

沈海高速公路林头互通1#桥
维修处治工程

施 工 图 设 计

福建省高速技术咨询有限公司
二〇二五年三月

设计总说明

1 项目概述

1.1 工程概况

漳诏高速公路是沈海高速公路福建段的第一条出省高速公路，于 2002 年 12 月 29 日通车。作为福建重点建设项目，漳诏高速公路于 2000 年 5 月份开始大规模动工建设。它起于龙海碑头，止于漳州诏安汾水关，途经龙海市、漳浦县、云霄县、常山开发区、漳州诏安县，北承厦漳高速公路，南接广东汕汾高速公路，西连漳龙高速公路，主线长 140.6 公里，双向四车道。项目地理位置如下图所示 1-1 所示。



图1-1 项目地理位置图

林头互通 1#桥全长 73.4 米，桥跨布置为 13+2×20+13m，上部结构为预制预应力混凝土简支空心板，下部结构为薄壁墩+扩大基础。桥梁设计荷载为汽超 20，挂-120，双向两车道。桥梁上跨高速公路主线，于 2002 年竣工。

2025 年 1 月 6 日，漳诏高速漳州往诏安方向上，一大货车行驶至 K2459+373 林头互通 1#桥第 3 跨下方时，因未能准确判断桥梁净空，导致车辆撞击到林头互通 1#桥，致使桥梁第 3 跨右侧第 1 片梁受损严重，受碰撞位置示意图及现场照片见图 1-2~图 1-3。



图1-2: 林头互通1#桥受碰撞位置示意图



图1-3: 现场撞击缺陷状况

1.2 项目进展情况

受福建省高速公路集团有限公司漳州管理分公司（以下简称“业主”）委托，福建省高速技术咨询有限公司（以下简称“我司”）立即组织技术骨干成立项目小组。2025.1.9 业主组织专家召开《沈海高速漳诏段碑头高架桥、林头互通 1#桥病害分析会》，我司根据病害分析会的专家组意见，对漳州至诏安高速公路林头互通 1#桥维修处治开展设计工作。

1.3 施工图评审会专家组意见及执行情况

（1）桥梁混凝土标号、钢筋直径及钢绞线按新标准设计。

执行情况：按意见执行，桥梁混凝土标号、钢筋直径及钢绞线按新标准设计。

（2）优化施工期间交通组织设计，减少对主线及匝道行车的影响。

执行情况：按意见执行，优化施工期间交通组织设计，减少对主线及匝道行车的影响。

(3) 空心板顶板与桥面铺装衔接处增设剪力筋。

执行情况：按意见执行，空心板顶板与桥面铺装衔接处增设剪力筋。

(4) 细化空心板内模设计与施工技术要求。

执行情况：按意见执行，细化空心板内模设计与施工技术要求

2 设计依据及采用的规范、标准

2.1 设计依据

- (1) 桥梁竣工图纸；
- (2) 《漳诏高速林头互通1#桥车辆撞击应急检测》（BG-2024-QLJ-006），福建省高速公路达通检测有限公司，2024.12；
- (3) 《2023年漳州公司辖区一般桥梁定期检测（第十二册 共十六册）》（BG-AQS01-20236460-QL-014），福建省高速公路达通检测有限公司，2023.10；
- (4) 沈海高速漳诏段碑头高架桥、林头互通 1#桥病害分析会专家组意见，2025.1.9；
- (5) 沈海高速公路碑头高架桥（下行）、林头互通 1#桥维修处治施工图设计审查会专家组意见 2025.2.24；
- (6) 其他相关图纸及规范、规定。

2.2 设计采用的规范

- (1) 《公路桥涵设计通用规范》（JTJ 021-89）；
- (2) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTJ 023-85）；
- (3) 《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22—2008）；
- (4) 《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23—2008）；
- (5) 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120—2021）；

2.3 技术标准

采用原设计的技术标准：
公路等级：匝道
荷载等级：汽超20、挂-120
环境类别：I类环境

3 维修加固方案设计

3.1 工点概况

本次车辆撞击点位于林头互通 1#桥第 3 跨第 1 片梁（编号 3-1），此次撞击直接影响该跨梁体的安全性。

3.2 林头互通 1#桥应急检测

为查明本次撞击事故对桥梁的损伤程度，受福建省漳州高速公路有限公司（以下简称业主）委托，福建省高速公路达通检测有限公司对该桥进行应急检测。以下病害及结论摘抄自福建省高速公路达通检测有限公司于 2024 年 12 月出具的《漳诏高速林头互通 1#桥车辆撞击应急检测》（BG-2024-QLJ-006）。具体内容及结论以检测单位出具的最终版检测报告为准。

3.2.1 检测依据

- (1) 《公路桥涵养护规范》（JTG H11-2021）
- (2) 《电磁感应法检测钢筋间距和钢筋保护层厚度技术规程》（DB35/T 1114-2011）
- (3) 《混凝土中钢筋检测技术规程》（JGJ/T 152-2008）
- (4) 《公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》（JTG F80/1-2017）
- (5) 《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21-2011
- (6) 《公路桥梁承载能力评定规程》（JTG/ J21-2011）
- (7) 历年桥梁定期检查检测及维修加固资料

3.2.2 检测内容

- (1) 外观检查：重点检查受碰撞梁片是否出现裂缝、混凝土破损情况；盖梁防震挡块是否与梁体密贴；两侧墩顶支座是否出现位置串动、剪切等现象；墩顶梁体负弯矩端是否出现裂缝等。
- (2) 桥面线形检测。

3.2.3 外观病害情况

林头互通 1#桥桥梁第 2 跨右侧混凝土护栏竖向裂缝 15 处，总长度 10.3m，缝宽 0.12mm~0.15mm；露筋 16 处，总长度 3.2m；伸缩缝橡胶条破损 1 处。其他部位未发现明显病害。第 3 跨空心板 3-1#板底和腹板出现混凝土脱落露筋、空洞孔洞，3-1#、3-2#空心板板底出现纵向裂缝等病害。其中 3-1#空心板板底砼剥落并出现钢绞线断裂 4 根，板底主筋断裂 2 根；箍筋断裂 4 根，扭曲 3 根。铰缝出现填料脱落病害。病害局部现状如图 3-1~3-10 所示。



图3-1: HL-R-1护栏内侧竖向裂缝



图3-2: HL-R-1护栏内侧露筋

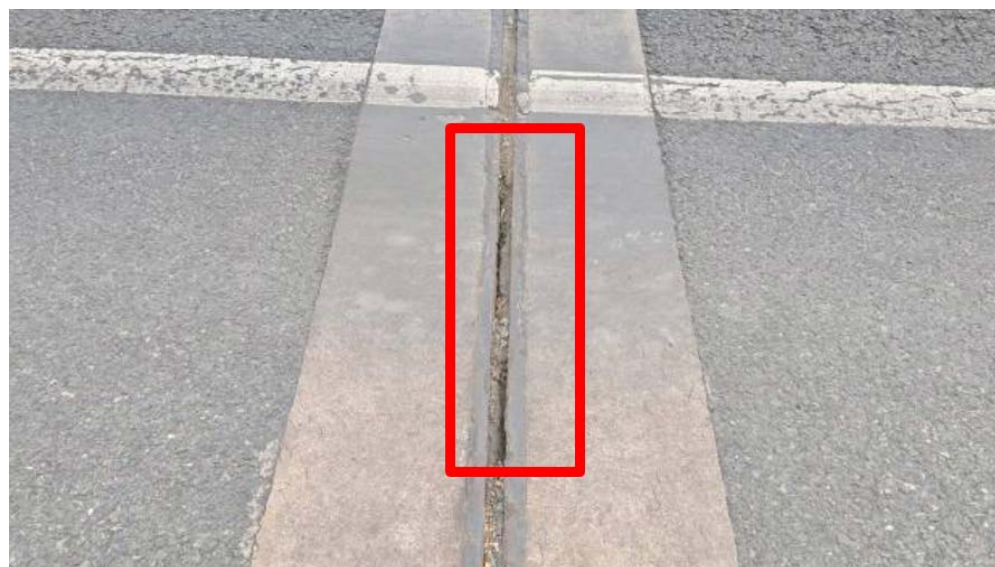


图3-3: 1f伸缩缝装置橡胶条破损



图3-4: 3-1空心板梁底板剥落露筋, 钢绞线断裂、钢筋断裂、扭曲



图3-5: 3-1空心板梁底板空洞孔洞



图3-6: 3-1空心板梁底板空洞孔洞



图3-7: 3-1空心板梁钢绞线断裂, 钢筋断裂



图3-8: 3-1空心板梁底板纵向裂缝



图3-9: 第3跨铰缝填料脱落

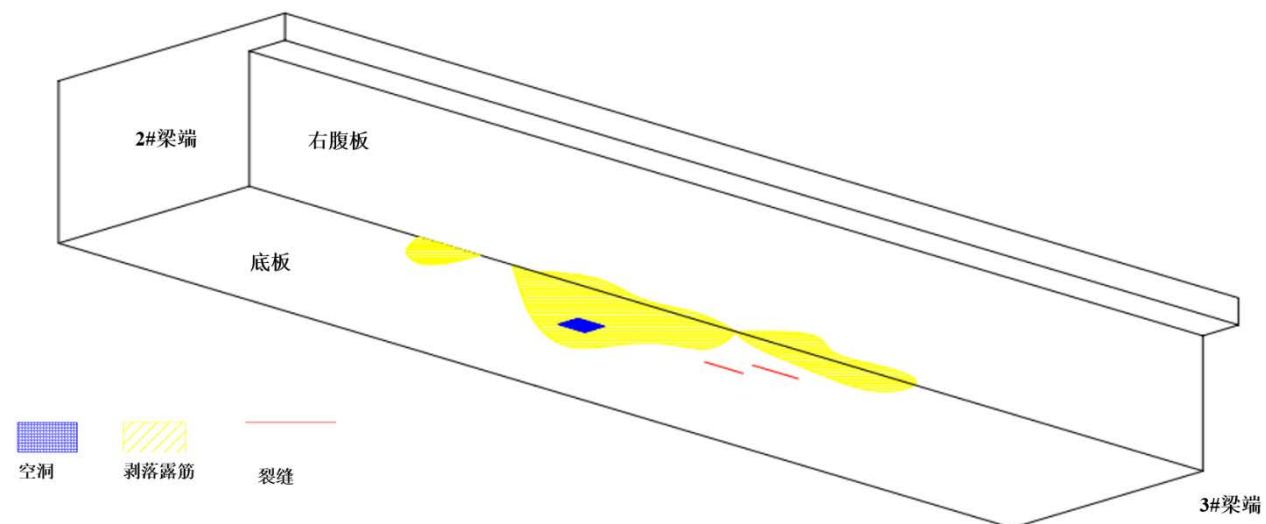


图3-10: 空心板梁体病害展布图

3.2.4 技术状况评定

综合考虑外观检查情况，依据《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG /T H21—2011）规范，对林头互通 1#桥第三跨受碰撞跨技术状况评定结果为 4 类。技术评分详见表 3-1。

表3-1 林头互通1#桥第三跨技术状况评定表

部位	类别	部件名称	权重	部件重要性	构件数量	构件平均值	构件最小值	系数t	部件评分	部件等级	部位评分与等级
上部结构	1	上部承重构件	0.7	主要	15	92.53	22.89	7.2	22.89	5	42.83 【四类】
	2	上部一般构件	0.18	次要	14	85.71	75.00	7.3	82.29	2	
	3	支座	0.12	主要	30	100.00	100.00	5.4	100.00	1	
下部结构	4	翼墙、耳墙	/	次要	/	/	/	/	/	/	79.98 【三类】
	5	锥坡、护坡	/	次要	/	/	/	/	/	/	
	6	桥墩	0.52	主要	2	65.00	65.00	10	61.50	3	
	7	桥台	/	主要	/	/	/	/	/	/	
	8	墩台基础	0.48	主要	2	100.00	100.00	10	100.00	1	
	9	河床	/	次要	/	/	/	/	/	/	
	10	调制构造物	/	次要	/	/	/	/	/	/	
桥面系	11	桥面铺装	0.44	次要	1	100.00	100.00	∞	100.00	1	68.93 【三类】
	12	伸缩缝装置	0.28	次要	1	75.00	75.00	∞	75.00	3	
	13	人行道	0.0	次要	/	/	/	/	/	/	
	14	栏杆、护栏	0.11	次要	2	76.75	53.51	10	72.11	3	
	15	排水系统	0.11	次要	1	100.00	100.00	∞	100.00	1	
	16	照明、标志	0.06	次要	1	100.00	100.00	∞	100.00	1	
技术状况评分		Dr=60.28 技术状况等级为3类									

3.2.5 桥面线形测量结果

本次桥面线形布置 2 条测线，分别为：距右侧护栏内侧 0.2m；距右侧护栏内侧 1.8m。其中 1、2、4 跨每跨 4 等分（即墩顶、L/4、L/2、3L/4、墩顶）布设测点，第 3 跨 8 等分（即墩顶、L/8、L/4、3L/8、L/2、5L/8、2L/3、7L/8、墩顶）布设测点。桥面线形测量结果见图 3-11 所示。

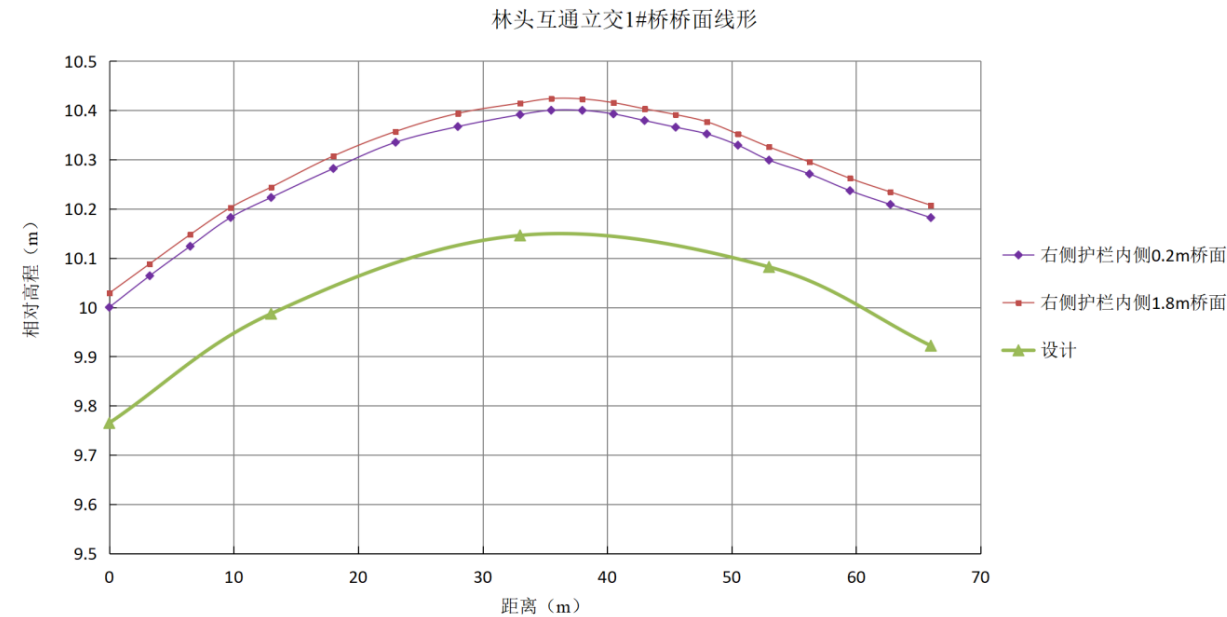


图3-11：林头互通1#桥桥面线形

从上图中可以看出，林头互通 1#桥桥面线形较为平顺，第 3 跨 2 条测线未见明显下挠。

3.2.6 结论及相关建议

结论：

（1）外观检测发现 3-1#空心板梁出现钢绞线断裂，砼剥落露筋（主筋箍筋断裂、箍筋扭曲），空洞空洞，纵向裂缝等缺陷；墩身盖梁未发现密贴现象；两侧墩顶支座未发现位置串动、剪切现象；铰缝填料剥落病害。受撞击跨技术状况评为 4 类。此次桥梁总体技术状况评分为 60.28，为 3 类桥，但上部主要承重构件的部件等级为 5，依据《公路桥梁技术状况评定标准》JTG/T H21-2011，并结合现场现场桥梁损害情况，故考虑将受撞击跨（第三跨）技术状况评为 4 类。

（2）通过现场实测桥面线形与设计线形对比可以看出林头互通 1#桥桥面线形较为平顺，第 3 跨 2 条测线未见明显下挠。

相关建议：

- （1）建议对林头互通 1#桥进行紧急停车带压道限行。
- （2）建议管养单位尽快组织设计单位对林头互通 1#桥进行加固设计，并组织修复加固单位对病害进行修复，确保运营通车安全。
- （3）加强日常巡查工作。

3.3 事故原因分析

3-1#空心板受到车辆撞击荷载，直接导致梁底砼剥落并出现钢绞线断裂 4 根，梁底主筋断裂 2 根；箍筋断裂 4 根，扭曲 3 根。根据竣工图资料该桥桥下道路净空安全限值 5m，距检测单位现场测量桥下净空为 5m，初步估计为车辆总高度高于 5m，因而撞击到梁底。

3.4 处治方案

本次病害处治结合《2023 年漳州公司辖区一般桥桥梁定期检测（第十二册 共十六册）（BG-AQS01-20236460-QL-014）报告中的病害一并进行处治。

以下病害及结论摘抄自福建省高速公路达通检测有限公司于 2023 年 10 月出具的《2023 年漳州公司辖区一般桥桥梁定期检测（第十二册 共十六册）（BG-AQS01-20236460-QL-014）。具体内容及结论以检测单位出具的最终版检测报告为准。

表3-2 林头互通1#桥病害汇总表

部件	缺陷名称	单位	数量
桥墩	剥落	m² /处	0.09/3
桥台	露筋	m/处	0.1/1
锥坡、护坡	开裂	m/处	2.5/2
	杂草丛生	处	2
伸缩缝装置	堵塞	处	1
栏杆、护栏	露筋	m/处	0.16/4

3-1#空心板梁底板剥落露筋，钢绞线断裂、钢筋断裂、扭曲，梁底板空洞孔洞，病害严重。由于桥下净空仅为 5m，若对空心板采用碳纤维板、钢板等加固措施，将减少桥下净空，影响行车安全。因此 3-1#空心板仅可采取更换边板加固方案。



3-1空心板梁底板剥落露筋，钢绞线断裂、钢筋断裂、扭曲



3-1空心板梁底板空洞孔洞

桥梁于 2002 年竣工，本次设计保持新旧结构设计标准的一致性，更换的空心板结构尺寸、钢束布置、钢束张拉工艺、防撞护栏尺寸、铺装层类型等均按原设计，结构受力按原设计荷载：汽超 20、挂-120，结构满足原设计验算标准。

更换边板时，一并更换支座，采用与原设计支座尺寸一致的板式橡胶支座：150×150×28mm。

3.5 处治措施

- (1) 拆除 3-1#空心板，重新预制新边板进行更换，充分保留原桥未损伤结构。
- (2) 其它病害处治

表3-3 林头互通1#桥病害处治一览表

缺陷名称	处治方式
护栏、桥墩、桥台砼剥落、露筋	缺陷部位修补
空心板、锥坡、护坡裂缝	裂缝封闭
锥坡、护坡	除杂草
伸缩缝堵塞	疏通伸缩缝
伸缩缝橡胶条破损	更换橡胶条
铰缝填料脱落	铰缝注胶

3.5.1 更换边梁方案

第 3 跨外侧 3-1#空心板边板病害严重，切除该边板保留其余桥跨的梁片，打凿铰缝、砼桥面铺装的混凝土，露出连接钢筋。吊装新预制的边梁并连接铰缝钢筋，并相应浇筑混凝土。然后施工桥面铺装、护栏、伸缩缝等附属设施。

3.5.2 裂缝维修处治方案

根据《公路桥梁加固设计规范》第 16.3 条裂缝修补方法的规定，对本次设计范围内桥梁表面的非结构性裂缝，根据裂缝宽度不同，分以下两种情况进行处理：

- (1) 当裂缝宽度<0.15mm 时，其对结构内部钢筋锈蚀的影响较小，采用表面封闭法进行封闭；
- (2) 当裂缝宽度≥0.15mm 时，其对结构内部钢筋锈蚀有一定影响，采用压力灌注法进行处治。

3.5.3 混凝土表层缺陷及外露钢筋维修处治方案

- (1) 混凝土表层缺陷处治方案：缺陷部位修补

混凝土存在蜂窝、麻面、混凝土剥落、掉角、缺损、凹陷、网裂、流白灰、孔洞等缺陷的，先凿除缺陷部位表层的松散混凝土，露出新鲜混凝土，然后用聚合物砂浆或聚合物混凝土对缺陷部位进行修补。

- (2) 外露普通钢筋病害处治方案：钢筋除锈防锈后对缺陷部位进行修补

首先凿除缺陷部位表层的松散混凝土，露出新鲜混凝土，接着用人工除锈的方法，对外露普通钢筋除锈涂刷或喷涂阻锈剂，然后将混凝土表面清理干净，涂刷或喷涂混凝土界面剂后，采用环氧混凝土对缺陷部位进行修补。对出现锈蚀超过 20%或锈断的钢筋，除锈后应采取同直径钢筋搭焊在原钢筋上进行补强，然后涂刷或喷涂阻锈剂。

3.5.4 铰缝填料脱落处治方案

现状铰缝存在填料脱落的缺陷，首先将板梁缝内的泥沙、碎屑、油污等杂物清理干净，然后用聚合物砂浆或灌封胶填补，再用封口胶封闭铰缝底部。

4 主要工程技术及施工工艺

4.1 裂缝维修处治施工工艺

依据检测报告中裂缝分布的调查结论，在现场核实裂缝数量、长度及宽度，并对裂缝位置进行标记，据此进行化学灌胶材料配量、埋嘴、灌胶等方面的具体计算和安排。

- (1) 当裂缝宽度<0.15mm且裂缝较浅时，用裂缝专用封闭胶进行封闭，封闭后应保持梁体表面的美观。主要工艺要求及注意事项如下：

- ① 检查并记录修补部位的裂缝情况，在裂缝两侧划线，宽度 5cm，在修补裂缝时用刮刀沿线涂抹封闭胶以保证美观；
- ② 将缝中松散的混凝土清除；
- ③ 用钢丝刷刷清缝口并凿去浮渣；
- ④ 将裂缝外部擦洗一遍保证槽内混凝土面无灰尘、油污等；
- ⑤ 用皮风箱吹净缝内灰沙并保持混凝土表面干燥状态；
- ⑥ 用刮刀沿划线涂抹一层封闭胶，厚度 1.5mm 以上为宜，利用刮刀使其表面与原混凝土面齐平；
- ⑦ 涂抹封闭胶时应顺一个方向尽量一次完成，避免反复涂抹；
- ⑧ 结构在养护期间应避免受振或受潮，以保证修补质量；

⑨ 由于裂缝封闭胶对人体具有一定的副作用，在施工时应采取防护措施保证安全。

(2) 当裂缝宽度 $\geq 0.15\text{mm}$ 时，采用压力灌注法进行处治

压力灌注法即将专用灌注胶浆液压注入结构物内部裂缝中，以达到封闭裂缝，恢复并提高结构强度、耐久性和抗渗性的目的。主要工艺要求如下：

1) 确定裂缝长度

观察裂缝宽度，确定裂缝长度。

2) 钻孔

在裂缝表面进行骑缝钻孔，以此作为灌胶导向孔。梁体腹板及顶、底板裂缝应沿裂缝走向钻孔，孔深 5mm ，孔径 8mm ，孔距 35cm ，遇裂缝交叉处则应在交叉地方钻孔。

3) 清孔及裂缝表面处理

所有孔眼必须使用高压空气吹洗干净，使其不让灰渣阻塞，之后沿裂缝将两边 $3\text{cm}\sim 5\text{cm}$ 范围内的灰尘、浮浆用专用工具（如小锤、手铲、钢刷、砂纸、毛刷）处理干净，将构件表面整平，凿除突出部分，然后清除裂缝周围的油污，清洗时应注意不要将裂缝堵塞。

4) 粘贴灌胶嘴及裂缝表面封闭

① 粘贴灌胶嘴

灌胶嘴底盘铁锈必须清除并擦洗干净，然后在底盘周围均匀涂抹裂缝封闭胶，涂抹厚度 $1\sim 2\text{mm}$ ，与孔眼对准粘贴在裂缝上。灌胶嘴的间距一般以 35cm 为宜，对宽缝间距可适当增加，对窄缝间距应加密布置，每一道裂缝至少应有一个进浆孔和排气孔。应注意灌胶孔眼必须对中保证导流畅通，灌胶嘴应粘贴牢靠。

② 裂缝表面封闭

为使裂缝内完全充满胶体并保持缝内胶体压力，同时又需保证胶体不大量外渗，必须对已处理过的裂缝表面（除孔眼及嘴子外）用裂缝封闭胶沿裂缝走向，从上至下均匀涂刷两遍进行封闭（宽度 $3\sim 5\text{cm}$ ）。

5) 压气试验

裂缝封闭胶硬化后，需进行压气试验，以检查裂缝封闭是否封严。压气试验应遵循竖向缝从下向上压气、水平向缝由低端往高端压气的原则。压缩气体通过灌胶嘴，气压控制在 $0.2\sim 0.4\text{MPa}$ ，压气前在封闭带上及灌胶嘴周围可涂上肥皂水，通气后如发现封闭带上有泡沫出现，则说明该部位漏气，应对漏气部位可再次封闭。

6) 灌胶操作

① 灌注裂缝采用空气泵压注法，压浆罐与灌胶嘴用聚氯乙烯高压透明管相连接，连接方式必须保证严密，不能漏气。

② 在灌胶过程中应注意控制压力，对裂缝宽度较大的、进浆通畅时，压力宜控制在 0.2MPa ，如果裂缝进浆不畅，可把增加泵压至 0.4MPa 。

③ 对于水平裂缝，宜由低端逐渐压向高端，对于竖向腹板裂缝由下向上逐渐压注。从一端开始压浆后，另一端的灌胶嘴在排出裂缝内的气体后喷出浆液与压入的浆液浓度相同时，可停止压浆，并在保持压力下封堵灌胶嘴。如贯通缝单面灌后另一面未见出浆，可在另一面压灌一次。对于未贯通腹板缝，必须见到邻近灌胶嘴喷浆。

④ 对于已灌完的裂缝，待浆液聚合固化后将灌胶嘴一一拆除，并将灌胶嘴粘贴处用裂缝封闭胶抹平，确保每一道裂缝封闭严实，并使其颜色与原混凝土结构表面尽量保持一致。灌胶工作完毕后，用压缩空气将压浆罐和注浆管中残液吹净，并清洗管路及工具以备下次使用。

7) 质量控制及其它

① 操作人员须戴口罩和橡胶手套及防护眼镜，粘着性材料接触皮肤时，应第一时间用热肥皂水或工业酒精多次清洗干净以避免损伤，严禁用有机溶剂清洗。

② 施工过程中严禁将用过的器具以及残留的液体等随便抛弃或投入河中，以防造成环境污染。

4.2 混凝土表层缺陷及外露钢筋维修处治施工工艺

(1) 混凝土表面处理

利用人工凿除的方法将缺陷周围的松散混凝土予以清除，露出新鲜混凝土，并将混凝土表面清理干净。表面处理之前应保证病害部位无水湿、无污渍及灰尘。

(2) 混凝土表层缺陷修复

① 为使新增的聚合物砂浆（或混凝土）与旧混凝土良好地结合，在修补之前应在待修补混凝土表层缺陷表面涂刷一层界面剂，涂刷时可采用人工涂刷或喷枪喷涂，其涂刷厚度以 $1\sim 2\text{mm}$ 为宜，厚度应尽量均匀。对于已涂刷界面剂的表面应注意防护，保证不受到杂物、污渍、灰尘的污染。

② 界面剂涂刷完成后，在界面剂初凝之前（根据界面剂产品决定，咨询相关厂家）采用聚合物砂浆或聚合物混凝土对病害部位进行修补，为防止初凝造成的影响，同一部位的修补从开始到结束，应保证不得超过 60 分钟。

③ 当破损面积较小时，采用聚合物砂浆进行修补，为避免修补过程中砂浆流淌或脱落，涂抹时宜分层进行，每层的厚度以 $0.5\sim 1.5\text{cm}$ 为宜。

④ 当破损面积较大时，采用聚合物混凝土进行修补，其施工工艺与普通混凝土基本相同，必要时可以搭设模板进行浇筑。

⑤ 为增加保护并美化缺陷部位外观，对修补表面涂抹一层与原结构砼颜色相近的水泥浆。

(3) 外露钢筋的处理

① 如外露钢筋，利用人工除锈的方式对锈蚀钢筋进行除锈，对钢筋涂刷阻锈剂进行防腐处理，备好阻锈剂务必不能稀释。使用刷子、滚刷或低压/手动喷涂设备涂刷至表面饱和，用量约 0.1—0.2kg/m²·遍，在桥梁主梁混凝土表面涂刷 3 层的钢筋阻锈剂（含抗渗剂），在墩柱区涂刷 5 层钢筋阻锈剂（含抗渗剂），在墩柱区以上及盖梁混凝土表面涂刷 4 层的钢筋阻锈剂（含抗渗剂），利用其与钢筋之间良好的亲和力使之在钢筋表面形成保护膜，避免钢筋锈蚀。必要时可增加用量，涂刷次数取决于混凝土的可渗透性，每层操作之间均应保证上一层涂刷已干燥，通常为 2-6 小时。

② 涂刷完阻锈剂后至少养护两天，然后用高压水枪或刷子+水等其它方法清洗干净，待其干燥后方可进入下一道工序，以保证不会影响后续抹灰层、涂层或结构胶等粘结效果。

（4）新旧混凝土结合面的施工

为使新、旧混凝土更好的结合，在浇筑新混凝土前应喷涂界面剂，界面剂的粘结性能指标应满足要求。当采用的新增混凝土材料，无需喷涂界面剂时，可省去此步。

① 为保持良好的界面结合，使新、老混凝土共同参与受力，老混凝土表面应做凿毛处理（凿毛深度按 6mm 控制，凿毛点密度按 1000 点/m²控制），对已经发生碳化的混凝土，须凿除碳化的混凝土，直至露出新鲜的混凝土；

② 用钢丝刷清除表面疏松颗粒，先用无油压缩空气吹净粉尘，并用水冲洗干净；

③ 施工前充分湿润老混凝土表面，但在喷涂界面剂时必须保持混凝土表面处饱和面干（表面无积水及水膜）状态；

④ 调制满足设计要求的界面剂；

⑤ 老混凝土表面喷涂一层界面剂，厚度在 1~2mm，尽力使喷涂均匀；

⑥ 在界面剂初凝（根据界面剂特性决定）前，浇筑新混凝土；

⑦ 加强新浇筑混凝土的养护，养护方式同常规混凝土养护。

（5）后期养护

① 聚合物修补材料养护期间应控制好温度，一般养护温度以 15~25 度为宜，养护温差不宜超过 5 度。

② 养护时间为夏季 2 天，冬季 7 天。在冬季养护期的前 3 天，病害部位不得出现受水浸泡或荷载冲击。

（6）施工注意事项

① 修复材料的配置应尽量做到随配随用。

② 聚合物修补材料配置时宜采用易于散热的器皿，过程中应不断搅拌避免固化。聚合物修补材料配置好后不得集中堆放，以免提前固化。

③ 在温差变化较大的季节涂抹、浇筑及养护聚合物修补材料时，必须进行严格的温度控制，以免温差过大对聚合物修补材料的施工质量产生不良影响。

④ 聚合物修补材料易于挥发进入作业人员呼吸道，因此施工现场必须注意通风，同时要严格注意防火和劳动保护。

⑤ 施工过程中所用到的器具及残余材料应集中妥善处理，以免造成环境污染。

4.3 更换边梁施工工艺

（1）施工顺序

1. 1#桥右幅进行交通布控，车辆限速通行。
2. 设置防护设施，保证梁体切割时桥下道路车辆通行安全，防护设施不应侵占桥下净空。
3. 凿除铺装混凝土及梁上伸缩缝，保留原铺装钢筋30cm焊接长度。
4. 打凿混凝土时不得伤及保留结构的安全。

1. 切割铰缝使更换梁体与其他梁体分离，吊走边梁，吊边梁时，应封闭桥下交通。
2. 切割应严格按纵、横向切割线进行，以保证安装新边梁后钢筋的连接质量。
3. 切除边梁时不得伤及保留结构的安全。
4. 桥下按专项评审后的交通组织封闭车道，安全、有序的凿除相应位置铰缝混凝土。

1. 封闭桥下交通，吊装新预制的边梁。
2. 连接铰缝钢筋。
3. 设施防护设施，保证铰缝、防撞护栏混凝土浇筑时桥下道路车辆通行安全，防护设施不应侵占桥下净空。
4. 开放桥下交通。

1. 浇筑铰缝混凝土。
2. 连接桥面砼铺装层钢筋。

1. 施工桥面铺装、护栏、伸缩缝等。
2. 伸缩缝更换时应封闭1#桥右幅。

1. 竣工验收。
2. 解除交通布控，正式通车。

(2) 施工注意事项

- ① 施工过程应进行林头互通 1#桥面交通布控（交通布控详见相关图纸及说明）。施工单位可根据实际情况和安全需要，制定和实行比以上要求更严格的安全布控要求和措施。
- ② 拆除结构及附属设施时应轻拿轻放，不得对未拆除结构造成损伤。

③ 割除边板时应严格控制纵向、横向的切割线位置，以确保凿除混凝土时能使待铰缝钢筋留有足够的连接长度，连接长度应满足规范要求。在切割及移开边板时亦应注意保护保留结构不受损伤。

④ 凿除混凝土揭露连接钢筋时应采用震动和冲击小的方法施工，不得对保留结构造成损伤。凿除的混凝土连接面及连接钢筋、钢束表面应冲洗干净。

⑤ 新预制的边板基本按原设计施工，以保证新旧结构的一致性。为减小新空心板收缩、徐变对原桥空心板的影响，其砼龄期改为 20 天，并要求新空心板预制张拉完成后须放置 2 个月时间，待新空心板收缩、徐变完成大部分后，再实施拼接，以减小新梁收缩、徐变对原桥的影响。在新空心板梁放置过程中，应每周观测空心板跨中部位的上拱值，如超过 0.8cm 应采取控制措施。

⑥ 新预制边板与原保留结构的连接应确保安全可靠。铰缝处的连接与原设计相同，钢筋的搭接或焊接必须满足规范的相应要求。连接处的现浇混凝土务必震捣密实。

本次修复浇筑的铰缝采用C50补偿收缩混凝土。

⑦ 桥面铺装及防撞护栏的施工基本按原设计进行。

⑧ 伸缩缝的更换应注意控制安装温度及型钢间隙。

⑨ 空心板施工应采用新材料、新工艺。空心板严禁采用橡胶充气气囊芯模工艺，建议采用钢模施工。

⑩ 整个修复过程中，施工单位应采取必要的措施做好安全施工工作及桥上高速路、桥下高速路的交通布控，确保施工安全和质量。

⑪ 施工中注意保留现状 3-2#空心板预埋铰缝钢筋，铰缝钢筋长度应满足单面焊接的长度要求。

(3) 其它

本修复工程中边板的预制安装、铰缝浇注、桥面铺装施工、防撞护栏施工、支座以及伸缩缝更换等按原设计图执行。

4.4 铰缝注胶施工工艺

① 采用电动钢丝刷、高压水将板梁缝内的泥沙、碎屑、油污等杂物清理干净。

② 沿铰缝每2m左右从底部插入注胶管和测量管（可用PVC线管），所有注胶管都设置到离原铰缝填料底部约1cm的同样高度，测量管则略低于注胶管1~2cm。用封口胶封闭铰缝底部。

③ 按比例配制灌密封胶并用专用压胶机具从注胶管压注灌密封胶，当测量管流胶时即停止注胶。

4.5 空心板施工要点

1、施工前应有完善的施工组织计划和详细的施工方案步骤，合理安排预制、架设各环节工期，达到施工连续不间断。

2、各主要材料的订购采购必须符合有关规范要求，使用前应根据有关质量标准严格检测并遵

照有规范施工。

3、应注意结构的整体施工观念，预制板及砼桥面铺装应注意预应力束管、伸缩缝、防撞护栏、桥面连续等预埋件的埋设，不得遗漏。

4、凡需焊接的钢筋，均应满足受力构件焊接要求，并且要求在不同强度级的异种钢材相电焊时，其焊缝强度应保证高于较低强度级的钢材之强度。

5、在预应力混凝土板成批生产前，应作几块预应力混凝土板的试验，观察预应力钢绞线截断后了性状，并采取适当措施进行处理。

(a)预制板的上缘、端部及其他部位是否发生裂纹；

(b)板的反拱度发展速度与计算值相差多少；

(c)预应力失效措施是否可靠；

(d)钢绞线有无滑动迹象。

6、因采用钢绞线强度较高，其传力锚固长度按 100d 考虑，如发现有滑丝现象，须采取必要措施，如采用夹具机械锚固等。预应力筋有效长度范围以外部分（图中虚线段）一定要采取有效措施进行失效处理。一般采用硬塑料管将失效范围的预应力筋套住，以使预应力筋与混凝土不产生握裹作用。

7、预应力筋有效长度以板跨中心绞（斜板为斜向中心线）对称布置，使板两端失效长度相等。

8、预应力筋采用张拉力和伸长值双控张拉施工，张拉控制应力采用 $\sigma_k=0.72R_y^b=1339\text{MPa}$ ，跨径 20 米空心板张拉力为 187.46KN。伸长值则根据施工时钢绞线张拉长度另行计算。

9、预应力筋采用多根同时张拉时，要采取可靠措施使各钢束受力相同。

10、为使张拉锚固板标准化、规格化、预应力的间距均为 5 厘米的倍数。图中钢束编号空白处表示该孔不设预应力筋。

11、钢筋的绑扎工作应在张拉结束 8 小时后进行，以策安全。

12、放松预应力钢绞线，应对称、均匀、分次完成，不得骤然放松，放松时混凝土实际立方强度应不低于设计标号的 100%。

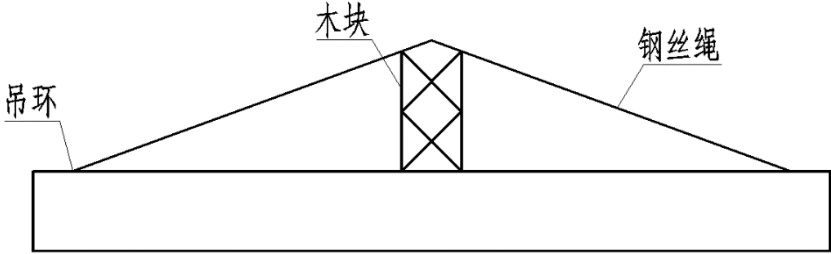
13、浇筑主梁混凝土前应严格检查伸缩缝、护栏、边板下侧边缘预埋钢板等附属设施预埋件是否齐全，确定无误后方能浇筑。施工时，应保证预应力钢筋及普通钢筋位置的准确性，控制混凝土骨料最大粒径不得大于 20mm。浇筑混凝土时应充分振捣密实，严格控制其质量。

14、振捣混凝土时，如采用交频插入式振捣棒，须从两侧同时振捣，以防止芯模左右移动；并避免振捣棒端头接触芯模。

15、预制板顶面混凝土应严格按施工规范进行凿毛处理，浇筑上层混凝土前用水冲净，不留积水，以利现浇混凝土与其结合，保证组合板高满足设计要求。

16、预应力混凝土预制板存梁时间不得大于 60 天，否则可能产生过大的反拱度。

17、在运输预应力混凝土预制板时，要采取可靠措施，不使预应力产生的负弯矩起破坏作用，一般可利用板端吊环给预制板施加一个正弯矩，如下图所示：



18、铰缝内的锚固环形筋外伸长度控制在 18 厘米左右，最长不得大于 20 厘米。

19、整体化现浇混凝土顶面喷涂桥面防水层。

20、有关防撞护栏预埋钢筋预埋件，详见有关设计图。

21、其他未尽事宜，按交通部标准《公路桥涵施工技术规范》办理。

4.6 混凝土植筋工艺及要求

铰缝植筋应由专业施工队伍实施。

（1）工艺流程

钻孔→清孔→吹孔→注胶→植筋→养护

（2）工艺要点

① 用钢筋探测仪检查植筋部位的原混凝土钢筋和钢束位置，以确定钻孔位置。

② 按规定的钻孔直径垂直于植筋结构平面钻孔，标尺设定为成孔深度。若遇到钢筋时，必须清孔。

③ 清扫并用气筒吹出孔内灰渣。直至到孔内清洁干燥为止。

④ 注胶前，需详细阅读植筋胶使用说明书，掌握其正确的使用方法，查看胶的有效期，过期的坚决不能使用。

⑤ 当环境条件（温度、湿度）不满足时，应停止使用。

⑥ 将注胶混合管插入孔底，从孔底向外注入粘结剂，注满孔洞的2/3，保证植筋后饱满。

⑦ 为避免在植筋的过程中对原结构钢筋或钢绞线造成破坏，在钻制孔道前应预先对原结构内部钢筋或钢绞线进行探测、定位，必要时应对孔道位置进行适当调整，以避开钢筋或钢绞线位置。种植钢筋采用边钻孔边植筋的方式，间距1m范围内不可同时钻孔，钻孔时应保证空孔个数不多于3个。

⑧ 将准备好的钢筋旋转着缓慢插入孔底，按照固化时间表规定时间进行安装，使得锚固剂均匀地附着在钢筋的表面及缝隙中，待其固化后再进行绑扎钢筋及其它各项工作。

基材温度及固化时间表

基材温度（oC）	凝胶时间（分钟）	固化时间（分钟）
-5	90	360
0	45	180
5	25	90
20	6	50
30	4	40
40	2	30

（3）检验和验收

- 1) 用于混凝土植筋工程中的植筋胶，应符合质量标准，并适合现场温度、湿度条件的材料。施工开始前，应确认植筋胶的产品合格证、质量检验报告，并征得现场监理或业主的认可。
- 2) 为真实检验其加固效果，尚需进行钢筋现场拉拔试验，其检测数值应满足《混凝土化学植筋（螺栓）工艺质量标准及验收规程》里的规定。

（4）注意事项

- 1) 打孔施工中遇到基材中的钢筋无法成孔会产生盲孔，如数量较少可不处理，如数量较多可用高标号水泥砂浆填堵。
- 2) 必须保证足够的固化时间，在固化期内禁止扰动钢筋。
- 3) 清孔时不仅要采用吹气筒或气泵等工具，同时也必须采用毛刷等设备清除附着在孔壁上的灰尘。
- 4) 尽量避免雨天施工。
- 其它未尽事宜参见《混凝土化学植筋（螺栓）工艺质量标准及验收规程》。

5 维修处治施工注意事项

- 施工时所用的材料必须进行检验（包括特殊修补材料的毒性检验），合格后方可使用。对于常用材料，如混凝土、钢筋等，按相关材料规范的要求进行检验，对一些特殊材料，必须满足下列表格中性能指标的要求。
- 1、施工前必须复核原图尺寸，若发现与图纸不符之处请及时通知业主及设计单位。
- 2、在施工前，应对加固桥梁技术状况进行复查，并将复查结果通知有关单位。在桥梁加固施工过程中，应加强观测与检查，及时反馈信息指导施工。
- 3、维修处治所用材料必须经过严格检测，满足《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）和《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）的要求后方可使用。

4、加固施工过程需进行严格控制，必须按《公路桥梁加固施工技术规范》、《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）和《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）的要求进行。

5、工程验收参照《公路桥梁加固施工技术规范》、《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）和《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）。

6 材料性能指标要求

6.1 更换边梁用材料

（1）混凝土

预制混凝土梁	C50混凝土
铰缝砼	C50补偿收缩混凝土
防撞护栏	C30混凝土
桥面铺装	9cm厚沥青混凝土（4.5cm+4.5cm改性沥青砼AC-16C） 10cm厚C50补偿收缩混凝土、10cm厚C50钢纤维补偿收缩混凝土

（2）预应力钢束

钢绞线采用15.24（7Φ5），标准强度 $f_{pk}=1860\text{Mpa}$ ，弹性模量 $E_p=1.95\times 10^5\text{MPa}$ ，1000h后应力松弛率不大于2.5%，其技术性能必须符合中华人民共和国国家标准(GB/T 5224—2014)《预应力混凝土用钢绞线》的规定。

（3）普通钢筋

钢筋直径 $\leq 12\text{mm}$ 者采用HPB300光圆钢筋，直径 $\geq 12\text{mm}$ 者采用HRB400带肋钢筋，其技术性能应分别符合中华人民共和国国家标准《钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋》（GB/T 1499.1-2017）、《钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋》（GB/T 1499.2-2018）的规定；桥面铺装钢筋网技术性能应符合中华人民共和国国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》（GB/T 1499.3-2010）的规定。

（4）其它钢材

除特殊规定外，其余均采用Q235钢，其技术性能必须符合国家标准《碳素结构钢GB/T 700-2006》的规定。

（5）支座

板式橡胶支座的性能要求应满足JT/T 4-2019 《公路桥梁板式橡胶支座》的各项技术指标。

6.2 裂缝封闭胶和灌缝胶

（1）裂缝封闭胶

裂缝封闭胶主要用于混凝土和圬工砌体构件裂缝表面封闭法以及压力灌注法处理裂缝前的表面封闭，其安全性能指标除应满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB50728-2011）第4.6.3条和表4.2.2-2中B级胶的规定，以及《公路桥梁加固设计规范》（JTG/TJ22—2008）第4.7.1条的规定外，还应满足下表6.1要求。

表 6-1 裂缝封闭胶安全性能指标

性能项目		性能指标
胶体性能	抗拉强度（MPa）	≥30
	抗拉弹性模量（MPa）	≥1500
	抗压强度（MPa）	≥70
	抗弯强度（MPa）	≥40，且不得呈脆性破坏
钢—钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥10
不挥发物含量（固体含量）（%）		≥99

（2）裂缝灌注修补用胶

裂缝灌注修补用胶主要用于混凝土和圬工砌体构件压力灌注法修补，其安全性能指标除应满足《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）第 4.6.4 条和表 4.6.4 的规定，还应满足《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T J22—2008）第4.7.1条的要求，详见下表6-2。

表 6-2 裂缝修补用胶（注射剂）安全性能指标

性能项目		性能指标
胶体性能	抗拉强度（MPa）	≥20
	抗拉弹性模量（MPa）	≥1500
	抗压强度（MPa）	≥50
	抗弯强度（MPa）	≥30，且不得呈脆性破坏
钢—钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥10
不挥发物含量（固体含量）（%）		≥99
可灌注性		在产品说明书规定的压力下，能注入宽度为0.1mm

6.3 混凝土表层缺陷修复用材料

混凝土表层缺陷修复用材料的质量及性能应符合中华人民共和国行业标准《公路桥梁加固设计规范》（JTG/TJ22—2008）第4.8.1条的要求。

（1）阻锈剂

在进行防腐处理前，应首先慎重地选择氨基类喷涂型阻锈剂(抗渗剂)的产品型号，其具体性能指标应符合下表6-3的要求：

表 6-3 阻锈剂性能指标

性能项目	合格指标
pH值	10~12
黏度(20℃时)	25mPa·s
氨基复合物含量	>15%

氯离子Cl ⁻	无
挥发性有机物含量	<200g/L
氯离子含量降低率	≥90%
盐水浸渍试验	无锈蚀，且电位为0~-250mV
干湿冷热循环试验	60次，无锈蚀
电化学试验	电流应小于150 μA，且破样检查无锈蚀
现场锈蚀电流检查	喷涂150d后现场测定的电流降低率≥80%

（2）界面剂

界面剂乳液必须进行毒性试验，其挥发性有机化合物和游离甲醛含量应满足相关规范要求。界面剂乳液不得受冻，无分层离析、结絮现象，无杂质，在有效使用期内。配置界面剂的粉料不得受潮、结块，并确保在有效使用期内。其具体性能指标应符合下表6-4的要求。

表 6-4 新老混凝土界面剂性能参数表（28 天）

粘结抗拉强度，MPa	2.7
粘结抗弯强度，MPa	2.7
粘结抗剪（直剪）强度，MPa	4.7
粘结抗剪（斜剪）强度，MPa	12
注：老混凝土强度等级为C30，新混凝土强度等级为C35，界面处理粗糙度为1.2mm。	

（3）聚合物砂浆和混凝土

聚合物砂浆和混凝土应符合下表6-5的要求：

表 6-5 聚合物浆体性能参数表

检 验 项 目		性能指标	实验方法标准
浆体性能	劈裂抗拉强度（MPa）	≥5	GB50550-2010附录P
	抗压强度（MPa）	≥40	GB/T2569
	抗折强度（MPa）	≥10	GB50550-2010附录Q
注浆料与混凝土的正拉粘结强度（MPa）		≥2.5，且为混凝土破坏	GB50550-2010附录E

6.4 植筋胶

铰缝植筋所用的胶应采用A级胶。

植筋锚固用胶粘剂安全性能指标

性能项目			A级胶性能要求
胶体性能	劈裂抗拉强度（MPa）		≥8.5
	抗弯强度（MPa）		≥50
	抗压强度（MPa）		≥60
粘结能力	钢-钢（钢套筒法）拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥16
	约束拉拔条件下带肋	C30 Φ25 l=150mm	≥11.0

	钢筋与混凝土的粘结强度（MPa）	C60 Φ25 l=125mm	≥17.0
	不挥发物含量（固体含量）（%）		≥99

注：表中的性能指标除标有标准值者外，其余均为平均值。

7 安全布控及交通组织

详见相关图纸和说明。

8 应急预案

8.1 应急处置基本原则

- 1、坚持“以人为本，预防为主”的原则；
- 2、坚持“保护人员优先，保护环境优先”的原则；
- 3、坚持“统一领导，紧急处置，快速反应，分级负责，协调一致、消除危险”的原则；
- 4、坚持“常备不懈、统一指挥、高效协调、持续改进”的原则。

8.2 成立应急指挥机构小组

- 1、组长职责：发布或解除启动项目部应急救援预案，指挥应急救援。
- 2、副组长：协助组长负责应急救援的具体指挥工作，协调各应急小组及成员的具体行动，并实施决策。

8.3 预防及预警

1、危险源监控

项目部组织编写专项施工方案，由专业工程技术人员进行技术交底，专职安全员负责监督检查，现场负责人员进行全过程的盯岗监控，严格执行“三检制”。

（1）施工前必须编制、审批施工组织设计或施工方案。在施工过程中，如果必须改变施工方法，调整施工顺序，必须先修改、补充施工组织设计，并以书面形式将修改、补充意见通知施工部门。

（2）施工技术负责人要根据方案和《安全技术规程》向作业人员进行安全技术交底。

（3）施工区周围要设立围栏、挂警告牌，并设专人监护，严禁人员逗留。

（4）施工过程中，施工负责人必须统一指挥。按施工方案施工。

2、预警行动

（1）施工现场任何人只要发现事故或可能导致事故发生的险情后，都要立即以最快的方式，如运用固定电话、手机或口头等形式发出警报，通知项目负责人、安质员和现场所有施工作业人员实施避险。

（2）项目负责人、安质员接到预警信息后，立即组织现场作业人员避险，在条件允许的情况下，尽量采取办法切断“事故危险源”，密切关注事态发展状态和趋势，同时由项目负责人上报公司应急救援指挥部，启动公司应急救援预案，并按照预案做好应急准备工作。

（3）在应急救援指挥机构的统一领导下，根据事故险情，编制事故灾害防治方案，明确防范的对象、范围，提出防治措施，确定防治责任人。

（4）对可能引起重特大安全事故的险情，经项目部应急救援指挥机构核实后，应当在发现险情后 2 小时内报告公司应急救援指挥部和工程所在地人民政府。

8.4 应急处置

1、应急指挥

（1）当施工现场发生无法或不易控制的安全生产事故时，启动项目部专项应急预案。项目部应急救援指挥中心接到响应级别事故报告后，经对事故严重程度核实后，判断是否有能力组织救援。

（2）项目部应急救援指挥中心通知应急指挥人员和工作组，停止手头一切工作，立即到位，通报事故情况，按照各职能小组人员分工组织救援。

2、应急行动

（1）指挥人员到达现场后，立即了解现场事故情况，划定安全和危险区域，设立标志，实行现场保护，安全警戒，疏导人员和车流，保障救援道路的畅通，维护好现场秩序。

（2）按本预案规定职责明确各应急工作组救援任务,组织救援。

（3）对事故现场进行调查取证，因抢救人员、防止事态扩大、恢复生产及疏通交通等原因，需要移动现场物件的，应当做好标志，采取拍照、摄像、绘图等方法详细记录事故现场原貌，妥善保存现场重要痕迹、物证。

8.5 处置措施

1、坍塌事故应急处置措施

当出现坍塌时，应立即用撬棍支起或用起重设备自上而下吊起坍塌重物，固定稳定后，营救受伤人员，同时，清除抢救区域危墙体、构筑物、构件等。同时，确定被埋人员的位置，营救被埋人员严禁使用机械开挖，救出后进行现场简单急救，然后送往医院救助或拨打 120。

2、高处坠落伤害事故应急处置措施

当发现有人从高处坠落摔伤，首先应观察伤员的神志是否清醒，随后看伤员坠落时身体着地部位，再根据伤员的伤害程度的不同，组织救援。

3、物体打击伤害事故应急处置措施

当发生物体打击伤害事故时，首先观察伤员受伤部位，失血多少，对于一些微小伤，工地急救员可以进行简单的止血、消炎、包扎。伤势严重者，急救人员边抢救边就近送医院。

9 施工注意事项

1、施工前应制定出完整详细的施工组织计划，应由专业技术人员现场指导施工，监理人员旁站监督，做好各项施工记录以存档备查。

2、为保证施工安全、结构安全及工作的顺利开展，在施工前必须对施工机具、临时设备及其它保障措施进行详细检查、核对，在确保万无一失后方可施工。

3、为保证施工安全和处理效果，以及尽量缩短施工周期，应合理安排施工并做好交通组织，协调好各分项处理工程的工序和准备工作，合理分配时段。

4、高速公路车速快、车流量大，为保证安全，安全布控及交通组织工作应严格按照相关规范执行。施工时应提前发布交通管制信息，整个施工期间必须有专人负责安全布控并指挥交通，严禁施工器械及人员超出桥面作业区域作业。

5、处理混凝土表面缺陷外露钢筋时，在凿除或拆除砼时应采取严密措施，确保不损伤原结构物、钢筋、钢绞线等。

6、施工期间，高处作业人员必须身体健康，患有精神病、癫痫病及经医师鉴定患有高血压，心脏病等不宜从事高处作业病的人员，不准参加高处作业。如发现工作人员有饮酒、精神不振时，禁止登高作业。在高处临边作业，临空一面应装设安全网或防护栏杆，否则工作人员须使用安全带，安全带的挂钩或绳子应挂在结实牢固的构件上，或专为挂安全带用的钢丝绳上。禁止挂在移动或不牢固的物件上。高处工作应一律使用工具袋，较大的工具应用绳拴在牢固的构件上，不准随手乱放，以防止从高空坠落引发事故。有关施工均应注意防火安全及人员劳动保护。

7、灌注裂缝及其它工艺所用到的浆液等应密封存储，远离火源，避免阳光直射。工作场地严禁烟火，保持通风。施工时，现场施工人员应根据使用胶剂材料种类，采取相应的劳动保护措施，并注意使用过后的器具及残留浆液不得随便丢弃，应按环保要求集中处理。

8、施工过程中的应急预案：项目部成立机械伤害事故应急处理指挥部，当发生机械伤害事故后，项目部应急指挥部立即组织相应成员，负责赶赴事故现场处理机械伤害事故。

9、施工期间应做好防落物措施。

10 问题与建议

1、本次设计所统计的工程量，均依据检测报告进行统计。因病害部位较多，如报告存在统计工程量遗漏或不准确，施工单位应将实际工程量及时上报业主和监理进行核实，经书面确认后方可进行确认并计量。

2、本次设计仅对检测报告中涉及的病害进行维修处治。在工程实施前，施工单位必须对病害再仔细地全面开展复查工作，若发现有新增病害，或本次设计所述病害较之于定检报告结论有所发

展，施工单位应暂停该处维修处治，同时做好记录，并及时通知业主及设计单位。

3、在施工中要制定环保措施，严格遵守国家有关环境保护法令，认真检查、监督各项环保工作的落实。对职工进行环保知识教育，自觉遵守环保的各项规章制度，并接受当地政府及环保部门的监督。

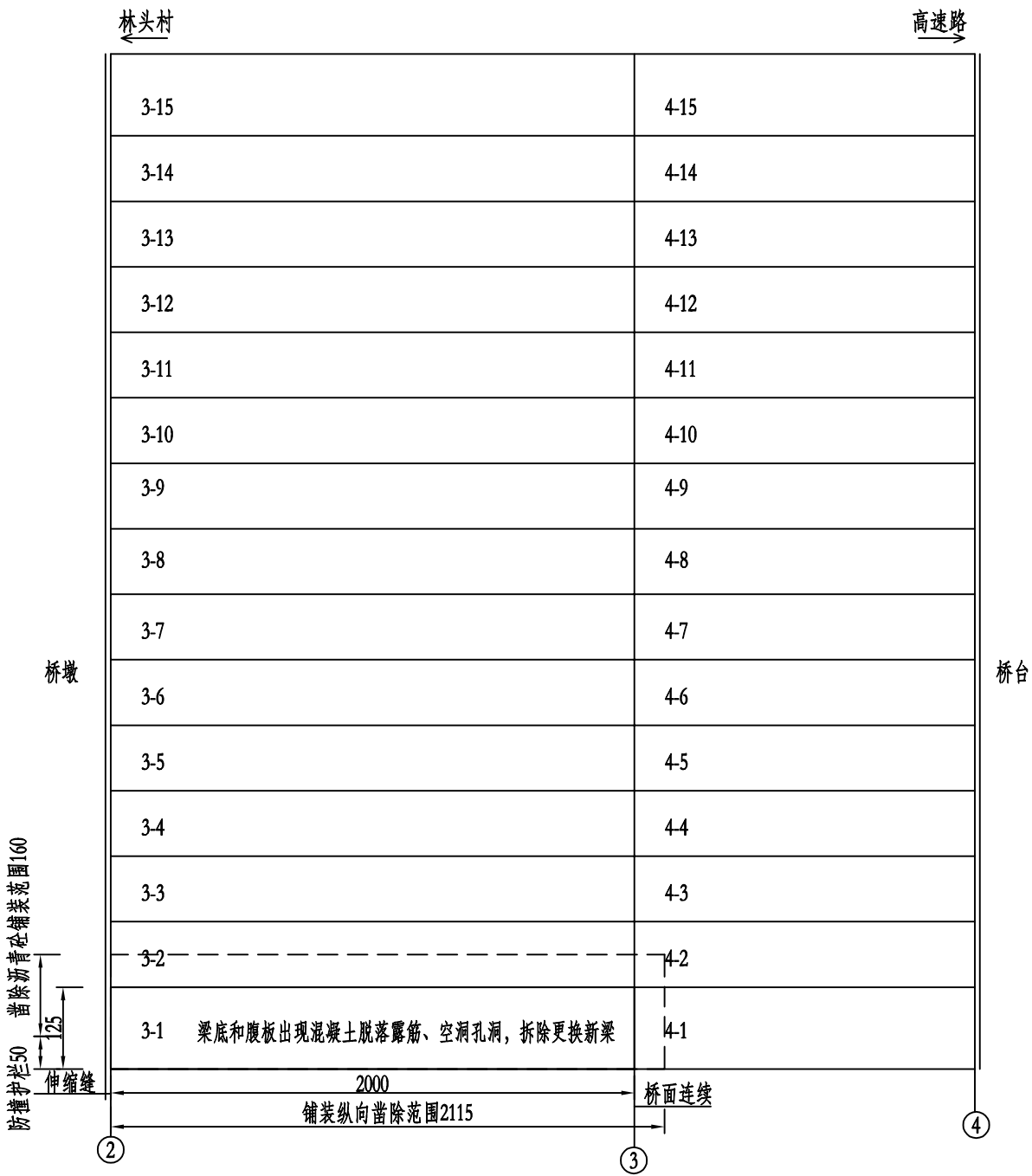
4、其它未尽事宜，按《公路桥涵施工技术规范》、《公路桥梁加固施工技术规范》及其它现行规范、标准的有关要求执行。

桥名	林头互通1#桥	桥梁全长(米)	73.4	预制预应力钢筋砼空心板					凿毛混凝土	现浇铰缝	桥面铺装恢复				
中心桩号	AK0+312.62	结构类型	空心板桥	C30砼	C50砼	φ15.2mm 钢绞线	HPB300钢筋	HRB400 钢筋		C50砼	HRB400 钢筋	C50补偿 收缩砼	沥青砼	水泥基渗透结晶防水涂料	
				(m³)	(m³)	(kg)	(kg)	(kg)		(m³)	(kg)	(m³)	(m³)	(m³)	(m²)
斜交角度(°)	0	跨径	13+2×20+13	0.12	10.3	329.9	145.4	643.3	19.95	2.37	251.77	2.75	3.05	33.84	

旧桥拆除				桥面连续			伸缩缝			橡胶支座	抗震锚栓			防撞护栏					
C30砼	C50砼	铰缝切割	铺装钢筋 砼凿除	C50补偿收 缩钢纤维砼	HPB300钢 筋	HRB400 钢筋	D-80型伸 缩缝	C50补偿收 缩钢纤维砼	HRB400 钢筋	GBZJ150X1 50X28(CR)	Φ38×2.5 钢管	HRB400 钢筋	锌铁皮	C30砼	HPB300钢 筋	HRB400 钢筋	Φ95×4钢 管	Φ80×4 钢管	A3钢板
(m³)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(kg)	(kg)	(m)	(m³)	(kg)	(个)	(kg)	(kg)	(kg)	(m³)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
0.12	12.67	17.02	2.78	0.13		71.4	7.24	0.87	275.12	4	0.8		0.2	5.79	615.77	798.26	26	149.8	137.8

边板下侧边缘预埋钢板			裂缝修复		混凝土缺陷修复		铰缝注胶处理	植筋		防护网								
镀锌钢板	HPB300 钢筋	HRB400 钢筋	裂缝封闭	裂缝灌浆	常规砼破 损、露筋	混凝土表 面处理	铰缝灌胶	Φ12钢筋										
(kg)	(kg)	(kg)	(m/条)	(m/条)	(m²)	(m²)	(m/m³)	(根)	(kg)	(m)								
282.6		19.98	9.2/5	9.1/13	0.57	0.09	70.3/0.18	30	8.5	100								

拆除更换3-1#梁平面示意图



说明：

1.2025年1月6日，漳诏高速漳州往诏安方向上，一大货车行驶至K2459+373林头互通1#桥第3跨下方时，因未能准确判断桥梁净空，导致车辆撞击到林头互通1#桥，致使桥梁第3跨右侧第1片梁受损严重，不宜继续使用，拟对该片（3-1#）空心板梁进行拆除更换。

2.本图尺寸以厘米为单位。



福建省高速技术咨询有限公司
Fujian Provincial Expressway Technology Consulting Co., Ltd

建设单位：福建省高速公路集团有限公司漳州管理公司
工程名称：沈海高速公路林头互通1#桥维修处治工程

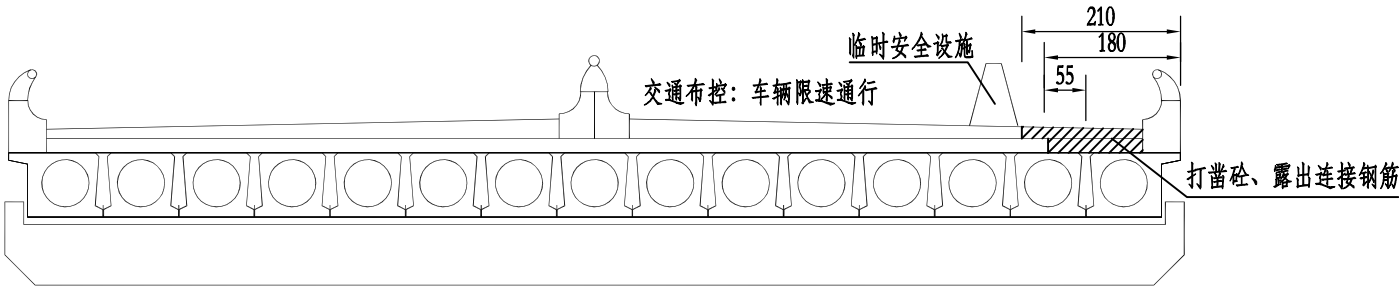
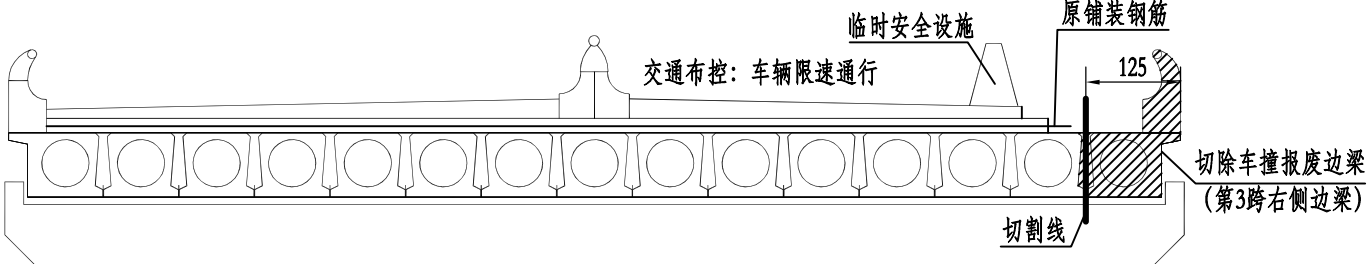
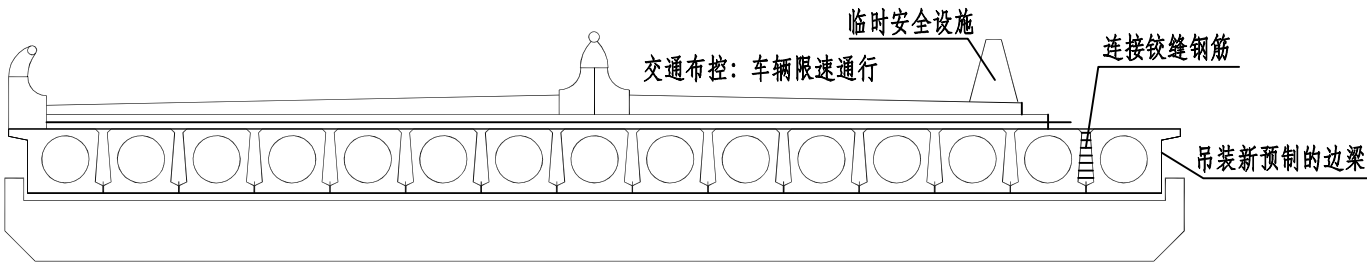
专业：桥梁工程
图名：空心板更换平面示意图

设计

复核

审核

图号

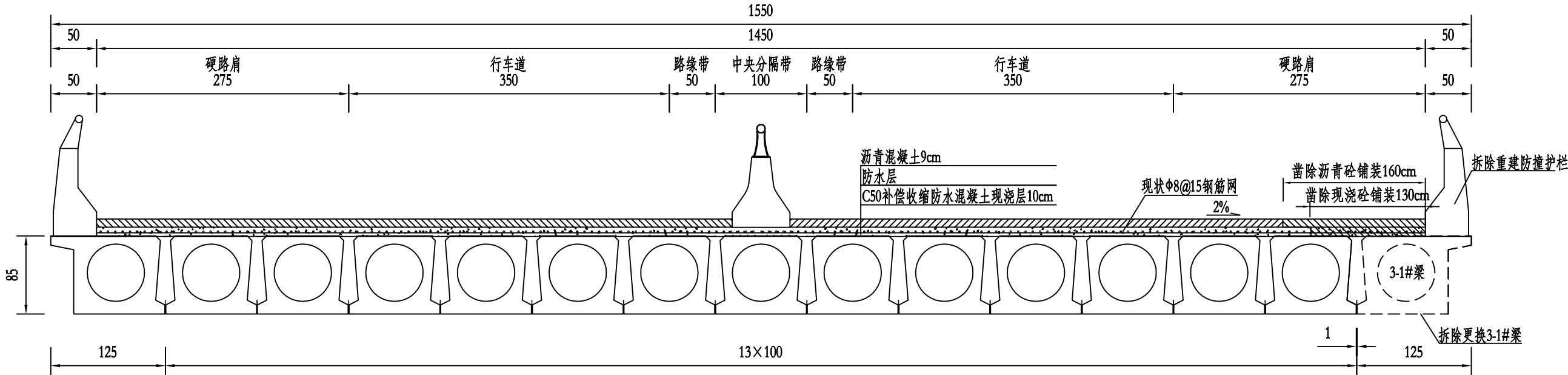
步骤	简图	备注
第一步		1.1#桥右幅进行交通布控，车辆限速通行。 2.设置防护设施，保证梁体切割时桥下道路车辆通行安全，防护设施不应侵占桥下净空。 3.凿除第3跨右侧一定范围内桥面铺装混凝土、伸缩缝及防撞护栏，保留原铺装钢筋外伸30cm焊接长度。 4.打凿混凝土时不得伤及保留结构的安全。
第二步		1.切割铰缝使更换梁体与其他梁体分离，吊走边梁，吊边梁时，应封闭桥下交通。 2.切割应严格按纵、横向切割线进行，以保证安装新边梁后钢筋的连接质量。 3.切除边梁时不得伤及保留结构的安全。 4.桥下按专项评审后的交通组织封闭车道，安全、有序的凿除相应位置铰缝混凝土。
第三步		1.封闭桥下交通，吊装新预制的边梁。 2.连接铰缝钢筋。 3.设施防护设施，保证铰缝、防撞护栏混凝土浇筑时桥下道路车辆通行安全，防护设施不应侵占桥下净空。 4.开放桥下交通。



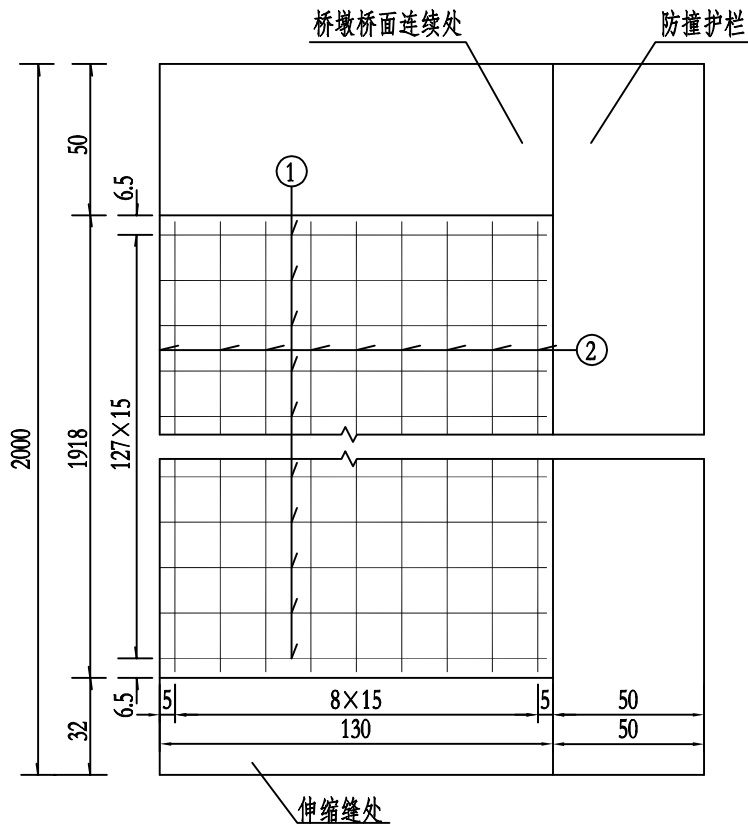
步骤	简图	备注
第四步	The diagram shows a cross-section of a bridge deck with multiple circular voids. A central pier is visible. On the right side, a section of the deck is being prepared. Labels include: '临时安全设施' (Temporary safety facilities) pointing to a barrier on the left; '交通布控: 车辆限速通行' (Traffic control: vehicles limited speed passage) pointing to the road surface; '连接桥面砼铺装层钢筋' (Connecting bridge deck concrete paving layer reinforcement) pointing to a line of reinforcement bars; and '浇筑铰缝混凝土' (Casting hinge concrete) pointing to the joint area.	1.浇筑铰缝混凝土。 2.连接桥面砼铺装层钢筋。
第五步	The diagram shows the bridge deck after the joint concrete has been cast. The right side now has a hatched area representing the new paving. Labels include: '临时安全设施' (Temporary safety facilities) pointing to the barrier; '交通布控: 车辆限速通行' (Traffic control: vehicles limited speed passage) pointing to the road surface; and '施工桥面铺装、护栏、伸缩缝等' (Construction of bridge deck paving, guardrails, expansion joints, etc.) pointing to the newly paved area.	1.施工桥面铺装、护栏、伸缩缝等。 2.伸缩缝更换时应封闭1#桥右幅。
第六步	The diagram shows the completed bridge deck with the new paving and guardrails. A label '车辆通行' (Vehicle passage) is placed in the center of the deck.	1.竣工验收。 2.解除交通布控，正式通车。

说明：
1、切除边梁及凿除砼等施工均不得对保留的砼及接长钢筋造成损伤，新预制的边梁与原保留结构的钢筋连接采用搭接或焊接，但必须满足钢筋接长规范要求。
2、整个修复施工过程中，施工单位应采取必要的措施做好安全施工工作及桥上高速路、桥下高速路的交通布控，确保施工安全和质量。
3、施工单位在施工前应详细做好施工组织设计，审批完成并经专家评审通过后方可实施。
4、本图适用于第3跨右侧边梁拆除更换施工。
5、本图应配合保通图纸使用。

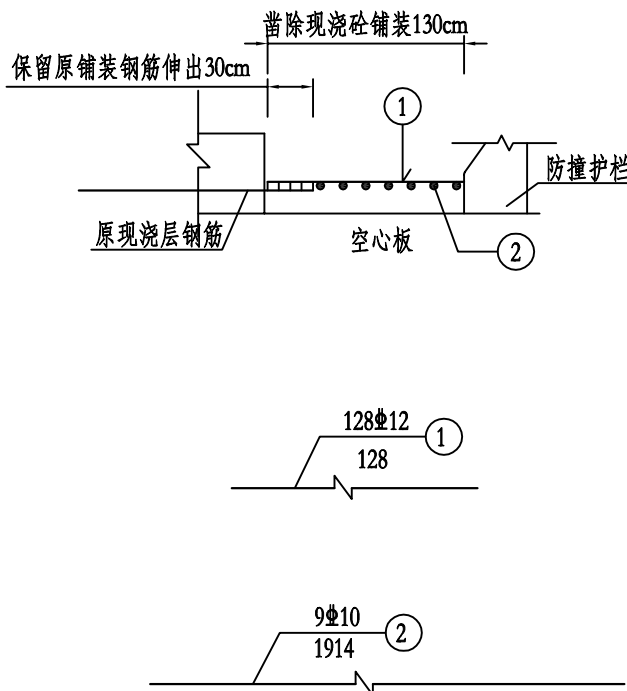
拆除更换3-1梁横断面示意图



桥面钢筋网构造图



桥面现浇层钢筋恢复焊接示意图



铺装凿除及恢复数量表

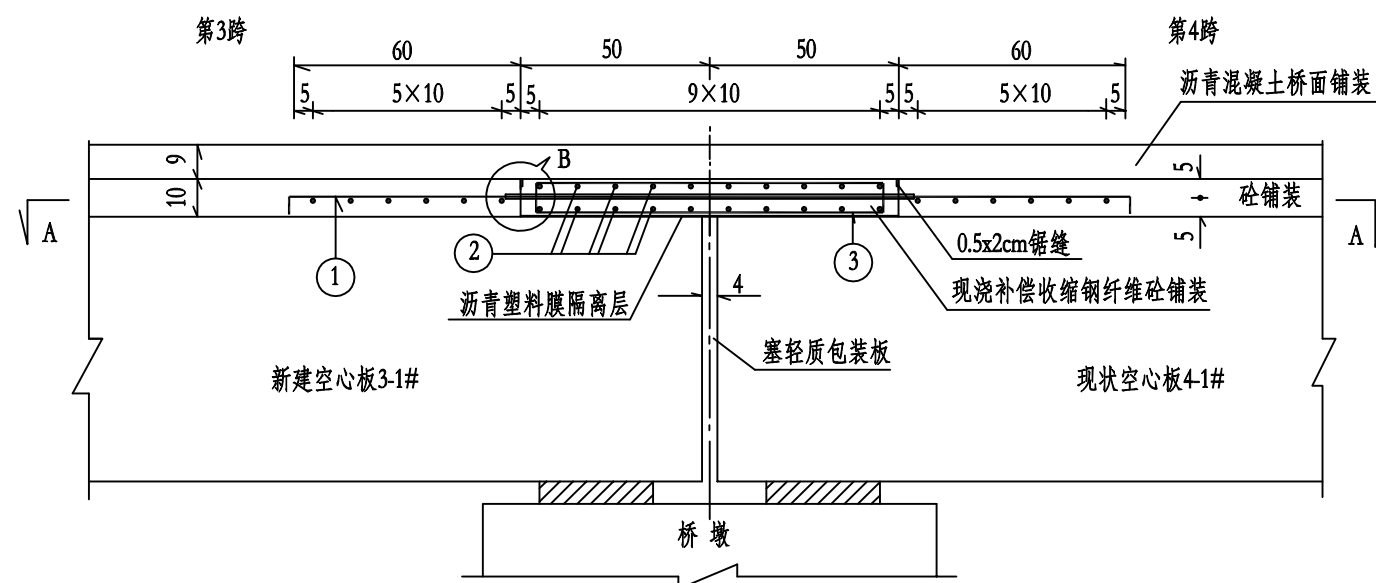
编号	直径 (mm)	每根长 (cm)	根数	总长 (m)	每米重 (kg/m)	总重 (kg)
1	Φ12	128	128	163.84	0.888	145.49
2	Φ10	1914	9	172.26	0.617	106.28
空心板接缝切割: 17.02m ²				铺装钢筋砼凿除: 2.78m ³		
HRB400钢筋: 251.77kg				C50补偿收缩砼: 2.75m ³		
水泥基渗透结晶防水涂料: 33.84m ²				沥青砼: 3.05m ³		

说明:

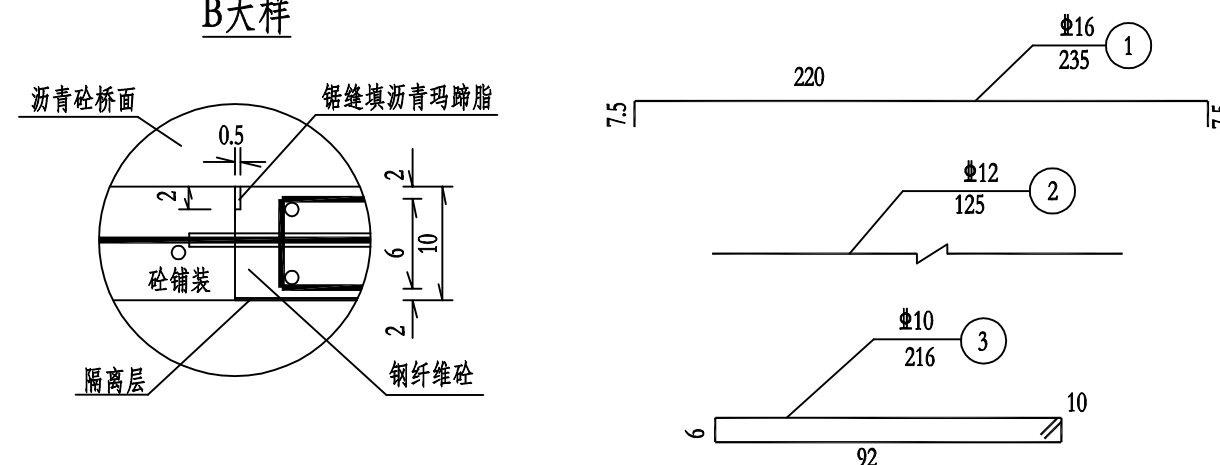
- 1.本图尺寸以厘米为单位,比例见图注。
- 2.2025年1月6日,漳诏高速漳州往诏安方向上,一大货车行驶至K2459+373林头互通1#桥第3跨下方时,因未能准确判断桥梁净空,导致车辆撞击到林头互通1#桥,致使桥梁第3跨右侧第1片梁受损严重,不适宜继续使用,拟对该片(3-1#)空心板梁进行拆除更换。结合《漳诏高速林头互通1#桥车辆撞击应急检测报告》(报告编号:BG-2024-QLJ-006),主要处治内容如下:
- 1) 拆除原桥3-1#空心板,并将其更换为新建空心板;
- 2) 拆除新建3-1#空心板上方防撞护栏;
- 3) 凿除3-1#空心板上方桥面铺装,并进行重新铺装;
- 4) 拆除更换3-1#空心板于2#墩处右幅伸缩缝;
- 5) 拆除更换3-1#空心板支座。
- 3.在浇注桥面铺装砼之前,应先将先期预制的梁体表面砼凿毛、洗净。
- 4.N1钢筋表示横桥向桥面现浇层钢筋;N2表示纵桥向桥面现浇层钢筋。N1、N2钢筋水平间距均为15cm。
- 5.桥面铺装防水砼的抗渗等级为W6。

桥面连续构造

1: 20



B大样

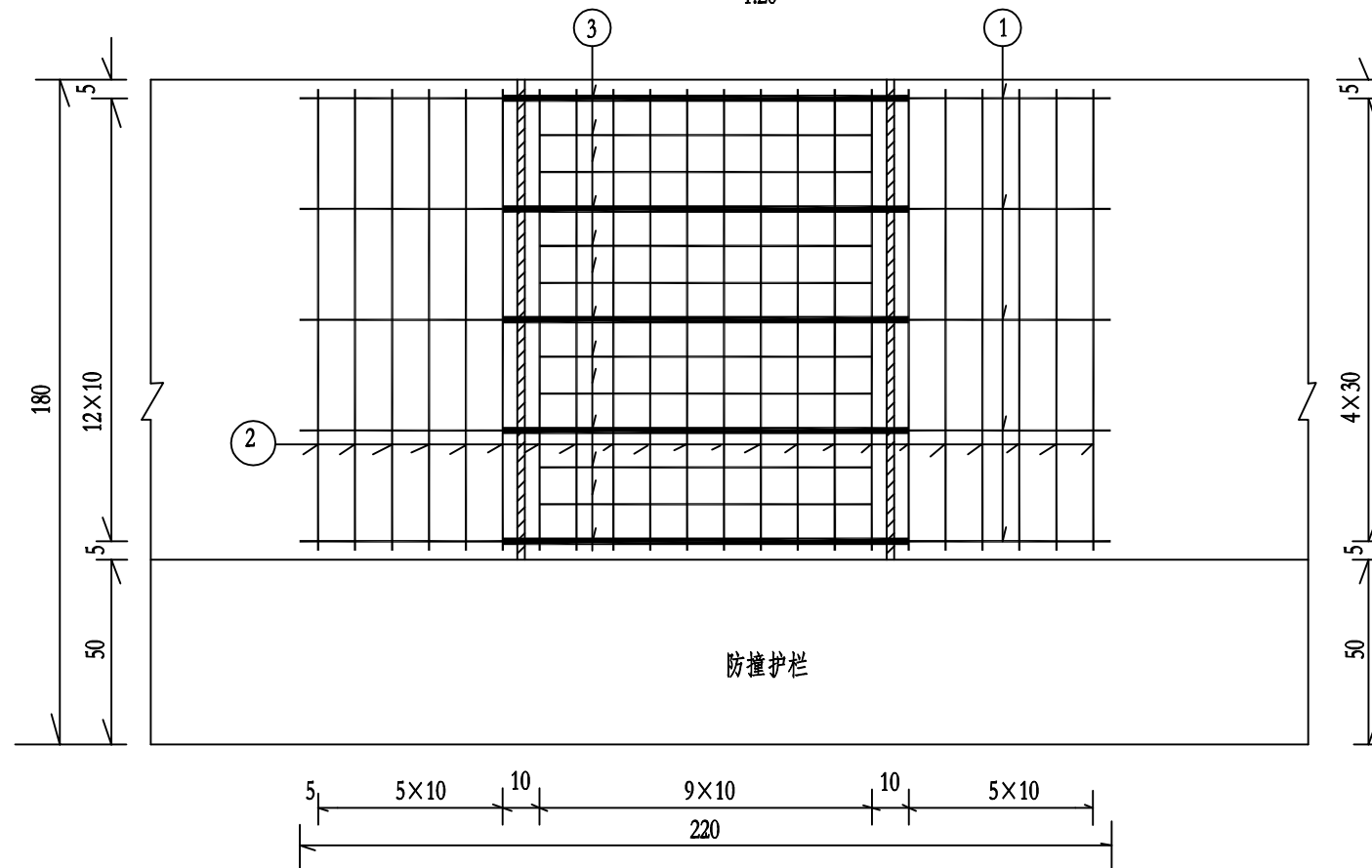


一道桥面连续材料数量表

编号	直径 (mm)	长度 (cm)	根数	共长 (m)	共重 (kg)	总重 (kg)
1	Φ16	235	5	11.75	18.6	18.6
2	Φ12	125	32	40.0	35.5	52.8
3	Φ10	216	13	28.08	17.3	
C50补偿收缩钢筋混凝土(m³)					0.13	

A-A
1:20

1:20



附注:

- 1.本图尺寸除钢筋直径以毫米计外，余均以厘米为单位。
- 2.钢纤维砼掺钢纤维含量按体积比，每立方米为94公斤。
- 3.N1号钢筋失效长度对称于墩中心布置，失效段采用涂沥青玻璃丝布裹紧的措施，做到钢筋与砼不粘接。
- 4.施工时将相邻板锁定并塞紧端缝，浇砼铺装层（注意预埋N1钢筋和部分N2钢筋）和绞缝（湿接缝），待强度达70%时，解除锁定。
- 5.将槽宽100cm范围修整齐平，喷刷两遍热沥青后铺白塑料薄膜一层（隔离层）。
- 6.安装桥面连续钢筋网，浇筑整体化桥面钢纤维混凝土。
- 7.本图适用于第3跨右侧边梁端桥面连续。



福建省高速技术咨询有限公司
Fujian Provincial Expressway Technology Consulting Co., Ltd.

建设单位:	福建省高速公路集团有限公司漳州管理公司
工程名称:	沈海高速公路林头互通1#桥维修处治工程

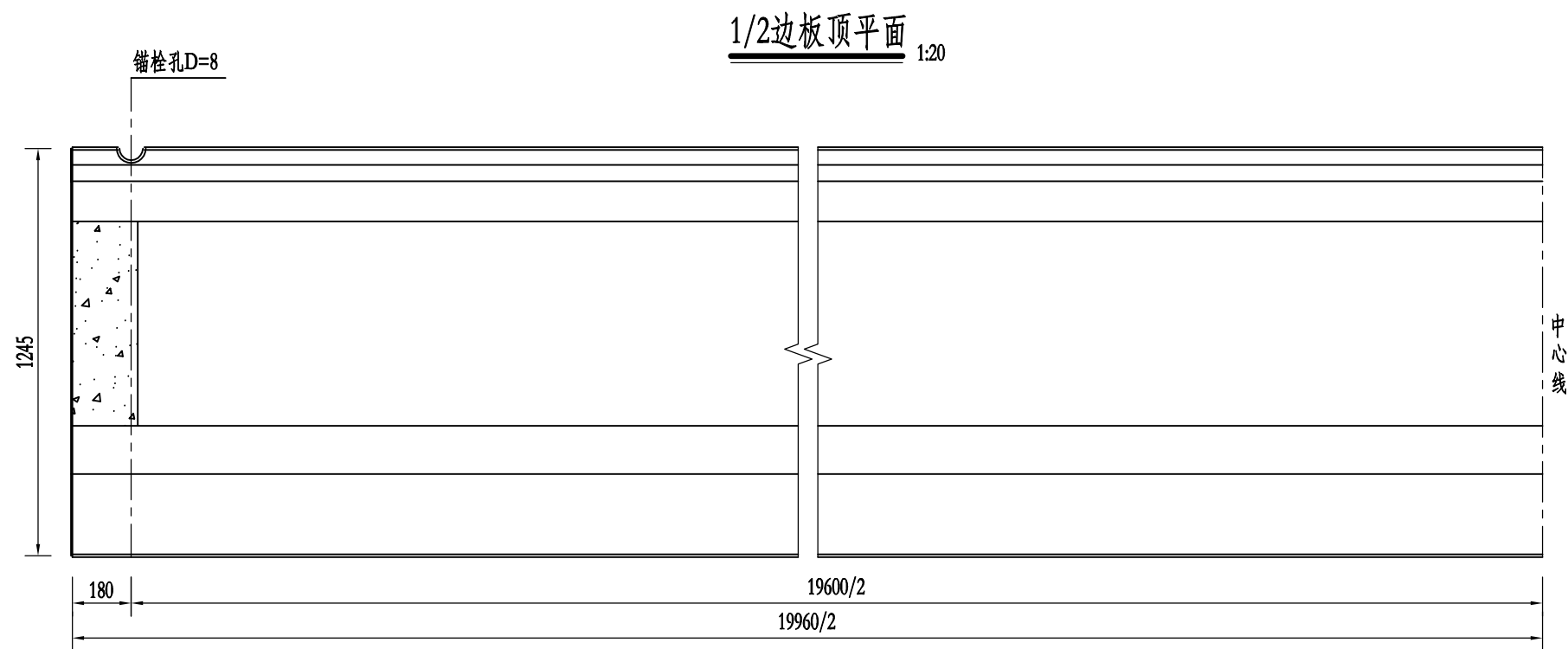
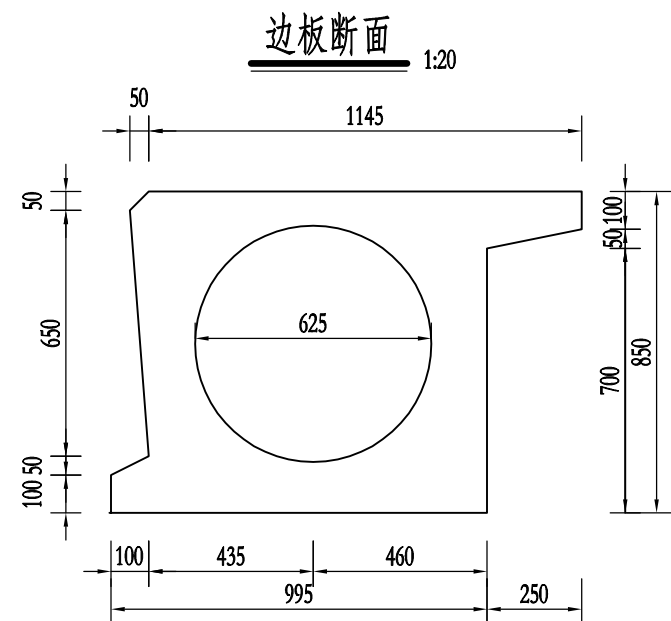
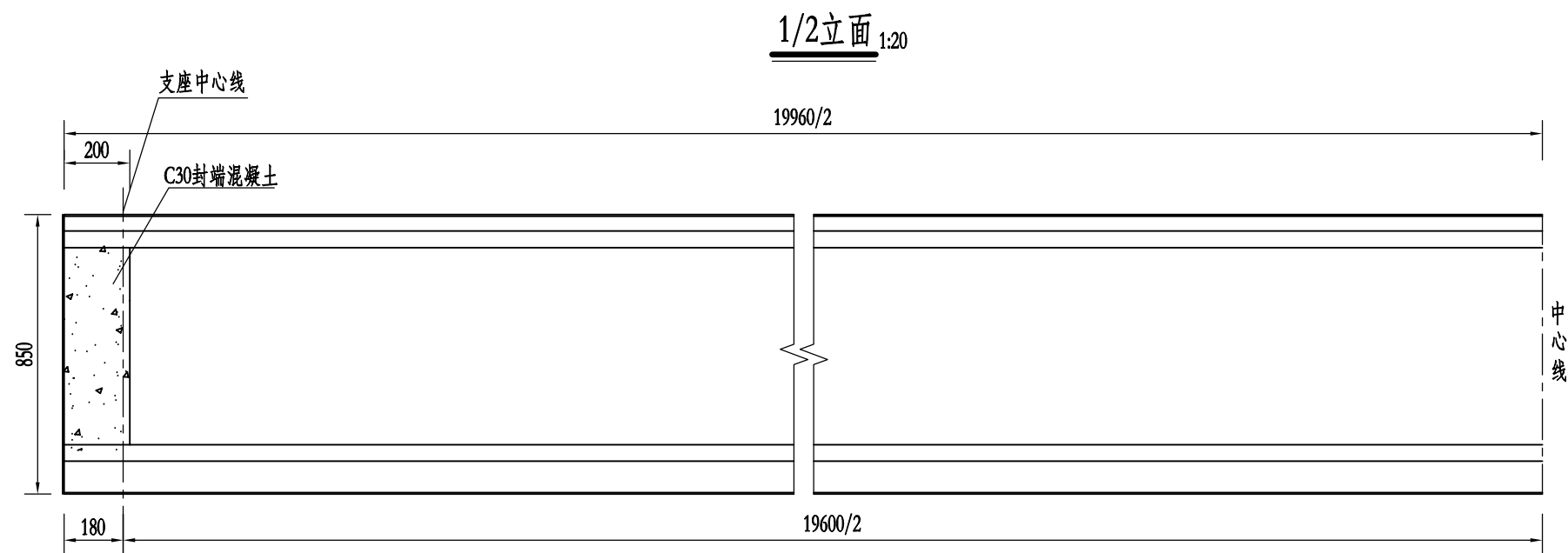
专业:	桥梁工程
图名:	桥墩上桥面连续构造图

设计

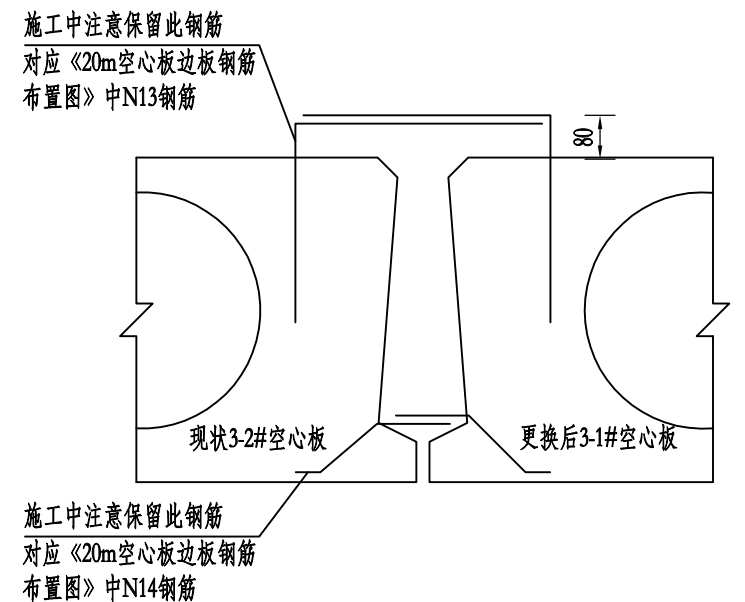
复 核

审核

图 号



铰缝钢筋施工大样 1:20

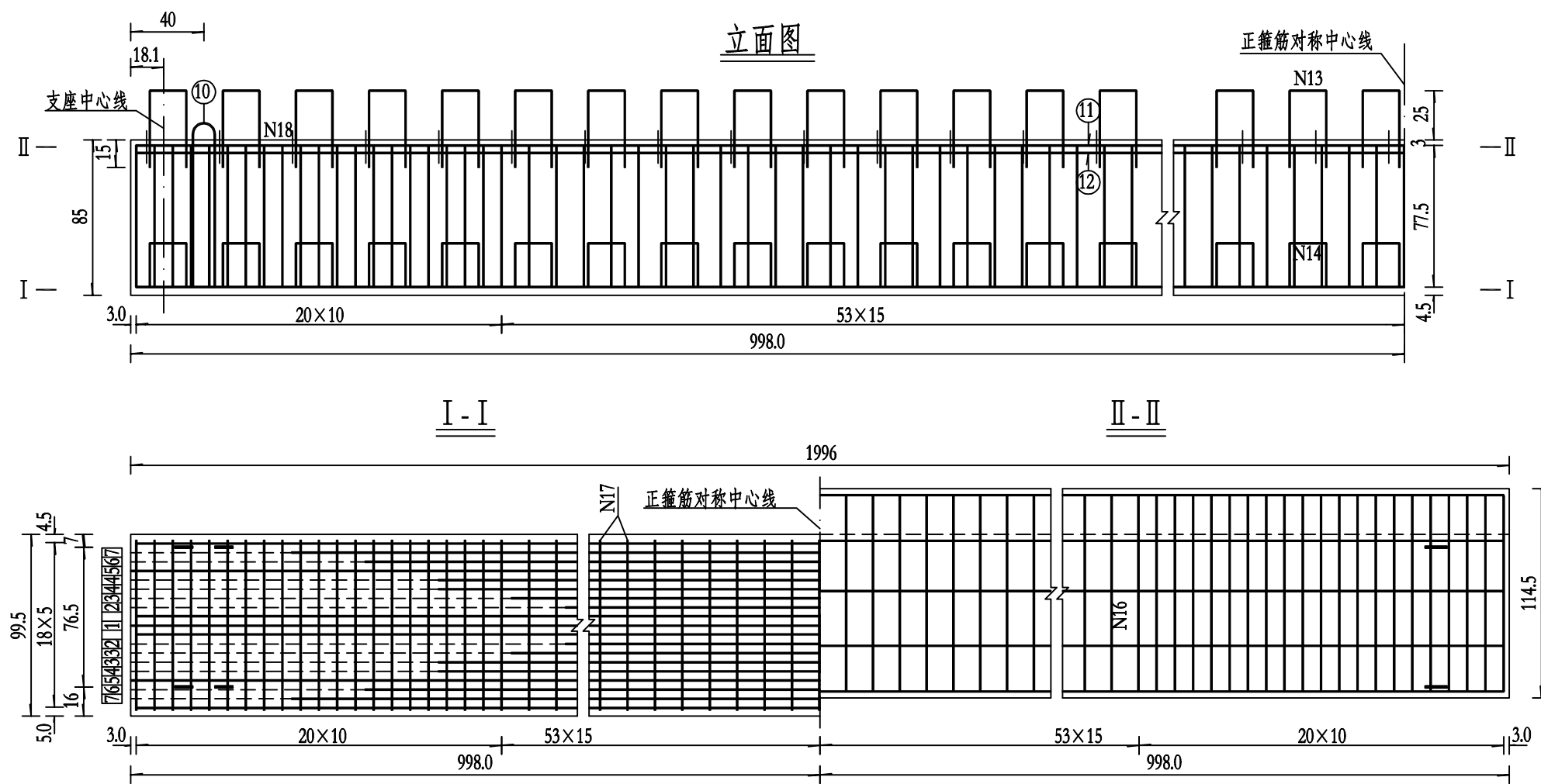


说明:

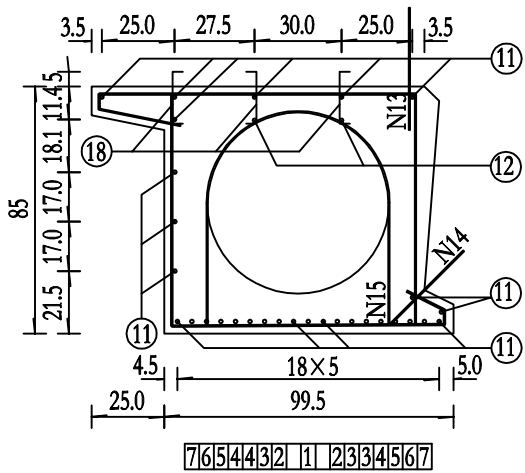
1. 本图适用于第3跨空心板更换, 尺寸均以mm计。
2. 预制空心板梁顶面拉毛, 锚固端面和铰缝面凿毛成凹凸不小于6mm的粗糙面, 以利于新旧混凝土良好结合。
3. 预埋铰缝钢筋见空心板钢筋构造图。
4. 施工中注意保留现状3-2#空心板预埋铰缝钢筋 (对应《20m空心板边板钢筋布置图》中N13、N14钢筋)。
5. 橡胶支座尺寸与原桥一致, 型号采用GBZJ150×150×28 (CR), 橡胶支座的性能要求应满足JT/T 4-2019《公路桥梁板式橡胶支座》的各项技术指标。

工程数量表

斜度 (度)	一道铰缝	一块边板			橡胶支座
	现浇C50 (m³)	预制C50 (m³)	封端C30 (m³)	凿毛混凝土 (m²)	GBZJ150×150×28 (CR) (个数)
0°	2.37	10.3	0.12	19.95	4



边板跨中断面



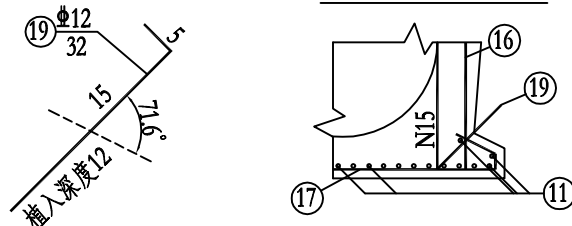
预应力筋有效长度表

编号	1	2	3	4	5	6	7
长度	1996	1160	1330	1490	1996	1660	1820

附注：

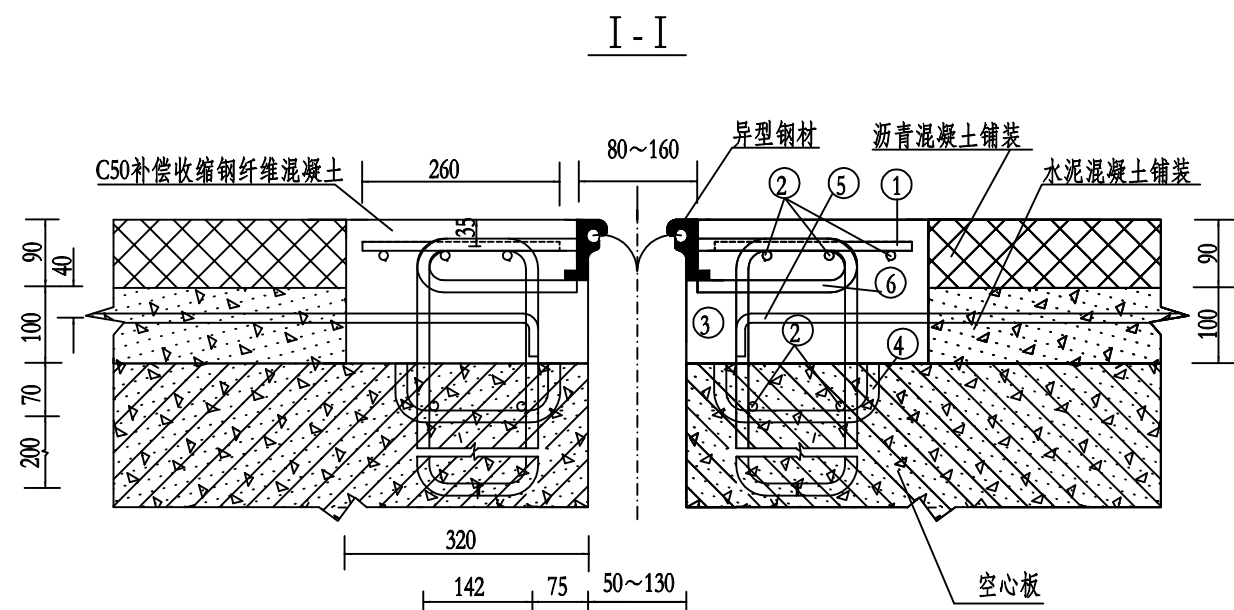
- 1.本图尺寸除钢筋直径以毫米计外，余均以厘米为单位。
- 2.14号筋伸出部分预制时紧贴侧模，安装时拔出。
- 3.预应力钢绞线标准强度为1860MPa，张拉控制应力采用1339MPa。
- 4.C30封头混凝土工程量每块板0.123立方米。
- 5.本空心板预应力采用先张法施工，混凝土强度达到设计强度100%时方可分批放松预应力钢绞线，预制板存梁时间不得大于60天。
- 6.施工时预应力筋有效长度范围以外部分(图中虚线段)应采用硬塑料管套住，进行失效处理，其有效长度以板跨中心线为轴对称布置。
- 7.15号钢筋每40厘米设一道，其下端钩在17号钢筋上并与之绑扎。
- 8.18号钢筋的纵向间距为40cm。
- 9.伸缩缝等预埋件若需设置，应参照有关图纸预埋。
- 10.预应力筋的长度不包括张拉工作长度。
- 11.施工中注意保留现状3-2#空心板预埋铰缝钢筋N13、N14，铰缝钢筋长度应满足单面焊接的长度要求。
- 12.考虑施工过程中现状3-2#空心板N14钢筋外露部分可能被损坏，损坏后钢筋外露长度若不足单面焊接长度要求，则应进行植筋，植筋数量暂按30根考虑，以现场实际发生为准。
- 13.植筋钻孔深度为12cm，钻孔直径为Φ15mm。在植筋钻孔过程中，钻到钢筋应立即推出，移位重钻。对报废的孔眼，及时予以清洗并用C50水泥净浆填塞。钻孔过程中，应待空孔眼植筋完毕并待凝胶固化强度达到设计强度后，方可继续钻其他孔眼。相邻孔位不可同时钻孔，应跳孔实施。
- 14.植筋施工：钻孔和插入种植钢筋的施工程序为放样、钻孔、清孔及用胶结材料填充孔眼和插入种植钢筋。设计钢筋采用Φ12螺纹钢，锚固长度为10d（d为钢筋直径）。植筋胶剂采用化学粘合剂固定钢筋；要求凝胶时间10分钟以内，固化时间1小时以内，锚筋抗拔力在5吨以上。植筋前，应模拟锚筋，对所用胶剂进行粘结抗拔试验，并验证胶凝和固化时间，稳定合格后，方可正式使用。植筋应由专业施工单位进行施工。

植筋断面示意

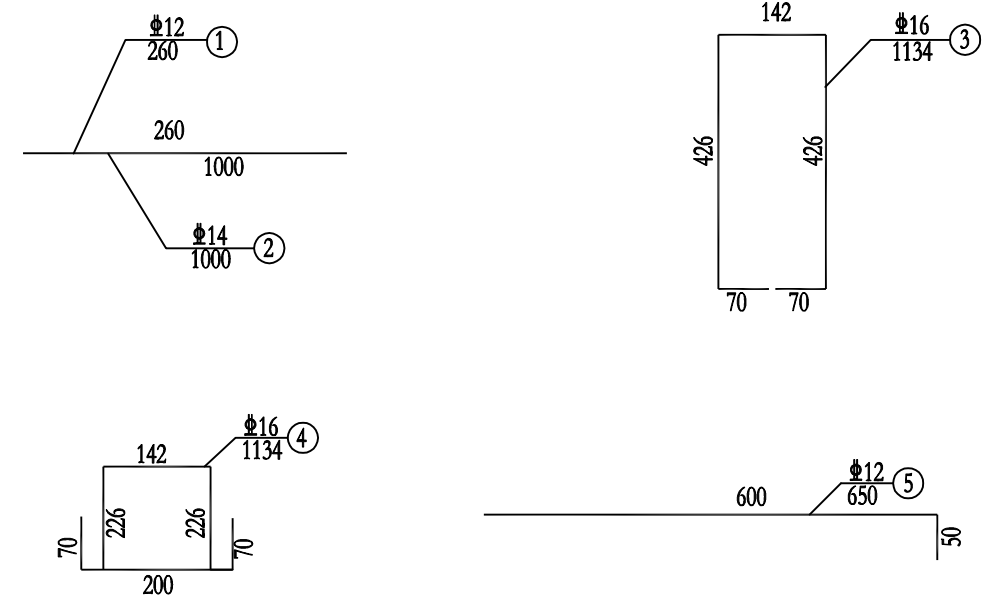
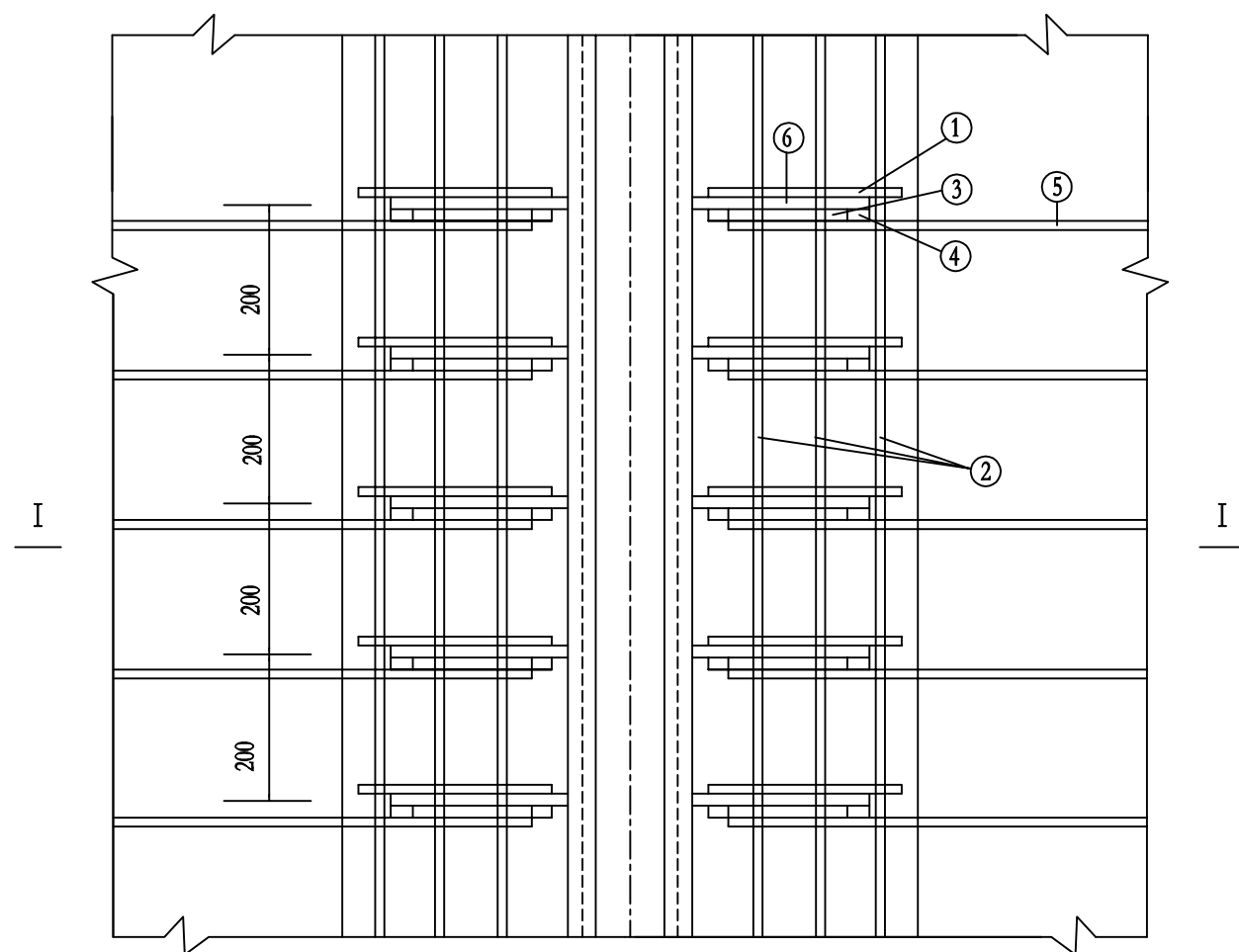


一块边板工程数量表

编号	直径 (mm)	长度 (cm)	根数	共重 (kg)	C50混凝土 (m³)
1-7	Φ15.24(7Φ5)	1996	15	329.9	10.28
10	Φ25	208.8	4	32.2	
11	Φ12	1992	15	265.3	
12	Φ8	2012	2	15.9	
13	Φ12	120.0	50	53.3	
14	Φ10	122.0	50	37.6	
15	Φ8	194.8	50	38.5	
16	Φ12	233.3	112	232.0	
17	Φ8	205.6	112	91.0	
18	Φ10	24.7	150	22.9	
19	Φ12	32	30	8.5	
					植筋



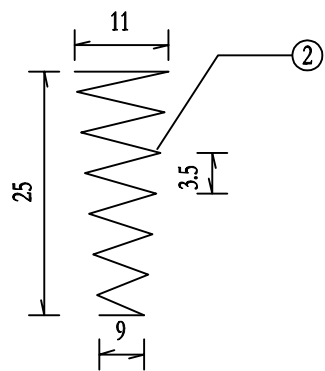
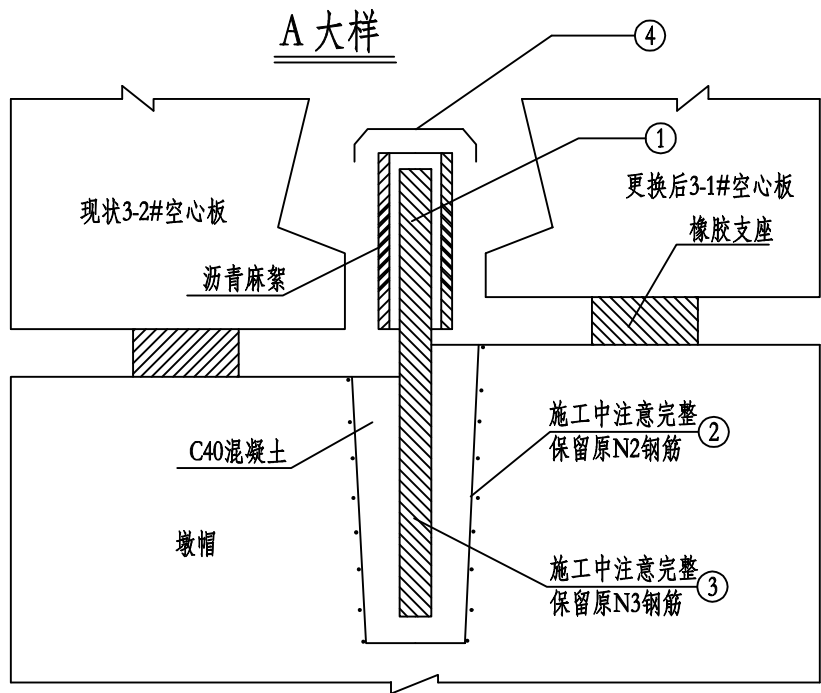
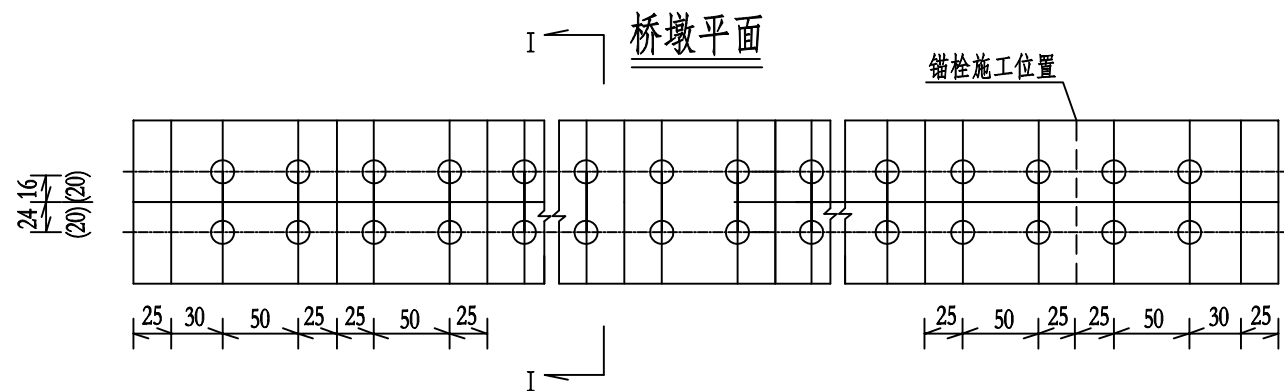
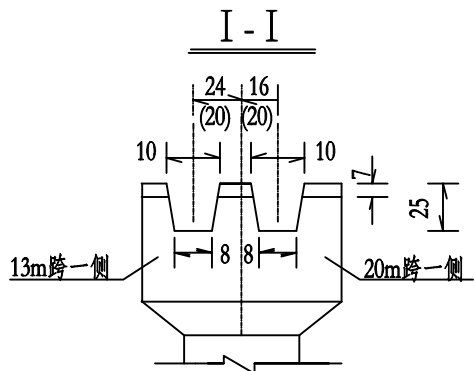
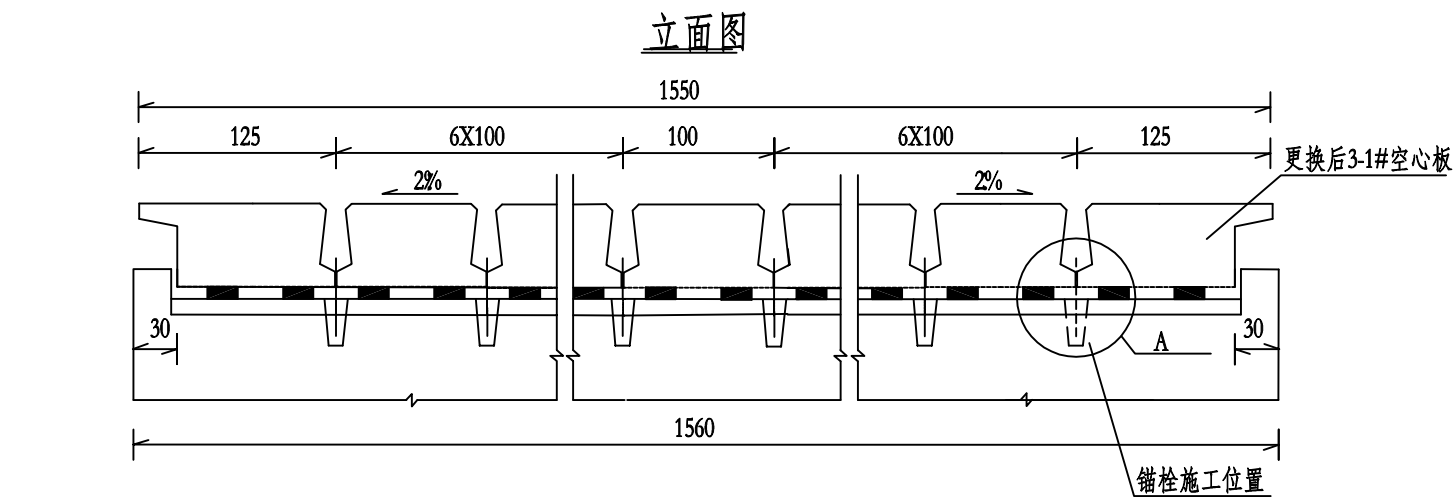
平面



每米伸缩缝材料表

编号	直径 mm	长度 cm	根数	总长 m	总重 kg	共重 kg	C50补偿收缩钢 纤维混凝土 m³	备注
1	Φ12	26	10	2.6	2.31	HRB400 钢筋: 38.0	0.122	施工预埋
2	Φ14	100	10	10	12.09			
3	Φ16	113	10	11.3	17.83			
4	Φ16	113						
5	Φ12	65	10	6.5	5.77			
6	伸缩缝配件							厂方提供

- 说明:
- 尺寸除图注外均以毫米为单位, 比例1:10。
 - 本图适用于第3跨右侧边梁上所设置的桥梁伸缩缝。
 - N3、N4钢筋预埋在板内并与N1、N2钢筋电焊, N5与N3或N4钢筋点焊。
 - 当预埋钢筋位于空心板肋板位置时预埋筋采用N3钢筋, 位于挖空部分预埋筋采用N4钢筋。
 - N6钢筋由厂方提供并在厂家与异形钢材焊接。
 - 行车道端部设置伸缩装置封端。
 - 本图参照GQF-C形伸缩缝设计, 伸缩缝安装应在厂家指导下进行。
 - 钢纤维含量: 每立方米混凝土94公斤。
 - 应避免在极端最高和最低气温时安装伸缩缝。
 - 本桥于2号墩处右幅设置D-80型钢伸缩缝恢复, 恢复范围为右幅D-80型钢伸缩缝, 长度按7.24m计列。
 - 对现状伸缩缝进行拆除, 拆除的时候应注意保留锚固钢筋, 不得随意切断。



材料数量表

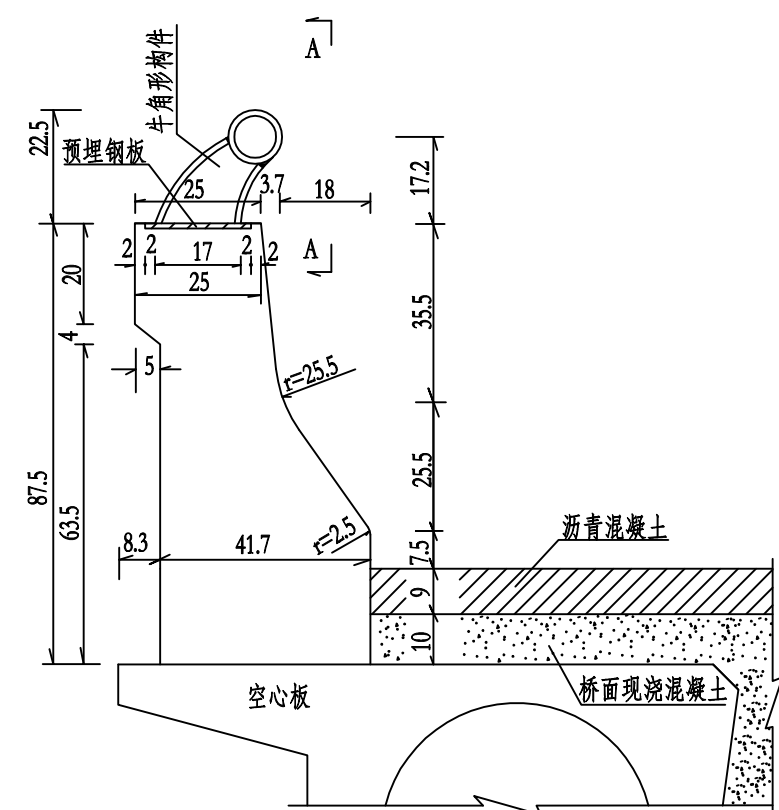
编号	材料	规格 (mm)	单件长 (cm)	件数	共长 (m)	共重 (kg)
1	钢管	φ38×2.5	20	1×2	0.4	0.8
2	钢筋	φ8	保留原N2钢筋			
3	钢筋	φ25	保留原N3钢筋			
4	锌铁皮	200×200×0.25		1×2		0.2

注：
1.图中所注倾斜方向只作示意，不作施工依据。
2.3号钢筋为锚栓，锚栓外露部分表面20cm长度内须涂红丹两遍，以防锈蚀。
3.图中括号内数据适用于2#墩，括号外数据适用于3#墩。
4.施工中注意完整保留N2、N3钢筋。
5.锚栓施工仅拆除更换锚栓外露部分N1钢管、N4锌铁皮及沥青麻絮。
6.本图适用于第3跨右侧边梁处抗震锚栓。



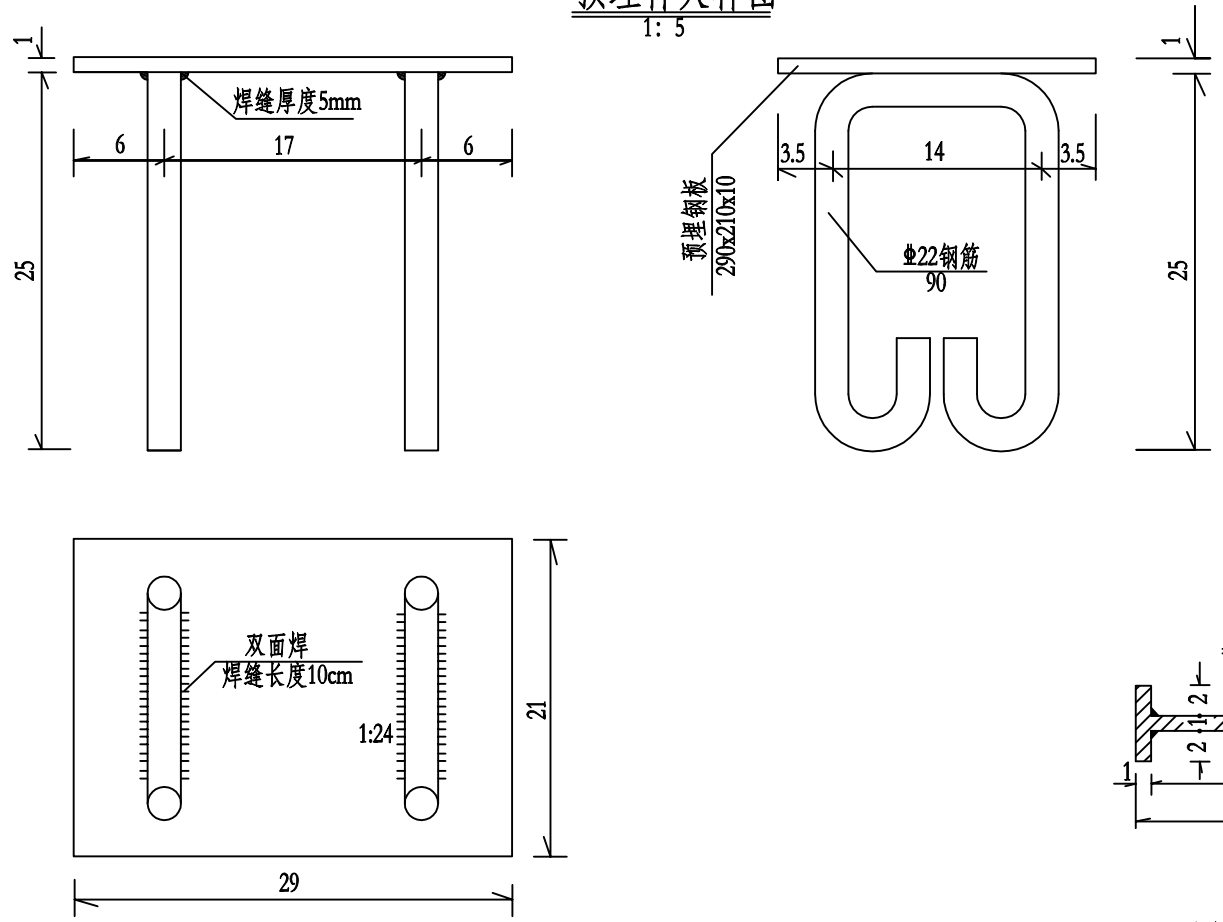
I 型护栏横断面

1:15



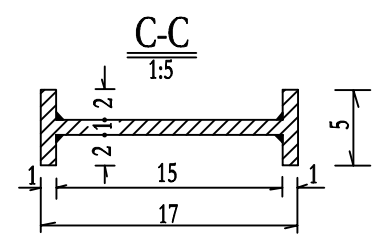
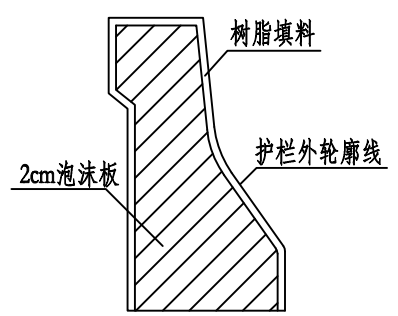
预埋件大样图

1: 5



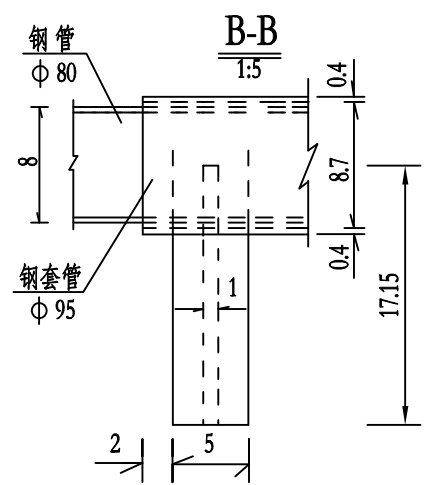
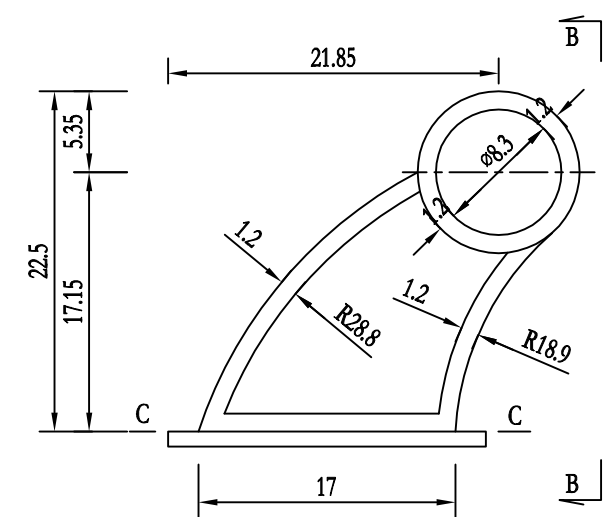
连续缝处护栏断缝处理图

(不适用于设置伸缩缝的断缝)



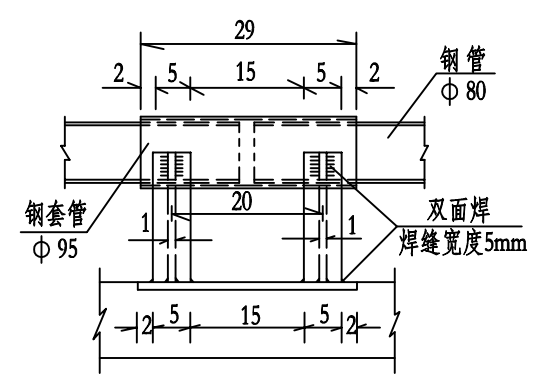
牛角形构件大样图

1: 5



A-A

1:10

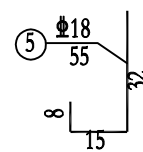
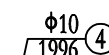
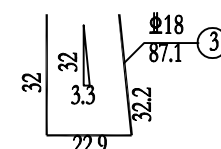
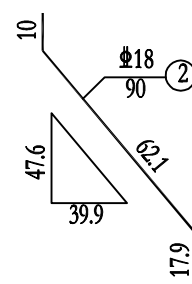
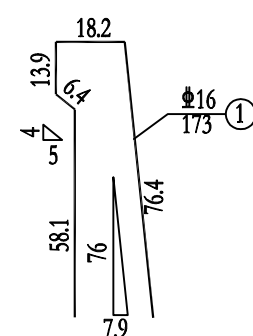
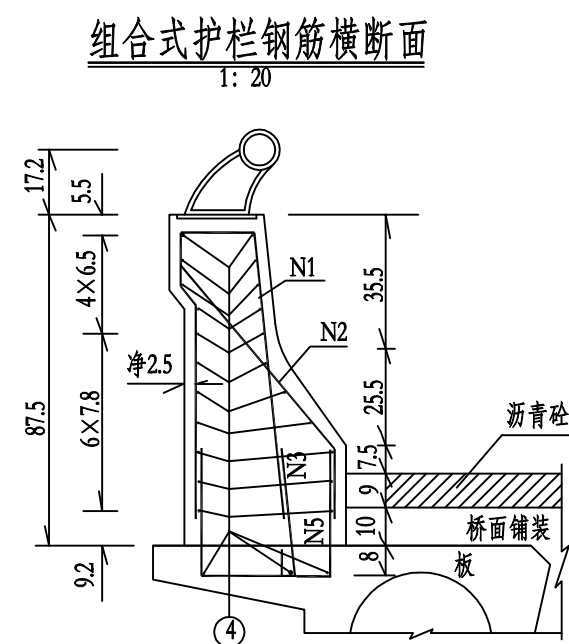
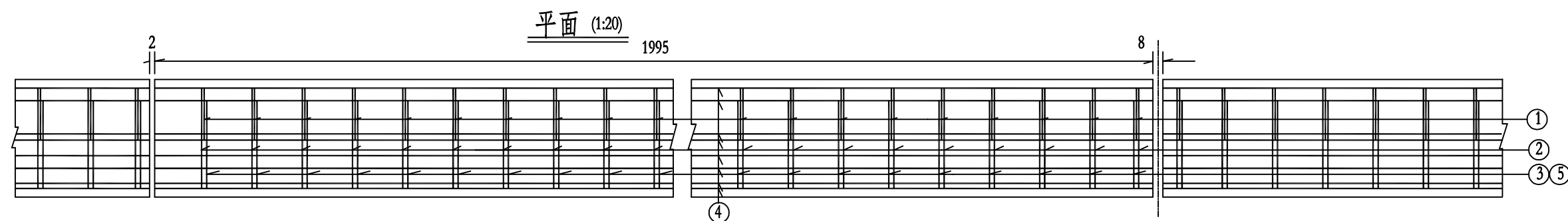
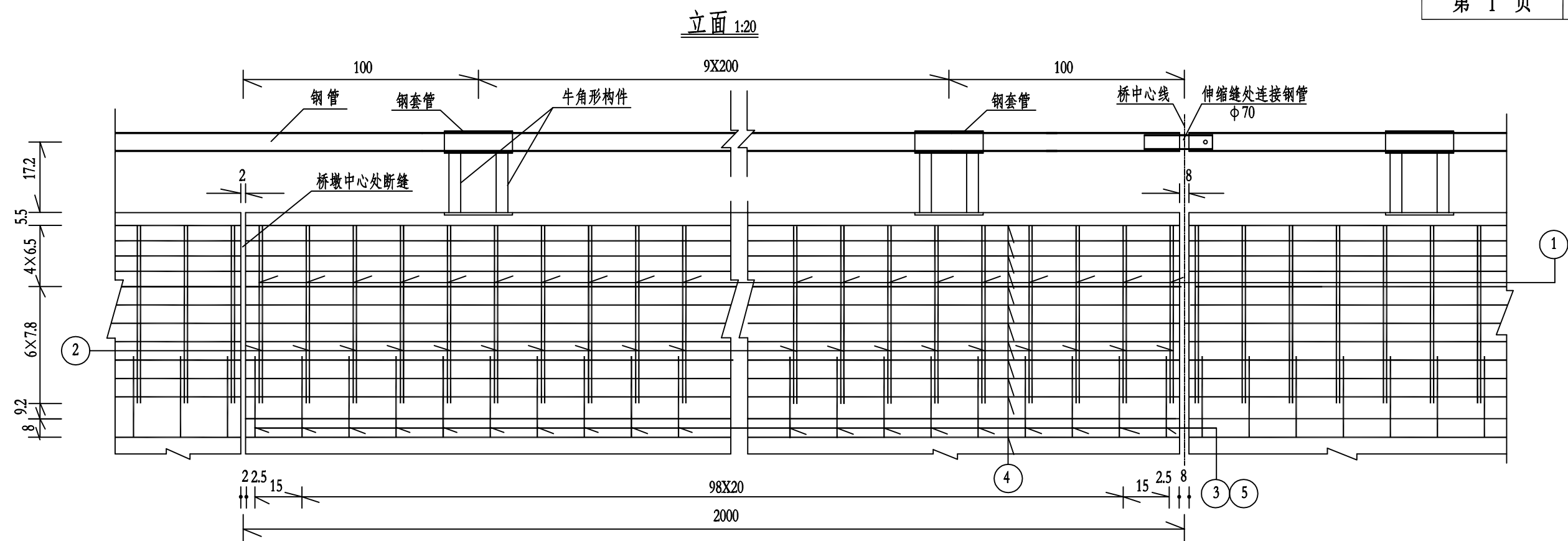


I 型护栏顶部铁件材料数量表

类 型	规 格 (mm)	每件长 (cm)	件数	总长 (m)	总重 (kg)
钢筋	Φ22	90.0	20	18.0	53.7
钢套管	Φ 95x4	29.0	10	2.9	26.0
钢管	Φ 80x4	2000	1	20	149.8
A3钢板	牛角形构件		20		90
	290x210x10		10		47.8

附注:

- 1.图中尺寸除钢板, 钢筋及钢管的规格以毫米计外, 余均以厘米为单位。
- 2.牛角型构件在伸缩缝两侧各设一道, 护栏钢管在此断开。
- 3.连续梁非伸缩缝位置的桥墩顶, 其护栏应设置断缝, 宽度2cm。
- 4.本图适用于第3跨右侧防撞护栏。



附注：

1.本图尺寸除钢筋直径以毫米计外,余均以厘米为单位。

2.N5钢筋预埋在空心板内，并尽可能与空心板内钢筋焊接。

3.预埋的N3、N5钢筋与N1、N2钢筋须焊接在一起,采用单面焊。

4.连续缝处护栏断缝设置宽度为2cm.

5. 本图适用于第3跨右侧防撞护栏。

I 型防撞护栏材料数量表

钢筋编号	钢筋直径 (mm)	每根长度 (cm)	根 数	共 长 (m)	共 重 (kg)	合 计		
						钢 筋 (kg)		C30砼 (m^3)
						HRB400	HPB300	
1	Φ16	173	101	174.73	275.72	744.56	615.77	5.79
2	Φ18	90	101	90.9	181.8			
3	Φ18	87.1	101	87.97	175.94			
4	Φ10	1996	50	998.00	615.77			
5	Φ18	55	101	55.55	111.1			



福建省高速技术咨询有限公司
Fujian Provincial Expressway Technology Consulting Co., Ltd.

建设单位：福建省高速公路集团有限公司漳州管理公司

工程名称:	沈海高速公路林头互通1#桥维修处治工程
-------	---------------------

专业:	桥梁工程
-----	------

图名: I 型防撞护栏钢筋构造图

设计

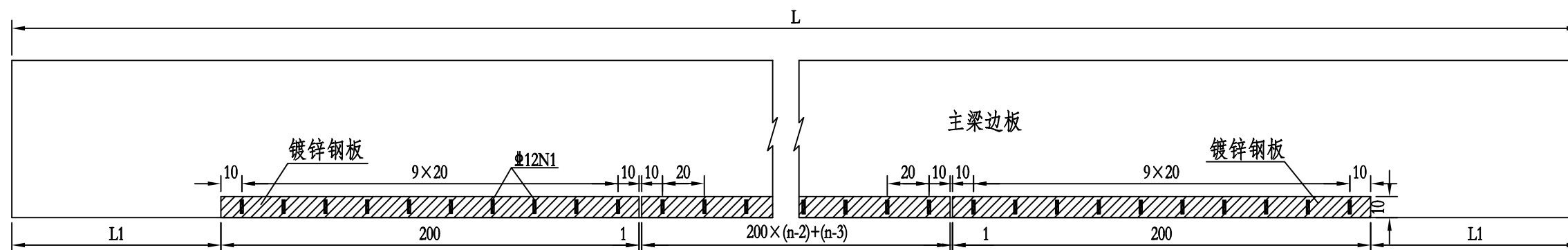
复核

审核

图 号

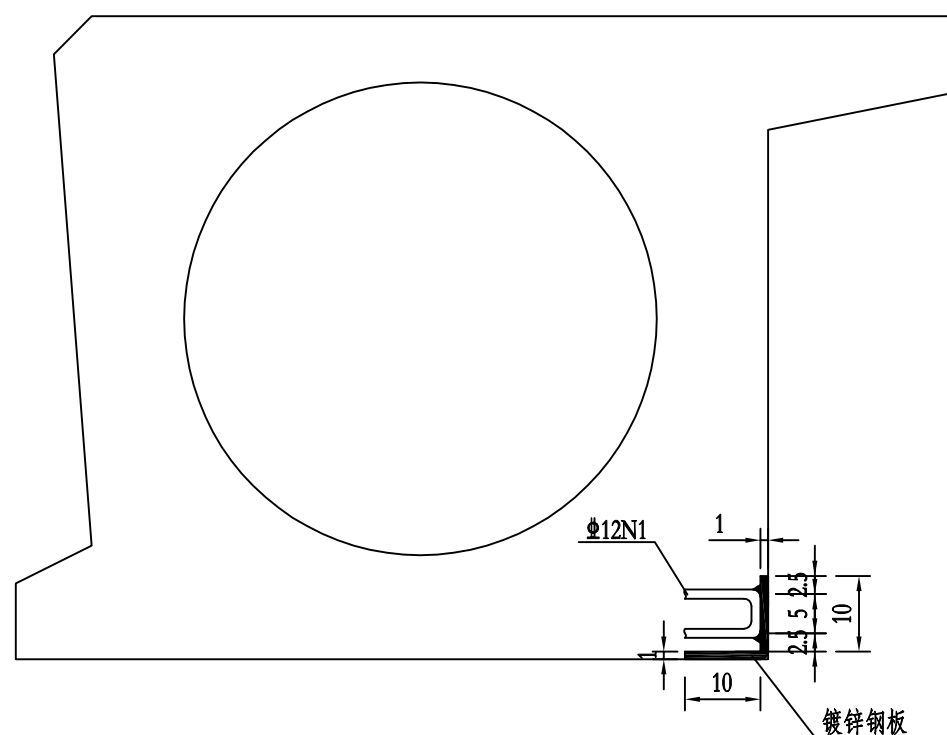
边板预埋钢板侧面 1:25

1:25



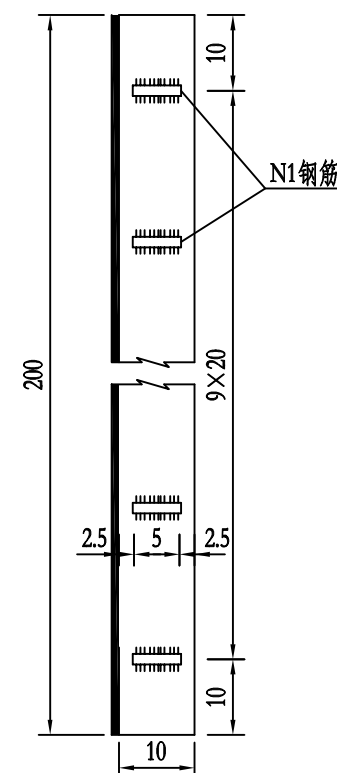
边板预埋钢板立面 1:10

- 1:10



镀锌钢板 1:10

1:10



参数表

参数 \ 跨径(cm)	200
L	199
L1	94
n	9

预埋钢板数量表

跨径 (cm)	名称	规格或直径	长度 (cm)	单位重 (kg)	数量	总重 (kg)
2000	L形镀锌钢板	200×10	200	31.40	9	282.6
	N1钢筋	Φ12	25	0.222	90	19.98

说明:

1.本图尺寸均以厘米为单位，比例见图示。

2.N1钢筋采用双面焊接,若与主筋或预应力筋有干扰,可适当扳动N1筋。

3.本图适用于第3跨右侧边梁。



福建省高速技术咨询有限公司
Fujian Provincial Expressway Technology Consulting Co., Ltd.

Fujian Provincial Expressway Technology Consulting Co., Ltd.

建设单位：福建省高速公路集团有限公司漳州管理公司

工程名称: 沈海高速公路林头互通1#桥维修处治工程

专业:	桥梁工程
-----	------

图名:边板下侧边缘预埋钢板防护设计图

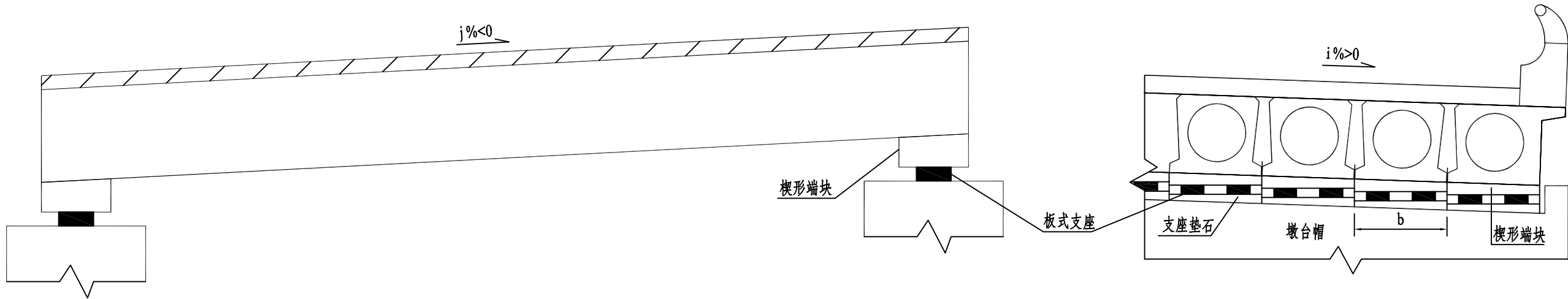
设计

复核

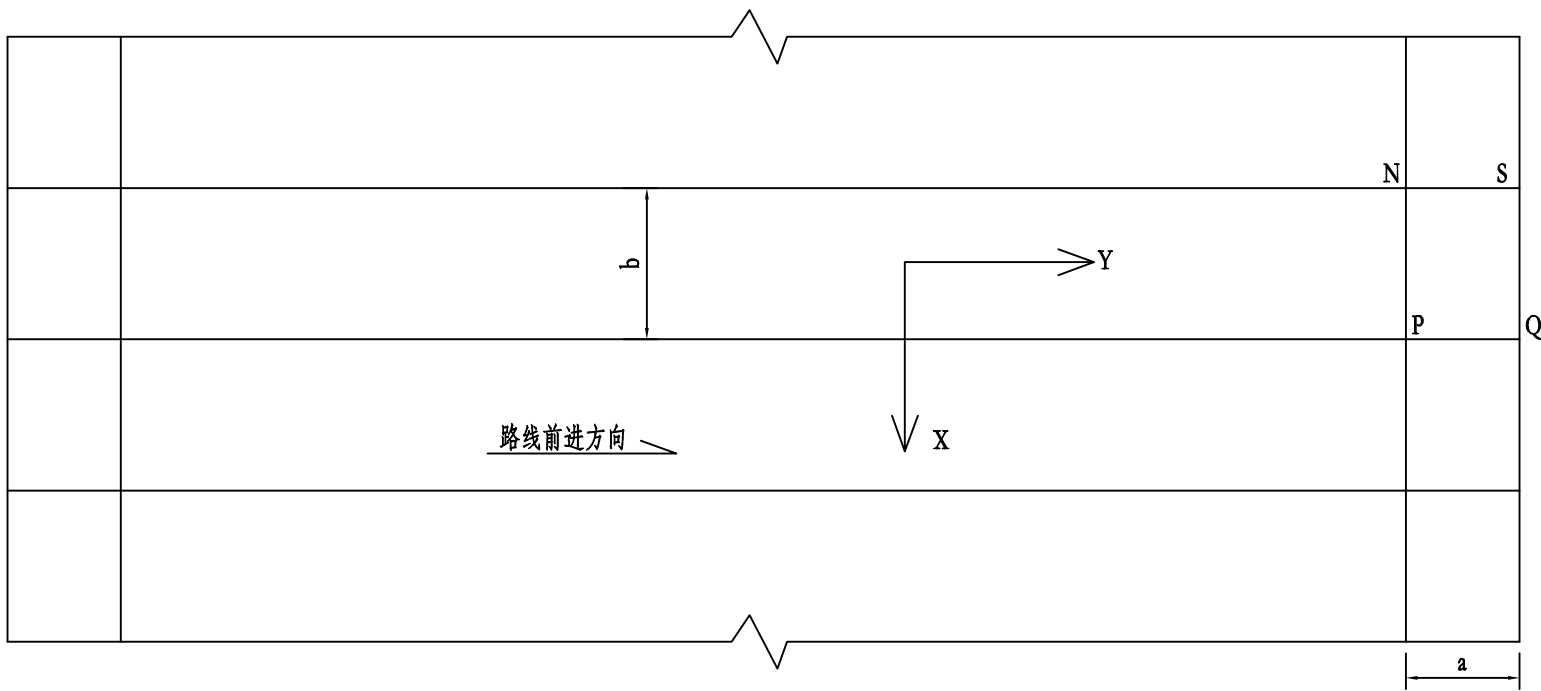
审核

图 号

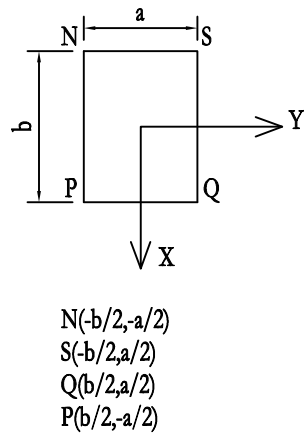
桥梁纵断面示意图



平面示意图

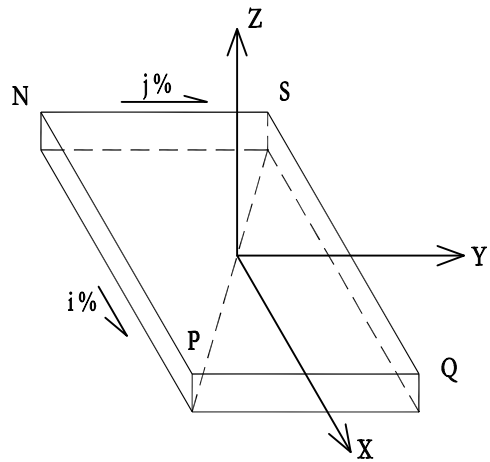


正交条件下的楔块四角坐标



板底调平楔块结构尺寸表

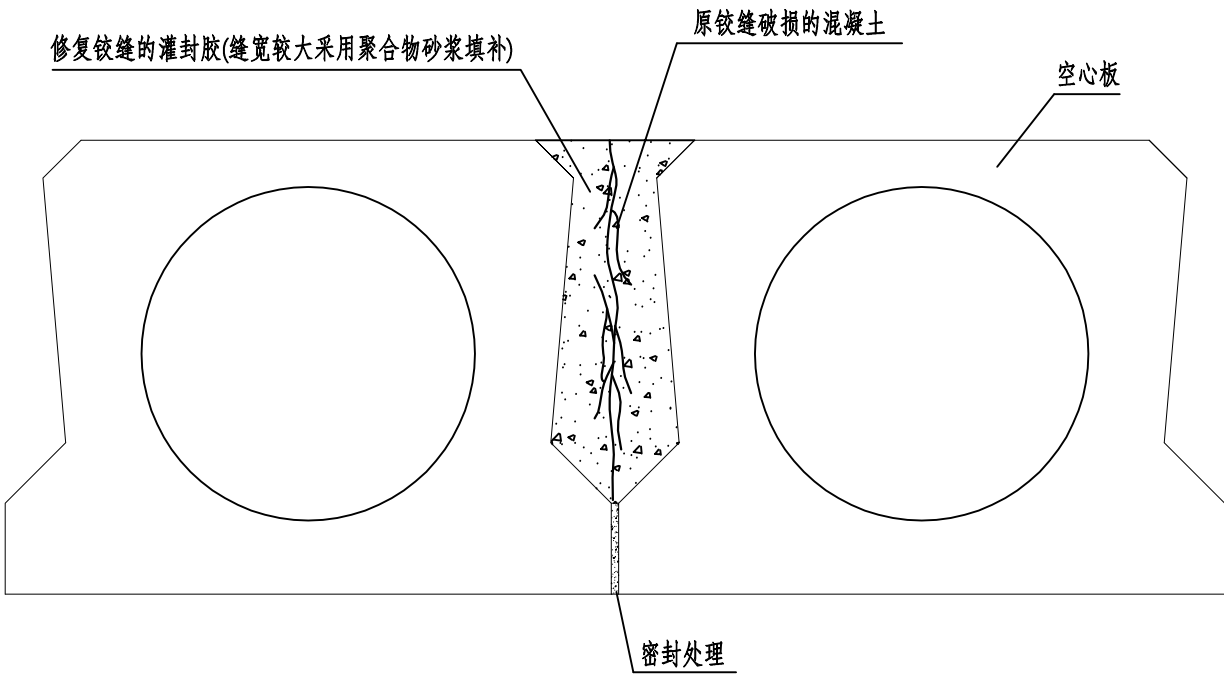
项目		h0(cm)	i(%)	j(%)	Nz(cm)	Sz(cm)	Qz(cm)	Pz(cm)	a(cm)	b(cm)	C50砼(m³)
桥跨	第三跨 右半幅	2.0	+2	+0.29	3.07	3.06	0.94	1.06	40	100	0.02



附注：
1.本图为适应纵、横坡的支座平置安装示意图。
2.本方案不设调整钢板，在预制空心板时在两端做成一段楔形端块，端块的四角高度由坡度及斜交角度按下式计算确定。
 $Z=h_0+iX+jY$



空心板铰缝注胶示意图



铰缝注胶处理工程数量表

构件	病害类型	位置描述	病害长度 (m)	病害数 (处)	铰缝灌胶 (m)
3-3铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩0m	12	1	12
3-5铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩2-13m	1.2	4	5
3-6铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩2-12m	2	3	6
3-7铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩0m	19	1	19
3-9铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩12m	1.5	1	2
3-10铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩1m	19	1	19
3-13铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩12m	3	1	3
3-14铰缝	铰缝填料剥落	底板距2号墩2m	5	1	5
合计：铰缝灌胶70.3m/0.18m³					

处理步骤及要求：

1.采用电动钢丝刷、高压水将板梁缝内的泥沙、碎屑、油污等杂物清理干净。

2.沿铰缝每2m左右从底部插入注胶管和测量管（可用PVC线管），所有注胶管都设置到离原铰缝填料底部约1cm的同样高度，测量管则略低于注胶管1~2cm。用封口胶封闭铰缝底部。

3.按比例配制灌封胶并用专用压胶机具从注胶管压注灌封胶，当测量管流胶时即停止注胶。