

# JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ/T 271—99

## 港口工程混凝土粘接修补技术规程

Technical Specifications for Bonding and Repair of Concrete in Port Engineering

1999—12—29 发布

2000—05—01 实施

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国行业标准

# 港口工程混凝土粘接修补 技术规程

JTJ/T 271—99

主编单位：天津港湾工程研究所

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：2000年5月1日

# 关于发布《港口工程混凝土粘接 修补技术规程》的通知

交水发〔1999〕726 号

各省、自治区、直辖市交通厅(局、委、办)及有关单位:

由我部组织天津港湾工程研究所等单位制定的《港口工程混凝土粘接修补技术规程》,已经审查,现批准为推荐性标准,编号为 JTJ /T 271—99,自 2000 年 5 月 1 日起施行。

本规程的管理工作由部水运司负责,具体解释工作由天津港湾工程研究所负责。本规程由人民交通出版社出版发行。

中华人民共和国交通部

一九九九年十二月二十九日

## 前 言

在港口工程设施的新建、扩建和维护修复中,常采用粘接技术修补混凝土构件、结构和建筑物。为了更好地扩大使用范围,提高施工速度,保证工程质量,在交通部水运系统各科研施工、设计单位积累丰富经验的基础上,参考国内外有关资料,由交通部组织制定了本规程。

本规程共分6章16节,2个附录,并附条文说明。主要内容包括总则、一般规定、方案设计、材料、修补方法及施工要求、质量检验等。

本规程由交通部水运司负责管理,具体解释工作由天津港湾工程研究所负责。请各单位在使用过程中,及时将有关意见和资料函寄天津港湾工程研究所,以便今后修订时参考。

本规程如进行局部修订或补充,其内容将刊登在《水运工程标准与造价管理信息》上。

# 目 次

|                           |      |
|---------------------------|------|
| <b>1 总则</b>               | (1)  |
| <b>2 一般规定</b>             | (2)  |
| <b>3 方案设计</b>             | (4)  |
| 3.1 调查内容                  | (4)  |
| 3.2 调查方法                  | (5)  |
| 3.3 方案设计                  | (5)  |
| <b>4 材料</b>               | (7)  |
| 4.1 一般规定                  | (7)  |
| 4.2 钢材                    | (7)  |
| 4.3 混凝土或砂浆原材料             | (7)  |
| 4.4 胶粘剂                   | (8)  |
| <b>5 修补方法及施工要求</b>        | (10) |
| 5.1 混凝土缺陷修补               | (10) |
| 5.2 灌浆修补                  | (12) |
| 5.3 外粘钢加固                 | (13) |
| 5.4 浪溅区、水位变动区混凝土修补        | (14) |
| 5.5 水下区混凝土修补              | (15) |
| <b>6 质量检验</b>             | (17) |
| 6.1 材料检验                  | (17) |
| 6.2 外观检验                  | (17) |
| 6.3 内部检验                  | (17) |
| 6.4 压水检验                  | (17) |
| <b>附录 A 修补材料物理力学性能试验</b>  | (19) |
| <b>附录 B 修补材料的粘接力学性能试验</b> | (26) |

|                                     |      |
|-------------------------------------|------|
| 附录 C 本规程用词用语说明 .....                | (31) |
| 附加说明 本规程主编单位、参加单位及主要起草人<br>名单 ..... | (32) |
| 附 条文说明 .....                        | (33) |

# 1 总 则

**1.0.1** 为统一港口工程混凝土构件、结构或建筑物的粘接修补技术要求,做到施工方便、质量可靠、经济合理,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于港口工程混凝土构件、结构或建筑物的缺陷、裂缝灌浆、防渗堵漏和外粘钢加固等的修补。通航与修造船厂工程可参照执行。

**1.0.3** 港口工程中混凝土构件、结构或建筑物的粘接修补,除应符合本规程规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 一般规定

**2.0.1** 构件、结构或建筑物粘接修补的范围及方法,应根据设计资料及调查结果,并结合建筑物具备所需的耐久性、承载能力、安全性等综合考虑。

**2.0.2** 修补的混凝土构件、结构或建筑物整体应是相对稳定的。

**2.0.3** 混凝土结构的裂缝宽度大于表 2.0.3 中规定的限值时,应进行修补。

钢筋混凝土最大裂缝限值(mm) 表 2.0.3

| 海 水 环 境 |     |       |     | 淡 水 环 境 |       |     |
|---------|-----|-------|-----|---------|-------|-----|
| 大气区     | 浪溅区 | 水位变动区 | 水下区 | 水上区     | 水位变动区 | 水下区 |
| 0.2     | 0.2 | 0.25  | 0.3 | 0.25    | 0.3   | 0.4 |

注:①有抗冻和防锈要求的结构,缝宽小于等于 0.1mm 时,无需修补;缝宽在 0.1mm 与表 2.0.3 中规定的限值之间时,应根据缝深、缝型、钢筋保护层厚度、混凝土表面有无涂料等情况,综合判断,确定是否应予修补;

②有抗渗要求的结构,缝宽小于等于 0.05mm 时,无需修补;缝宽在 0.05mm 与表 2.0.3 中规定的限值之间时,应根据缝深、缝型、钢筋保护层厚度、混凝土表面有无涂料等情况,综合判断,确定是否应予修补。

**2.0.4** 受力结构的粘接修补或加固,必须按技术要求和施工条件确定修补方案。选用的修补材料,必要时应进行室内或现场模拟试验。

**2.0.5** 混凝土在建筑物上的部位,应按表 2.0.5-1 和表 2.0.5-2 的规定划分。

淡水环境混凝土部位划分

表 2.0.5-1

| 水 上 区   | 水 下 区   | 水 位 变 动 区 |
|---------|---------|-----------|
| 设计高水位以上 | 设计低水位以下 | 水上区与水下区之间 |

海水环境混凝土部位划分

表 2.0.5-2

| 大 气 区          | 浪 溅 区                       | 水 位 变 动 区                   | 水 下 区          |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|
| 设计高水位加 1.5m 以上 | 设计高水位加 1.5m 至设计高水位减 1.0m 之间 | 设计高水位减 1.0m 至设计低水位减 1.0m 之间 | 设计低水位减 1.0m 以下 |

## 3 方案设计

### 3.1 调查内容

**3.1.1** 修补方案应在查明建筑物的缺陷状态及产生的原因后制定。

**3.1.2** 建筑物调查应包括构件或结构原有状态、现有状态和使用情况等,并应符合下列规定。

**3.1.2.1** 构件或结构原有状态调查应包括下列内容:

(1)设计资料,包括设计要求、设计计算、设计图纸、构件或结构形式以及构件与结构、建筑物的相互关系等;

(2)施工情况,包括混凝土原材料、配合比、模板种类、振捣方式、养护方式、地基基础等。

**3.1.2.2** 构件或结构现有状态和使用情况调查应包括下列内容:

(1)破坏的类型、位置、几何尺寸等;

(2)破坏处周围混凝土表面的干湿状态、污垢等;

(3)裂缝开展情况,包括混凝土开裂时间、是否贯通及有无异物、宽度变化等;

(4)渗漏水情况,包括渗水、漏水点,水头大小和流量等;

(5)混凝土质量,包括混凝土均匀性、强度、钢筋保护层厚度、吸水率、氯离子含量、碳化深度、钢筋锈蚀和碱骨料反应等;

(6)环境条件,包括温度、湿度、水质、水位变化、波浪、所处位置等;

(7)使用情况,包括使用荷载、装卸货物品种、曾修补情况、结构稳定情况等。

## 3.2 调查方法

**3.2.1** 调查所需的仪器、设备、工具、材料应满足调查内容的要求。

**3.2.2** 调查前应根据混凝土缺陷及破坏类型进行人员配备和观测仪器设备的准备。

**3.2.3** 调查工作除专业技术人员参加外,必要时应有相关专业技术人员参加。

**3.2.4** 对混凝土结构裂缝检测时,裂缝宽度宜采用读数放大镜或塞尺检测,裂缝深度宜采用非金属超声波法或取芯法检测。贯穿裂缝可采用水压法或气压法检测。

**3.2.5** 混凝土结构裂缝稳定性观测,宜采用石膏饼法或电阻应变测量法。

**3.2.6** 混凝土结构中钢筋保护层厚度,宜采用钢筋保护层测定仪或凿开法测定。

**3.2.7** 混凝土中钢筋锈蚀,可采用目视和维卡尺测量直径方法。

**3.2.8** 结构中混凝土的吸水率、氯离子含量、碳化深度、碱骨料反应等,宜取样进行检测。

**3.2.9** 混凝土均匀性、内部缺陷及强度可采用超声法、超声-回弹综合法检测,必要时取芯样检测。

**3.2.10** 水下混凝土结构可采用水下探测、水下摄影、水下电视等检测方法进行检测。

## 3.3 方案设计

**3.3.1** 结构产生缺陷的原因和性质,应根据混凝土建筑物的设计、原材料、施工情况、使用过程、环境条件以及偶发性事故等因素进行分析。

**3.3.2** 根据混凝土结构缺陷的调查结果,可按表 3.3.2 设计修补方案。

修补类型及方案

表 3.3.2

| 修 补<br>要 求 | 处 理 方 案   |                              |                             |               |
|------------|---|------------------------------|-----------------------------|---------------|
|            | 深层处理  | 浅层处理                         | 表层处理                        | 补强处理          |
| 加固型        | 灌浆<br>高强混凝土<br>树脂混凝土 树脂<br>树脂砂浆<br>聚合物混凝土<br>聚合物砂浆      | 树脂砂浆<br>聚合物砂浆                | —                           | 表面粘钢板         |
| 防渗型        | 灌浆<br>特种混凝土<br>树脂混凝土<br>树脂砂浆<br>聚合物混凝土<br>聚合物砂浆<br>防水材料 | 树脂砂浆<br>聚合物砂浆<br>防水材料        | 树脂砂浆<br>聚合物砂浆<br>涂料<br>防水材料 | —             |
| 保护型        | 灌浆<br>涂料<br>树脂砂浆等                                       | 树脂砂浆<br>聚合物砂浆<br>高标号砂浆<br>涂料 | 涂料<br>聚合物水泥浆<br>树脂砂浆        | 树脂砂浆<br>聚合物砂浆 |

## 4 材 料

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 混凝土修补材料的选择,应根据修补工程的技术要求、施工条件和结构的使用环境条件,结合材料的物理力学性能、工艺性能及材料的供应和费用等因素,综合分析确定。水泥、钢材等材料的品种或性能应与原结构相同品种或性能相近。

**4.1.2** 混凝土修补、加固中使用的树脂砂浆、树脂混凝土、聚合物砂浆、聚合物混凝土,应检验其各项有关力学性能,其各项性能指标必须符合设计、施工要求。

**4.1.3** 修补材料均应单独密封放置在阴凉、通风处保存,由专人保管,并应防火。

**4.1.4** 修补工程应选用无毒或低毒的材料。必须使用有毒的材料时,应采取有效措施,防止环境污染和人体中毒。

### 4.2 钢 材

**4.2.1** 混凝土结构加固所用的钢材宜选用 Q235-A 号钢或 16Mn 钢,其质量应符合现行国家标准的规定。

**4.2.2** 钢材的焊接宜用手工电弧焊,选择的焊条型号应与主体钢材强度和电位相适应。

**4.2.3** 钢材及焊缝的强度设计值,应符合国家现行有关规定。

### 4.3 混凝土或砂浆原材料

**4.3.1** 修补工程中,混凝土或砂浆所用水泥、细骨料、粗骨料、外加剂、拌和水及混凝土的强度等级的选择应符合《水运工程混凝土

施工规范》(JTJ268)的规定。结构加固用混凝土等级应比原结构的强度等级提高一级。

**4.3.2** 根据工程要求可选用膨胀水泥或快硬水泥。

**4.3.3** 在混凝土防渗堵漏工程中,配制防水砂浆的外加剂可选用防水剂、膨胀剂和高效减水剂等。嵌缝止水用的速凝砂浆可采用堵漏剂或水玻璃等促凝剂配制。

**4.3.4** 修补工程中聚合物砂浆和聚合物混凝土所用水泥宜优先选用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥,水泥质量应符合现行国家标准,严禁使用过期水泥或受潮水泥。

**4.3.5** 配制聚合物混凝土、聚合物砂浆所用的细骨料、粗骨料的品质应符合《水运工程混凝土施工规范》的规定。

**4.3.6** 拌制聚合物水泥砂浆、聚合物混凝土,宜选用环氧乳液或丙烯酸酯共聚乳液及经过论证符合技术要求的其它聚合物。

**4.3.7** 修补工程中,树脂混凝土和树脂砂浆所用水泥应符合本标准第4.3.4条的规定。

**4.3.8** 配制树脂混凝土、树脂砂浆时,所用砂必须干燥、洁净、质地坚固,必要时可采用标准砂。

**4.3.9** 配制树脂混凝土所用粗骨料应选质地坚硬的深成的火成岩或水成岩碎石,其强度应符合《水运工程混凝土施工规范》的规定。

**4.3.10** 树脂混凝土、树脂砂浆所用树脂宜选用双酚 A 型环氧树脂,其质量应符合现行国家标准《双酚 A 型环氧树脂》(GB13657)的规定。

## **4.4 胶 粘 剂**

**4.4.1** 混凝土修补工程中选用的胶粘剂及配合使用的各种组分的质量均应符合国家现行有关标准的规定,应有产品合格证,必要时应进行复验检查,使用前必须对其牌号、出厂日期进行核定,不得使用过期或失效的材料。使用时应符合产品说明要求。

**4.4.2** 用作恢复混凝土结构强度或建筑物承载力的修补材料,其

内聚强度及与混凝土的粘接强度必须高于被粘混凝土强度,且耐久性好,如环氧树脂类、聚氨酯类等结构胶粘剂,有充分论证的其它胶粘剂亦可使用。胶粘剂的性能检测按附录 A 及 B 有关标准的规定进行。

**4.4.3 混凝土结构裂缝的修补**,宜选用具有粘度低、可灌性好、固化后体积收缩小、固化时间可按施工工艺要求调节等特性的环氧树脂类、甲基丙烯酸酯类或聚氨酯类等灌浆材料。

**4.4.4 老混凝土与修补用混凝土、老混凝土与修补用砂浆之间的粘接**,应采用环氧胶粘剂或聚合物砂浆。

**4.4.5 混凝土裂缝防渗堵漏**应选用在固化后具有抗渗性、耐久性和一定强度且稳定性好的聚氨酯类等灌浆材料。

## 5 修补方法及施工要求

### 5.1 混凝土缺陷修补

5.1.1 混凝土浅层缺陷的修补应符合下列规定。

5.1.1.1 混凝土浅层缺陷的修补应包括混凝土表层破损深度不超过钢筋保护层的混凝土构件修补。

5.1.1.2 修补材料宜选用聚合物水泥砂浆、环氧树脂水泥砂浆、防水材料、微膨胀水泥砂浆等,面积较大时可采用喷射砂浆或混凝土。

5.1.1.3 混凝土浅层缺陷修补的施工应满足下列要求:

(1)混凝土表面应凿毛,并露出混凝土坚硬部分,表面的松散层、附着物、油污、污垢、灰尘等应清除干净;

(2)配制修补材料时,应称量准确,搅拌均匀;

(3)裸露钢筋应除锈,并涂一薄层环氧浆液,在尚未固化前再压抹修补材料;

(4)修补材料应具有一定的可使用时间,满足被粘混凝土构件的定位、调整等操作时间;

(5)修补材料一次或分次嵌入缺陷,并抹平修整。

5.1.2 混凝土表层缺陷的修补应符合下列规定。

5.1.2.1 混凝土表层缺陷的修补应包括混凝土表面出现砂斑、砂线、蜂窝、麻面表层裂缝缺陷的混凝土构件修补。

5.1.2.2 修补材料宜采用防腐涂料,聚合物水泥浆、砂浆或环氧水泥浆、砂浆,防水材料等。

5.1.2.3 混凝土表层缺陷修补的施工应满足下列要求:

(1)混凝土表面缺陷处应凿毛,并露出密实部分;

- (2)配制修补材料时,应称量准确,搅拌均匀;
- (3)应仔细涂布压抹修补材料;
- (4)应进行表面修整,必要时表面应涂布涂料。

### **5.1.3 混凝土施工缝的处理应符合下列规定。**

**5.1.3.1** 混凝土施工缝的处理应包括对新老混凝土施工缝的粘接力和抗渗有较高要求的混凝土结构,或加厚混凝土保护层。

**5.1.3.2** 修补材料宜采用环氧浆液或聚合物砂浆等。

**5.1.3.3** 施工应满足下列要求:

(1)老混凝土表面应凿毛,清除水泥薄膜、松动石子并软化混凝土层,保持表面干净;

(2)用环氧浆液作修补材料时,混凝土表面应干燥;用乳化环氧水泥浆或砂浆作修补材料时,混凝土表面可呈潮湿状态,但不得积水;

(3)修补材料配制时,应准确称量,搅拌均匀,并随配随用;

(4)修补材料的可使用时间应满足浇筑混凝土的时间,修补材料凝胶后不得浇筑混凝土。

### **5.1.4 混凝土防渗堵漏应符合下列规定。**

**5.1.4.1** 混凝土防渗堵漏应包括混凝土结构表面缺陷导致的渗、漏修补。

**5.1.4.2** 防渗堵漏的材料和方法应根据混凝土结构表面缺陷和环境的情况确定。修补材料可采用环氧树脂、聚氨酯、防水材料、堵漏剂、快硬剂等。

**5.1.4.3** 施工应满足下列要求:

(1)应将待处理的混凝土表面适度打毛,并洗刷干净;

(2)应堵塞表面的渗水孔、洞,必要时应进行灌浆处理或降低地下水位;

(3)应在渗水面上大面积涂刷一定厚度的防渗堵漏材料;

(4)应进行表面修整或压抹一层砂浆保护防水层。

## 5.2 灌浆修补

5.2.1 裂缝深度大于保护层厚度的混凝土结构宜采用灌浆修补。

5.2.2 应根据灌浆的作业条件和混凝土结构或构件修补要求按表 5.2.2 选择灌浆材料。

不同条件下使用的灌浆材料

表 5.2.2

| 作业条件 | 灌浆材料要求   |                                |                         |
|------|--|--------------------------------|-------------------------|
|      | 防渗型  | 加固型                            |                         |
|      |  | 耐久性                            | 恢复承载力                   |
| 干燥   | 环氧树脂类<br>甲基丙烯酸酯类<br>丙烯酸胺类<br>丙烯酸盐类<br>水玻璃类<br>聚氨酯类 | 环氧树脂<br>甲基丙烯酸酯类<br>聚氨酯类        | 环氧树脂<br>甲基丙烯酸酯类<br>聚氨酯类 |
| 潮湿   | 环氧树脂类<br>聚氨酯类<br>丙烯酸胺类<br>丙烯酸盐类<br>水玻璃类            | 环氧树脂<br>聚氨酯类                   | 环氧树脂<br>聚氨酯类<br>甲基丙烯酸酯类 |
| 带水   | 聚氨酯类<br>丙烯酸胺类<br>丙烯酸盐类<br>环氧树脂                     | 聚氨酯类<br>环氧树脂<br>丙烯酸胺类<br>丙烯酸盐类 | 环氧树脂<br>聚氨酯类            |

5.2.3 施工应符合下列规定。

5.2.3.1 应清除混凝土裂缝表面松散物和缝内异物。

5.2.3.2 剔缝的深度由混凝土的厚度和灌浆压力确定,宜为 50 ~ 100mm;宽度为:上宽 30 ~ 100mm,下宽 10 ~ 20mm。

5.2.3.3 设置灌浆嘴,间距可由缝宽度及深度而定,宜为 500 ~

1000mm。灌浆位置应设在裂缝端部、裂缝交叉处和裂缝较宽处。贯穿裂缝的构件两个侧面都应埋嘴。

**5.2.3.4** 干燥裂缝宜采用环氧砂浆埋设灌浆嘴和封缝。

**5.2.3.5** 对渗水或涌水状态下的裂缝应先进行引水处理,后用水玻璃-水泥、速凝水泥或堵漏剂作快速封缝和埋设灌浆嘴。

**5.2.3.6** 应逐加压检查灌浆嘴的连通和封闭效果,在有水流的情况下,采用注红色水进行检查,压力应大于灌浆压力。

**5.2.3.7** 应按试验确定的配比,准确称量各组成材料,搅拌均匀。浆液随配随用。

**5.2.3.8** 灌浆顺序,垂直缝应自下而上,水平缝自一端向另一端逐一进行。灌浆压力应由地下水的压力或缝隙的阻力大小确定。

**5.2.3.9** 应待浆液固化后,拆除灌浆嘴,并对混凝土表面进行修整。

### **5.3 外粘钢加固**

**5.3.1** 承载静力作用的受弯、受压及受拉的混凝土结构构件,需要加固时,应采用外粘钢加固法。

**5.3.2** 加固用胶粘剂应选用结构型胶粘剂,其性能必须满足设计、施工及使用环境的要求。

**5.3.3** 加固前,首先应对混凝土构件裂缝、空洞等缺陷进行修补。

**5.3.4** 加固前宜对混凝土构件卸除外荷载。

**5.3.5** 混凝土结构表面处理应符合下列规定。

**5.3.5.1** 混凝土结构被粘面应凿毛,剔除表面疏松层,露出坚硬部位,清除表面污垢、尘土,被粘面应干燥。

**5.3.5.2** 应按设计要求在混凝土预定位位置埋设固定钢材用螺栓或夹具。

**5.3.5.3** 应用丙酮擦拭表面,用基液涂刷一遍。

**5.3.6** 钢材处理应符合下列规定。

**5.3.6.1** 钢材应按设计要求放样、下料,在预定位位置钻孔。钢

材粘贴面应除锈、打磨,并毛糙化。

**5.3.6.2** 应用丙酮擦拭钢材表面,然后涂一层基液作底胶。

**5.3.6.3** 在有化学腐蚀的环境条件下,钢材应采取可靠的防护措施。

**5.3.7** 粘贴钢材应符合下列规定。

**5.3.7.1** 应将配制好的胶粘剂均匀涂抹在钢材或混凝土被粘面上,然后将钢材准确粘贴到混凝土面上。

**5.3.7.2** 应拧紧螺栓或夹具,对钢材均匀施压,以使胶粘剂挤出为宜。

**5.3.7.3** 胶粘剂固化过程中严禁振动。

**5.3.8** 胶粘剂固化完毕并检验合格后,在钢材表面应涂防锈漆。

## **5.4 浪溅区、水位变动区混凝土修补**

**5.4.1** 本方法应包括处于浪溅区、水位变动区的混凝土结构,表面有不同程度缺陷的修补。

**5.4.2** 修补材料应选用凝固时间短、早期强度高、性能优异的材料,可选用特种砂浆、特种混凝土、速凝剂、聚合物砂浆、环氧砂浆、特种氯凝砂浆等。

**5.4.3** 修补材料采用特种砂浆、特种混凝土时,水泥应选用快凝快硬水泥,水灰比不应大于 0.40,宜掺用高效减水剂,当有抗冻要求时,尚应加入引气剂。

**5.4.4** 混凝土表面应凿毛,去除疏松层、海生物和油渍,并应冲洗干净。当遇钢筋时,应凿到钢筋内侧 10mm 以上。

**5.4.5** 裸露钢筋应除锈,并用自来水冲洗擦干。当钢筋锈蚀严重时,应更换钢筋。修补前应先涂环氧防锈涂料,凝胶前及时压抹特种砂浆等修补材料。

**5.4.6** 混凝土构件上零星、不连成片的掉皮剥落或浅层裂缝的修补,表面处理后应快速涂抹修补材料,并用相应颜色涂料涂敷。

**5.4.7** 混凝土构件大面积缺陷的修补,混凝土表面经处理后应按缺陷程度,分别采用压抹、枪喷或支模板浇筑混凝土砂浆材

料。

**5.4.8** 采用水泥砂浆或混凝土修补,修补完成后应立即进行养护,可用潮湿水养护或覆盖塑料薄膜、涂养护剂等。

**5.4.9** 浪溅区的结构修补后,宜涂刷混凝土表面涂料。

## **5.5 水下区混凝土修补**

**5.5.1** 本方法应包括水下区混凝土结构缺陷的修补。

**5.5.2** 修补材料宜采用水下环氧砂浆、特种氰凝砂浆、水下不离析砂浆、水下不分散混凝土及水下混凝土等。

**5.5.3** 垂直面表面出现的麻面、蜂窝、浅坑、掉角和浅层裂缝等缺陷的修补,应符合下列规定。

**5.5.3.1** 表面应凿毛,清除疏松颗粒和海生物。

**5.5.3.2** 应用薄钢板制永久性或半永久性模板,安装模板,模板朝上的口应敞开。

**5.5.3.3** 应用风钻打孔,通过螺栓或钻管螺丝固定模板。

**5.5.3.4** 应采用压力灌浆方法,通过管道把环氧砂浆由低到高压送到待修部位上,直到模板上口出环氧砂浆为止,或在岸上把水下环氧砂浆盛入模板上,盛满,由潜水员准确安放到待修部位上,用螺栓紧固。

**5.5.4** 水平面表层出现的麻面、蜂窝、浅坑、掉皮和浅层裂缝等缺陷的修补要求应符合下列规定。

**5.5.4.1** 表面应凿毛,清除疏松颗粒和海生物,使表面基本平整。

**5.5.4.2** 应制做一钢制方框,其大小由修补面积确定,框的四周涂一层脱模剂。

**5.5.4.3** 应把岸上配制好的水下环氧砂浆,用塑料袋包好,由潜水员带到修补处,小心地倒在方框内,自然流平。

**5.5.4.4** 顶面应铺放一块塑料薄膜,用抹子压实抹平环氧砂浆,然后放上一定重物,防止薄膜飘走。

**5.5.5** 缺陷严重、面积较大的混凝土结构的修补应符合下列规

定。

**5.5.5.1** 表面应凿毛,清除疏松层和海生物,使表面基本平整。

**5.5.5.2** 应用薄钢板或陆上预制的混凝土板作为永久或半永久性模板。

**5.5.5.3** 垂直面修补安装模板应采用螺栓锚固。

**5.5.5.4** 修补材料宜采用掺减水剂的自流平水下不分散混凝土,其水灰比不得大于 0.45,用量不得小于  $400\text{kg}/\text{m}^3$ ,宜采用 525 号普通硅酸盐水泥配制。

**5.5.5.5** 浇筑方法应符合《水运工程混凝土施工规范》的规定。

## **6 质量检验**

### **6.1 材料检验**

**6.1.1** 修补材料应进行物理力学性能检验,检验项目可根据设计及施工情况确定。

**6.1.2** 修补材料物理力学性能的检验可按附录 A、附录 B 及有关标准中的规定进行。

### **6.2 外观检验**

**6.2.1** 修补完工后,可目测或用放大镜对接头进行外观检验。

**6.2.2** 接茬面周边应看见挤出修补材料,不得留有缝隙。

**6.2.3** 水下修补工程可用潜水员或水下电视检验。

### **6.3 内部检验**

**6.3.1** 对修补质量有怀疑时,可采用钻芯取样、超声波或金属敲击法进行检验。

**6.3.2** 采用超声波检验时必须由专门的检验人员根据所用的修补材料及修补结构的具体情况制定实施方案后进行检测。

**6.3.3** 对钢板与混凝土的粘接,可用圆头金属棒敲击粘接钢表面,凭敲击声音的响度和均匀性判断其修补质量。现场随机制取试件,应进行有关的力学性能检测,必要时进行荷载试验。

### **6.4 压水检验**

**6.4.1** 采用灌浆法进行裂缝修补的工程,可按《水运工程混凝

土试验规程》(JTJ270)的有关规定进行压水试验,检验修补结果。

**6.4.2** 用压水试验方法检验灌浆效果时,吸水率小于  $0.01 \text{ L/min}\cdot\text{m}$ ,应评定为合格。

## 附录 A 修补材料物理力学性能 试验

### A.1 抗压强度及抗折强度测定

**A.1.1** 测定修补材料的抗压强度及抗折强度,应为修补设计和施工选择修补材料提供依据。

**A.1.2** 试验设备应满足下列要求。

**A.1.2.1** 试模应为可装拆的  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$  三联试模,由隔板、端板、底座等组成,应符合《水泥物理检验仪器 胶砂试模》(GB3350.5)的规定;或  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 40\text{mm}$  试模。

**A.1.2.2** 抗折试验机应符合《水泥物理检验仪器 电动抗折试验机》(GB3350.3)的规定。

**A.1.2.3** 抗压试验机应为 300kN;抗压夹具应符合《 $40\text{mm} \times 40\text{mm}$  水泥抗压夹具》(JC/T683)的规定。

**A.1.3** 试验步骤应按下列要求进行:

(1)用修补材料成型 3 条  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$  的试件,24h 后拆模,将试件置于温度为  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为  $(65 \pm 5)\%$  的恒温恒湿室,养护 13d。

(2)采用水泥抗折试验机先对 3 条试件分别进行抗折试验。

(3)用每条试件经抗折试验后的 2 个断块进行抗压试验。试件受压面积为  $40\text{mm} \times 40\text{mm}$ ,压力机加荷速度应控制在  $(5 \pm 0.5)\text{kN/s}$  的范围内。

**A.1.4** 试验结果计算应采用下列方法。

**A.1.4.1** 抗折强度计算:

(1)抗折强度应按下式计算:

$$R_f = \frac{3P \cdot L}{2b \cdot h^2} = 0.00234P \quad (\text{A.1.4-1})$$

式中  $R_f$ ——抗折强度(MPa);  
 $P$ ——破坏荷载(N);  
 $L$ ——支撑圆柱中心距为 100mm;  
 $b, h$ ——试体断面宽及高,均为 40mm。

抗折强度计算精确至 0.01MPa;当杠杆比为 1:50 时,计算结果必须乘以 50。

(2)取 3 个试件测值的算术平均值作为抗折强度值,当 3 个试件测值中有 1 个超过平均值的  $\pm 10\%$  时,应予以剔除,以其余两个数值平均作为抗折强度试验结果。

#### A.1.4.2 抗压强度计算方法如下:

(1)抗压强度应按下式计算:

$$R_c = \frac{P}{S} \quad (\text{A.1.4-2})$$

式中  $R_c$ ——抗压强度(MPa);  
 $P$ ——破坏荷载(N);  
 $S$ ——受压面积,即 40mm × 40mm。

抗压强度计算至 0.1MPa。

(2)以 1 组 3 个棱柱体的 6 个抗压强度测定值的算术平均值为试验结果,当其中有 1 个测定值超出 6 个平均值的  $\pm 10\%$  时,应剔除这个结果,以其余 5 个的平均值为结果;当其余 5 个中再有超过它们平均值  $\pm 10\%$  时,则此组结果作废;

(3)当用边长为 40mm 的立方体,抗压强度结果取 3 个试件测值的算术平均值时,计算至 0.1MPa;当单个试件的测值与中间值之差超过中间值的  $\pm 20\%$  时,则取中间值;当最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的  $\pm 20\%$  时,则该试验结果无效。

## A.2 抗拉强度测定

**A.2.1** 测定修补材料的抗拉强度,应为修补设计及施工选择修补材料提供依据。

**A.2.2** 试验设备应满足下列要求。

**A.2.2.1** 试验机应为 2t 的抗拉试验机或万能试验机。

**A.2.2.2** “8”字形钢试模的试模尺寸与允许误差应满足表 A.2.2 及图 A.2.2-1 的要求。

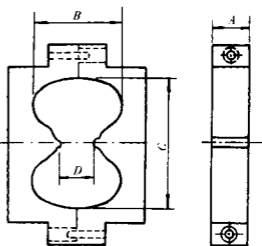


图 A.2.2-1 “8”字形钢试模

试模尺寸与允许偏差

表 A.2.2

| 符 号          |    | A    | B    | C    | D    |
|--------------|----|------|------|------|------|
| 规格(mm)       |    | 22.2 | 52.0 | 78.0 | 22.5 |
| 允许偏差<br>(mm) | 最大 | 22.3 | 52.4 | 78.4 | 22.6 |
|              | 最小 | 22.1 | 51.6 | 77.6 | 22.4 |

**A.2.2.3** 拉头应使用原水泥硬练标准“8”字抗拉试验用拉头,加一可在试验机上夹住的传力件,如图 A.2.2-2。

**A.2.2.4** 应准备刮刀、搪瓷盆或铝盆等。

**A.2.3** 试验步骤应按下列要求进行:

- (1)用修补材料制作“8”字形试件,以 3 个为 1 组。
- (2)试件成型 24h 后拆模,置于温度为  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ,相对湿度为  $(65 \pm 5)\%$  恒温恒湿室,养护 13d。

(3)将“8”字形抗拉夹具安装于抗折试验机上,装上试件进行抗拉试验。

**A.2.4** 修补材料抗拉强度应按式计算:

$$f_t = \frac{P}{S} \quad (\text{A.2.4})$$

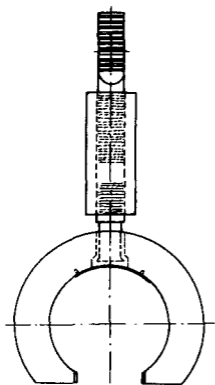


图 A.2.2-2 拉头

式中  $f_t$ ——修补材料抗拉强度(MPa);  
 $P$ ——试件拉断时的最大荷载(N);

$S$ ——“8”字形试件的受拉截面积( $\text{mm}^2$ ),为  $500\text{mm}^2$ 。

试验结果以 3 个试件的算术平均值表示,结果计算精确至  $0.01\text{MPa}$ 。

### A.3 冲击强度测定

**A.3.1** 测定修补材料的冲击强度,应检验材料在受高速冲击状态下对断裂的抵抗能力。

**A.3.2** 简支式冲击试验机,冲击角度应为  $30^\circ$ 或  $45^\circ$ ,冲击速度为  $3 - 5\text{m/s}$ ;支点跨度应为  $70\text{mm}$ 。

**A.3.3** 试件长应为  $120 \pm 1\text{mm}$ ,宽  $15 \pm 0.2\text{mm}$ ,厚  $10 \pm 0.2\text{mm}$ 。试件表面应平整、无气泡、裂纹和机械加工损伤等缺陷。试件应在温度为  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为  $(65 \pm 5)\%$  的恒温恒湿室中养护 10d,每组试件为 5 个。

**A.3.4** 试验步骤应按下列要求进行:

- (1)测量试件中间部位的宽度和厚度,精确至  $0.05\text{mm}$ ;
- (2)单面加工的试件,加工面应朝向冲击锤;
- (3)核准试验机零点,每作一组试验核准 1 次;
- (4)将试件宽面贴紧在支座上,进行冲击,由刻度尺读取冲断试件所消耗的功;

(5)凡试件不破断或未破断在试件的三等分中间部位,都应另取试件重新测定。

**A.3.5** 结果计算应满足下列要求。

**A.3.5.1** 试件的冲击强度应按下式计算:

$$R = \frac{W}{b \times d} \quad (\text{A.3.5})$$

式中  $R$ ——冲击强度( $\text{kJ/m}^2$ );  
 $W$ ——冲断试件所消耗的功( $\text{J}$ );  
 $b$ ——试件宽度( $\text{mm}$ );  
 $d$ ——试件厚度( $\text{mm}$ )。

**A.3.5.2** 试验结果应以每组试件的算术平均值表示,取3位有效数字。

## **A.4 环氧树脂有效收缩性试验**

**A.4.1** 测定环氧树脂胶粘剂温度变化时的有效收缩性,应为选择修补混凝土的修补材料提供依据。其它种类的修补材料的有效收缩性可参照本方法进行。

**A.4.2** 试验设备应满足下列要求。

**A.4.2.1** 恒温箱的温度应为 $(51.6 \pm 2)^\circ\text{C}$ ;  $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ ;相对湿度为 $(40 \pm 10)\%$ 。

**A.4.2.2** 试模应由聚乙烯板(板厚3mm)制作,内型尺寸应为 $90\text{mm} \times 240\text{mm} \times 3\text{mm}$ 。

**A.4.2.3** 玻璃板的规格应为 $100\text{mm} \times 250\text{mm} \times 1.8 \sim 2.0\text{mm}$ 。

**A.4.2.4** 拌和设备应包括搪瓷盆或铝盆,容量为500mL。

**A.4.3** 试验步骤应按下列要求进行:

(1)试验所用的材料和设备应提前一天放置在温度为 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(40 \pm 10)\%$ 的试验室内;

(2)试模应擦拭干净,玻璃板用洗涤剂和清水冲洗干净后,用棉纱蘸丙酮擦拭两遍,以两个试件为一组;

(3)应准确称量各组分,并仔细拌和均匀,慢慢倒入试模中直至微微高出,小心用玻璃板盖上,应避免接茬面上有气泡;

(4)应在每块玻璃板上放置约225g重物加压固化24h;

(5)应在24h后拆模,玻璃板朝下放,继续固化6d;

(6)应在温度为 $(51.6 \pm 2)^\circ\text{C}$ 、相对湿度为 $(40 \pm 10)\%$ 的条件

下放置 30min 后立即放入温度为  $(23 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为  $(40 \pm 10)\%$  的条件下再放置 30min 为 1 个循环,连续进行 10 次循环后,在室内放置 2h。

**A.4.4** 观察玻璃板,当两块均未破裂时,该修补材料收缩性应评定为合格。

## **A.5 混凝土和环氧树脂粘接面层热相容性试验**

**A.5.1** 测定混凝土和环氧砂浆粘接面在冷热交替作用下的热相容性,应为选择修补材料提供依据。其它种类修补材料的粘接面层热相容性试验可参照本方法进行。

**A.5.2** 试验设备及混凝土原材料应满足下列要求。

**A.5.2.1** 冷冻箱温度应保持在  $(-20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。

**A.5.2.2** 水泥、砂、石和外加剂应符合《水运工程混凝土施工规范》的有关规定。

**A.5.3** 试验应满足下列要求。

**A.5.3.1** 应按《水运工程混凝土试验规程》中的有关规定制作尺寸为  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$  的混凝土试件,以两块为一组。

**A.5.3.2** 应 1 天后拆模,标准养护 13d 取出,在室内温度为  $(23 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为  $45\% \sim 50\%$ ,风干 14d。

**A.5.3.3** 混凝土顶面应采用喷砂法或用钢丝刷处理成粗糙面,并保持干净、干燥。

**A.5.3.4** 应将处理完毕的试件顶面四周用木条夹紧,木条上端比混凝土顶面高出 13mm。

**A.5.3.5** 应先将试件顶面薄薄涂刷一层环氧基液,随后涂抹 13mm 厚的环氧砂浆。

**A.5.3.6** 应在 1 天后拆去木条,在温度为  $(23 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的室内固化 10d。

**A.5.3.7** 应将试件放到  $(-20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的冷冻箱中 24h 后取出,再放置  $(23 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的室内 24h,这样作为 1 个试验循环,连续进行 5

次循环。

**A.5.4** 当2个试件上环氧砂浆与混凝土之间均不剥离,或接茬面附近的混凝土不出现水平裂缝时,该修补材料与混凝土热相容性应评定为合格。

## 附录 B 修补材料的粘接力学性能 试验

### B.1 水泥砂浆粘接抗拉强度测定

**B.1.1** 测定水泥砂浆粘接抗拉强度,应为修补设计和施工选择修补材料提供依据。此试验方法也适用于硬化砂浆试件与新拌砂浆试件间粘接强度的测定。

**B.1.2** 试验设备应满足下列要求。

**B.1.2.1** 应采用水泥物理检验电动杠杆式试验机。

**B.1.2.2** “8”字形钢试模,与第 A.2.2.2 款相同。

**B.1.2.3** 应使用原水泥硬练标号“8”字抗拉试验用夹具。

**B.1.3** 试验应满足下列要求。

**B.1.3.1** 应制作 40MPa 高强度的“8”字形水泥砂浆,养护 28d,室内风干 14d,备用。

**B.1.3.2** 应将准备进行粘接试验的水泥砂浆“8”字形试件中间拉断或锯断,且勿损伤断面。在试件断裂面涂粘接材料,并立即将试件按原状在断裂处对接好,外用橡皮圈箍紧,置于温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 $(65 \pm 5)\%$ 的室内养护 14d 后取出,在抗折试验机上进行试验。

**B.1.3.3** 测定硬化砂浆与新拌砂浆的粘接强度时,应将硬化砂浆“8”字形试件的一半置于“8”字钢试模内,在断裂面上涂上胶粘剂,然后在“8”字钢试模的另一半充填新拌砂浆,并用抹刀充分压实,抹平,置于养护室养护 28d 后,在抗折试验机上进行试验。

**B.1.4** 试验结果计算应采用下列方法:

(1)用双杠杆抗折试验机测定时,可按下式计算粘接强度:

$$C_t = \frac{50P}{S} \quad (\text{B.1.4-1})$$

(2)用单杠杆抗折试验机测定时,可按下式计算粘接强度:

$$C_t = \frac{10P}{S} \quad (\text{B.1.4-2})$$

式中  $C_t$ ——粘接强度(MPa);

$P$ ——试件拉断时的最大荷载(N);

$S$ ——“8”字形试件的受拉截面积( $\text{mm}^2$ ),为  $500\text{mm}^2$ 。

(3)试验结果以 6 个试件的算术平均值表示,结果计算精确到  $0.01\text{MPa}$ 。

## B.2 混凝土粘接劈裂抗拉强度测定

**B.2.1** 测定混凝土粘接劈裂抗拉强度,应为修补设计和施工选择修补材料提供依据。此试验方法也适用于硬化混凝土试件与新拌混凝土试件间粘接劈裂抗拉强度的测定。

**B.2.2** 试验设备和材料应满足下列要求。

**B.2.2.1** 垫条应采用直径为  $150\text{mm}$  的钢制弧形条,其截面尺寸如图 B.2.2 所示。

**B.2.2.2** 垫层应用于垫条与试件之间,系木质三合板或硬质纤维板,宽  $15 \sim 20\text{mm}$ ,厚  $3 \sim 4\text{mm}$ ,长度不小于试件边长。垫层不得重复使用。



图 B.2.2 粘接劈裂抗拉用垫条

**B.2.2.3** 应制作混凝土强度大于  $\text{C40}$ 、 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$  的试件 3 个,标准养护到龄期后,将试件由中部劈开,保持干燥、干净备用。劈裂面应与试件成型时的顶面垂直。

**B.2.2.4** 压力试验机应符合《水运工程混凝土试验规程》的第 6.1 节规定。

**B.2.2.5** 粘接材料应满足修补材料的要求。

**B.2.3** 试验应满足下列要求。

**B.2.3.1** 应按照修补材料配方,准确称量材料各组分,依照配制的先后顺序依次加入,搅拌均匀。

**B.2.3.2** 在混凝土劈裂面层上涂敷胶液,应做到厚薄均匀,不露底。当进行硬化混凝土与新拌混凝土的粘接试验时,可将涂敷胶液的半边试件置于 150mm × 150mm × 150mm 的钢试模内,然后在试模的另一半浇注新拌混凝土,成型拆模后置于养护室内养护 28d,并按《水运工程混凝土试验规程》第 5.5.3 条规定测定粘接劈裂抗拉强度。

**B.2.3.3** 应按试件原接茬缝,将混凝土粘接在一起,平放在平整的台面上,用丙酮擦去溢露的胶液,在温度(20 ± 2)℃、相对湿度(65 ± 5)%的室内固化 14d。

**B.2.3.4** 测定粘接劈裂抗拉强度应按《水运工程混凝土试验规程》第 6.6 条的规定进行。

**B.2.4** 试验结果计算应采用下列方法。

**B.2.4.1** 粘接劈裂抗拉强度应按下式计算:

$$f_{tu} = \frac{2P}{\pi \cdot A} \quad (\text{B.2.4})$$

式中  $f_{tu}$ ——混凝土粘接劈裂抗拉强度(MPa);

$P$ ——破坏荷载(N);

$A$ ——试件劈裂面面积(mm<sup>2</sup>)。

粘接劈裂抗拉强度计算至 0.01MPa。

**B.2.4.2** 应取 3 个试件测值的平均值作为该组的粘接劈裂抗拉强度值。当 3 个试件测值中有 1 个与中间值之差超过中间值的 15%时,应取中间值;当 3 个试件测值中的最大值和最小值,与中间值之差均超过中间值 15%时,该组试验结果无效。

**B.2.4.3** 采用本方法测得的粘接劈裂抗拉强度,当需换算成轴心抗拉强度时,应乘以换算系数 0.9。

## **B.3 混凝土粘接抗剪强度测定**

**B.3.1** 测定混凝土粘接抗剪强度,应为粘接修补设计和施工选

择修补材料提供依据。此方法也适用于测定新老混凝土粘接抗剪强度。

**B.3.2** 试验设备应满足下列要求。

**B.3.2.1** 压力试验机应采用 1000kN。

**B.3.2.2** 试模规格:200mm×200mm×200mm;  
100mm×100mm×200mm。

**B.3.2.3** 塑料垫板:100mm×100mm×20mm。

**B.3.2.4** 混凝土搅拌设备。

**B.3.3** 试验应满足下列要求。

**B.3.3.1** 制作空心的外尺寸应为 200mm×200mm×200mm 的混凝土试件,空心尺寸为 100mm×100mm×200mm。第 2 天拆模后,将 4 个内侧面用钢丝刷刷成粗糙面,放在养护室内标养 28d,取出放入室内风干 14d,备用。

**B.3.3.2** 制作 100mm×100mm×200mm 试件,第 2 天应拆模,用钢丝刷刷混凝土试件四侧面成粗糙面,再放入养护室标养 28d,取出,室内风干 14d 备用。

**B.3.3.3** 应将塑料垫板预先涂一层机油放入按 B.3.3.1 款制作的混凝土试件空心的底端,并封住,用修补材料涂抹余下的四内侧面,将按 B.3.3.2 款制作的混凝土试件四侧面用修补材料涂抹,但顶端至以下 20mm 不涂抹。

**B.3.3.4** 应将经过修补材料涂抹的按第 B.3.3.2 款制作的混凝土试件套入按第 B.3.3.1 款制作的混凝土试件中。接茬面应充满修补材料,刮去多余的浆液,在温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(65 \pm 5)\%$ 的室内固化 14d,取出塑料垫板。

**B.3.3.5** 当测定新老混凝土粘接抗剪强度时,应用胶粘剂涂抹按第 B.3.3.2 款制作的混凝土试件顶端至以下 20mm 不涂抹。把涂有一薄层机油的在按 B.3.2.3 款进行试验时使用的塑料垫板放入 200mm×200mm×200mm 试模中央固定住,并浇筑成型混凝土。标准养护 7d 拆模,取出塑料垫板,并放在温度为 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $(65 \pm 5)\%$ 的室内固化至 28d。

**B.3.3.6** 应将试件安放在压力试验机压板上,突出面朝上,进行剪切试验,以3个试件为1组。

**B.3.4** 混凝土粘接抗剪强度应按下式计算:

$$f_k = \frac{P}{S} \quad (\text{B.3.4})$$

式中  $f_k$ ——混凝土粘接抗剪强度(MPa);

$P$ ——破坏荷载(N);

$S$ ——粘接面积( $\text{mm}^2$ )。

粘接抗剪强度计算精确至0.1MPa。

**B.3.5** 应取3个试件测值的平均值作为该组的粘接抗剪强度。当3个试件测值中的最大值或最小值与中间值之差超过中间值的15%时,应取中间值;当3个试件测值中的最大值和最小值与中间值之差均超过中间值的15%时,该组试验结果无效。

## 附录 C 本规程用词用语说明

**C.0.1** 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

(1)表面很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

(2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”;

反面词采用“不应”或“不得”。

(3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”或“可”;

反面词采用“不宜”。

**C.0.2** 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时,写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 附加说明

### 本规程主编单位、参加单位 和主要起草人名单

主 编 单 位:天津港湾工程研究所

参 加 单 位:中港第二航务工程局科研所

中港第三航务工程局科研所

中港第四航务工程局科研所

主要起草人:吴宜春

(以下按姓氏笔画为序)

李俊毅 吴紫燕 赵传禹 张举连

中华人民共和国行业标准

# 港口工程混凝土粘接修补技术规程

JTJ/T 271—99

条文说明

## 制 定 说 明

本规程根据交通部交基发[1994]1269号文的要求制定,主编单位为天津港湾工程研究所,参加单位为中港第二航务工程局科研院所、中港第三航务工程局科研院所和中港第四航务工程局科研院所。

本规程在总结修补技术多年应用的基础上,并与有关标准协调,经多次征求有关单位和专家意见,反复修改而成。

为了正确理解、掌握本规程的条文,在编制条文的同时,编写了条文说明。

本规程各章及附录编写人员分工如下:

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 第1章 | 吴宜春 | 李俊毅 |     |
| 第2章 | 吴宜春 | 李俊毅 |     |
| 第3章 | 赵传禹 |     |     |
| 第4章 | 吴紫燕 |     |     |
| 第5章 | 赵传禹 | 吴紫燕 | 吴宜春 |
| 第6章 | 张举连 |     |     |
| 附录A | 张举连 | 李俊毅 |     |
| 附录B | 张举连 | 吴宜春 |     |

本规范于1999年6月18日通过部审,于1999年12月29日发布,2000年5月1日起实施。

# 目 次

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>1 总则</b> .....        | (38) |
| <b>2 一般规定</b> .....      | (39) |
| <b>3 方案设计</b> .....      | (40) |
| 3.1 调查内容 .....           | (40) |
| 3.2 调查方法 .....           | (40) |
| 3.3 方案设计 .....           | (40) |
| <b>4 材料</b> .....        | (42) |
| 4.1 一般规定 .....           | (42) |
| 4.2 钢材 .....             | (42) |
| 4.3 混凝土或砂浆用原材料 .....     | (42) |
| 4.4 胶粘剂 .....            | (43) |
| <b>5 修补方法及施工要求</b> ..... | (44) |
| 5.1 混凝土缺陷修补 .....        | (44) |
| 5.2 灌浆修补 .....           | (44) |
| 5.3 外粘钢加固 .....          | (45) |
| 5.5 水下区混凝土修补 .....       | (45) |
| <b>6 质量检验</b> .....      | (47) |
| 6.1 材料检验 .....           | (47) |
| 6.3 内部检验 .....           | (47) |

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 6.4 压水试验 .....          | (48) |
| 附录 A 修补材料物理力学性能试验 ..... | (49) |
| 附录 B 修补材料粘接力学性能试验 ..... | (50) |

# 1 总 则

本规程是采用粘接技术,选用无机和有机胶凝材料配制成修补材料,对港口工程混凝土构件、结构和建筑物的缺陷进行修补,以恢复或部分恢复结构强度、防水堵漏、延长耐久性和增加承载力等功能。

在港口工程中,混凝土构件结构和建筑物的修补和加固技术的应用已有 30 多年历史,该技术广泛应用在施工过程中和港口设施的维护和修复中。

港口工程中各种混凝土结构、构件处于不利的海洋(包括内河)环境中,就其外露条件来说,它是属于严重外露的一类。港口工程各种混凝土结构会以多种方式引起破坏和腐蚀。受到海浪冲击、磨损、冰棱撞击、冻融循环、干湿交替、盐类腐蚀和氯离子对钢筋锈蚀的加速作用等因素的常年累月作用,其综合破坏能力远比陆地混凝土结构要严重得多,受荷载作用频繁的部位破坏比其它部位严重;未采取防护措施的比采取防护措施的破坏严重,根据对我国南北方码头的调查,码头的破坏具有如下特征:

- (1)钢筋混凝土结构比混凝土结构破坏的严重;
- (2)外海建筑比港内建筑破坏的严重;
- (3)沿海建筑比内河建筑破坏的严重;
- (4)南方码头比北方码头破坏的严重;
- (5)高桩码头比重力式码头破坏的严重;
- (6)处于水位变动区和浪溅区的部位破坏比其它部位严重,浪溅区则更严重。

同时,施工中受到海水涨落潮和风浪的影响,因此会给选择修补材料和修补工艺带来复杂性、技术难度和较高的风险性。修补施工要求准备充分,要快速,准确,需由有经验的专业队伍进行修补。

## 2 一般规定

**2.0.1** 一般来说,对于每一个混凝土结构的修补,都不同于另一个混凝土结构。要确定最佳的修补材料和施工方案必须调查混凝土结构的施工情况和目前处于的状态,以及该结构承担的各种功能。诸如承载能力、耐久性、防水性等。只有综合考虑各种因素才能制定可行的有效的技术方案。

**2.0.3** 混凝土裂缝为混凝土病害的主要表现之一。混凝土建筑物的缺陷是从裂缝的扩展开始的,是破坏的初始阶段。裂缝引起渗漏,引起持久强度的降低、保护层剥落、钢筋锈蚀、混凝土碳化、承载力受到削弱,影响混凝土结构的耐久性和防水性,因此对允许裂缝宽度有严格的限制。在严酷的海洋环境中,破坏作用还会互相促进,加速破坏进程,因此对混凝土结构性能有影响的缺陷应及早进行修补。

**2.0.4** 结构的修补不同于一般的修补。修补材料的各种物理力学性能和粘接性能必须满足设计要求,施工工艺也必须符合现场的施工条件,因此应该通过充分论证,包括现场模拟试验,取得可靠数据,才能进行修补施工。

**2.0.5** 条文中表 2.0.5-1 和 2.0.5-2 的混凝土结构部位划分引自《水运工程混凝土施工规范》。

## 3 方案设计

### 3.1 调查内容

**3.1.1** 港口工程混凝土构件和结构,在浇筑和使用过程中,由于各种原因而产生不同程度的破坏,只有通过调查找出原因才能制定有效的对策,说明调查对修补工作的重要性。

**3.1.2** 混凝土结构和构件出现缺陷,为了准确把握产生的原因,不仅对现有破坏情况的各个方面应详细调查清楚,同时也应对原有情况包括有关设计资料和施工情况等要调查清楚。只有把两种情况调查清楚,才能正确分析破坏产生的原因。

### 3.2 调查方法

**3.2.2~3.2.9** 本规程对调查方法作了一般要求,具体实施还可参照国家现行有关规范和标准进行。

### 3.3 方案设计

根据调查结果,明确修补的目的和应采用的修补处理方法,从而确定选择修补材料和工艺,完成修补方案的设计。

修补工程从修补目的来划分,分三种类型:

1.加固型:修补的目的是恢复或部分恢复结构强度,恢复整体性,有应力要求;

2.防渗型:只防渗堵漏止水,无强度要求;

3.保护型:只要求增长结构寿命,无应力和防渗要求。

为实现修补的目的,采用三种修补处理方法:

1.深层处理:混凝土破损严重,裂缝深度超过保护层厚度的修

补处理；

2. 浅层处理:混凝土表层缺陷深度不超过钢筋保护层的修补处理；

3. 补强处理:恢复结构强度或结构整体性的修补处理。

## 4 材 料

### 4.1 一 般 规 定

**4.1.1** 港口工程混凝土修补工程包括多项内容,目前主要有混凝土结构的修补、加固和新老混凝土的结合以及防渗堵漏、水下修补和水位变动区及浪溅区的修补等几大项。各类修补的技术要求差别很大,故涉及到的材料性能各异,且材料的市场供应情况及价格相去甚远,因此修补工程所选用材料必须综合考虑后确定。

**4.1.2** 修补工程所选用的材料配比的变化会直接影响复配材料的力学强度和施工工程的有关质量。又由于有些材料的复配性能受现场温度、湿度等因素的影响,因此这些材料的配比应在施工前经试验确定。

### 4.2 钢 材

**4.2.1** 选用 Q235 - A 钢和 16Mn 钢主要考虑的是易于加工和焊接。条文中的“现行国家标准”是指《碳素结构钢》(GB700)和《低合金结构钢》(GB1591)。

**4.2.2** 条文中所指的焊条应符合《碳钢焊条》(GB5117)和《低合金钢焊条》(GB5118)中有关规定。焊条的选择可参照行业标准《建筑钢结构焊接规程》(JGJ81)的规定选用。

### 4.3 混凝土或砂浆用原材料

**4.3.2~4.3.3** 条文中水泥类别、定义是按国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175)和《水泥命名原则》(GB4131)的规定拟定的。膨胀水泥、快凝快硬硅酸盐水泥主要用于混凝土的防渗

堵漏工程中。

条文中的“现行国家标准”是指《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175)。

粗、细骨料是按《水运工程混凝土施工规范》规定拟定的。

## 4.4 胶 粘 剂

**4.4.2** 条文中“结构型胶粘剂”的定义和命名见国家标准《胶粘剂术语》(GB/T2943)和《胶粘剂分类》(GB/T13553)的规定。

混凝土构件外粘钢加固法所用的结构型胶粘剂,国内外许多资料均优先选择双酚 A 型环氧树脂类结构胶。参照日本《混凝土工程裂缝调查及补强加固技术规程》、日本工业标准《建筑修补用环氧树脂注入胶粘剂》JISA6024-1992 和我国推荐标准《混凝土结构加固技术规范》CECS25:90 的规定,加固用结构胶粘剂性质要求如下:能在施工温度下固化且在构件使用环境条件下的耐久性好;具备易于施工的粘度及可调节的固化时间;自身抗压、抗拉、抗折强度及其与混凝土的粘接强度应高于被粘混凝土的相应强度;弹性模量尽可能与混凝土接近。结构胶粘剂粘接的构件的使用环境条件包括温度、湿度、受淡水或海水侵蚀、冰冻、日照等。

目前国内外胶种发展较快,有许多结构胶粘剂和化学灌浆材料的性能已相当不错,当有充分试验依据及可靠鉴定资料且性能能满足使用要求的结构型胶粘剂如“K-801 混凝土快速粘接结构胶”等亦可采用。

## 5 修补方法及施工要求

### 5.1 混凝土缺陷修补

**5.1.1~5.1.2** 本规程对混凝土构件与结构缺陷的修补方法及施工要求作了一般规定,除执行本规程外,还应按国家现行规范和标准中有关规定执行。

混凝土构件包括高桩、梁、面板、靠船构件、板桩码头的板桩、支撑构件;重力式码头的方块、沉箱胸墙和船坞、船闸的坞坪、闸墙、底板等。

**5.1.3** 新老混凝土施工缝的处理在《水运工程混凝土施工规范》中已有一般规定,但是在有些情况下,为了增强新老混凝土(砂浆)之间的粘接力,增强整体性和提高抗渗性,新老混凝土接茬面上涂一薄层环氧胶粘剂,在还未固化前新浇筑混凝土;有时为了增强钢筋保护层厚度,也采用这一方法,在表面凿毛处理后涂一薄层环氧胶凝剂,然后涂抹高强度等级砂浆。

**5.1.4** 本条对混凝土孔、洞、渗漏水修补方法作了一般修补要求。可参照现行国家有关规范和标准执行。

本条根据以往工程实践经验,对混凝土浅层裂缝渗、漏水修补方法作了一般要求。可参见《地下工程技术规范》GBJ108 中有关规定。

### 5.2 灌浆修补

**5.2.1** 对影响混凝土结构承载力的裂缝、超过混凝土构件保护层的裂缝、薄壁构件形成的贯穿裂缝等,均应用灌浆方法进行修补,使混凝土构件整体受力或防渗堵漏。

**5.2.2** 一般当裂缝宽度小于 0.3mm,且裂缝细而深时,宜采用甲基丙烯酸酯类浆液或低粘度环氧树脂浆液灌浆;裂缝宽度大于或等于 0.3mm 时,宜采用环氧树脂浆液灌注。根据以往修补裂缝经验,当混凝土裂缝宽度大于 0.1mm 时,可采用甲基丙烯酸酯类材料灌浆。

一般来说,补强灌浆采用环氧树脂类灌浆材料、甲基丙烯酸酯类灌浆材料,而要防渗堵漏则采用聚氨酯类(氰凝)灌浆材料。

**5.2.3** 本条对灌浆施工工作了一般规定。

### **5.3 外粘钢加固**

**5.3.1** 迄今混凝土外粘钢加固一般以结构的静载状态为多,而动载甚少,为确保安全,本方法使用范围暂限定为承载静力作用的一般混凝土结构。

**5.3.3、5.3.5~5.3.6** 外粘钢加固的效果,主要取决于施工质量,其中被粘基层的表面处理尤为重要。混凝土面应去油污、去粉尘、干燥处理及钢材面的取锈、去油、粗糙化处理必须严格执行。

**5.3.4** 港口工程混凝土结构、构件需用外粘钢法加固时,在粘贴钢材前,必须卸去被加固构件上的活荷载。必要时可采用千斤顶顶升方式对被加固构件卸荷。

**5.3.7** 粘贴钢材后,胶粘剂固化过程中严禁振动,这对保证外粘钢加固质量十分重要。

### **5.5 水下区混凝土修补**

水运工程混凝土结构、构件处于海洋环境中,使混凝土结构、构件处于严酷的破坏条件下,对我国沿海港口的调查表明,这类结构比陆地上大多数的混凝土结构更容易遭受破坏和腐蚀。在北方,混凝土结构的破坏主要是由于寒冷气候下的冻害造成的冻融循环的作用,从而使混凝土产生了由表及里的剥蚀破坏,导致降低混凝土强度,影响建筑物结构安全使用。在南方,混凝土结构的破坏主要是由于钢筋锈蚀引起的混凝土胀裂。其中水位变动区和浪

溅区是遭受破坏最严重的区段,混凝土结构、构件的修补主要就在这一位置。

基于破坏的严酷性和受海水涨落潮的影响,选择修补材料的基本原则是要求具有最好的质量,在用混凝土或砂浆作为修补材料时,水泥、水泥用量、水灰比、密实性、抗渗性、抗冻性以及其它要求,都应从严要求。环氧砂浆、聚合物砂浆的物理-力学性能、粘接性能、工艺性能、快凝快硬性、修补材料允许接触海水的时间都要有可靠的数据。

水下大面积修补混凝土结构或构件,推荐用浇筑水下不分散砂浆或水下不分散混凝土。原因是与水下混凝土相比,水下不分散混凝土均匀性、强度提高很多,能达到 C25 以上,大大提高了修补质量,延长了水下混凝土结构的耐久性。

在施工工艺上要充分考虑到海水涨落潮、风浪的不利影响,制定出可靠的确实可行的操作。准备工作要考虑充分、周全、施工所需的一切材料、设备、工具和人员等都必须提前准备好。在有经验的专业人员的指导下,快速、准确的做好修补工作。此外还应指出的是,鉴于港口工程混凝土结构是处于不利的海洋环境中的情况以及在水下和两次涨落潮期之间施工引起的一些问题,任何施工操作上的或材料上的缺陷和忽视都会很快反映在修补质量上,都会导致修补质量的降低或失败,应精心准备、精心施工。

## 6 质量检验

### 6.1 材料检验

**6.1.1** 修补是为了恢复结构的性能。因此,对修补所用的修补材料的物理力学性能应进行检验,以便确定其是否满足修补所要达到的要求。本条文对检验目的和内容未作规定,可根据修补材料的种类以及设计施工的要求选择对粘接质量有重要影响的项目进行检验。

**6.1.2** 附录 A 和 B 列出了修补材料一些主要物理力学性能的检验方法,供检验使用。对附录中尚未列入的其它物理力学检验方法可参照现行国家有关标准,必要时也可参照国家有关标准。

### 6.3 内部检验

**6.3.1** 本条文规定修补施工结束后,若对修补内部质量可疑,可采用钻芯取样、超声波或金属敲击法进行检验。钻芯取样法主要是用于灌浆补强修补,可以从现场钻取混凝土芯样,观察灌浆浆液在混凝土缝隙的充填状况,并加工成试件,进行力学强度试验,以评定灌浆后的补强效果。

**6.3.2** 超声波测定检验是一种非破坏性的内部质量检验方法,根据构件修补前后波形和波速的变化情况对修补质量作出评定,需由有经验的专业检验人员进行检验。

**6.3.3** 本条文规定的金属敲击法适用于钢板与混凝土的粘接质量检验评定。这种方法是用圆头金属棒,连续敲击整个粘接面,仔细听其声响,如果各处发生的声音响度一样,则粘接密实性较好;如某些地方声音不均匀或声音持续时间较短及有空洞的声音,则

是粘接不好的部位。

## **6.4 压水试验**

**6.4.1** 本规程适用于一般工程灌浆防渗堵漏的效果检查。其方法是用简易压水试验,即采用一个压力阶段,压力值一般用灌浆压力的 70% ~ 80%,压水试验流量稳定时间为 30min。

**6.4.2** 本条文规定的吸水率合格指标的根据是《水运工程和混凝土施工规范》第 7.5.19 条的规定。

## **附录 A 修补材料物理力学性能 试验**

### **A.1 抗压强度及抗折强度测定**

国家标准及部颁标准尚未制订与此有关的检验方法规程。本试验方法参照《水泥物理检验方法》(GB177)制订,有利于一般试验室,可利用现有设备进行此项目的试验。

### **A.2 抗拉强度测定**

本测定方法参照国家标准《水泥物理检验方法》(硬练)中测定水泥的抗拉强度方法制订。

### **A.3 冲击强度测定**

此测定项目尚未订出国家标准或部标准。本方法是参照《化学灌浆技术》(水利电力出版社出版)一书附录 I“化学灌浆材料性能测试方法”中“聚合体的冲击强度的测定”编写而成。

### **A.4 环氧树脂有效收缩性试验**

测定环氧树脂用于粘接修补混凝土时,有效收缩性的标准试验方法选自 ASTM C883 - 78。

### **A.5 混凝土和环氧粘接面层热相容性试验**

混凝土和环氧树脂粘接面层热相容性的试验方法选自 ASTM C884 - 78。

## 附录 B 修补材料粘接力学性能 试验

### B.1 水泥砂浆粘接抗拉强度测定

此方法是粘接砂浆“8”试模,测定粘接抗拉强度。这一方法已在过去进行的胶结剂试验中普遍采用。

### B.2 混凝土粘接劈裂抗拉强度测定

此方法尚没有现行的国家标准。本试验参照《水运工程混凝土试验规程》的混凝土劈裂抗拉强度试验方法制订。此方法在交通部行业内已使用多年,证明是切实可行的。

### B.3 混凝土粘接抗剪强度测定

此方法在交通部航务系统内已使用多年,证明是切实可行的。