.44	1.78	普通水泥砂浆
1-1-2	7	23.9	48.0	74.7	11 258.784	2.12		
1-1-3	7	21.6	66.9	74.3	15 607.904	1.38		
1-1-4	7	23.4	58.6	75	13 800.300	1.70		
1-1-5	7	30.8	58.8	74.5	13 755.084	2.24		
1-2-1	14	37.4	69.7	74.5	16 304.921	2.29	2.58	
1-2-2	14	36.0	61.0	74.3	14 231.422	2.53		
1-2-3	14	39.8	58.3	74.4	13 619.813	2.92		
1-2-4	14	36.6	59.7	75.6	14 171.825	2.58		
1-2-5	14	36.5	60.0	75.2	14 167.680	2.58		
1-3-1	14	48.6	71.9	74.5	16 819.567	2.89	2.96	
1-3-2	28	38.2	64.1	74.9	15 075.423	2.53		
1-3-3	28	42.3	53.9	74.6	12 625.752	3.35		
1-3-4	28	44.4	55.3	74.8	12 988.422	3.42		
1-3-5	28	34.9	57.1	74.9	13 429.121	2.60		
2-1-1	7	20.0	52.0	74.2	12 115.376	1.65	1.48	纤维水泥砂浆
2-1-2	7	14.3	41.8	74.7	9 804.524	1.46		
2-1-3	7	15.2	42.2	74.6	9 885.097	1.54		
2-1-4	7	16.5	54.4	75.7	12 930.771	1.28		
2-2-1	14	26.0	36.2	74.7	8 491.000	3.06	2.89	
2-2-2	14	31.7	43.3	75.5	10 265.131	3.09		
2-2-3	14	30.1	40.5	75.4	9 588.618	3.14		
2-2-4	14	22.5	42.5	74.4	9 928.680	2.27		
2-3-1	28	48.8	51.7	74.8	12 142.882	4.02	3.98	
2-3-2	28	49.0	47.5	75	11 186.250	4.38		
2-3-3	28	40.0	48.1	74.6	11 267.136	3.55		

表2 试验结果总结对比表

砂浆类型	砂浆与钻孔孔壁的粘接抗剪强度		
	7d	14d	28d
普通水泥砂浆	1.78	2.58	2.96
纤维水泥砂浆	1.48	2.89	3.98
倍数	0.83	1.12	1.34

5 锚索现场张拉对比试验

5.1 试验场地

试验场地选择在贵州省崇遵高速公路第三合同段西山沟1号特大桥遵义岸引道右边坡二级平台上，岩性主要为灰白色薄层状泥质砂岩夹泥灰岩，呈强风化状。

5.2 试验张拉设备

试验选用200吨级，最多6束同时张拉的千斤顶和配

套设备。

5.3 试验锚索的设计

全部锚索采用同样一种规格,锚固段长0.50m,与钻孔深度一致。外余段1m,其中6根锚索用纤维水泥砂浆,6根锚索用普通水泥砂浆。先将砂浆灌注入钻孔内,再将绑扎好

的锚索放入钻孔内后用C40砼作垫墩。

5.4 试验结果及分析

锚索按设计施工完毕后,待砂浆凝固期满14d后进行张拉试验,对试验值采用去除最大值和最小值后进行平均值统计,结果如表3:

表3 普通(纤维)砂浆锚索现场张拉对比试验结果

锚索规格	砂浆类型	钻孔直径/mm	砂浆凝期/d	锚固段长度/m	计算平均最大张拉荷载/kN	相差倍数
5根 3 ϕ 15.2	普通水泥砂浆	90	14	0.5	117.39	1.09
5根 3 ϕ 15.2	纤维水泥砂浆	90	14	0.5	128.05	

从表3可看出锚固段中砂浆通过掺入聚丙烯纤维,砂浆的锚固力提高9%。

试验后,为了观察锚索和砂浆破坏情况,选了4根锚索进行开挖后观察,发现纤维水泥砂浆的锚固段砂浆仍然保持原状,从少量拉开的裂口内钢筋也难以将砂浆撬开,而普通水泥砂浆的锚索锚固段砂浆几乎全部压碎破裂。

6 结论

根据试验研究和现场张拉试验,结合国内外成果,与常规砂浆比较,聚丙烯纤维砂浆有以下几方面的特点:

(1)聚丙烯纤维砂浆通过在砂浆中加入纤维,使得砂浆内部结构得到改善,与钻孔孔壁的粘结能力得到提高,28d粘结强度值提高大于20%,从而提高砂浆的锚固力。

(2)根据相关资料,聚丙烯纤维砂浆的极限拉伸率比普通砂浆高6%~16%,弹性模量低5%~13%,而韧性指数

高21%~35%。纤维的加入犹如在砂浆中掺入巨大数量的微细筋,这些纤维筋有效地抑制了砂浆开裂,提高了砂浆的断裂韧性。聚丙烯纤维砂浆的低弹性模量和高极限拉伸率,说明其变形能力优于普通砂浆,因而有利于砂浆抗裂。纤维砂浆的较高韧性表明砂浆的传统脆性弱点得到改善,这对锚固段内砂浆抵抗锚索张拉时产生的集中应力下的变形破坏、防止裂缝的发生具有重要意义,从而提高了锚索的使用寿命。

参考文献:

- [1] 中国岩石力学与工程学会岩石锚固与注浆技术专业委员会. 锚固与注浆技术手册 [M]. 中国电力出版社, 1999
- [2] 中国岩土锚固工程协会. 岩土锚固新技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1998

.....

(上接第23页)

(1)神经网络模型通过对试桩样本的反复学习,采用误差反向传播算法逐次调节各连接权值,使网络的实际输出值与期望输出值逐渐逼近,最终可以建立起单桩荷载与沉降特性曲线的影响因素与单桩荷载与沉降特性曲线的映射关系。

(2)从本文中神经网络的预测值与实际试桩的实测值对比来看,本神经网络的预测精度达到15%左右,且稳定性较好,可以认为略优于通常的经验公式方法和数值方法。本文采用的两级BP型神经网络预测模型预测单桩的荷载与沉降关系曲线是可行的。采用神经网络方法预测单桩的荷载与沉降关系曲线是可行的。

(3)在合理建模和有足够的学习样本的条件下,现有神经网络模型的预测精度一般能不低于理论或经验公式计算的精度,大部分误差能在15%~20%以内。

(4)本文探讨的单桩荷载与沉降关系曲线的神经网络预测方法不限于钻孔灌注桩,可以用于其他桩型,也可按照这一方法研究桩的水平荷载与侧移关系预测问题。

参考文献

- [1] 王成华,张薇. 神经网络在桩基工程中的应用综述[J].

岩土力学, 2002, 23 (2): 173-178

- [2] Lee I M, Lee J H. Prediction of pile bearing capacity using artificial neural networks [J]. Computers and Geotechnics. 1996, 18 (3): 189-199
- [3] 王成华,赵志民. 用神经网络法预测单桩竖向极限承载力 [J]. 福建建筑, 1999, (1): 40-43
- [4] 冯紫良,孙海涛,王树娟. 用人工神经网络预测单桩竖向极限承载力 [J]. 同济大学学报, 1999, 27 (4): 397-401
- [5] Nawari N O, Liang R, Nusairat J. Artificial intelligence techniques for the design and analysis of deep foundations [OL]. 1999. 9. http://geotech.civen.okstate.edu/ejge/ppr9909
- [6] 王建华. 神经网络法预估水泥搅拌桩单桩沉降 [J]. 土木工程学报, 1996, 29 (1): 55-61
- [7] 王成华,李武君. 钻孔灌注桩极限承载力及沉降的神经网络预测 [J]. 建筑结构, 2001, 31 (10): 30-31
- [8] 李武君. 单桩荷载沉降性状的神经网络与灰色模型预测研究 [D]. 天津: 天津大学, 2000
- [9] 王成华,张薇. 反射波法判别桩身完整性的BP神经网络模型 [J]. 岩土力学, 2003, (6)