

国道 G240 线牛勒桥水毁隐患整治工程

施工图设计

第一册 共一册

江门市公路勘察设计院有限公司

二〇二六年五月



国道 G240 线牛勒桥水毁隐患整治工程

施工图设计

第一册 共一册

项目负责人: 

总工程师: 

设计院院长: 

江门市公路勘察设计院有限公司

二〇二六年五月

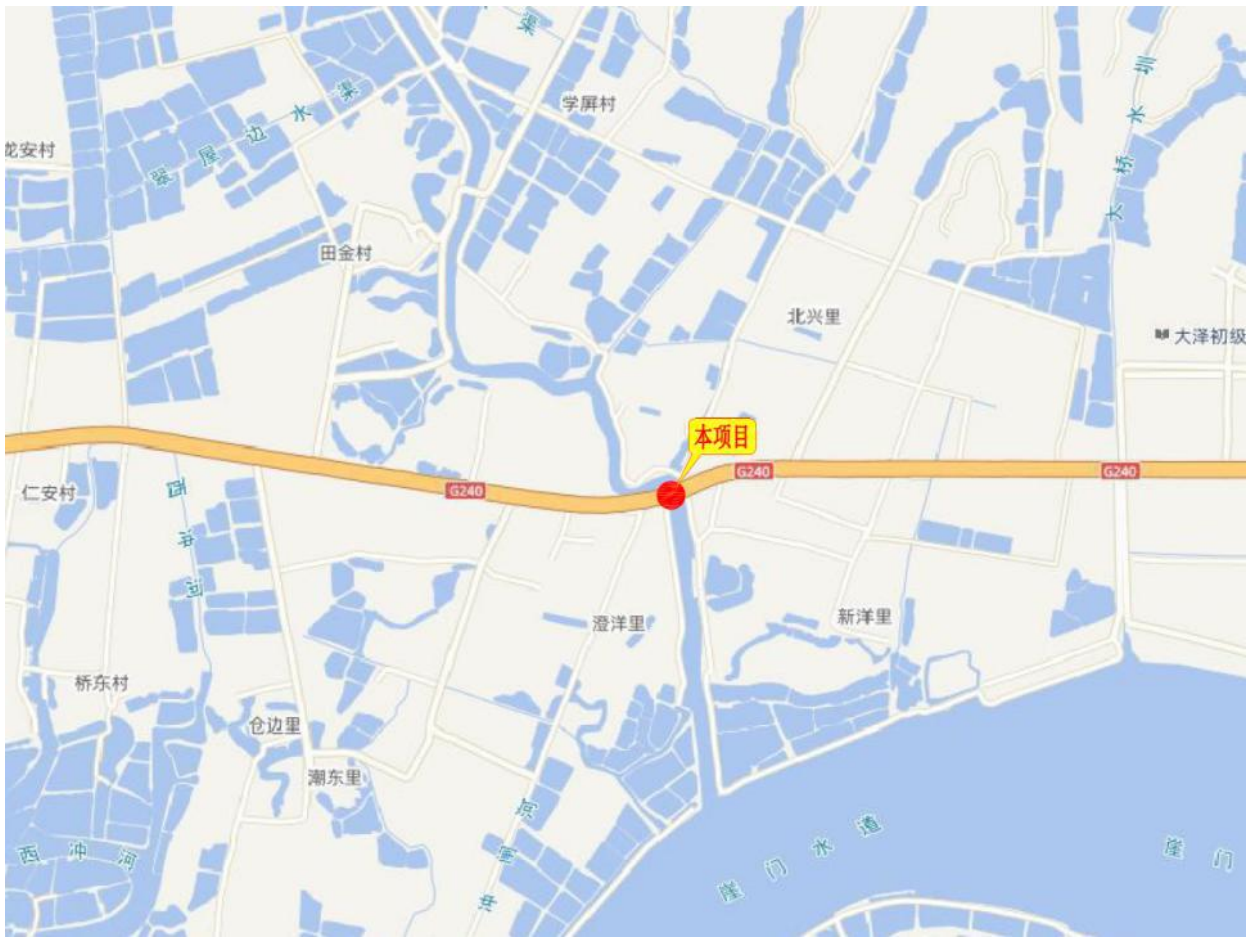
设计说明

一、项目概况

本项目为国道 G240 线牛勒桥水毁隐患整治工程，位于江门市新会区大泽镇。牛勒桥始建于上世纪九十年代前，是 G240 国道上跨越潭江支流的重要通道。桥梁采用现浇空心板结构，下部为桩柱式墩台（墩径 0.6m），主梁高 0.6m。全桥分左右两幅布设，总长 56.10m，桥跨组合为 5×10.00m，总宽 21m（含 0.5m 护栏及 20.0m 行车道）。受区域潮汐水位反复涨落影响，桥梁长期遭受水流冲刷、干湿交替风化及氯离子侵蚀等多重病害作用，结构损耗隐患突出。

经现场检测及水下探摸查明牛勒桥右幅 1-3 号桥墩墩柱长期处于潮汐水位变动区，混凝土出现大面积剥落、露筋，钢筋锈蚀严重；0 号桥台台前护坡受水流淘刷出现大面积脱空，脱空深度最大达 1.2m。

上述病害已严重削弱桥梁下部结构承载力及耐久性，若不及时处治，将进一步发展危及桥梁整体安全。本次维修工程通过墩柱外包加固、增设台前护坡防护等措施，消除安全隐患，保障桥梁长期安全运营。



项目地理位置图

现场照片如下：



二、设计依据及规范

- 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）
- 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）
- 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）
- 《公路桥梁加固设计规范》（JTG/T 5431-2025）
- 《公路路基设计规范》（JTG D30-2015）
- 《高速公路改扩建工程设计规范》（DB44/T 2689-2025）
- 《公路工程施工安全技术规范》（JTG F90-2015）
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204-2015）

《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610-2019）
《钢围堰工程技术标准》（GB/T51295-2018）
国家、交通运输部及广东省其他相关标准、规范及规程
桥梁常规检测报告及现场调查资料。

三、主要技术标准

- 1、桥梁结构安全等级：一级；
- 2、设计荷载：汽-20 荷载、挂车-100 级；
- 3、环境类别：水下环境，混凝土结构耐久性按Ⅲ类环境要求（依据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362—2018）；
- 4、加固后墩柱设计使用年限：满足原桥梁剩余设计使用年限要求；

四、 设计内容

1、墩柱外包混凝土加固
对右幅 1-3 号处于潮汐水位变动区的桥墩墩柱实施全断面外包混凝土加固，加固厚度 15cm。具体工序包括：墩柱表面凿毛处理、锈蚀钢筋除锈阻锈、新增钢筋笼绑扎与焊接、钢围堰安装、水下 C30 混凝土浇筑、养护及围堰拆除。

2、0 号桥台护坡加固
先清除台帽下脱空区域松散土体及淤泥，再施工外侧台前护坡平台，最后用混凝土填充台帽下脱空区。

五、主要材料技术要求

- 1、混凝土
墩柱加固采用水下 C30 水泥混凝土，其技术性能需同时满足设计及规范要求，具体指标如下：
 - 1）强度要求：28d 轴心抗压强度标准值≥30MPa，轴心抗拉强度标准值≥2.01MPa，与老混凝土粘结强度≥1.5MPa（依据《公路桥梁加固设计规范》）；
 - 2）工作性能：坍落度控制在 180-220mm，水下浇筑时扩展度≥500mm，初凝时间≥6h，终凝时间≤12h；
 - 3）耐久性：抗渗等级≥P8，氯离子渗透系数≤ $10 \times 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$ ，满足Ⅲ类环境长期浸泡要求；
 - 4）材料要求：环氧树脂掺量需通过配合比试验确定，水泥采用 42.5 级普通硅酸盐水泥，粗骨料最大粒径≤25mm。
- 2、钢筋
 - 1）HRB400 钢筋直径均不小于 10mm，为热轧带肋钢筋；HPB300 钢筋为热轧光圆钢筋。

HRB400 钢筋的材质，应符合《钢筋混凝土用钢带肋钢筋》(GB 1499.2-2024)的规定；HPB300 钢筋的材质，应符合《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》(GB 1499.1-2024)的规定；

2）外观质量：钢筋表面无锈蚀、油污、裂纹、结疤等缺陷，除锈后需露出金属光泽，表面粗糙度满足阻锈剂附着要求；

3）尺寸偏差：主筋直径偏差±0.4mm，间距偏差±10mm，箍筋间距偏差±20mm（依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204）；

3、阻锈剂
选用适用于水下环境的复合型钢筋阻锈剂，技术要求如下：

1）性能指标：对钢筋锈蚀抑制效率≥90%（依据 JGJ/T192-2009），与混凝土相容性试验中凝结时间差≤30min，强度损失率≤5%；

2）施工适应性：水下涂布后 30min 内形成不溶于水的保护膜，涂层厚度均匀性偏差≤10%；

3）施工要求：采用高压无气喷涂工艺，确保所有外露钢筋表面覆盖率≥100%，无漏涂、气泡。

4、辅助材料
1）钢围堰：采用 Q235B 钢板制作，钢板厚度≥6mm，围堰整体刚度需满足水深条件下的抗变形要求，止水密封材料采用遇水膨胀橡胶条，压缩永久变形≤20%；

2）工字钢：采用 I20b 型工字钢（依据 GB/T706-2016），材质 Q235B，支撑间距需经计算确定，确保围堰水平位移≤5mm；

3）绑扎铁丝：采用 Φ1.2mm 镀锌铁丝，镀锌层重量≥275g/m²，抗拉强度≥400MPa，确保钢筋笼绑扎节点抗拔力≥50N。

六、施工方法及技术要求

- 1、施工准备
 - 1）施工前组织技术人员进行图纸会审及技术交底，熟悉设计文件及相关规范要求；编制详细的专项施工方案及应急预案，报监理单位审批后实施。
 - 2）对桥梁进行全面检测，采用超声回弹仪检测墩柱混凝土强度，钢筋探测仪确定钢筋位置及锈蚀程度，高清水下录像设备探查墩柱水下病害情况，建立详细的病害档案。
 - 3）所有进场材料必须提供出厂合格证、质量证明书及第三方检测报告，经监理单位检验合格后方可使用；严禁使用不合格材料。
 - 4）水下施工优先选择在枯水期进行，施工前连续 7 天监测水位变化，确定最高施工水位；施工期间安排专人负责水位监测，遇异常水位及时采取防护措施。

5) 施工前做好场地平整、临时道路修建、临时排水设施设置等工作；合理布置材料堆放场、拌合站及施工设备停放场地，避免影响交通及周边环境。

2、墩柱外包加固施工

1) 施工平台搭设

采用钢管脚手架搭设施工平台，平台宽度 $\geq 1.2\text{m}$ ，设置护栏及安全网；脚手架基础必须坚实，设置扫地杆及斜撑，确保平台稳定。

2) 钢围堰制作与安装

钢围堰在工厂分节制作，运至现场后进行预拼接，确保接缝错边量 $\leq 2\text{mm}$ ，焊缝饱满无渗漏；采用振动锤下沉围堰，下沉过程中实时监测垂直度，垂直度偏差 $\leq 1/500$ ；围堰下沉至设计标高后，安装内支撑，工字钢轴线偏差 $\leq 10\text{mm}$ ，连接螺栓扭矩值达到设计要求；围堰底部采用水下混凝土封底，封底厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，确保止水效果。

3) 表面处理

采用人工配合风镐凿除墩柱表面松动、破损、蜂窝、麻面的混凝土，直至露出坚实的混凝土基面；凿除深度以清除所有病害为准，最小凿除深度 $\geq 2\text{cm}$ ；凿除过程中控制施工力度，严禁损伤原结构钢筋及完好混凝土。

采用压力 $\geq 20\text{MPa}$ 的高压水对墩柱表面进行彻底冲洗，清除表面淤泥、浮渣、锈迹及灰尘；冲洗完成后，用压缩空气吹干表面水分，确保基面干净、坚实。

4) 钢筋处理

采用钢丝刷、电动磨光机等工具对锈蚀钢筋进行彻底除锈，直至钢筋表面无可见锈迹并露出金属光泽；对于锈蚀严重、截面损失超过 10%的钢筋，必须进行更换。

除锈完成后，立即采用高压无气喷涂工艺均匀涂布水下专用阻锈剂，涂层厚度 $\geq 200\text{ }\mu\text{m}$ ；确保所有钢筋表面及混凝土基面均被覆盖，无漏涂、气泡、流挂等缺陷。

5) 钢筋笼制作与安装

钢筋笼在现场加工制作，严格按照设计图纸控制钢筋尺寸、间距及数量；主筋采用焊接连接，焊接长度 $\geq 10d$ （ d 为钢筋直径），焊缝饱满无缺陷；箍筋与主筋采用绑扎连接，绑扎牢固，无松动。

钢筋笼安装时，采用吊车吊装就位，调整好位置及垂直度；新增钢筋笼与原墩柱钢筋采用焊接连接，焊接长度 $\geq 10d$ ，确保连接可靠；钢筋笼保护层厚度 $\geq 5\text{cm}$ ，采用混凝土垫块控制。

6) 水下混凝土浇筑

采用导管法浇筑水下 C30 混凝土，导管底部距基底距离 $\leq 30\text{cm}$ ；浇筑前进行二次清孔，确保

孔底无沉渣。

混凝土浇筑必须连续进行，不得中断；控制浇筑速度在 $0.3\text{-}0.5\text{m/h}$ ，确保混凝土均匀上升，避免出现离析、断桩等问题；浇筑过程中，定期测量混凝土面高度，及时提升导管，导管埋深控制在 $2\text{-}6\text{m}$ 。

混凝土浇筑至设计标高后，超灌 $0.5\text{-}1.0\text{m}$ ，待混凝土强度达到设计强度的 70%后，凿除超灌部分混凝土，确保顶面平整。

7) 养护与围堰拆除

水下区域采用覆盖保湿养护，外露区域采用洒水养护，养护时间 $\geq 14\text{d}$ ；养护期间，严禁在混凝土表面堆放重物或进行其他作业。

待混凝土强度达到设计强度的 100%后，方可拆除钢围堰；围堰拆除采用分段切割、吊装的方式，严禁采用爆破拆除；拆除过程中注意保护成品混凝土，避免碰撞损伤。

七、施工安全与环境保护

1、施工安全

施工人员需经安全培训合格后方可上岗，潜水员需持有效资质证书作业，作业前进行专项安全技术交底。

施工区域设置明显安全警示标志，严禁非施工人员进入；高空作业需佩戴安全防护装备，施工设备定期检查安全性能。

制定完善的应急预案，配备急救设备及药品，定期开展应急演练，确保能及时处理突发安全事件。

加强桥梁两侧管线保护，施工前联合管线权属单位排查桥梁两侧管线（燃气、供水、供电、通信等）的位置、走向及埋深，设置明显警示标识及防护围挡；施工过程中严禁使用大型机械在管线区域盲目作业，如需在管线周边施工，需采用人工开挖探坑确认管线位置，制定专项保护方案，避免管线破损泄漏。

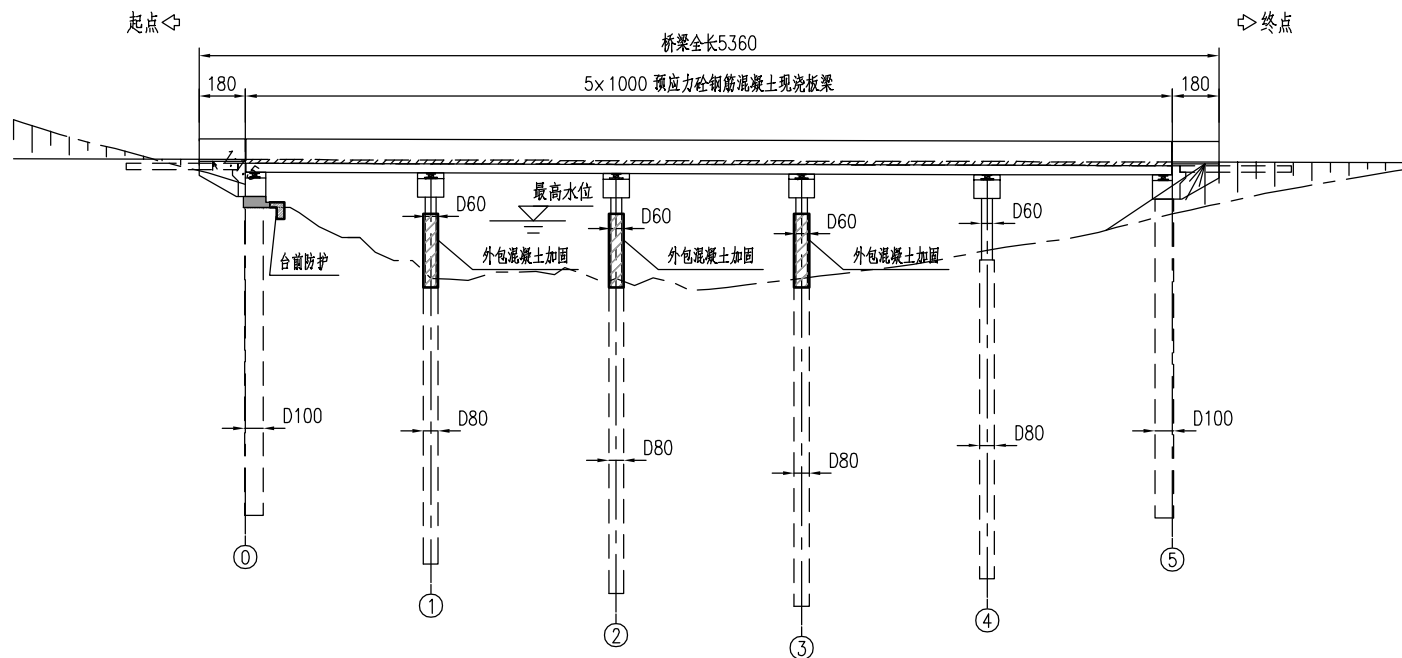
2、环境保护

阻锈剂、混凝土等材料需集中堆放于防渗场地，设置围挡防止泄漏；化学品单独存放，配备防泄漏设施。

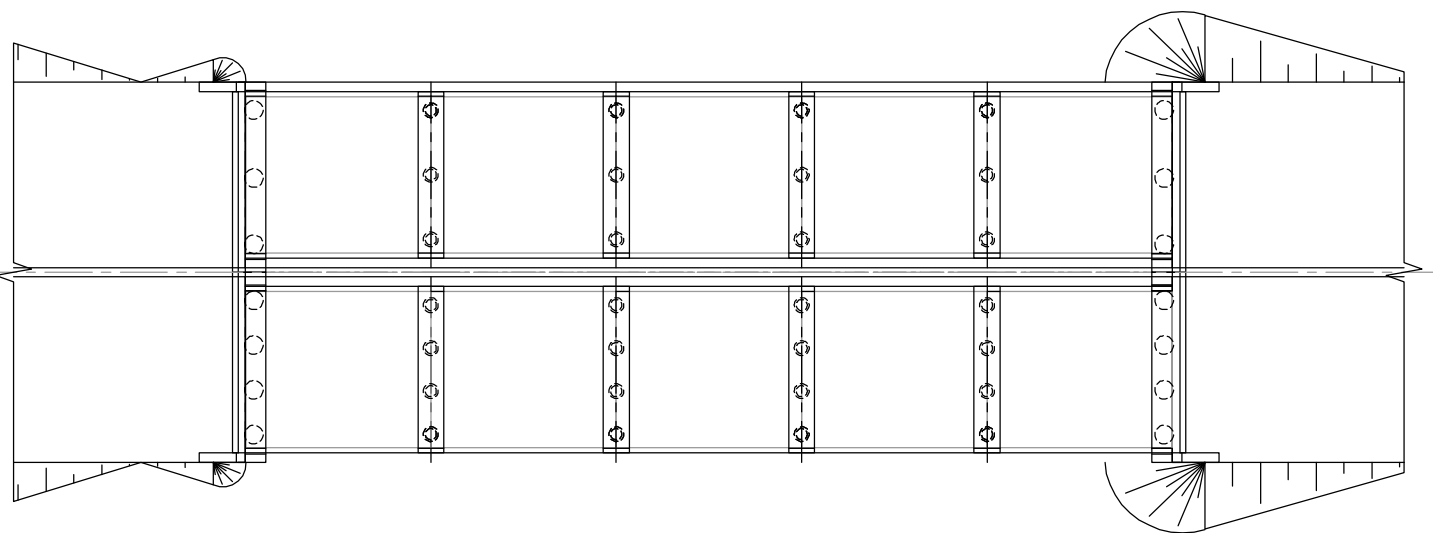
施工废水经沉淀处理后排放，严禁直接排入水域；生活垃圾集中收集，交由专业部门处理。

施工期间定期监测施工区域水质，及时处理可能的污染问题；钢围堰、工字钢等辅助材料应重复利用，减少废弃物产生。

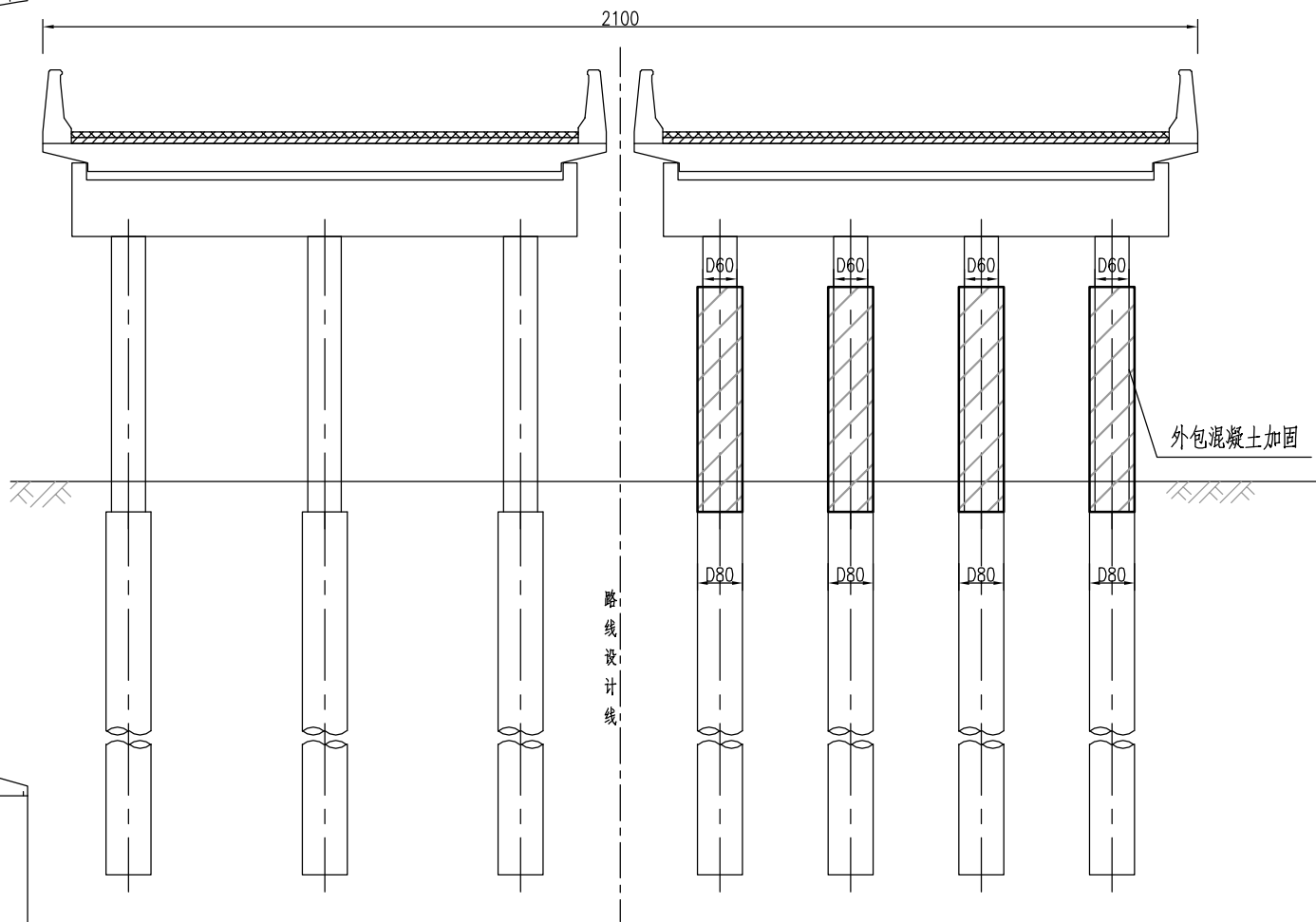
立面 1:400



平面 1:400



桥墩横断面 1:200

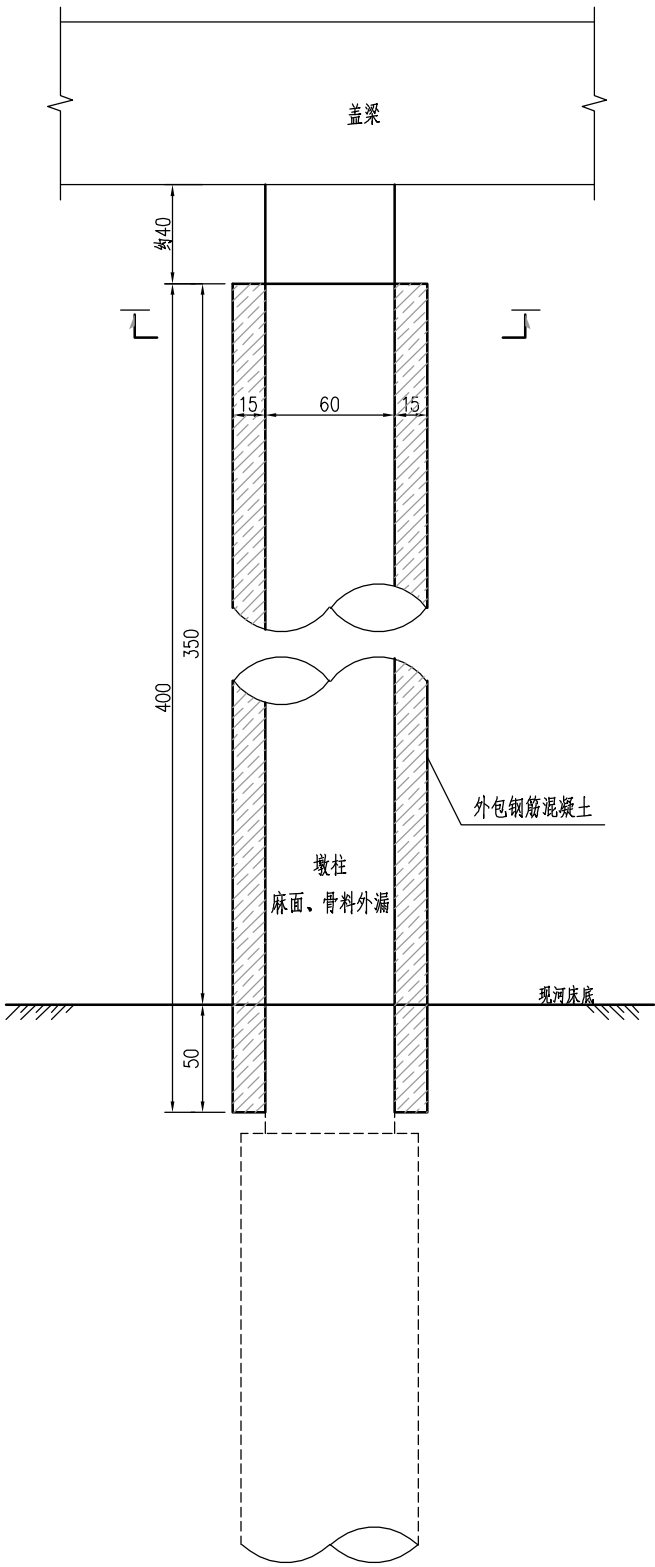


注:

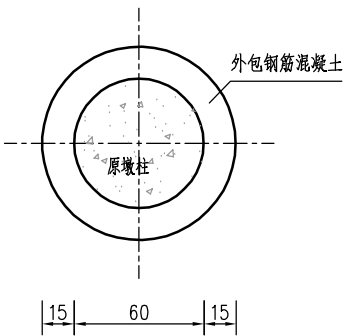
1. 本图尺寸除桩号、高程及曲线要素数值以米计外,余均以厘米计。

2. 本图为牛勒桥桥型布置示意图,本次设计内容:1#~3#墩柱加固及0#桥台台背脱空区域回填防护。

墩柱外包立面图 1:35



1:35

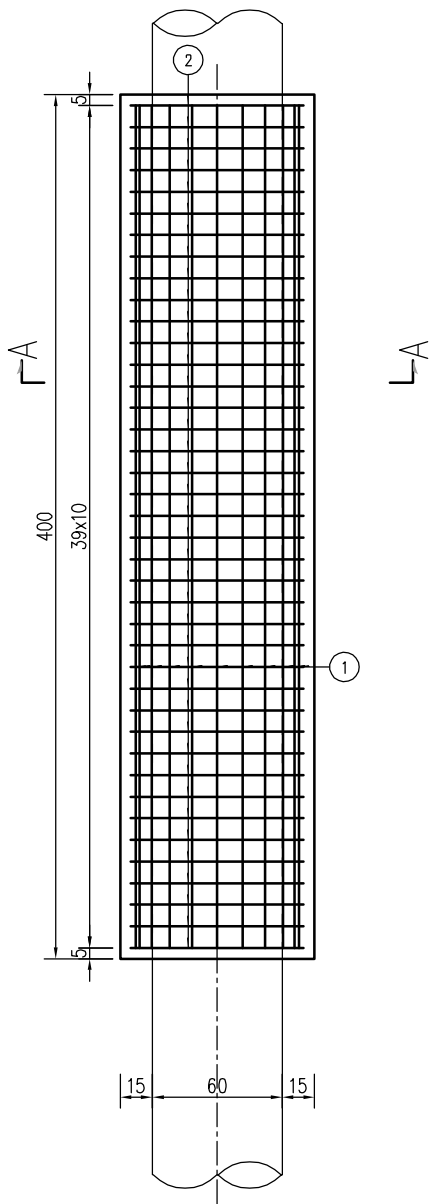


牛勒桥维修材料数量表

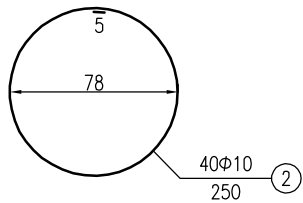
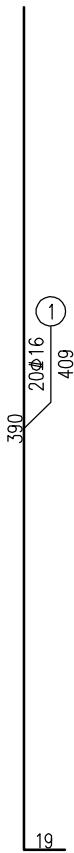
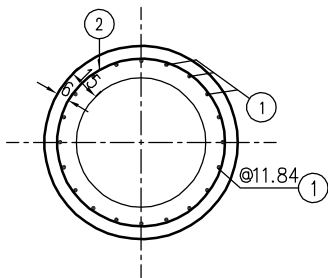
序号	跨径	处置桩数	水深	单桩处置深度	墩径	是否有系梁	外包混凝土加固			除锈及涂刷水性阻锈剂	作业脚手架		钢围堰(按损耗率20%考虑)			台前防护	
							水下C30水泥混凝土	Φ10	Φ16		高度	面积	C30混凝土	抗浮架(20a工字钢)	钢套筒	C20混凝土	挖方
							(m³)	(kg)	(kg)		(m)	(m²)	(m³)	(kg)	(kg)	(m³)	(m³)
1	5x10	12	3.5	4	0.6	无	16.9	740.4	1550.4	90.5	5.0	290.0	8.5	530.9	10689.3	25.2	5

- 注：
- 1.本图尺寸均以cm为单位。
 - 2.墩柱加固范围为稳定河床地面线下50cm。
 - 3.原加固范围内混凝土表面凿除劣化混凝土至新鲜骨料外漏，并将表面清洗干净，若发现钢筋锈蚀应除锈后进行下一道工序。
 - 4.表面处理完成后，应尽快绑扎钢筋浇筑混凝土。
 - 5.图中所示外包钢筋混凝土长度应根据实际情况灵活调整。
 - 6.其水中作业的安全保障措施由施工单位结合现场实际情况专项研究确定并负责实施。

桩基外包钢筋立面图 1:35



A-A₁:35

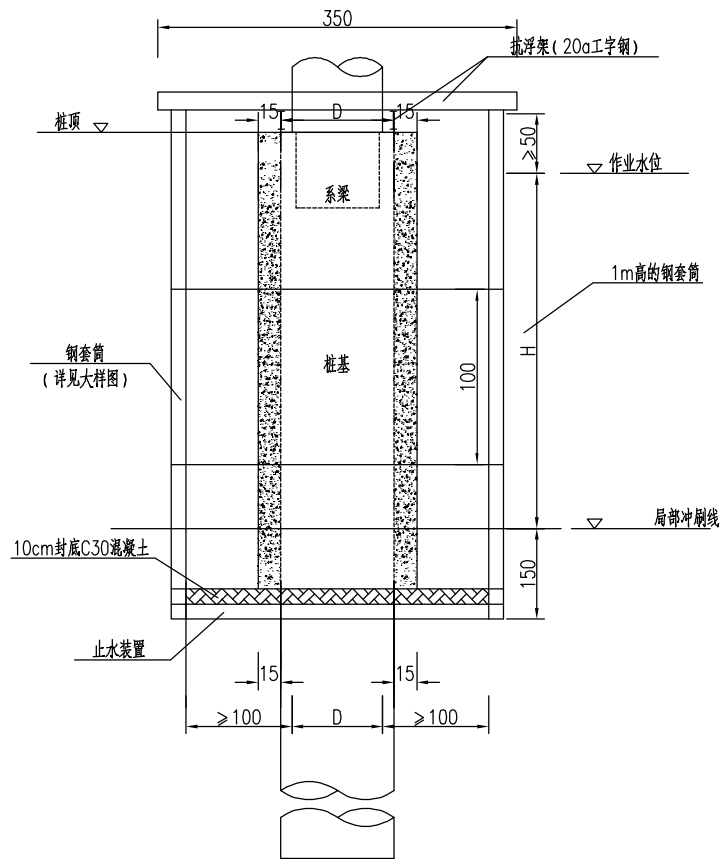


一个墩柱钢筋混凝土外包数量表

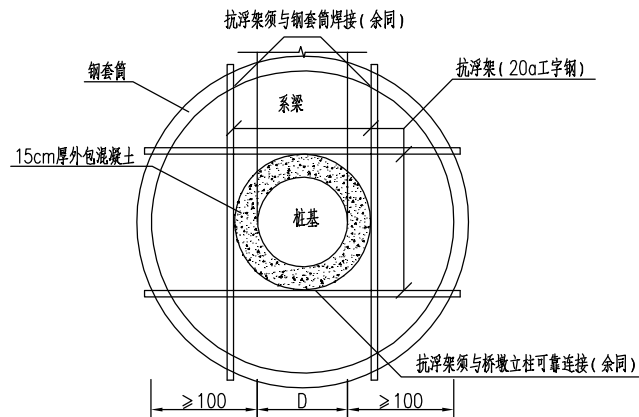
钢筋编号	钢筋直径 (mm)	单根长 (cm)	钢筋根数	总 长 (m)	单位重 (kg/m)	总 重 (kg)	水下C30混凝土 (m³)
1	Φ16	409.00	20	81.80	1.580	129.2	1.41
2	Φ10	250.04	40	100.02	0.617	61.7	
合计(kg)	Φ10:61.7;Φ16:129.2						

注：
1.本图尺寸除钢筋直径以mm计外，均以cm为单位。
2.1号筋为竖向主筋，绕桩基环向布置，间距为11.84cm。
3.2号钢筋为环向箍筋，沿桩长布置，间距为10cm，
自身搭接部分采用双面焊，搭接部分错开布置。

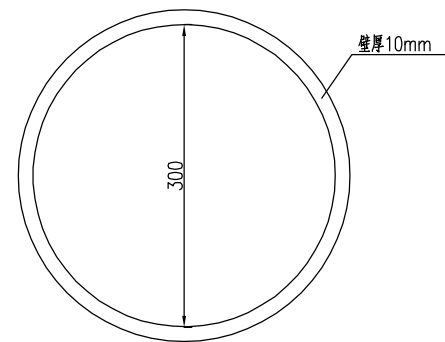
桥梁墩柱维修加固立面图



桥梁墩柱维修加固平面图



钢套筒大样图



注:

1.本图尺寸除高程以米计外,其余均以厘米计。

2.特别注意事项:

(1)考虑到河床的动态变化特性,施工前需复测河床高程,以确定围堰下放高程。

(2)墩柱加固施工采用围堰止水施工,围堰为由两个半圆形围堰组成的圆形钢套筒,钢套筒须高出作业水位不小于50cm。钢套筒顶部设置反压抗浮架,抗浮架须与桥墩立柱及钢套筒可靠连接。

(3)施工时需注意不可对其他墩柱造成损伤,并注意加强施工期间的监测工作。施工完后需对周围其他墩柱进行检查。

(4)钢套筒封底混凝土采用C30混凝土。

3.加大截面加固法施工工序及技术要求:

(1)为加强新旧结构结合面的粘结紧密性,应对旧结构凿毛,凿毛深度约6mm,被包的混凝土棱角应打掉,使原结构坚实层外露。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。

(2)绑扎普通钢筋。钢筋须严格按照设计要求布置。

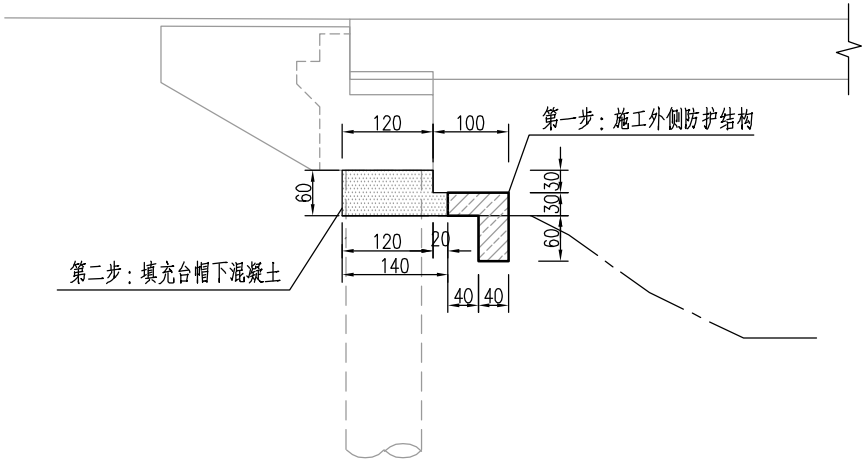
(4)浇筑混凝土。施工时应采用附加措施保证混凝土密实,如附着式振捣器、压力灌注混凝土等措施。

(5)混凝土浇筑完成后,应注意养生,以减少表面裂缝的产生。待新浇混凝土强度达到100%设计强度后拆模。

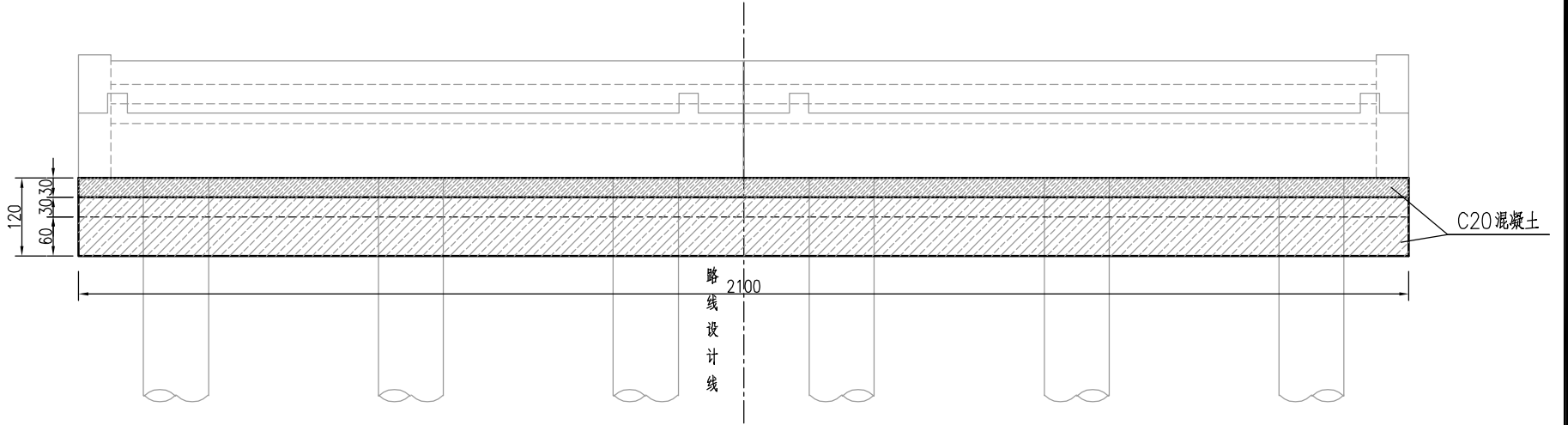
4.抗浮架 (120a工字钢) 和钢套筒可重复利用。

5.本图施工方案仅为示意,施工单位应编制专项施工方案及应急预案,经评审批复后方可实施。

修复侧面 1:100



修复立面 1:100



台前防护材料数量表

C20混凝土	挖方
(m³)	(m³)
25.2	5.0

- 注：
- 1、本图图中单位除注明外均以厘米计。
 - 2、施工顺序为：
 - 1) 施工台前C20砼防护墙；
 - 2) 用C20砼填充台下脱空区；
 - 3、本图适用于牛勒桥0号桥台台前防护。