

2023 年溧宁高速福寿段白日潭 1 号大桥
桩基维修处治工程

施 工 图 设 计

福建省高速技术咨询有限公司
二〇二三年十月

2023 年溧宁高速福寿段白日潭 1 号大桥 桩基维修处治工程

施 工 图 设 计

项目负责人	
项目技术负责人	
项目审查人	
公司技术负责人	
公司分管领导	
公司主管领导	
设计单位	福建省高速技术咨询有限公司
设计证书	公路行业（公路、交通工程）专业甲级 A135030817
设计时间	2023 年 10 月



工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号：A135030817

有效期：至2028年04月27日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企业名称：福建省高速技术咨询有限公司

经济性质：有限责任公司（法人独资）

资质等级：公路行业（公路、交通工程）专业甲级。

发证机关



2023年04月27日

No.AZ 0102456

第一篇 总体设计

设计总说明目录

1 项目概况	1
1.1 项目情况	1
1.2 项目进展情况	1
1.3 设计范围	1
2 设计依据及采用的规范、标准	1
2.1 设计依据	1
2.2 设计采用的规范、标准	1
3 桥梁结构现状病害	1
3.1 桥梁下部结构典型病害	2
3.1.1 墩（台）混凝土表层缺陷与病害	2
3.1.2 桩基冲刷掏空及裸露病害	2
4 桥梁典型病害成因分析	2
4.1 桩基冲刷掏空及裸露病害原因分析	2
4.1.1 成因分析	2
4.1.2 分析结论	3
5 桥梁维修处治方案	3
5.1 混凝土表层缺陷及外露钢筋维修处治方案	3
5.2 桩基裸露病害维修处治方案	3
6 维修处治施工工艺及技术要求	3
6.1 混凝土表层缺陷及外露钢筋维修处治施工工艺	3
6.2 桩基外包混凝土处治施工工艺	4
7 材料技术参数及质量要求	4
7.1 混凝土表层缺陷修复用材料	4
7.2 钢材	5
8 施工注意事项及建议	5
8.1 施工注意事项	5
8.2 建议	5

设计总说明

1 项目概况

1.1 项目情况

白日潭1号大桥位于溧宁高速福寿段，左幅桥梁中心桩号 K690+696，桥梁全长 206m，桥跨组合 5×40；桥面净宽 11.25m；右幅桥梁中心桩号 K690+757，桥梁全长 223m，桥跨组合 3×30+3×40；桥面净宽 11.25m。上部结构：主桥结构为预应力钢筋混凝土连续刚构梁，支座类型为板式橡胶支座，桥面铺装为沥青混凝土，伸缩缝为模数式。项目地理位置如下图 1-1 所示。



图 1-1 项目地理位置图

1.2 项目进展情况

受福建省高速公路集团有限公司宁德管理分公司（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”）于 2023 年 10 月 10 日组织技术骨干成立项目小组，

对溧宁高速福寿段白日潭 1 号大桥开展桩基维修处治工程设计，于 10 月 18 日完成施工图送审稿。

1.3 设计范围

本次设计仅针对白日潭 1 号大桥桥墩桩基进行维修处治设计。

2 设计依据及采用的规范、标准

2.1 设计依据

(1) 《设计委托书》

2.2 设计采用的规范、标准

- (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) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2014）
- (4) 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）
- (5) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）
- (6) 《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTJ 3363-2019）
- (7) 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）
- (8) 《公路桥涵养护规范》（JTG 5120-2021）
- (9) 《公路养护工程质量检验评定标准 第一册土建工程》（JTG 5220-2020）
- (10) 《公路工程质量检验评定标准——第一册土建工程》（JTG F80/1-2017）
- (11) 《公路工程基本建设项目设计文件编制办法》交公路发【2007】358 号
- (12) 《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2013）
- (13) 《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》（JTG/T 3310-2019）
- (14) 《公路桥梁技术状况评定标准》（JTG/T H21-2011）
- (15) 《公路养护安全作业规程》JTG H30-2015
- (16) 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》（GB 50728-2011）
- (17) 其它国家及地方现行的规范、标准

3 桥梁结构现状病害

根据现场调查，本次设计范围桥梁下部结构主要存在以下典型病害：①墩（台）混凝土表层缺陷与病害；②桩基外露病害。

3.1 桥梁下部结构典型病害

3.1.1 墩（台）混凝土表层缺陷与病害

根据现场调查，混凝土承台表层缺陷与病害主要区域位于白日潭 1 号大桥左幅 2#墩承台处，病害图如下图 3-1 所示。



图 3-1 左幅 2#墩承台



图 3-2 左幅 2#墩承台

3.1.2 桩基（承台）冲刷掏空及裸露病害

根据现场调查，桩基外露病害主要区域位于白日潭 1 号大桥左幅 2#墩处桩基、左幅 3#墩处桩基、右幅 2#墩处桩基和右幅 3#墩处桩基，病害图如下图 3-3~图 3-9 所示。



图 3-3 左幅 2#墩承台冲刷、桩基裸露



图 3-4 左幅 2#墩桩基钢筋裸露



图 3-5 左幅 3#墩桩基裸露



图 3-6 左幅 3#墩桩基裸露



图 3-7 右幅 2#墩桩基裸露



图 3-8 右幅 2#墩桩基裸露



图 3-9 右幅 3#墩桩基裸露



图 3-10 右幅 3#墩桩基裸露

4 桥梁典型病害成因分析

4.1 桩基（承台）冲刷掏空及裸露病害原因分析

4.1.1 成因分析

(1) 气候和地质原因

因气候变化引发自然条件变化，加重了对桥梁桩基的侵蚀，容易造成桥梁桩基的外露，如暴雨引发洪峰，河床水流量激增，加大了对桥墩、桥梁桩基的冲刷力度；再如雨水酸化，酸雨对桥梁桩基、桥墩内部的矿物质产生化学腐蚀反应。地质条件变化也容易引发桥梁桩基外露，不可抗力的地震，尤其是震级较大的地震，通常会造成地壳板块位移，地面、河床出现裂缝，而加大发桥梁桩基的扭矩、拉伸力，使得桥梁桩基结构受损。

(2) 地质特性

地质特性的不同也会对桥梁桩基造成影响，如软基河床，由于软基河床的桩基地基土质松软，在桥梁荷载下会出现不均匀的沉降，从而造成部分桥梁桩基外露。一般来讲在平原地带多软基河床，山区地带则多岩基，山区地带的桥梁桩基施工要事先对桥梁桩基的地基进行平整加固，然后在浇筑桥梁桩基，如果对桥梁桩基的地基的处理方式不正确，也会造成桥梁桩基外露风险提升。

(3) 地理位置原因

地理位置的不同，是造成桥梁桩基外露的主要原因，限于地形条件或桥梁长度过长，部分桥梁桩基在勘测设计时施工不细致，采用抽样测量放样代替逐个测量放样，使得设计位置 and 实际需求的位置出现偏差，或者是出于对桥梁艺术造型的取舍，忽视、更改了桥梁部分桩基的实际技术参数，以致在长期的实际应用中量变引发质变，造成桥梁桩基外露。

4.1.2 分析结论

综合本项目桥梁现场病害特征、运营情况，本项目桥墩桩基（承台）裸露病害主要由流水冲刷所致。

5 桥梁维修处治方案

5.1 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，采用聚合物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。

5.2 桩基裸露病害维修处治方案

白日潭 1 号大桥左右幅 2#、3#墩桩基：首先对裸露钢筋进行除锈阻锈后，接着对承台底部掏空部位填充 C20 片石混凝土。

6 维修处治施工工艺及技术要求

6.1 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

1-2mm 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 0.5~1.5cm 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）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。

（5）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。

6.2 桩基外包混凝土处治施工工艺

(1) 施工前准备

对冲刷墩柱附近流水设置引水渠或者其它导流设施，将水流引走，必要时可采用土围堰挡水，保证工作区范围内没有积水。并根据现场情况，准备基础开挖、以及相关的混凝土拌合、浇筑设备和所需模板。

(2) 表土清理和基础开挖

对冲刷的桩基附近表土、松散石块或者浮渣进行清理，裸露出新鲜坚实的土层或者岩面。并对现场按照设计图纸尺寸进行放样，并采用人工开挖方式，开挖基础。填筑尺寸可根据现场实际情况进行调整。

(3) 承台底部脱空区域填塞 C20 片石混凝土

对承台底部脱空区域填塞 C20 片石混凝土。

(4) 片石混凝土拌合、浇筑

依据现场情况，采用小型拌合机具拌合混凝土，按照相关规范规定的拌合比和添加剂进行拌合，立模板，浇筑混凝土。浇筑期间注意振捣，保证混凝土填充密实。

(5) 后期养护

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。

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。

7 材料技术参数及质量要求

7.1 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 7-1 的要求：

表 7-1 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 7-2 的要求。

表 7-2 新老混凝土界面剂性能参数表(28 天)

性能项目	性能指标
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 7-3 的要求：

表 7-3 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	

7.2 钢材

- (1) 钢板 Q235: 应满足现行国标《碳素结构钢》的要求。
- (2) 普通钢筋: 钢筋技术指标应符合现行国标《钢筋混凝土用钢第 2 部分: 热轧带肋钢筋》的要求。
- (3) 焊条、焊剂: 焊接用焊条、焊剂应符合现行国标《低合金钢焊条》规定的要求, 具体应根据焊接工艺评定试验确定。

8 施工注意事项及建议

8.1 施工注意事项

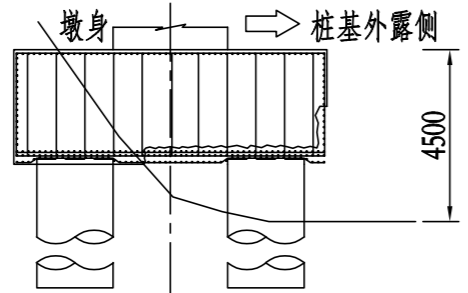
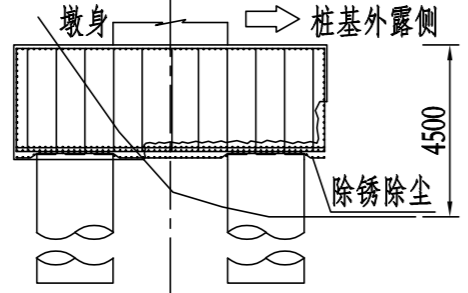
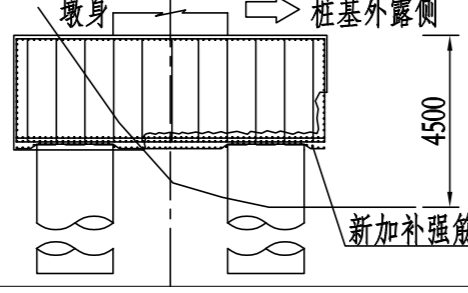
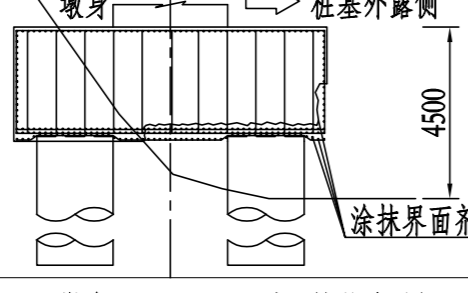
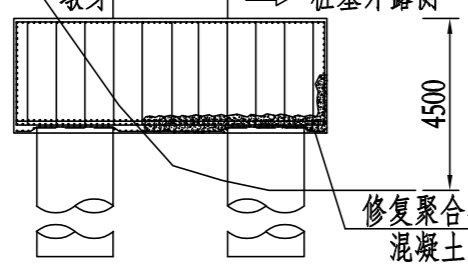
- (1) 施工前应制定出完整详细的施工组织计划, 应由专业技术人员现场指导施工, 监理人员旁站监督, 做好各项施工记录以存档备查。
- (2) 为保证施工安全、结构安全及工作的顺利开展, 在施工前必须对施工机具、临时设备及其它保障措施进行详细检查、核对, 在确保万无一失后方可施工。
- (3) 为保证施工安全和处理效果, 以及尽量缩短施工周期, 应合理安排施工并做好交通组织, 协调好各分项处理工程的工序和准备工作, 合理分配时段。
- (4) 高速公路车速快、车流量大, 为保证安全, 安全布控及交通组织工作应严格按照相关规范执行。施工时应提前发布交通管制信息, 整个施工期间必须有专人负责安全布控并指挥交通, 严禁施工器械及人员超出桥面作业区域作业。
- (5) 处理混凝土外观缺陷外露钢筋时, 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。

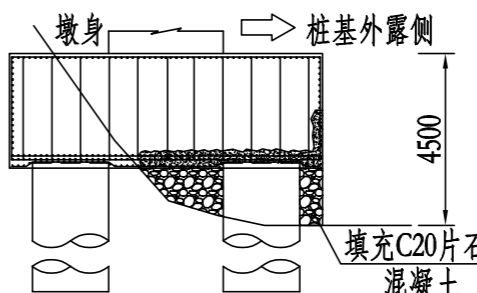
8.2 建议

- (1) 本次设计所统计的工程量存在遗漏或不准确时, 施工单位应将实际工程量及时上报甲方和监理进行核实, 核实后方可进行确认并计量。
- (2) 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, 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

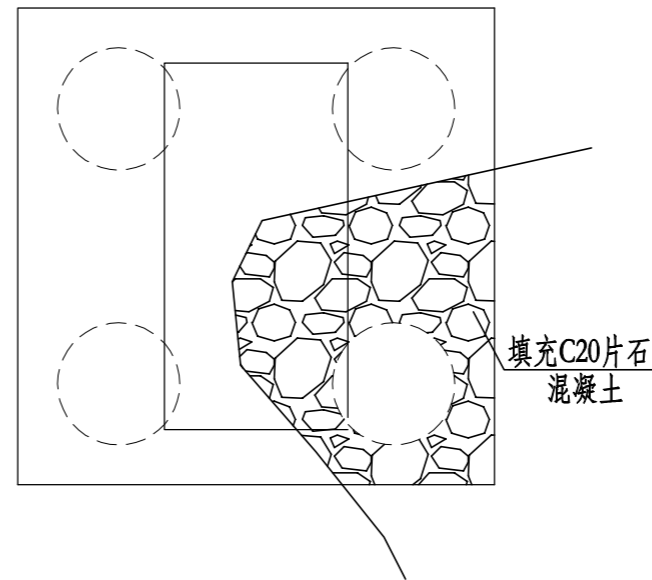
第二篇 桥涵工程

承台混凝土局部掉角补强示意图

施工步骤	施工示意图 (立面)	施工步骤说明
①		1、凿除钢筋锈蚀处已损坏的混凝土，使钢筋全部露出；钢筋周围至少应与混凝土保持1.5cm距离。
②		2、用喷砂枪或其他工具（如钢丝刷等）清除钢筋及混凝土表面上的铁锈和灰尘、浮渣。
③		3、在原钢筋上绑扎不小于原钢筋直径的补强筋，与破损钢筋单面焊接。
④		4、为提高新老混凝土之间的粘结力，可在清除处理好的混凝土及钢筋上，均匀地喷涂界面剂。
⑤		5、浇筑新的聚合物混凝土修复掉角。为防止混凝土表面产生中性化，应对新浇筑混凝土进行表面处理。

施工步骤	施工示意图	施工步骤说明
⑥		6、承台底部冲刷脱空区域填充C20片石混凝土。

承台底部填充片石混凝土平面示意图



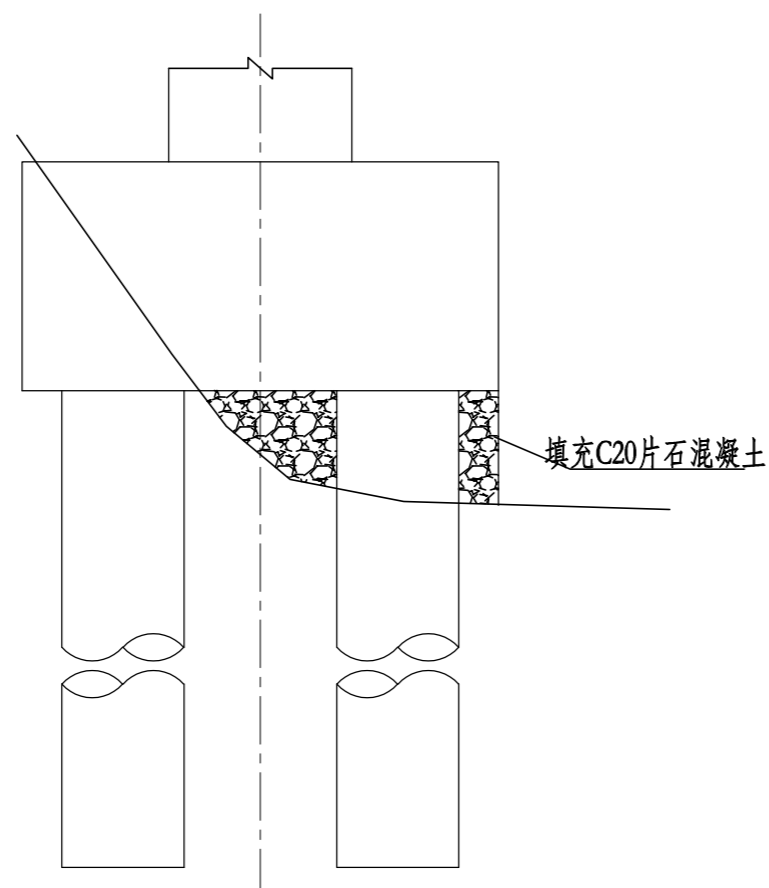
材料数量表

	项目	单位	数量
左幅2#墩	聚合物混凝土修复	(m ³)	2
	C20片石混凝土填充	(m ³)	29
	挖方	(m ³)	10
	人工凿除承台混凝土	(m ³)	1

注：

- 1、图中尺寸除注明外，其余均以毫米为单位。
- 2、承台底部冲刷脱空区域填充C20片石混凝土。
- 3、施工前，应清除脱空区域外露虚土及浮渣，清理至稳定土层或新鲜岩面。
- 4、填充方向和工程量可根据现场情况适当调整。
- 5、本图适用于白日潭1号大桥左幅2#墩处桩基。

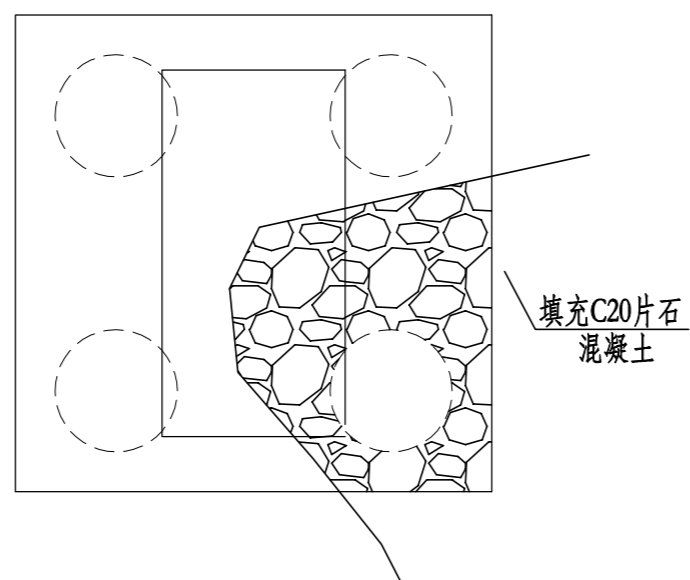
承台底部填充片石混凝土立面示意图



材料数量表

	项目	单位	数量
左幅3#墩	C20片石混凝土填充	(m ³)	34
	挖方	(m ³)	8
右幅2#墩	C20片石混凝土填充	(m ³)	7
	挖方	(m ³)	5
右幅3#墩	C20片石混凝土填充	(m ³)	10
	挖方	(m ³)	5
合计	C20片石混凝土填充	(m ³)	51
	挖方	(m ³)	18

承台底部填充片石混凝土平面示意图



注:

- 1、图中尺寸除注明外，其余均以毫米为单位。
- 2、承台底部冲刷脱空区域填充C20片石混凝土。
- 3、施工前，应清除脱空区域外露虚土及浮渣，清理至稳定土层或新鲜岩面。
- 4、填充方向和工程量可根据现场情况适当调整。
- 5、本图适用于白日潭1号大桥左幅3#、右幅2#、右幅3#墩处桩基。