

改性环氧水泥浆试验设计及其黏结性能

程红强¹, 高丹盈¹, 刘国龙²

(1. 郑州大学环境与水利学院, 河南 郑州 450002; 2. 河南省水利勘测设计院, 河南 郑州 450008)

摘要 针对混凝土黏结补强研究现状, 研制一种新型改性环氧水泥浆, 对其黏结补强性能进行试验分析。试验设计主要考察固化剂含量、水泥用量及粗糙度对黏结效果的影响。结果表明, 该新型改性环氧水泥浆克服了普通环氧浆体在潮湿环境下不能很好固化的弱点, 与湿浇新混凝土有较强黏结力, 用作黏结界面剂能有效提高新老混凝土黏结性能。

关键词 改性环氧水泥浆; 界面剂; 新老混凝土黏结; 劈拉强度

中图分类号: TQ172.71+9.9

文献标识码: A

文章编号: 1006-7647(2007)01-0057-03

Test design of modified epoxy cement mortar and its application to concrete bonding repair // CHENG Hong-qiang¹, GAO Dan-ying¹, LIU Guo-long² 1. College of Environment and Water Conservancy, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Henan Investigation and Design Institute of Water Resources and Hydropower, Zhengzhou 450008, China)

Abstract : Based on current researches of concrete bonding repair, a new type of modified epoxy cement mortar was developed, and an experimental study was performed on its performance with emphasis placed on the influences of dosage of solidifying agent, cement content and roughness on the bonding effect. The modified epoxy cement mortar can be well solidified in wet environment, while the common mortar can not, and it can strongly bond with newly wet-placed concrete. Therefore, the modified epoxy cement, used as an interface bonding agent, can improve the bonding performance.

Key words : modified epoxy cement mortar; interface agent; bonding new concrete to old concrete; splitting tensile strength

用新混凝土进行黏结补强加固是混凝土结构维修、加固中较常见的方法^[1]。在加固过程中, 新老混凝土的黏结性能关系到修补后结构的正常使用。国内外研究表明, 界面剂对新老混凝土黏结性能影响重大, 普通水泥砂浆界面剂黏结效果较差, 往往不能满足混凝土补强要求^[2-3]。普通环氧树脂水泥浆用于混凝土黏结修补, 虽然其具有良好的力学性能、化学稳定性和较强的与老混凝土黏结的能力, 但由于其黏度太高, 配制出的环氧浆易黏附于工作器具上, 工作使用性能差; 更为关键的是, 普通环氧树脂具有憎水性, 其在潮湿环境下固化较为困难, 用作界面剂时, 与新浇的湿混凝土黏结效果较差^[4-5]。因此, 对普通环氧树脂进行改性, 研究一种新型改性环氧水泥浆, 对于混凝土结构黏结修补意义重大。

本文采用有关单位合作研制的一种新型改性环氧乳液配制环氧水泥浆, 用于新老混凝土黏结补强。试验中主要考察固化剂用量、水泥用量、老混凝土表面粗糙度等因素对新老混凝土黏结效果的影响。在试验分析基础上确定新型改性环氧水泥浆的最优配

合比, 为其在混凝土结构维修、加固实际工程中的大面积推广使用提供试验基础。

1 试验原材料

试验所用新型改性环氧乳液及固化剂为有关合作单位研制, 通过相反转技术将高分子树脂乳化为乳液, 外观为乳白色, 乳液电荷为非离子型, 固体含量 30%, pH 值 7~8, 密度 1.06 g/cm³, 黏度 0.7 Pa·s。固化剂胺氢当量为 346.8, 固体含量 28.4%(质量分数)。试验所用水泥为 32.5 级普通硅酸盐水泥。

2 试验简介

新老混凝土黏结补强试验研究国内外有诸多报道, 但试验中界面剂多采用常规水泥砂浆或净浆, 黏结效果受到一定影响^[4], 本试验采用自行研制的新型改性环氧水泥浆作界面剂, 研究新老混凝土黏结性能, 为实际工程中混凝土结构的补强、加固提供一种优质、高效的界面剂, 以提高黏结补强加固效果。

选用一批提前浇制的 100 mm × 100 mm × 100 mm

立方体老混凝土试块经劈裂分成 2 小块 ,小块表面经适当粗糙处理后 ,在其上涂抹界面剂、浇筑新混凝土 ,得到新老混凝土黏结 100 mm × 100 mm × 100 mm 立方体试块 ,标准养护 28 d 后 ,通过劈拉试验测试其黏结性能。老混凝土表面采用人工刷毛、人工轻凿、人工深凿进行粗糙处理 ,并用灌砂平均深度来衡量其粗糙度。

试验主要考察不同固化剂用量、水泥用量的新型改性环氧水泥浆界面剂的黏结效果 ,同时对比使用水泥砂浆及水泥净浆界面剂 ,以确定最佳黏结界面剂。在前期小试的基础上 ,确定改性环氧水泥浆试验配合比时充分考虑其工作性能 ,使其在常温下具有较好的施工性能。

3 试验结果及分析

3.1 固化剂用量对黏结劈拉强度的影响

固化剂的种类和用量对环氧树脂固化后的性能影响重大。表 1 为其他条件相同、不同固化剂用量的环氧水泥浆界面剂的黏结劈拉强度试验结果 ,其中 ,固化剂用量为新型改性环氧乳液质量的百分数 ,改性环氧水泥浆界面剂中每 100 g 乳液水泥用量为 150 g ;老混凝土表面粗糙度为人工深凿 ,灌砂平均深度为 5.45 mm。为便于比较 ,试验结果用相对指标 β 表示 :

$$\beta = \frac{2f_{a,t}}{f_{o,t} + f_{n,t}} \times 100\% \tag{1}$$

式中 : $f_{a,t}$ 为新老混凝土黏结试件劈拉强度 ; $f_{o,t}$ 为老混凝土整体试件劈拉强度 ; $f_{n,t}$ 为新混凝土整体试件劈拉强度。

表 1 不同固化剂用量新型改性环氧水泥浆黏结劈拉强度试验结果

固化剂用量/%	黏结强度 相对指标 β /%	固化剂用量/%	黏结强度 相对指标 β /%
40	64.2	55	71.8
45	67.8	60	70.7
50	70.4	65	69.4

从表 1 可以看出 ,随着固化剂用量的增加 ,新型环氧水泥浆界面剂的黏结效果不断增强 ,但当用量超过 55% 以后 ,其黏结效果反而有所下降。这是由于固化剂用量不足 ,环氧树脂固化不完全 ,因而影响黏结效果 ,固化剂用量过多 ,则多余的固化剂反而起增塑作用 ,降低黏结效果。这从试验现象可以得到印证 :当固化剂用量较多时 ,黏结试件劈拉横向变形明显增大 ,表现出较强延性。以上试验结果表明 ,对该新型改性环氧水泥浆界面剂 ,固化剂用量为 55% 较为适宜。

3.2 水泥用量对黏结劈拉强度的影响

水泥加入新型改性环氧乳液 ,随着水泥的水化作用 ,水泥水化产物与环氧树脂固化产物相互交联 ,改变了环氧乳液的固化性能。从表 2 可以看出 ,不

同水泥用量 ,其黏结效果不一样。在一定范围内 ,随着水泥用量增加 ,该新型改性环氧水泥浆界面剂黏结劈拉强度不断降低。初步分析 ,其原因可能在于随水泥用量增加 ,聚灰比不断减小 ,环氧树脂固化产物相对减少 ,削弱了固化产物与混凝土的黏结性能 ,进而影响界面剂黏结效果 ,其微观机理有待进一步深入研究。但加入适量水泥 ,能明显改善界面剂和易性 ,使其施工性能得到改善。综合考虑该新型改性环氧水泥浆界面剂的黏结效果、施工性能及造价 ,每 100 g 乳液水泥用量以 125 g 较为合适。

表 2 不同水泥用量新型改性环氧水泥浆黏结劈拉强度试验结果

每 100 g 乳液的 水泥用量/g	黏结强度 相对指标 β /%	每 100 g 乳液的 水泥用量/g	黏结强度 相对指标 β /%
100	78.7	150	71.8
125	77.6	175	61.2

注 :固化剂用量为 55% ,老混凝土表面采用人工深凿 ,灌砂平均深度为 5.45 mm。

3.3 新型改性环氧水泥浆与常用界面剂黏结效果对比

上述试验确定了该新型界面剂中固化剂最佳用量为 55%(新型环氧乳液质量百分数) ,水泥最佳用量为每 100 g 乳液加 125 g 水泥。采用此最佳配比配制的新型改性环氧水泥浆界面剂(记为 E 型界面剂)的黏结效果与水泥净浆(水灰比 0.4 ,记为 C 型界面剂)、水泥砂浆(水灰比 0.4 ,灰砂比 1:1 ,记为 S 型界面剂)黏结效果对比结果见表 3。表 3 中 N、Z、P 分别表示老混凝土表面采用人工刷毛、人工轻凿、人工深凿进行处理 ,灌砂平均深度分别为 0.41 mm ,2.59 mm ,5.45 mm。

表 3 不同界面剂时黏结劈拉强度试验结果

界面剂类型	老混凝土表面类型	黏结强度相对指标 β /%
C	N	48.2
C	Z	55.9
C	P	60.2
S	N	46.7
S	Z	52.8
S	P	57.6
E	N	54.3
E	Z	60.2
E	P	77.6

从表 3 中可以看出 ,新老混凝土黏结劈拉强度随老混凝土表面粗糙度、界面剂类型的变化而有较大变化 ,黏结强度相对指标 β 最低为 46.7% ,最高达到 77.6%。老混凝土表面仅用刷毛处理 ,黏结劈拉强度偏低 ,当老混凝土表面采用人工深凿时 ,黏结劈拉强度相对较高 ,说明老混凝土表面粗糙度对新老混凝土黏结性能影响较大 ,在一定范围内增加老

混凝土表面粗糙度能提高新老混凝土黏结性能。

试验结果表明,界面剂类型对新老混凝土黏结性能影响较大。合适、高效的界面剂能有效地提高新老混凝土黏结性能。本试验采用自行研制的新型改性环氧水泥浆作界面剂,提高新老混凝土黏结性能明显,对比常规水泥净浆及水泥砂浆界面剂,黏结劈拉强度增幅最大达 20%。该新型界面剂能有效提高黏结劈拉强度的主要原因在于:一方面,环氧固化产物与水泥水化产物相互交融,形成互穿网络,从而提高了界面剂本身的强度;另一方面,该界面剂所用乳液由普通环氧树脂改性而成,经改性,使具有憎水性能的普通环氧树脂转变成成为亲水性的乳液,使得环氧树脂不仅能在干燥环境固化,也能在潮湿环境固化,从而该界面剂一方面能跟干燥的老混凝土结合良好,另一方面又能与潮湿的新浇混凝土黏结良好,进而提高新老混凝土黏结劈拉强度,这从试验破坏形态可以得到证实。

4 结 语

采用新型工艺合成、配制的改性环氧水泥浆具

有良好的施工性能,改变了普通环氧砂浆黏度高、施工操作困难且不宜在潮湿或水下环境使用的不利性能。通过试验确定了该新型改性环氧水泥浆的最佳配比,其用作界面剂能有效提高新老混凝土黏结性能,经济效益明显,适于在混凝土结构补强加固实际工程中大面积推广使用。

参考文献:

[1] 宋中南.我国混凝土结构加固修复业技术现状与发展对策[J].混凝土,2002(10):10-17.
[2] 赵志方,赵国藩,刘健,等.新老混凝土黏结的抗拉强度试验研究[J].建筑结构学报,2001,22(2):51-56.
[3] 赵国藩,赵志方,袁群,等.新老混凝土黏结机理和测试方法研究:国家基础性研究重大项目(攀登计划B)之5.1课题1997年年度总结报告[R].大连:大连理工大学,1997.
[4] 魏涛,蒋硕忠,蔡胜华.水乳环氧水泥砂浆的研究[J].水利水电快报,1998,19(13):11-14.
[5] 曹恒祥,殷保合.新型环氧砂浆在小浪底工程的论证和应用[J].水利水电技术,2001,32(5):31-34.

(收稿日期:2006-03-01 编辑:熊水斌)

(上接第56页)

口所占 112.00 m 高程以下河道行洪宽度仅 60 m 左右,所以取水口所占河道行洪面积较小,不会对防洪产生不利影响。试验测得通航期该河段水深大于 1.7 m 的宽度远大于 70 m,因此填充式导沙墙不会对通航产生不利影响。

3 结 论

a. 方案一的取水口运行 10 年后淤沙挡水底高程为 113.50 m,泥沙淤积量为 6 480 m³。方案二在方案一的基础上在上游侧增加了填充式导沙墙,并将上游侧导墙抬高至 117.00 m 高程,试验可观测到河道内泥沙推移很快,泥沙受填充式导墙的影响,被导向河道左侧,取水口前基本无推移质淤积,取水口内回流淤积较少,取水口运行 10 年汛后淤沙挡水底高程大都在 112.00 m 左右,淤积高程最大为 115.03 m,泥沙淤积总量为 1 500 m³。

b. 方案二电厂取水口工程修建后 5 年一遇洪水以下的流量水位较现状河道有所壅高。在平滩流量下,7 号断面水位较天然河道壅高最大为 0.08 m,当遭遇 5 年一遇洪水时,水面线壅高最大仅为 0.05 m,说明在河道内修建取水口不会对防洪产生不利影响。通航期该河段水深大于 1.7 m 的宽度远大于 70 m,因

此填充式导沙墙不会对通航产生不利影响。

综上所述,通过对哈尔滨第一热电厂取水口的各项模型试验研究表明,优化后的布置形式在确保电厂取水能力的前提下,有效地降低了取水口的泥沙淤积程度,减少了汛后泥沙的清淤量,同时在汛期该布置形式的取水口对防洪和通航也不会产生不利影响。因此,从经济、安全性来讲,方案二更具有可行性。本试验的研究为哈尔滨第一热电厂取水工程的优化设计提供了依据,同时也为推移质泥沙起主要作用的河流取水口工程设计提供了参考。

参考文献:

[1] 郭维东,戴玉新,张杰华,等.河道整治[M].沈阳:东北大学出版社,2003.
[2] 钱宁,张仁,周全得.河床演变[M].北京:科学出版社,1987.
[3] 马振海,武维新.四零四厂取水枢纽防沙设计及试验验证[J].泥沙研究,2002(3):72-75.
[4] 王锡东,吴庆波,王锡杰.浅谈取水口水流运动状态及选择[J].黑龙江水利科技,2001(3):131-133.
[5] 丘谊平,朱爱林.取水口流态及防沙措施研究[J].广东水利水电,1996(6):36-38.

(收稿日期:2006-03-31 编辑:熊水斌)