

说明书

1. 工程概况

1.1 桥梁概况

省道 337 线是汕头交通规划的二环路的组成部分，是潮南区南部片区主要交通要道，是潮南区南行前往广州、深圳的出口路。田心 2 桥是省道 337 线上的一座重要桥梁，距离深汕高速田心互通出口路交叉口约 2 公里。该桥 1996 年 11 月建成，原桥设计荷载为汽车-20 级，挂车-100。桥梁跨径组合为 5×13 米，全长 65.86 米，桥梁全宽 42 米，上部结构为现浇钢筋混凝土简支空心板，下部结构桥墩采用扩大式基础+立柱（柱径为 $\phi 130$ ），桥台采用重力式桥台，一字翼墙。

2010 年汕头市潮南区陈沙公路至田心互通立交段路面大修工程中，针对该桥的铺装露骨、坑槽，桥头跳车严重病害情况，对桥面铺装、伸缩缝、桥头搭板、钢筋砼板进行更换修复。

田心 2 桥总体技术状况等级原评定为三类，汕头市公路局在 2013 年 10 月组织桥梁安全专项检查中，发现田心 2 桥存在以下问题：部分空心板板底砼保护层脱落、钢筋锈蚀严重；墩台盖梁侧面底面均有局部砼保护层脱落、钢筋锈蚀现象；桥台挡块严重破损，台身局部勾缝脱落，且有渗水现象；大部分立柱下部约 3 米范围内砼保护层脱落、钢筋锈蚀严重，且发展较快；伸缩缝漏水严重，防撞栏有局部开裂现象；左侧惠来台台前护坡冲毁塌陷严重等病害。根据病害情况，按重要部件最差状况评定技术等级评定该桥为四类桥，并将资料上报广东省公路管理局（详见附件“广东省公路部门四、五类桥梁技术状况申

请评定（变更）表”），并列入汕头市 2014 年新增危桥整治改造计划（详见附件汕府办综文[2015]7-11 号文）。

1.2 测设过程

2017 年 1 月 25 日，汕头市潮南区公路局委托我院对省道 337 线潮南路段田心 2 桥维修工程进行勘察设计。我院接到任务后，组织工程技术人员赴现场对该桥进行勘查，发现桥面对应桥墩盖梁边缘处出现不规则横向裂缝，现场大部分板底与盖梁顶面紧贴，未见支座，混凝土保护层剥落露筋，钢筋锈蚀严重；挡块严重破损；桥墩立柱出现竖向裂缝，混凝土保护层剥落，钢筋锈蚀严重；伸缩缝漏水严重；惠来台护坡出现严重塌陷，临时采用沙袋围堰围护，和平台护坡出现部分塌陷。

我院根据勘查结果，结合业主单位意见和委托书的要求，确定该桥的维修方案，并于 2017 年 5 月上旬完成该桥的《改造方案》。

2017 年 5 月 25 日，汕头市公路局对该桥的《改造方案》进行审核，并形成“汕头市公路局关于省道 S337 线田心 2 桥维修工程改造方案的初审意见”（汕公养[2017]188 号文）。我院根据初审意见进行调整，并于 2017 年 6 月初完成本项目《一阶段施工图设计》。

根据（汕市交规函[2017]271 号文）“汕头市交通运输局关于省道 S337 线潮南路段田心 2 桥维修工程一阶段施工图设计文件的批复”精神，我院对本项目进行修编，并于 2017 年 6 月底完成《一阶段施工图设计（修编）》。

1.3 修编内容

- 1) 对桥梁构件裂缝、板底病害位置数量进行补充。
- 2) 桥墩外包立柱高度作部分调整。

2. 任务依据及设计规范

2. 1 设计依据

- 1) 汕头市潮南区公路局《委托书》；
- 2) 《汕头市公路局关于省道 S337 线田心 2 桥维修工程改造方案的初审意见》（汕公养[2017]188 号文）；
- 3) 《汕头市交通运输局关于省道 S337 线潮南路段田心 2 桥维修工程一阶段施工图设计文件的批复》（汕市交规函[2017]271 号文）。

2. 2 采用的设计规范及参考资料

- 1) 《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22-2008）；
- 2) 《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）；
- 3) 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F50-2011）；
- 4) 《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63-2007）；
- 5) 《公路桥涵养护规范》（JTG H11—2004）；
- 6) 《公路养护安全作业规程》（JTG H30-2004）；
- 7) 《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》（JTG/T B07-01-2006）；
- 8) 《广东省公路桥梁维修加固技术指南》（人民交通出版社）；
- 9) 《公路桥梁养护管理与维修加固》（人民交通出版社）。

3、主要病害情况

3.1 桥面系

3.1.1 桥面铺装

现场调查，桥面铺装在所有桥墩盖梁边缘处出现不规则横向裂缝，见图 1~图 4。



图 1



图 2



图 3



图 4

3.1.2 桥头搭板及伸缩缝

原桥梁全宽 42 米，现状仅在两侧机动车道部分（各宽 12.25 米）范围内设置伸缩缝及桥头搭板，两侧机动车道以外宽 6.25 米无伸缩缝及桥头搭板，

见图 5、图 6。

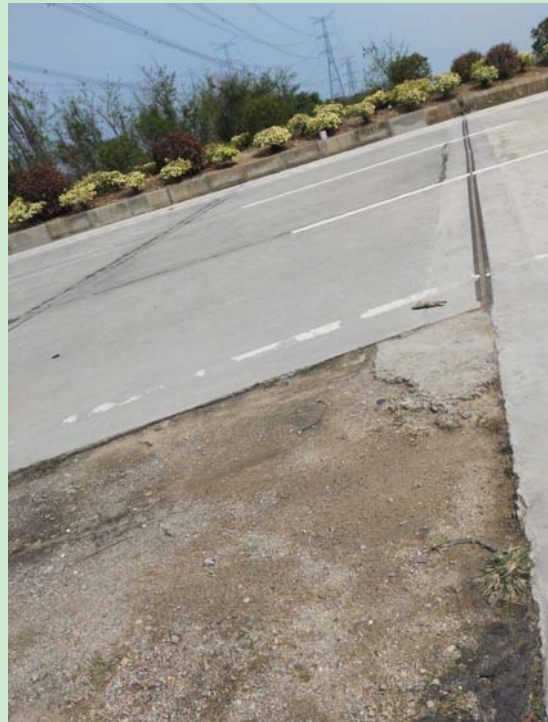


图 5



图 6

3.2 上部结构

该桥部分板底已呈网状开裂，板底露筋锈蚀严重，砼剥落，见图 7~图 10，在盖梁位置出现水迹，见图 10。



图 7



图 8



图 9



图 10

3.3 下部结构

3.3.1 盖梁

该桥盖梁露筋锈蚀严重，砼剥落，见图 11~图 12。



图 11



图 12

3.4 桥墩立柱

水面以上3-4 米范围桥墩立柱出现竖向裂缝、露筋锈蚀严重，砼剥落等。见图13~图14。



图 13



图 14

3.5 支座

大部分盖梁顶面与空心板底紧贴，未见支座，见图 15、图 16。



图 15

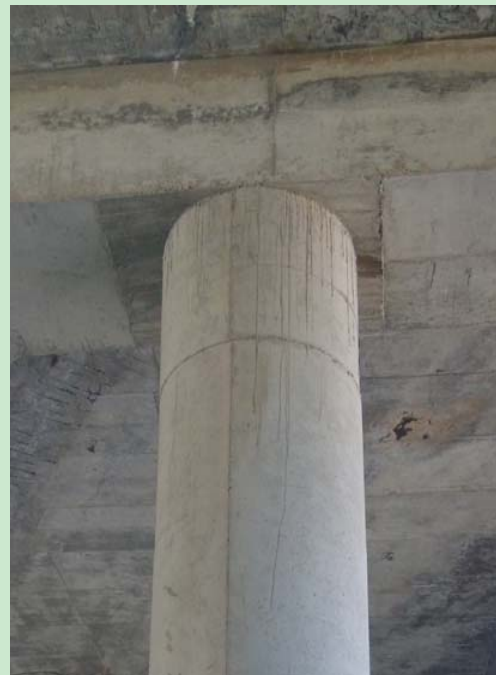


图 16

3.6 护坡

惠来台护坡冲毁塌陷严重等病害，见图 17。



图 17

4. 病害原因分析

4.1 桥面系

4.1 桥面铺装

桥面铺装在所有桥墩盖梁边缘处出现不规则横向裂缝，其主要原因为，桥梁大部分未见支座，桥面板直接作用在盖梁边缘，盖梁为刚性构件，在车辆的作用下产生裂缝，且随着时间的推移及车辆轴载累计作用次数的增加，裂缝会更严重。

4.2 上部构造

该桥板底露筋锈蚀严重，砼呈大面积剥落，部分板底已呈网状开裂等问题，其原因为：

- 1) 由于超载车辆较多，桥梁处于长期的超负荷运营。
- 2) 该桥斜交角度较大，且网状开裂位置在板角，为该位置加强钢筋不足所致。

3) 施工过程砼震捣不密实，混凝土保护层不够等。

4) 混凝土碳化作用使得混凝土对钢筋的保护作用逐渐减弱，当出现露筋后，空气中腐蚀性气体使梁内钢筋锈蚀。

4.3 下部结构

4.3.1 盖梁

盖梁出现露筋锈蚀严重，砼剥落等，其原因为：
砼强度不足，混凝土保护层偏薄。

4.3.2 桥墩立柱

水面以上 3~4 米范围桥墩立柱出现竖向裂缝、露筋锈蚀严重，砼剥落等病害，其原因为：

- 1) 砼保护层不够等造成混凝土剥落露筋。
- 2) 该工程处于海水与淡水交替环境中，混凝土受海风夹带氯离子侵蚀，砼脱落，使主筋外露、锈蚀，以致出现竖向裂缝等。

4.4 护坡

惠来台护坡冲毁塌陷严重，局部淘空等病害，其原因为：

- 1) 护坡压实度不足。
- 2) 护坡无设置护脚或护脚质量较差。

5. 对方案设计初审意见及施工图批复意见的执行情况

5.1 对“汕头市公路局关于省道 S337 线田心 2 桥维修工程改造方案的初审意见”的执行情况

5.1.1 改造方案

①桥面铺装层：桥面铺装层病害大部分集中在机动车道的墩顶连续缝处，其余部分状况良好，要求凿除伸缩缝、连续缝处及其他局部的破损铺装层，采

用钢筋混凝土补强修复；其砼宜与与伸缩缝采用同一标号，钢筋应与伸缩缝焊接。架立钢筋应采用植筋。桥面其他严重裂缝病害应采用专业密封胶或环氧树脂胶液进行灌缝。

执行情况：现场调查发现，桥面铺装主要病害为横向裂缝，而没有出现破损破碎等病害，故采用灌缝裂缝而不需钢筋混凝土补强修复处理。

②伸缩缝：更换全部伸缩缝止水带。伸缩缝装置的原预埋钢筋已老化，应增加与空心板、铺装层的植筋。

执行情况：按初审意见调整。

③桥头搭板：原台帽预埋钢筋已老化，应增加植筋。

执行情况：按初审意见调整。

④空心板及桥墩立柱：图 S-6 应补充竣工空心板配筋图。图 S-10 应补充竣工桥墩立柱配筋图。空心板板底应设泄水孔。

执行情况：业主单位无提供竣工图纸，故补充为设计图，该图仅作参考。该桥为现浇混凝土空心板，故不需设置泄水孔。

⑤混凝土病害修复：应在图纸及工程量表中标明凿除砼厚度，JN-CF 的密度及施工厚度。部分混凝土表面应采用机械凿毛或人工凿毛。说明每盘新增混凝土的数量。环氧砂浆应采用抹压施工。应明确说明各种加固材料质量标准。

执行情况：凿除混凝土厚度在本次设计图中增加；JN-CF 的密度在本次设计说明书中补充；JN-CF 施工厚度以两遍用量 1.5~2.0kg/m² 控制，在原设计说明书中已标明；混凝土表面应采用机械凿毛或人工凿毛，在本次施工图预算中采用该定额；环氧砂浆在施工图预算中已套用抹压施工。

5.1.2 施工组织设计

①桥梁施工交通组织设计（即交通管制）图号 S-15 应符合交通部《公路

养护安全作业规程》及附图的要求。当套用粤交[2009]1350 号文的养护定额时，设计的材料及其周转率、人工与定额不一致时，应进行设计说明，并对定额进行换算。

执行情况：按审查意见作相应调整。

②应明确设计的施工总工期。

执行情况：原设计在“工程概略进度图”已标明，本次设计在说明书中说明工期。

5. 1. 3 预算编制

①本项目属于大修工程，改造方案及施工图的预算应结合危桥维修加固的特点，合理套用、借用有关定额，有关措施费用应设计为依据进行计算。在预算编制中，明确说明采用的计费依据、标准、文件及各项取费系数。

执行情况：按审查意见作相应调整。

②预算材料单价宜依次采用现行最新区、市、省有关部门发布的参考价及市场询价，数据来源应备注说明。

执行情况：按审查意见作相应调整。

③对于数量较少的弃运土石方，应采用人工装车和低吨位汽车运输的定额子目。

执行情况：按审查意见作相应调整。

④预算编制除按照有关预算定额、文件编制外，应采用公路三级工程量清单进行编制，并按要求导出施工招标清单预算文件。

执行情况：按审查意见作相应调整。

5. 2 对“汕头市交通运输局关于省道 S337 线潮南路段田心 2 桥维修工程一阶段施工图设计文件的批复”的执行情况

原则同意桥梁维修方案。但设计文件应补充桥梁构件的裂缝、破损砼等的位置、长度、面积、数量等相关资料，做到图、表对应，修补砼外观宜采用较规则的长方形；第 2 跨左侧、第 5 跨右侧粘贴钢板的位置应核对准确、处治有效，植埋螺栓的位置、深度应针对空心板的构造特征进行设计，以免危及构件和主筋安全；单幅桥墩外包立柱高度应一致，避免高低不一而影响外观。

执行情况：

①对桥梁构件裂缝、板底病害位置数量进行补充。

②粘贴钢板植埋螺栓位置、深度依据原设计图进行设计，现场施工时，再探明钢筋位置，以确保构件及主筋安全。

③桥墩外包立柱高度已作部分调整。由于本桥桥墩病害位置高低不一，项目设计已考虑以高水位所处位置进行病害处理，同时应结合节约造价要求，本次修编设计包柱高度统一为 4m、5m 两个尺寸。

6. 维修处治措施

1. 桥面铺装

对桥面铺装出现裂缝进行压注修复。

2. 现浇钢筋混凝土空心板板底

对板底露筋、锈蚀钢筋进行除锈防锈处理，砼保护层脱落的病害进行维修，采用环氧砂浆进行表观处理，对裂缝进行压注灌浆处理。对第 2 跨左侧，第 5 跨右侧出现网状开裂的底板，板底先用环氧砂浆处理后再进行粘贴钢板。

3. 盖梁侧面

对盖梁侧面露筋、锈蚀钢筋进行除锈防锈处理，砼保护层脱落的病害进行维修。

4. 立柱

对桥墩立柱出现竖向裂缝、混凝土剥落、锈胀露筋的进行维修。

5. 护坡

对惠来台护坡破损、冲刷、塌陷严重部分砼进行重修重新夯实修复，恢复原状。

6. 挡块

对出现严重破损的挡块予以修复。

7. 搭板及伸缩缝

本次设计增设两侧机动车道以外宽 6.25 米的伸缩缝及桥头搭板。

8. 水泥混凝土耐久性修复及防护

对空心板板底，盖梁侧面，立柱涂刷 JN-CF 环氧腻子，喷涂 FN-T 耐候涂料。

7. 主要工艺

业主单位要求项目为维修，只针对外观勘察有病害的部位进行处理。延缓病害发展的速度，工程量以现场核实为准。

7.1 桥面铺装、混凝土空心板板底、盖梁侧面病害处理方法

7.1.1 裂缝处理

施工前对板底 $\delta \geq 0.15\text{mm}$ 裂缝进行全面的检查，现场核实裂缝长度、宽度、数量等，并对裂缝进行编号，做好记录，绘制裂缝分布图。采用“壁可法”压注修复。对桥面铺装上的裂缝同样采用“壁可法”压注修复。

7.1.1.1 修复工艺

1) 裂缝表面涂刷封闭的施工方法：用小铲刀将封缝胶刮抹于裂缝上，厚度 1mm 左右，宽度 20-30mm。涂抹时应防止产生小孔和气泡，要刮平整，保证封闭可靠。裂缝封闭后应进行压气试漏，待封缝胶有一定强度时，沿裂缝涂一层肥皂水，从灌胶咀注入底座通入压缩空气，若有气泡冒出说明该处漏气，做

好标记。用密封胶对漏气区域进行封闭，待达强度再气检，如此反复直至不漏气为止。

2) 裂缝压力注浆法的施工工艺如下：

(1) 工艺流程



(2) 裂缝表面处理

- a. 用钢丝刷沿裂缝走向清理 30-50mm 范围的表面混凝土。
- b. 用锤子和钢纤凿除两侧疏松的混凝土块和沙粒，露出坚实的混凝土表面。
- c. 用略潮湿的抹布清除表面灰尘，并彻底晾干，用丙酮去除表面的油污，如缝内潮湿，要等其充分干燥，必要时可用风机烘干。

（3）粘结注浆嘴，密封裂缝

- a. 调制好封口胶，搅拌均匀，用抹刀将少许胶刮在注浆嘴注入底座面的四边，将注入座固定在混凝土上。
- b. 注浆嘴沿缝走向布置，间距 200-300mm，裂缝分叉处的交叉点、裂缝较宽处、端部均应设注浆嘴。每条裂缝应至少布置一个注浆嘴、出浆嘴、排气嘴。
- c. 采用环氧胶泥封闭裂缝，并在注浆前逐一加压检查注浆嘴的连通和裂缝封闭效果，即试漏。试漏需待封缝胶有一定强度时进行。试漏前沿裂缝涂一层肥皂水，通过注浆嘴压入压缩空气，凡漏气处，修补密封直不漏为止。
- d. 密封完成后，让封口胶自然固化，在固化过程中禁止其接触水。固化时间约 12 小时（20℃），6 小时（30℃）。

（4）压力注浆

- a. 注浆施工在产品规定施工操作温度下进行。
- b. 裂缝灌胶顺序：竖缝必须自下而上，平缝可自一端像另一端逐一进行。
- c. 注浆压力在 0.3MPa 左右即可，当进胶速度小于 0.1L/min 时，再继续 5min 后停止注浆。
- d. 缝隙全部注满后按材料要求进行养护，待灌缝胶固化后，拆除注浆及配套材料，并对混凝土表面进行修整。
- e. 待灌注胶达到强度后，将注入器安装在注入座上，用适度压力注胶。注入器膨胀后很快收缩，说明缝内空间大，还需补灌；当橡胶管膨胀充满时停止注入。
- f. 用丙酮清洗注入工具。
- g. 注入材料的固化用手直接触摸检查材料硬化程度，硬化后敲掉注浆嘴。

h. 灌缝的效果可在修补胶达到 7d 固化期时采用钻心取样及超声波探测的方法进行检验。

（5）裂缝的取芯检验

- a. 本项目取芯对象一般为 $\geq 0.15\text{mm}$ 的结构裂缝。
- b. 取芯应骑缝钻取，但应先用钢筋探测仪探明原结构钢筋位置，取芯时让原结构内部钢筋；取芯时不应采取密集取芯，避免损伤原结构。
- c. 为避免取芯钻孔过多对结构造成不必要的损伤，取芯数量及部位应严格控制。
- d. 取芯孔应立即采用环氧砂浆填充并振捣密实。

7.1.1.2 修复材料

裂缝灌注材料

裂缝灌浆胶必须采用无溶剂型改性环氧树脂类灌注树脂。无论产品本身及施工时都不含有和不得掺加任何溶剂，不得含有任何填料。各项设计指标要求如表 1：

表 1 裂缝灌注胶的性能指标

| 性能项目 | 单位 | 性能指标 | 试验方法标准 |
|-----------|-------------------|---------------------------|-------------|
| 密度（25℃） | g/cm ² | ≤ 1.2 | GB4472 |
| 粘度（25℃） | mPa. s | ≤ 700 | GB2794-81 |
| 抗拉强度 | MPa | ≥ 20 | GB/T 2568 |
| 受拉弹性模量 | MPa | ≥ 1500 | GB/T 2568 |
| 抗压强度 | MPa | ≥ 50 | GB/T 2569 |
| 抗弯强度 | MPa | ≥ 30 ，且不得呈脆性破坏 | GB/T 2570 |
| 钢—钢拉伸剪切强度 | MPa | ≥ 10 | GB/T 7124 |
| 可灌注性 | | 在产品说明书规定的压力下，能注入宽度为 0.1mm | 现场试灌注后取芯样检查 |

7.1.3 混凝土表面缺陷修补

7.1.3.1 加固区域混凝土表面清理

- 1) 采用人工凿除法、气动工具凿除法或高速射水法将该处松散、破损、污损的混凝土清理干净，直至露出坚硬密实的基面，同时应注意保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等物质。
- 2) 用钢刷清楚钢筋表面的浮锈，使之露出光洁部分。
- 3) 用丙酮将加固区域结构表面擦拭干净。

7.1.3.2 钢筋阻锈处理

- 1) 在清理后，对钢筋锈蚀区域混凝土表面采用多功能渗透阻锈剂（表面涂刷型）处理，可滚刷或喷涂于结构表面，对锈蚀钢筋裸露部分，先涂刷钢筋保护剂，再进行混凝土破损修补，选用材料应满足加固设计规范及本设计说明相关要求，并按施工规范进行施工。
- 2) 钢筋保护剂属化学产品，施工过程中应采取必要的防护措施；多功能阻锈剂有很强的渗透性，施工时应佩带手套及口罩，严禁与皮肤直接接触。在水平结构底面施工时，应注意不要滴落在身体或皮肤任何部位，如已滴落到皮肤表面或眼睛里，应立即用清水冲洗干净并及时就医。
- 3) 根据所选用材料的物理化学性能指标选择合适的施工条件进行施工。
- 4) 对于锚头外露部分，应先进行防锈阻锈处理，然后进行环氧砂浆进行包裹，起到保护层作用。对于其他钢制构件外露，应先进行除锈阻锈处理，然后涂刷防腐材料。

7.1.3.3 混凝土破损修补处理

- 1) 在混凝土破损区域清理完成以及钢筋阻锈处理工作完毕后进行。
- 2) 按照公路桥梁加固施工技术规范相关规定及要求，采用环氧砂浆对破

损区域进行修补，要求修补后结构表面平整密实。

- 3) 所用环氧砂浆应具有较低膨胀系数、收缩率和放热温度，并且还应具有较高粘结力、硬度及抗冲击性能，其配合比根据试验确定，其性能必须满足规范要求。
- 4) 修补区域如处于潮湿状态，应采取措施使修补位置保持干燥，或选用能在潮湿状态下施工的材料，确保修补质量。
- 5) 应根据材料物理化学特性、修补厚度以及气候条件等因素作好养护工作。

7.3.5 材料性能指标要求

- 1) 材料性能指标必须满足相关规范的要求。
- 2) 修补用环氧砂浆的性能指标必须达到表 2 要求：

表 2 环氧砂浆性能指标

| 名称 | | 环氧砂浆 |
|------|----------|-----------|
| 性能指标 | 含气量 | ≤5.8% |
| | 可用时间 | 1 小时（20℃） |
| | 空隙率 | ≤2.5% |
| | 抗压强度 | ≥被修补砼的强度 |
| | 抗折强度 | ≥6.0MPa |
| | 粘结强度 | ≥2.5MPa |
| | 抗渗压力（7d） | ≥1.5MPa |

7.1.4 粘贴钢板

7.1.4.1 工艺

- 1) 混凝土表面处理——为确保粘贴效果，应对接合面进行凿毛，至少凿除 5mm 厚表层，直至完全露出新鲜面，并用压缩空气除去粉尘或用清水冲洗

并使干燥。对外露钢筋进行人工除锈处理，用丙酮类溶剂擦洗干净后，涂环氧树脂胶液一层。处理后，若表面严重凹凸不平，可用环氧树脂砂浆修补。

2) 钢板贴合面处理——如钢板未生锈或轻微锈蚀，可用喷砂、砂布或平砂轮打磨，直至出现金属光泽后方可粘贴。打磨粗糙度越大越好，打磨纹路尽量与钢板受力方向垂直，最后用脱脂棉花蘸丙酮擦拭干净。

3) 施工前应采用无损结构设备探明普通钢筋的确切位置，根据图纸膨胀螺栓布置原则，进行配套钻孔，严禁采用钻孔机探测钢筋位置。钻孔时应避开原有结构的普通钢筋，膨胀螺栓的具体位置可以根据实际情况调整。

4) 钢板粘贴前在混凝土上钻孔并埋入膨胀螺栓（兼作固定件和压紧件），要求埋设牢固，具有可靠的抗拔力，以保证钢板可靠固定，同时可以帮助钢板抗剪。

5) 粘结剂中最常用的是环氧类粘结剂。操作中将环氧类粘结剂分为甲、乙两组，使用前进行现场质量检验，合格后方可使用。

6) 粘结剂配制好后，用抹刀同时涂抹在已处理好的混凝土表面和钢板上，厚度 1~3mm，中间厚边缘薄，然后将钢板贴于预定位置。若是立面粘贴，为防止胶液流淌，可加一层脱蜡玻璃丝布。粘好钢板后，用手锤沿粘贴面轻轻敲击钢板，如无空洞声，表示已粘贴密实，否则应剥下钢板补胶，重新粘贴。

7) 采用的粘贴剂必须符合表 10.4.2 的要求。

8) 环氧类粘结剂在常温下固化，温度保持在 20℃ 以上，24h 即可拆除夹具或支撑，若温度低于 15℃，应采用人工加温，一般用红外线灯加热。固化期间不得对钢板有任何扰动。

9) 检验——粘钢的同时，必须制备钢—钢拉伸剪切试件及钢—混凝土双

剪试件各 5 个，进行粘结抗剪强度试验。钢—钢粘结抗剪强度试验值不得低于该种胶的相应规定，钢—混凝土抗剪破坏必须发生在混凝土上。构件的粘钢质量，采取非破损检验。即外观检查钢板边缘溢胶色泽、硬化程度，以小锤敲击钢板检验钢板的有效粘结面积。有效粘结面积不小于 95%。

10) 防腐处理——粘贴钢板完成后外涂一层粘钢胶防锈。

表 3 植筋胶的性能指标

| 性能项目 | 单位 | 性能指标 |
|-----------|-------------------|---------|
| 密度（25℃） | g/cm ³ | ≤1.7 |
| 粘度（25℃） | mPa. s | ≥65，000 |
| 抗压强度 | MPa | ≥60 |
| 抗压弹性模量 | MPa | ≥4000 |
| 钢与混凝土抗剪强度 | MPa | ≥3.5 |

表 4 钢板灌注胶的性能要求

| 性能项目 | | 单位 | 性能指标 |
|--------------|--------------|-------------------|--------------|
| 胶体性能 | 密度（25℃） | g/cm ³ | ≤1.1 |
| | 粘度（25℃） | mPa. s | ≤650 |
| | 抗拉强度 | MPa | ≥30 |
| | 抗拉弹性模量 | MPa | ≥3500 |
| | 抗弯强度 | MPa | ≥45 |
| | 抗压强度 | MPa | ≥65 |
| | 钢-钢拉伸抗剪强度标准值 | MPa | ≥15 |
| 粘接能力 | 钢-钢粘结抗拉强度 | MPa | ≥33 |
| | 与混凝土的正拉粘结强度 | MPa | ≥2.5，且为砼内聚破坏 |
| 不挥发物含量（固体含量） | | % | >99 |

7.2 桥墩立柱外包钢筋混凝土加固

7.2.1 施工过程

1) 准备阶段

先调查确定每一立柱的外包高度，围堰、抽水、清基至基础顶面。

2) 墩柱凿毛、植筋

① 对松散、破损、纵向开裂的裂缝周边混凝土进行凿除，直到露出坚硬密实的基面，将表面粉尘彻底清除。为加强旧墩柱与新浇筑混凝土粘结的紧密性，在外包高度范围内，局部混凝土表面完好的，在原墩柱四周表面凿毛，凿毛深度 6mm。浇筑新混凝土前，应清除干净混凝土表面的附着物油污、污垢、灰尘等。在混凝土表面病害清理完毕后用人工对钢筋表面除锈处理，用丙酮类溶剂擦洗干净后，涂环氧树脂胶液一层。

② 植筋前应采用无损结构设备探明墩柱钢筋位置，核对标记植筋部位，注意不要损伤原墩柱钢筋，尤其是主筋。植筋若与墩柱钢筋相冲突，可适当调整植筋位置，严禁采用钻孔机探测钢筋位置。

③ 钻孔：钻孔植筋应分批进行，并按规定的钻孔直径垂直于植筋结构平面钻孔，孔深与锚筋埋设深度相同，孔位应避让构造钢筋，孔道应顺直。

④ 清理钻孔：清孔，用毛刷刷三遍，吹三遍，确保孔壁无尘干燥。

⑤ 注胶：首先将植筋胶直接放入胶枪中，将搅拌头旋到胶的头部，扣动胶枪直到胶流出为止，前两次打的胶不用。注胶时，将搅拌头插入孔的底部开始注胶，逐渐向外移动，直至注满孔体积的 2/3 即可。注射下一个孔时，按下胶枪后面的舌头，因为自动加压，避免胶继续流出，造成浪费。更换新的胶时，按下胶枪后面的舌头，拉出拉杆，将胶取出。

⑥ 插入锚筋：锚筋插入前用钢刷清除插入部分的表面污物，再用丙酮擦

净，并予拭干。然后将备好的钢筋旋转着缓慢插到孔底，按照产品固化时间表规定的时间进行安装，使得锚固剂均匀地附着在钢筋的表面及缝隙中，孔口多余的胶应清除。

⑦ 在植筋胶固化之前，避免扰动锚筋，待其固化后再进行其他各项工作。

⑧ 为减小对原墩柱截面的削弱，植筋不能在全部钻孔完成后再进行，应分批进行钻孔植筋。

⑨ 为确保加固施工质量，植筋施工应严格按《植筋锚固技术暂行规定》和设计要求进行。

3) 墩柱增大截面施工

① 为加快施工进度，在不影响植筋工序与植筋空间的条件下，可以同步进行桥墩外包混凝土钢筋的绑扎工作。

② 按图纸制作桥墩外包混凝土钢筋网，并与植筋焊接在一起。桥墩主筋须严格按照设计要求布置。

③ 桥墩外包混凝土浇筑前对原桥墩表面结合部喷涂界面胶，界面胶产品及施工要求见下文。

④ 立模浇筑 C35 小石子混凝土，其混凝土的浇筑必须满足《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 50-2001 的相关规定。

⑤ C35 小石子混凝土需使用混凝土外加剂，耐腐蚀混凝土掺入外加剂的参考比例为，水泥：阻锈剂：膨胀剂：减水剂=1:0.036:0.1:0.08。

⑥ 桥墩外包砼浇筑完成后用淡水喷洒养护 7d，以减少表面温度裂缝的发生。

7.2.2 界面胶材料与施工质量的检验与验收

1) 材料的检验：结构界面胶应一次进场到位。进场时，应对其品种，型

号，包装，中文标志，出厂日期，产品合格证、出厂检验报告等进行检查，并应对下列项目进行见证抽样复验。

- ①与混凝土的正拉粘结强度及其破坏形式；
- ②剪切强度及其破坏形式；
- ③耐湿热老化性能现场快速复验。

检验数量:按进场批次，每批见证抽取 3 件；从每件中取出一定数量界面胶，作为每一复验项目制作 5 个试件进行复验。

检验方法:在确认产品包装及中文标志完整的前提下，检查产品合格证，出厂检验报告和进场复验报告。

2) 施工质量注意事项：喷涂界面胶后应在其初凝前浇筑新拌混凝土，喷涂面积应与混凝土浇筑速度相适应。在任何情况下，均不允许在界面胶干固后再直接浇筑新拌混凝土，因界面胶在其固化前的胶凝状态时与其他材料贴合才能对其他材料进行粘结，否则将不会有任何粘结力。若喷涂的界面胶已经干固，应再次喷涂界面胶，并重复以上施工工艺。

表 5 界面胶的性能指标表

| 性能项目 | | 单位 | 性能要求 | 试验方法标准 |
|--|-------|--------|--------------------------|-------------------|
| 混合后初粘度 | | Mpa. s | ≤15000 | GB50550-2010 |
| 胶凝时间 | 23（℃） | 小时 | ≥7 | GB50550-2010 |
| | 30（℃） | 小时 | ≥4 | |
| 吸水率 | | % | ≤0.05 | ASTM D570:1992 |
| 热变形温度 | | ℃ | ≥55 | ASTM D648:1988 |
| 热相容性（5 个循环，每一循环为 25℃, 24hr 和-8℃, 24hr） | | | 新老混凝土界面不剥离，且无裂缝 | ASTM C884:1992 |
| 剪切粘结强度（28 天，新老混凝土界面） | | MPa | ≥3.5 | GB50550-2010 附录 S |
| 正拉粘结强度 | | MPa | ≥max(3.8, ftk)，且为混凝土内聚破坏 | GB50367-2006 附录 F |
| 钢-钢拉伸抗剪强度降低的百分率（经过 90 天湿热老化，温度 50℃，相对湿度 98%） | | % | ≤8 | GB50367-2006 附录 L |

7.3 桥台护坡修复

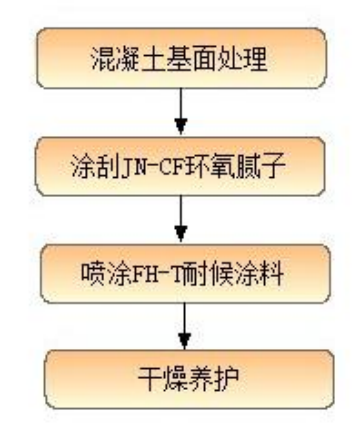
- 1) 对塌陷部分破碎、松散的混凝土进行整平夯实。
- 2) 护坡及锥坡填心恢复至原来。
- 3) 护坡及锥坡采用小型机械夯实，护坡及锥坡填土密实度应按施工规范规定控制。
- 4) 护脚及护脚基础采用 C20 混凝土，护坡面采用 M7.5 浆砌片石。

7.4 挡块修复

- 1) 对出现严重破损的挡块予以拆除。
- 2) 重新浇筑 C25 砼。

7.5 水泥混凝土耐久性修复与防护

本次设计立柱表面，空心板板底、盖梁侧面除已用环氧砂浆修复外均采用 JN-CF 环氧腻子 和 FH-T 耐候涂料对其表面进行涂刷，也可采用与 JN-CF 和 FH-T 类似品质的材料，但各项材料性能指标不宜低于表 5、表 6 中相应指标要求。施工流程如下：



施工流程图

1) 混凝土基面处理

将混凝土面层浮浆、砂粒、疏松部分打磨去除，同时确保混凝土表面清洁，不得有油污、粉尘的污垢和杂质。外露钢筋需进行除锈处理，对局部坑洞进行修补。

2) 涂刮 JN-CF 环氧腻子

(1) 按推荐的配胶比例称取 JN-CF 的 A、B 两组分，搅拌至色泽均匀一致。当配胶量较少时，可用油灰刀在木板、玻璃板上拌和；当配胶量较大时，建议采用搅拌器机械搅拌，并确保容器边缘、底部完全搅拌均匀。每次配胶量不宜过大，以能完全搅拌均匀并在可操作时间内用完为准。随着温度升高、配胶量加大，可操作时间会相应减少。

(2) JN-CF 一般施工两遍，两遍施工时间间隔 4-8h（根据实际的施工温

度有所不同)，两遍用量控制在 1.5-2.0kg/m²。配胶完毕后即用油灰刀均匀往复涂刮第一遍 JN-CF，刮平不刮光，待 JN-CF 硬化后（25℃下 4h 左右），再涂刮第二遍。

(3) JN-CF 可在潮湿的混凝土面上施工，但在干燥环境下，其粘结效果更优。JN-CF 施工完成 1 天后（25℃下），即可进入下一工序施工。

3) 喷涂 FH-T 耐候涂料

(1) 在使用 FH-T 之前，再次确认基面表面清洁、干燥。FH-T 产品无需稀释，即开即用，但每次取用前应先在包装容器内将其上下搅匀，再将所需量倒入敞口容器中机械搅拌均匀。

(2) 可使用滚刷或喷涂施工，左右上下交叉施工为一遍，建议施工三遍，每遍施工间隔 5-10 分钟，总耗量为 6-8m²/kg。

当日未使用完的产品不要倒入未使用的产品中混合使用。此外，喷涂施工时请控制好出料量，过量使用会出现流挂，如出现流挂，即刻使用干燥滚筒滚涂流挂处以防止出现“泪痕”。

4) 干燥养护

FH-T 的建议施工温度为 5-35℃，施工完毕后 24 小时即有防护效果，7 天后防护效果达到最佳。干燥养护期（3 天）防止雨淋、水洗。

表 6 JN-CF 环氧腻子主要性能

| 编号 | 项目 | 试验条件 | 技术要求 |
|----|-----------------------|------------|----------------------------|
| 1 | 外观 | A 组分 | 色泽均匀无杂质 |
| | | B 组分 | |
| | | A+B 混合 | |
| 2 | 密 度，g/cm ³ | A B | 1.1-1.3g/ml 0.9-1.1g/ml |
| 3 | 适用期，min | 适用温度下 | ≥35 |
| 4 | 25℃下垂流度，(mm) | 适用温度下 | ≤2.0 |
| 5 | 胶体抗压强度，MPa | 23±2℃, 7 天 | ≥65 |
| 6 | 胶体抗拉强度，MPa | 23±2℃, 7 天 | ≥30 |
| 7 | 受拉弹性模量，MPa | 23±2℃, 7 天 | ≥3.2×103 |
| 8 | 伸长率，% | 23±2℃, 7 天 | ≥1.2 |
| 9 | 胶体抗弯强度，MPa | 23±2℃, 7 天 | ≥45 |
| 10 | 钢-钢粘结抗剪 | 23±2℃, 7 天 | ≥15 |
| | 强度标准值，MPa | | |
| 11 | 钢-混凝土正拉 粘结强度（MPa） | 23±2℃, 7 天 | ≥2.5，且为 混凝土内聚破坏 |
| 12 | 不挥发物含量 （固体含量），% | 105±2℃ | ≥99 |

表 7 FH-T 氟碳聚合物耐候涂料主要性能

| 编号 | 项目 | | 技术要求 |
|----|----------------------|------|------------------|
| 1 | 容器中状态 | | 无硬块，搅拌 后呈均匀状态 |
| 2 | 密度，g/cm ³ | | 1.0-1.2 |
| 3 | 施工性 | | 刷涂二道无障碍 |
| 4 | 低温稳定性 | | 3 次循环不变质 |
| 5 | 干燥时间 | | 表干≤2h |
| 6 | 涂抹外观 | | 正常 |
| 7 | 耐水性 | | 96h 无异常 |
| 8 | 耐碱性 | | 48h 无异常 |
| 9 | 涂层耐温变性 | | 5 次循环无异常 |
| 10 | 耐洗刷性 | | ≥2000 次 |
| 11 | 耐粘污性 | | ≤15% |
| 12 | 耐人工气候 | 老化时间 | 600h |
| 13 | | 粉化 | ≤1 |
| 14 | | 变色 | ≤2 |
| 15 | | 外观变化 | 无起泡、剥落、裂纹 |

8. 交通管制措施及工期计划

为确保施工质量，须封闭交通，在施工过程中实行封闭半幅路面交通。在施工前须做好临时交通组织，引导车辆有序绕行。

本次设计计划维修施工工期 7 个月，详见“工程概略进度图 S-14”。

9. 其它事项及建议

9.1 施工前期准备

施工中应严格按照交通部颁布《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T

F50-2011)、《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23-2008)要求和国家、行业现行标准、规范要求施工、并应特别注意以下几点:

1) 施工单位应按设计和相关标准、规范要求施工前制定详细的施工组织设计和施工方案,报监理工程师审查批准,在得到批准后方可开始维修工程的施工,从而确保桥梁维修施工的安全和质量。

2) 施工单位应做好施工前的各项准备工作,场地的整理,材料、器具、作业人员到位。

9.2 施工注意事项

施工时除应严格遵守交通部部颁标准《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50-2011)、《公路桥梁加固施工技术规范》(JTG/T J23-2008)及《公路工程质量检测评定标准》(JTG F80/1-2004)的有关要求外,应注意:

1) 在维修施工之前,施工单位应对全桥进行全面的裂缝及缺陷调查,将裂缝及缺陷情况在现场标示,经业主、监理、设计对工程数量进行四方确认后才能进行维修施工。

2) 混凝土的配比、浇筑及养护应严格按照产品及规范要求进行施工,避免混凝土施工前产生收缩性裂缝。

3) 施工时,应尽量减小对原结构的扰动和影响;钻孔植筋应提前探明钢筋主筋位置,避免损毁,如有位置冲突,应适当微调钻孔位置。

4) 该工程对空心板严重开裂的位置采用粘贴钢板,施工钻孔时若混凝土强度较低时,应立即通知业主、设计单位、监理工程师共同协商确定施工方案。

5) 未尽事宜应严格遵照《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50-2011)和《混凝土加固设计规范》(GB 50367-2006)的相关条款进行,并按国家和行业相关标准施工,其它未尽事宜由业主、设计单位、监理工程师、施工单位共同

协商解决。

9.3 其它建议

1) 施工单位若采用有损于结构件的工艺、方法、大型机具设备或较大的临时荷载等,必须征得设计、监理和业主单位的同意。

2) 施工中发现新的缺陷、病害与本文件不一致的地方,应及时与业主、监理工程师、设计单位取得联系,共同商定解决办法。

10. 存在问题及建议

- 1) 本次设计依据业主单位意见及委托书要求,仅对该桥进行维修处理。
- 2) 鉴于该桥仅作维修性处理,建议业主单位需定期对桥梁进行观察,以策安全。

11. 工程预算金额及主要材料和劳动力

| 项 目 | | | 金 额 |
|-----------|---|----------------|----------|
| 预 算 总 金 额 | : | 万 元 | 475.0468 |
| 建 安 费 | : | 万 元 | 369.3151 |
| 人 工 | : | 工 日 | 6489 |
| 木 材 | : | 米 ³ | 14 |
| 钢 材 | : | 吨 | 15 |
| 水 泥 | : | 吨 | 29 |
| 商 品 砼 | : | 米 ³ | 216 |
| 沥 青 | : | 吨 | 0.1 |