



G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥维修加固工程

施工图设计

（全一册）

華設設計集團股份有限公司

二〇二一年六月



G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥维修加固工程

施工图设计

（全一册）

项目负责人		总工程师	
所长		副总裁	
副总工程师		总 裁	
编制单位	华 设 设 计 集 团 股 份 有 限 公 司		
证书编号	甲级 A132003518		
编制日期	二〇二一年六月		

--未盖文件专用章为非正式文件

1 概述

1.1 项目背景

2020年8月桥梁定检中发现，G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥出现支座偏位、变形严重，挡块开裂等病害。经现场踏勘并结合桥梁建成以来的养护维修历史资料，初步分析桥梁出现的问题为山体滑坡引起下部结构及基础变位引起。重庆高速公路集团有限公司立即组织了专家论证，并委托重庆市交通规划勘察设计院开展滑坡检测监测及处治设计工作、委托华设设计集团股份有限公司进行桥梁专项检测及维修加固设计。



图 1.1-1 桥梁实景照

1.2 桥梁概况

杨柳坪大桥位于 G42 沪蓉高速公路重庆境内奉云路段。桥梁分左、右幅，左幅桥梁中心桩号 K1362+988，跨径组合为 $5 \times 40\text{m}$ ，全长 209.169m；右幅桥梁中心桩号 K1362+988，跨径组合为 $3 \times 40\text{m}$ ，全长 126.164m。桥梁单幅桥面全宽 12.00m，横向布置为：0.5m（防撞护栏）+11.0m（车行道）+0.5m（防撞护栏）。

本桥平面位于 $R=1280\text{m}$ 的右偏圆曲线上，桥墩平面按径向布置，桥孔按内侧折线布置，纵面位于 $R=12500\text{m}$ 的凸型竖曲线上，坡度 $i_1=-0.795\%$ ， $i_2=-2.5\%$ 。

桥梁上部结构采用预应力混凝土先简支后连续 T 梁桥，T 梁高 2.40m，马蹄宽 0.60m，腹

板宽 0.20m，单幅桥横向布置 5 片梁，其中中梁 3 片，边梁 2 片，主梁间设横隔梁。

桥梁下部结构采用柱式墩，挖孔桩基础，桩柱式轻型桥台配桩基础。

本桥左幅桥台及 1#、4#墩布置 GJZF₄350×550×81 滑板式橡胶支座，2#、3#桥墩布置 GJZ350×550×78 橡胶支座；右幅桥台布置 GJZF₄350×550×81 滑板式橡胶支座，1#、2#墩布置 GJZ350×550×78 橡胶支座。左右幅桥台设置 D80 型伸缩缝。预制 T 梁采用 C50 混凝土，桥墩盖梁及墩身采用 C40 混凝土，桥台台帽采用 C30 混凝土，桥面铺装面层采用 10cm 厚沥青混凝土。

该桥设计荷载为公路-I 级，于 2010 年 09 月建成通车。

桥梁正面图、侧面图见图 1.2-1~图 1.2-6。



图 1.2-1 左幅正面照



图 1.2-2 右幅正面照



图 1.2-3 左幅侧面照

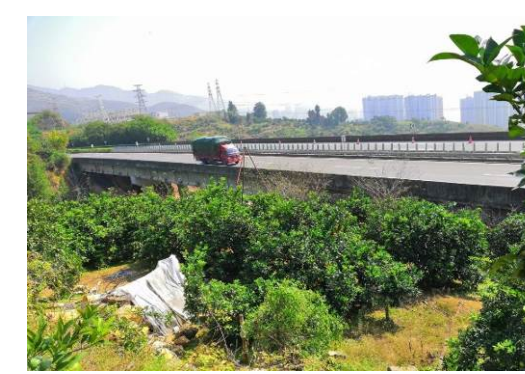


图 1.2-4 右幅侧面照



图 1.2-5 桥梁底面照

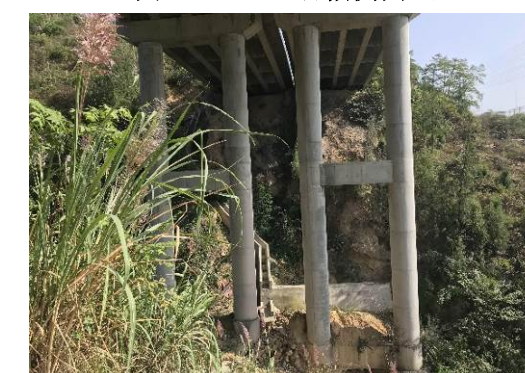


图 1.2-6 桥梁底面照

该桥平面图、立面图及横断面图，见图 1.2-7~图 1.2-9。

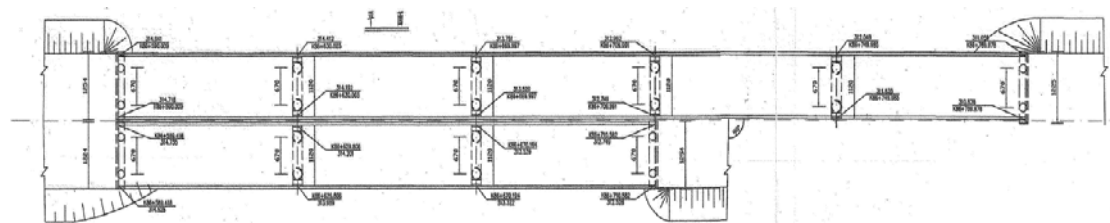


图 1.2-7 杨柳坪大桥平面图（单位：cm）

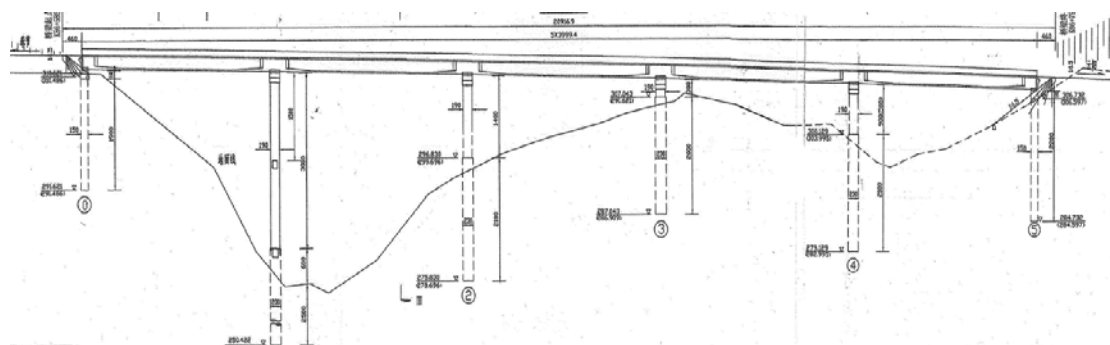


图 1.2-8 杨柳坪大桥立面图（单位：cm）

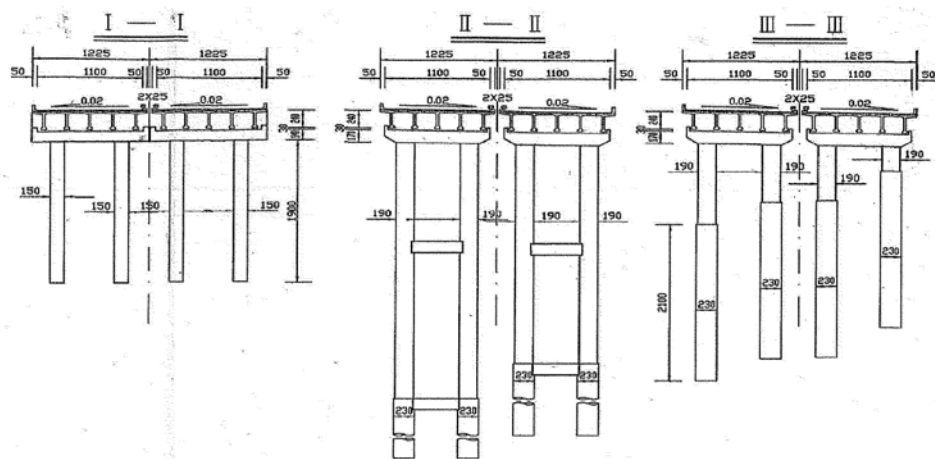


图 1.2-9 杨柳坪大桥横断面图（单位：cm）

1.3 病害发展及维修历史

根据收集到的资料，该桥自 2010 年 9 月建成以来桥梁病害发展及维修处治情况梳理如下：

1) 2012 年 9 月及 2015 年 7 月定期检查，该桥梁技术状况评定结果均为 2 类；主要病害有：①上部承重构件主要病害有主梁裂缝、混凝土剥落、泛碱、锈胀露筋；②支座存在局部脱空、剪切变形、挤压变形；③下部结构主要病害为盖梁裂缝、泛碱、混凝土破损；

2) 2016 年 8 月，该桥在竣工验收后，由原施工单位组织对桥梁病害进行了整治，主要

是对常规裂缝进行封闭，对缺损进行修补。由于前期检查中发现左幅梁体发生偏位，故对左幅梁体横向位移进行了复位，并在左幅 5#台、4#墩、3#墩顶梁体侧面设置了横向限位。如图 1.3-1 所示。



图 1.3-1 设置横向限位装置

3) 2018 年 8 月，该桥进行定期检查，根据深圳高速工程检测有限公司《2018 年桥隧定期检查监测及设计项目杨柳坪大桥检查报告》，桥梁主要问题如下：

①左幅主梁与 5#桥台已无相对错位。上部承重构件功能良好，无结构受力裂缝，主要病害为 T 梁翼板及腹板纵向裂缝，混凝土剥落；

②下部结构基础未见冲刷，主要病害为桥台背墙开裂、盖梁挡块剥落开裂，台帽顶部建渣堆积；

③支座采用 GJZ 及 GJZF₄ 支座，主要病害为支座纵横向剪切、少量支座局部脱空；根据深圳高速工程检测有限公司的《2018 年桥隧定期检查（监测）及设计项目 DB-2 标杨柳坪大桥定期检查报告》检测结果，2018 年检查支座主要病害如图所示。

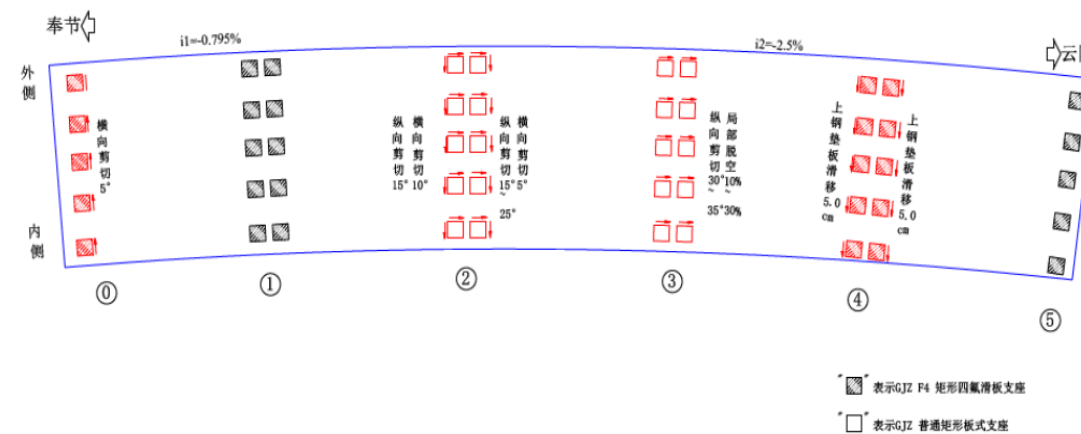


图 1.3-2 左幅支座病害布置图（2018 年）

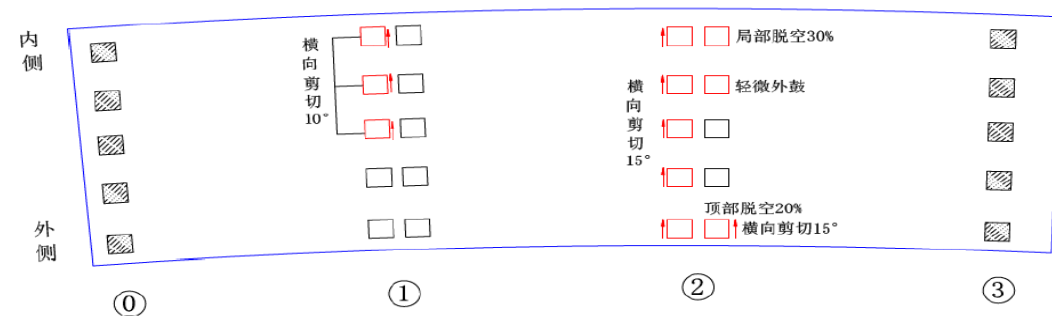


图 1.3-3 右幅支座病害布置图（2018 年）

4) 2019 年，对杨柳坪大桥进行维修，根据《2019 年东北公司桥梁病害处治工程一阶段施工图设计》，主要维修内容为：重新浇筑左幅 2#、3#和 4#墩以及右幅 2#墩和 3#墩挡块；对于 $<0.15\text{mm}$ 的裂缝直接封闭， $\geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝采取压力灌注法；更换左幅 3#墩上 10 个支座和右幅 3#墩上 5 个支座。

1.4 测设经过

1) 2020 年 9 月，经常性检查中发现桥墩挡块维修后开裂、左幅 5#台限位装置崩坏，我公司受委托进行现场勘察，初步判断为山体滑坡引起桥梁病害。经专家讨论后开展滑坡检测、监测及处治设计；

2) 2020 年 10 月~12 月，我公司受委托对桥梁开展专项检测评估，同时由重庆市交通规划勘察设计院有限公司开展滑坡检测、监测及处治设计。

3) 2021 年 1 月~2 月，根据桥梁专项检测评估结果及边坡检测、监测结果，项目组开展下部结构分析，并进行维修处治方案设计，方案设计提出原结构桩基加固利用、桥下新增桩基、桥梁外侧新增桩基三个方案，并推荐采用桥下新增桩基加固方案。

4) 2021 年 3 月 16 日，重庆高速公路集团有限公司东北营运分公司在集团 1401 室组织召开《G42 沪蓉高速奉云段杨柳坪大桥维修加固工程方案设计》评审会议，经专家审查同意采用桥下增加桩基方案，并提出优化意见。

5) 2021 年 6 月 3 日，重庆高速集团营运板块工程设计及变更委员会在集团 701 会议室召开了《G42 沪蓉高速奉云段杨柳坪大桥维修加固工程施工图设计》审查会，经评审认为设计单位提交的 G42 沪蓉高速奉云段杨柳坪大桥维修加固工程施工图基本可行，针对桥梁病害的处治方案恰当，经修改完善后可用于指导工程施工。

6) 2021 年 6 月，我公司根据评审会纪要，对图纸进行修改完善。

1.5 施工图审查意见执行情况

我公司根据《重庆高速公路集团有限公司关于 G42 沪蓉高速奉云路杨柳坪大桥维修加固工程施工图设计审查会的纪要》（纪要〔2021〕78 号）提出的意见和建议，在施工图设计阶段对设计文件进行了补充完善和优化，对意见和建议的执行情况如下：

1) 补充桥梁上下部结构横桥向位移实测数据的分析、墩柱与滑面的相对关系分析，补充 T 梁裂缝成因分析。

执行情况：已补充。

2) 左幅 2#、4#墩及右幅 2#墩原桩基前后加桩，取消左幅 3#墩加桩，补充新增桩基的计算分析，进一步优化桩间距和承台尺寸，减小工程量。

执行情况：执行会议纪要要求，已优化新增桩基间距及承台尺寸。

3) 补充新增桩基及承台开挖线，施工过程严格控制，避免引起坡体的局部滑塌。

执行情况：已补充。

4) 进一步梳理上下部结构各加固处治工程措施的施工实施步骤。

执行情况：已补充。

5) 进一步分析梁体开裂与滑坡的关系。

执行情况：已补充。

6) 施工图中新增桩基成孔方式前后不一致，核实统一。

执行情况：已修改统一。

7) 明确梁体支座更换施工工艺，完善支座垫块布置，补充顶升施工计算分析，加强施工安全。

执行情况：已补充。

8) 进一步梳理明确各构件植筋施工工艺，核实植筋间距，确保植筋效果。

执行情况：已补充。

2 设计依据

1) 签订的桥梁维修加固设计有效合同及其附件；

2) 桥梁竣工图；

3) 《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥滑坡应急处治工程工程地质勘察报告》（重庆市交通规划勘察设计院有限公司，2020 年 11 月）；

- 4) 《2020 年至 2021 年桥隧定期检查（监测）及设计项目 DB-2 标段杨柳坪大桥专项检查报告》（中设设计集团股份有限公司工程质量检测中心，2020 年 11 月）；
- 5) 《2019 年东北公司桥梁病害处治工程一阶段施工图设计》（招商局重庆交通科研设计院有限公司，2018.12）；
- 6) 《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥滑坡应急抢险处治工程施工图设计文件》（中铁长江交通设计集团有限公司，2021 年 2 月）；
- 7) 《重庆高速公路集团有限公司东北营运分公司关于杨柳坪大桥病害处治工程方案设计评审会纪要》（2021 年 3 月 16 日）；
- 8) 《重庆高速公路集团有限公司关于 G42 沪蓉高速奉云路杨柳坪大桥维修加固工程施工图设计审查会的纪要》（纪要〔2021〕78 号）。

3 设计规范

- 1) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2015）；
- 2) 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）；
- 3) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362-2018）；
- 4) 《公路工程技术标准》（JTG B01-2003）（原设计采用）；
- 5) 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2004）（原设计采用）；
- 6) 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG D62-2004）（原设计采用）；
- 7) 《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG 3363-2019）；
- 8) 《公路桥梁抗震设计规范》（JTG/T 2231-01-2020）；
- 9) 《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650-2020）；
- 10) 《钢管满堂支架预压技术规程》（JGJ/T 194-2009）；
- 11) 《公路桥梁加固设计规范》（JTG/ T J22-2008）；
- 12) 《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）；
- 13) 《公路桥涵养护规范》（JTG H11-2004）；
- 14) 《公路桥梁板式橡胶支座》（JT/T 4-2019）；
- 15) 《混凝土结构加固设计规范》（GB 50367-2006）；
- 16) 《钢结构设计规范》（GBJ 50017-2003）；
- 17) 《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）；
- 18) 《公路工程质量检验评定标准》（JTG F80/1-2017）。

4 场地条件

根据《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥滑坡应急处治工程工程地质勘察报告》（重庆市交通规划勘察设计院有限公司，2020 年 12 月）、《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥滑坡应急抢险处治工程施工图设计文件》（中铁长江交通设计集团有限公司，2021 年 2 月），杨柳坪大桥桥位处滑坡勘察分析及边坡处治方案简介如下：

4.1 地层岩性

通过工程地质测绘及钻探揭示，拟建场地内地层有第四系全新统人工填土(Q_4^m)，滑坡体(Q_4^{col+dl})块石土、粉质粘土，崩坡积层(Q_4^{col+dl})和三迭系中统巴东组二段(T_2b^2)泥灰岩、泥岩。地层岩性由新至老分述如下：

(1) 第四系全新统

人工填土(Q_4^m)：杂色，稍密~中密，稍湿，主要由灰岩、泥灰岩和粉质粘土组成。骨架颗粒含量 35%~60%，粒径 5~100mm，为修建公路回填，回填时间大于 10 年。主要分布于场地高速公路及公路两侧附近。

滑坡体(Q_4^{col+dl})：

块石土：杂色，稍密~中密，稍湿，主要由灰岩碎块石、少量泥灰岩碎块石和粉质粘土组成，碎块石一般粒径为 10~450mm，最大可达 2.0m，平均含量约 70%。

碎石土：杂色，稍密~中密，稍湿，主要由泥灰碎块石和粉质粘土组成，碎石一般粒径为 10~150mm，含量约 35%。

粉质粘土：灰褐色，可塑状，干强度中等、韧性中等，切面稍有光泽，无摇振反应，局部含少量碎石，碎石含量约 10%。分布范围较小，主要分布于滑坡中部，原始地貌凹槽前部。

崩坡积层(Q_4^{col+dl})块石土：杂色，稍密~中密，稍湿，主要由灰岩碎块石、少量泥灰岩碎块石和粉质粘土组成，碎块石一般粒径为 10~450mm，最大可达 2.0m，平均含量约 70%。

(3) 三迭系中统巴东组二段(T_2b^2)

泥岩：暗紫红色，泥质结构，中厚层状构造，主要矿物成分为粘土矿物。强风化带厚度较薄，岩芯较破碎，呈块状、碎块状，岩质较软；中等风化带岩芯较完整，一般呈柱状、短柱状、少量块状，岩质较硬。为场地次要岩性。

泥灰岩：灰色、灰绿色，泥质结构，中厚层状构造，主要矿物成分为粘土矿物、少量碳酸钙。强风化带厚度较厚，岩芯破碎，呈块状、碎块状，岩质软；中等风化带岩芯较完整，

一般呈柱状、短柱状、块状，岩质较硬。为场地主要岩性。

4.2 地质构造及地震

(1) 地质构造

构造位于朱衣背斜北翼近轴部，岩层呈单斜状产出，岩层产状： $355^{\circ} \angle 12^{\circ}$ ，为硬性结构面。区内主要发育两组构造裂隙，裂隙 J1： $250^{\circ} \angle 82^{\circ}$ ，发育长度 5~8m，间距 1.5~4m，面粗糙，充填少量粉质粘土，为硬性结构面；裂隙 J2： $182^{\circ} \angle 78^{\circ}$ ，发育长度 3~5m，间距 1.0~3.0m，无充填，为硬性结构面。

(2) 地震

奉节县地质构造运动较强烈，第四纪以来一直处于间歇性抬升状态。地震以弱小地震为主，历史上均未见有破坏性地震记载，在 2008 年 5 月 12 日发生的汶川 8.0 地震，奉节县也有震感。

根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015) 规定，滑坡区抗震设防烈度为 VI 度，地震动峰值加速度为 0.05g，反应谱特征周期为 0.35s。参考重庆地区多年工程建设取值经验，红粘土为软弱土，剪切波速平均值 $V_s=145\text{m/s}$ ；碎石土为中软弱土，剪切波速平均值 $V_s=160\text{m/s}$ ；基岩 $V_s>800\text{m/s}$ ，为软岩。滑坡治理建议位置土层厚度一般为 7.80~17.20m，为红粘土和碎石土，为中软土，场地类别为 II 类，为建筑抗震不利地段。

4.3 岩层参数

(1) 根据《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG3363-2019) 并结合试验成果、重庆地区经验及场地岩体完整性确定浅基础下地基承载力特征值。

①压实填土：按规范要求对人工填土全部夯实或压实处理，填料性质、压实系数应达到相关规范要求，填土压实系数应不小于 0.97，其承载力特征值根据现场载荷试验确定。

②依据地区经验，当压实系数不小于 0.97 时压实填土的地基承载力特征值取 190kPa，需现场载荷试验验证。

③块石土取 $f_{a_0}=250\text{kPa}$ 。

④强风化泥灰岩、泥岩： $f_{a_0}=300\text{kPa}$ 。

⑤中等风化泥灰岩、泥岩： $f_{a_0}=400\text{kPa}$ 。

(2) 嵌岩桩单桩竖向极限承载力特征值及嵌入中等风化带基岩的深度按公路滑坡防治设计规范》进行计算。

中等风化带泥灰岩天然单轴抗压强度标准值 5.2MPa；

中等风化带泥岩天然单轴抗压强度小值平均值 5.2MPa；

场地内的块石土层结构稍密~中密，为减小桩侧负摩阻力及其引起的下拉荷载，建议采取隔离、抹沥青等有效措施减小负摩阻力的影响。

其它设计参数

(1) 挡墙设计参数

基底摩擦系数：压实填土（压实系数 >0.97 ）取 0.30，强风化带泥灰岩、泥岩取 0.30，中等风化带泥灰岩、泥岩取 0.45；墙后填土天然重度取 20kN/m^3 ，综合内摩擦角取 30° 。块石土天然综合内摩擦角取 33.0° ；饱和综合内摩擦角取 31.5° 。

(2) 基坑开挖临时边坡坡度值建议：土层取 1: 1.00，基岩强风化带取 1: 0.75。基岩中等风化带 1: 0.50。

(3) 岩土体水平抗力参数

人工填土水平抗力系数的比例系数取 10MN/m^4 ；

块石土水平抗力系数的比例系数取 70MN/m^4 ；

中等风化带泥灰岩、泥岩的水平抗力系数取 120MN/m^3 ；

(4) 岩体重度、抗拉强度、抗剪强度指标

中等风化泥灰岩、泥岩的指标建议按以下取值：

岩体重度取 $\gamma=25.0\text{kN/m}^3$ ；内摩擦角取 $\phi=30.5^{\circ}$ ；

内聚力取 $C=0.65\text{MPa}$ ；抗拉强度取 $\sigma_t=0.2\text{MPa}$ 。

(5) 岩层面、裂隙面天然状态下粘聚力 C 取 50.0kPa ，内摩擦角 ϕ 取 18.0° ；饱和状态下粘聚力 C 取 45.0kPa ，内摩擦角 ϕ 取 16.0° 。

(6) 岩土与锚固体极限粘结强度标准值：块石土取 160kPa ；强风基岩取 160kPa ；中风化泥灰岩、泥岩取 300kPa 。

4.4 滑坡检测分析结果

4.4.1 滑坡空间形态

该滑坡地形从整体上前缘突出，坡面较整齐，上窄下宽，平面形态似“扇”形，后缘边界为斜坡陡坎位置，高程约为 316~325m；右侧边界为微地貌小山脊，左侧边界为沟谷；前缘为缓、陡坡过度带，高程约 243~257m，主滑方向为 158° 。滑坡纵向长为长约 180m，横

向宽约为 135~145m，面积 $2.623 \times 10^4 \text{ m}^2$ ，平均厚度约 16.5m，总体积约为 $43.3 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。该滑坡为大型土质滑坡。



图 4.4-1 滑坡全貌示意图

该区滑坡主滑方向 158° ，与斜坡坡向基本一致。

根据水文地质条件及人类工程活动，将该滑坡分为两个区域，滑坡右侧凹槽，泉水 S03 溢出部分，通过凹槽径流，岩 S01、S02 溢出，划分为 I 区；滑坡左侧前缘人类工程活动强烈，划分为 II 区（见滑坡划分区域示意图）。

I 区：该滑坡土层厚度相对较大，岩土接触面物质较为单一，根据微地貌特征，可能沿基岩面滑动，前缘沿块石土内部剪出。

II 区：该滑坡土层厚度相对较小，岩土接触面物质单一，根据微地貌特征，后缘岩块石土内部滑坡、中部沿基岩面滑动，前缘沿块石土内部剪出。

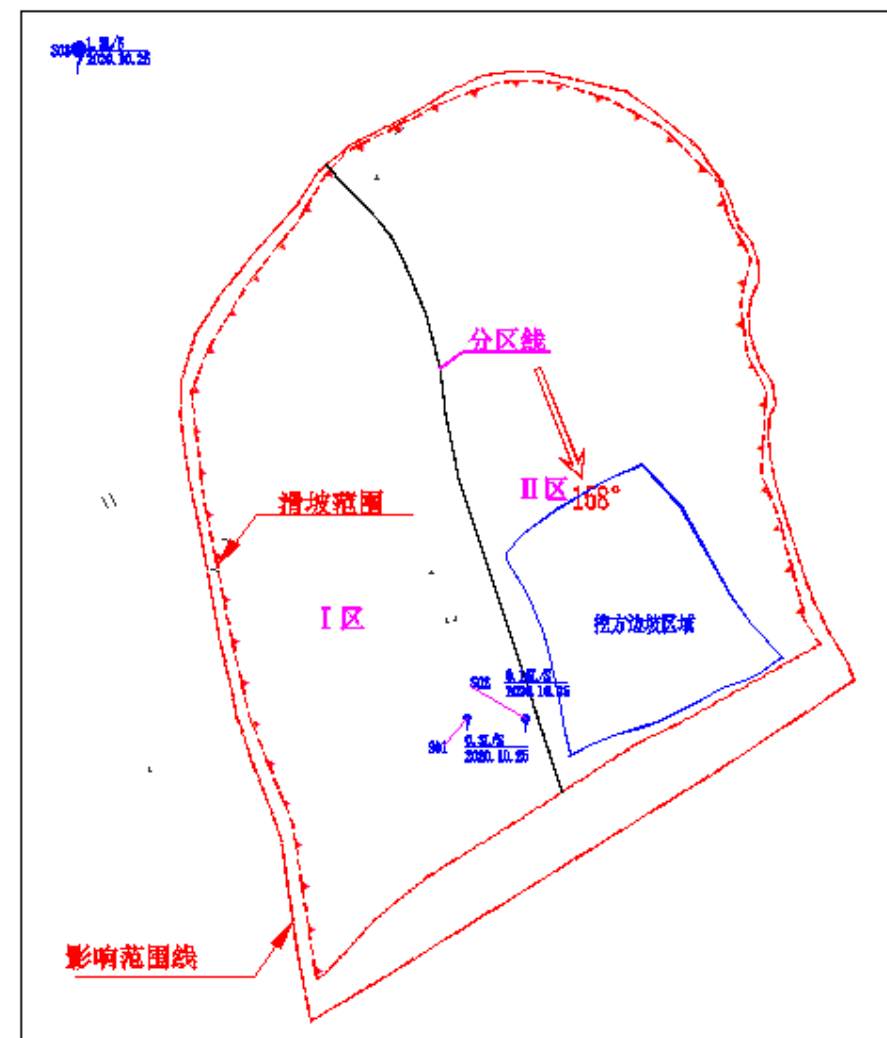


图 4.4-2 滑坡划分区域示意图

4.4.2 滑坡物质组成及结构特征

(1) 滑体

块石土：杂色，稍密~中密，稍湿，主要由灰岩碎块石、少量泥灰岩碎块石和粉质粘土组成，碎块石一般粒径为 $10 \sim 450 \text{ mm}$ ，最大可达 2.0m，平均含量约 70%，平均厚度约为 16.5m。

(2) 滑带

I 区：根据钻孔揭露，块石土内部不同地段物质组成成分差异较大，可能沿土体内部滑动，判断为浅层滑面，沿土层内部剪出；岩土接触面物质单一，块石土在岩土接触面含粉质粘土较多，多呈可塑状，局部呈软塑状。可能沿岩土界面滑动，为深层潜在滑面：中、后部沿基岩面滑动，前缘沿块石土内部剪出。故综合判断滑坡目前沿浅层块石土内部滑动；但在暴雨及其它外力的影响下，可能沿岩土界面滑动。

II 区：根据钻孔揭露，块石土内部不同地段物质组成成分差异较大，可能沿土体内部滑动，岩土接触面物质特征，块石土在岩土接触面含粉质粘土较多，多呈可塑状，根据微地貌特征，故综合判断滑坡目前中厚部沿浅层块石土内部滑动、前部岩基岩面滑动；但在暴雨及其它外力的影响下，中后部可能沿岩土界面滑动。

(3) 滑床

I 区：基岩岩性主要由三迭系中统巴东组的泥灰岩、泥岩组成：强风化带：岩体破碎，呈块状、碎块状，质较软；中风化带：岩体较完整，呈柱状、短柱状、块状，质较硬。由于为单倾斜坡，滑床形态与地形基本一致，整体倾向 158°，斜坡区地形坡度 10~30°，平均坡度约 20°。滑坡前部滑床较缓、后部滑床较陡。综合判断该区域滑床中、后部为泥灰岩、泥岩，前部滑床为块石土。

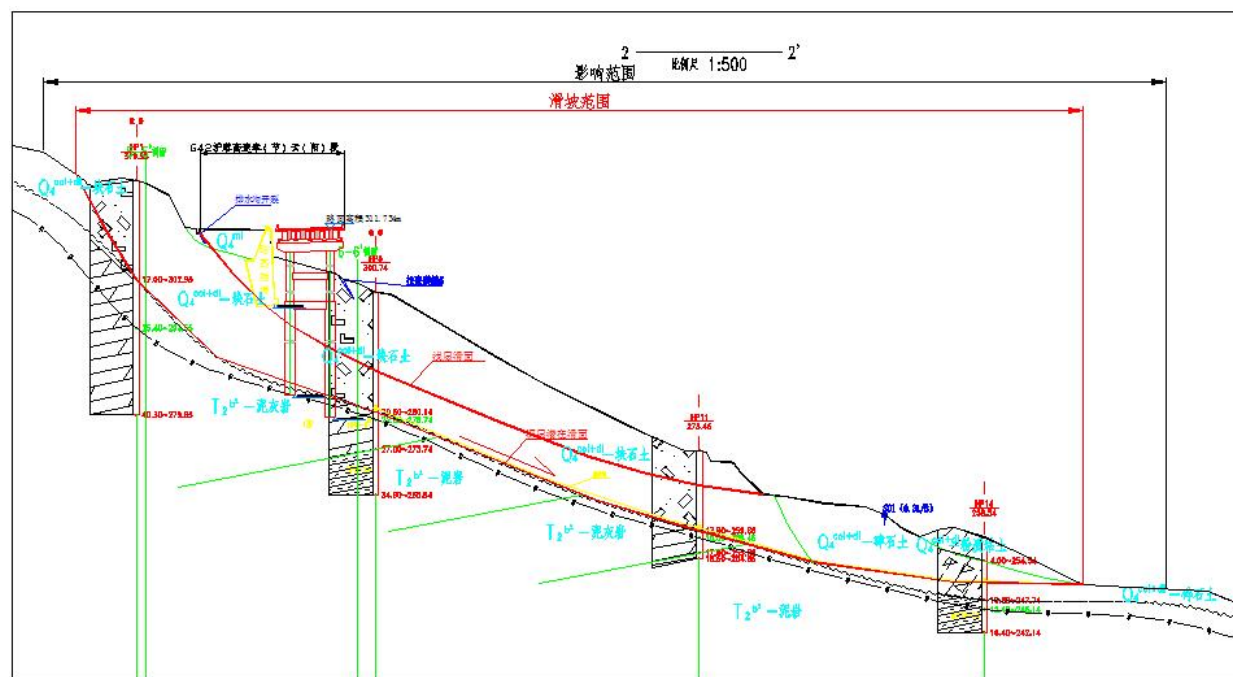


图 4.4-3 2-2' 剖面示意图

II 区：基岩岩性主要由三迭系中统巴东组的泥灰岩、泥岩组成：强风化带：岩体破碎，呈块状、碎块状，质较软；中风化带：岩体较完整，呈柱状、短柱状、块状，质较硬。由于为单倾斜坡，滑床形态与地形基本一致，整体倾向 158°，斜坡区地形坡度 10~30°，平均坡度约 20°。滑坡前部滑床较缓、后部滑床较陡。综合判断该区域滑床后部为块石土、中部为泥灰岩、泥岩，前部为块石土。

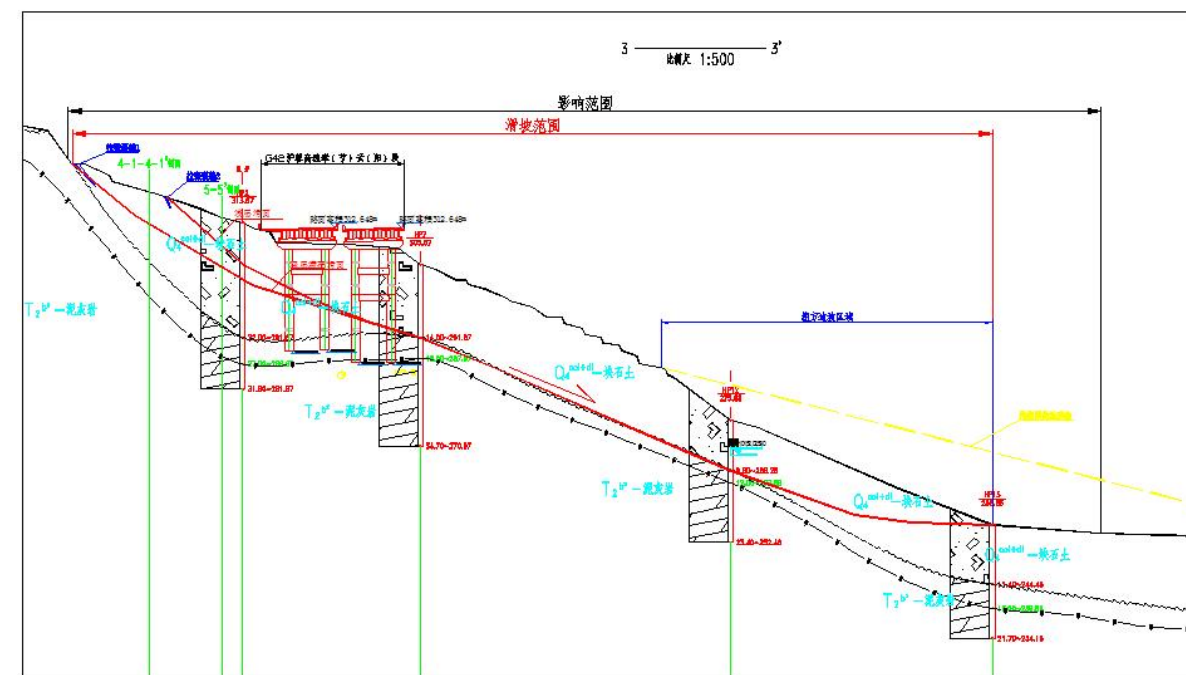


图 4.4-4 3-3' 剖面示意图

4.4.3 滑坡稳定性综合分析

综合分析计算评价可知，本滑坡系中层土质滑坡，其稳定性评价如下：

I 区：滑坡整体稳定性，浅层滑面：天然工况下，处于基本稳定状态，在非正常工况 I 下，处于欠稳定状态；深层潜在滑面：天然工况下，处于基本稳定状态，在非正常工况 I 下，处于基本稳定状态；

II 区：滑坡整体稳定性，浅层滑面：天然工况下，处于基本稳定状态，在非正常工况 I 下，处于基本稳定状态；深层潜在滑面：天然工况下，处于基本稳定状态，在非正常工况 I 下，处于欠稳定状态。

因此通过综合分析得出，目前滑坡整体处于欠稳定~基本稳定状态，但有可能沿深层基岩面滑动。

4.4.4 滑坡发展变化趋势及危害性预测

目前滑坡变形主要分布于滑坡区后部、前部，表现为地面开裂、蠕动变形、局部表层滑塌。目前滑坡变形区处于初始变形阶段，局部有蠕变现象。当暴雨状态、人类工程活动强烈，对滑坡开挖坡脚、破坏植被的情况下，极易诱发滑动，进而形成牵引式滑坡。

如任滑坡自行发展，滑坡将威胁中后部 G42 沪蓉高速安全运营，影响前缘安置房居民房屋安全、居民生命安全等。

4.5 滑坡监测情况

为确保高速公路的正常运行，分析总结大桥及坡体的变形规律、发展趋势，重庆高速公路集团有限公司东北营运分公司委托重庆市交通工程质量检测有限公司于 2020 年 11 月 12 日开始场监测工作。监测内容包括：桥梁桥墩位移观测、边坡位移监测、深层土体位移监测、伸缩缝监测、裂缝观测、人工巡视。

4.5.1 桥墩位移监测

桥墩位移监测共布设 25 个测点，其中杨柳坪大桥在左幅（0#、1#、2#、3#、4#、5#墩）和右幅（1#、2#）各墩墩顶（或墩身）共设置 12 个监测点，左幅（0#、1#、2#、3#、4#、5#墩）和右幅（1#、3#）各主梁及左幅 5#桥台挡墙共设置 13 个监测点。

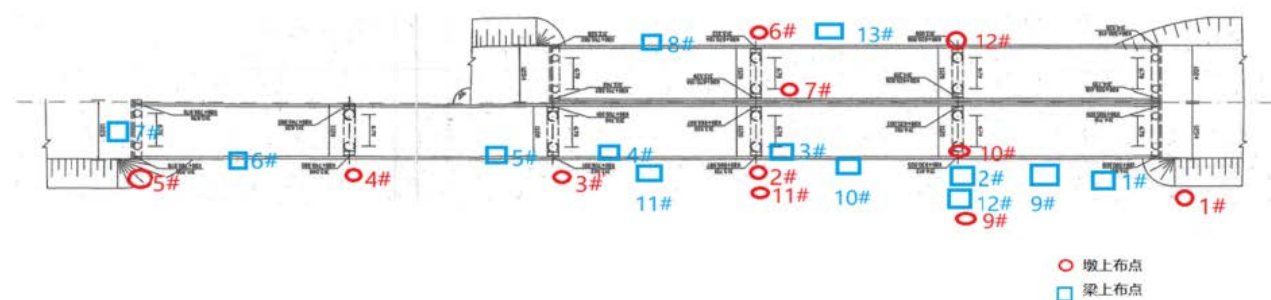


图 4.5-1 测点布置图

截止 2021 年 02 月 07 日，桥墩位移监测累计 X 方向位移最大测点为 QDWY-10 (-3mm)，Y 方向位移最大测点为 QDWY-06 (-39mm)，竖向位移最大测点为 QDWY-06 (16mm)。DWY-06 号点 Y 方向已超控制值。

主梁位移累计 X 方向位移最大测点为 QLWY-06 (-47mm)，Y 方向位移最大测点为 QLWY-06 (-24mm)，竖向位移最大测点为 QLWY-11 (-15mm)，QLWY-06 X、Y 方向已超控制值。个别监测点位移变化量仍有增加的趋势，在后期仍有发生骤变可能，为确保运营安全，掌握边坡位移状况，应持续监测。

4.5.2 边坡位移监测

边坡水平位移和竖向位移监测点的布设应能全面反映边坡变形特征，并顾及地质情况及边坡特点。在杨柳坪大桥上下边坡布设垂直于公路方向的 3 排测点，每排 6~8 个测点，测点间距为 15~30m，目前边坡位移监测点共计 19 处，滑坡体下方靠近楼房处坡面布设 2 处

位移监测点，并做好防护措施。监测点的布设应能全面反映边坡变形特征，并顾及地质情况及边坡特点。

截止 2021 年 2 月 7 日，边坡位移监测 X 方向位移最大测点为 BPWY-6-6 (-19mm)，Y 方向位移最大测点为 BPWY-6-4 (-22mm)，竖向位移最大测点为 BPWY-6-4 (15mm)，均小于预警值。根据边坡位移测量的 X 和 Y 方向位移值计算测点总位移值及位移方向，各测点总位移如下图所示。

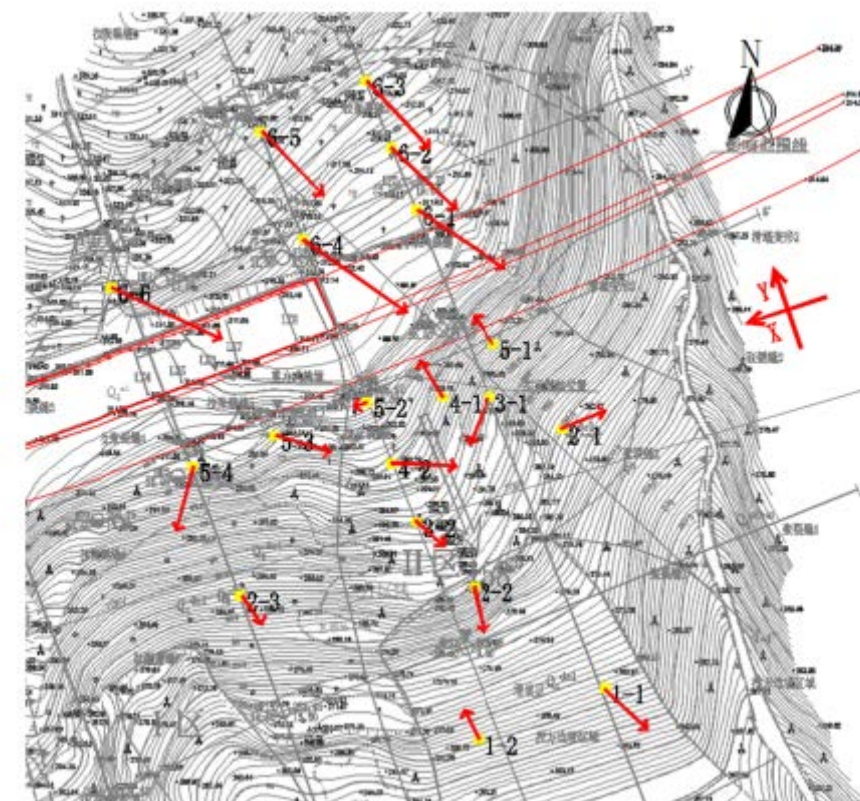


图 4.5-2 边坡表层位移测点位移方向

4.5.3 深层土体位移监测

深层土体位移监测共布设 6 个测孔，共计 2 个垂直于路线方向监测断面，每个断面分别设置 3 个深部位移测点；目前已布设完成杨柳坪大桥左幅桥梁外侧 2 处测孔，测孔分别位于 3#及 4#桥墩下方。

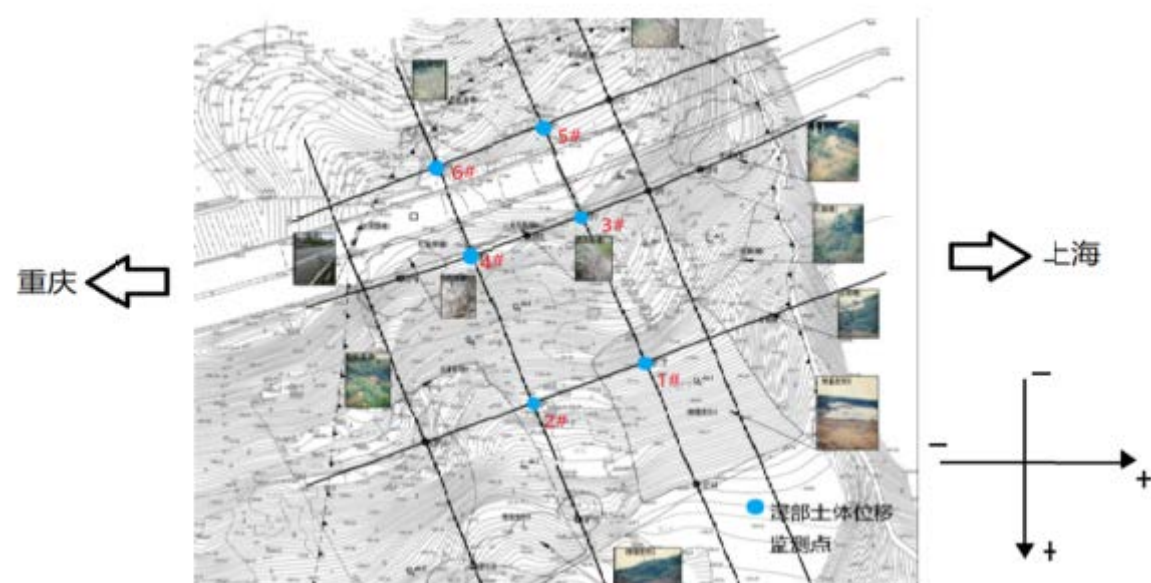


图 4.5-3 边坡表层位移测点位移方向

1#测孔平行公路方向累计变化量最大值为-11.06mm，深度位置在 0m；垂直公路方向累计变化量最大值为 14.27mm，深度位置在 0m。

2#测孔平行公路方向累计变化量最大值为-7.47mm，深度位置在 0m；垂直公路方向累计变化量最大值为-6.08mm，深度位置在 5m。

3#测孔平行公路方向累计变化量最大值为 8.66mm，深度位置在 0m；垂直公路方向累计变化量最大值为 4.03mm，深度位置在 0m。

4#测孔平行公路方向累计变化量最大值为 4.41mm，深度位置在 0m；垂直公路方向累计变化量最大值为-4.04mm，深度位置在 4m。

5#测孔平行公路方向累计变化量最大值为-16.33mm，深度位置在 0m；垂直公路方向累计变化量最大值为 6.66mm，深度位置在 0m。

6#测孔平行公路方向累计变化量最大值为-5.38mm，深度位置在 6m；垂直公路方向累计变化量最大值为 7.46mm，深度位置在 0m。

从整体上分析，目前边坡深层土体位移变化量较小，日变化量和累计变化量均未超预警值，但通过变形曲线图可以看出，测点位移存在向坡外侧缓慢变化的趋势。

4.6 边坡处治方案

根据《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥（K1362+988）滑坡应急抢险处治工程施工图设计文件》（中铁长江交通设计集团有限公司，2021.02），边坡处治总体方案如下（详见设计文件）：

1) 对滑坡体后缘 2-2 剖面位置进行局部卸载，卸至滑坡线位置后采用 1:1 进行放坡，坡面采用锚杆框格梁进行护坡处理，框格梁间距为 $200 \times 200\text{cm}$ ，锚杆采用 $\Phi 22$ 普通砂浆锚杆，锚杆锚入稳定岩层内不小于 400cm。框架梁中间采用植草进行绿化防护。杨柳坪大桥 1#墩和 2#墩之间临近 2#墩存在坡面松散土体垮塌，采用清表后锚喷护坡，10cm 厚 C25 喷射混凝土，挂 $\Phi 6@20 \times 20\text{cm}$ 钢筋网，锚杆采用 $\Phi 22$ 普通砂浆锚杆，锚杆长度为 400cm，锚杆间距为 $150 \times 150\text{cm}$ 。

2) 临近高速路右侧桥下位置设置抗滑桩，对于 2-2 剖面位置采用两排 $\Phi 250@450\text{cm}$ 抗滑桩，考虑到下滑力较大，纵向桩间设置 1.5m 高冠梁，且上下两排桩设置 $2.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ 联系梁；3-3 剖面位置采用单排 $\Phi 250@500\text{cm}$ 抗滑桩，4-4 剖面采用两排 $\Phi 250@500\text{cm}$ 抗滑桩，纵向桩间设置 1.5m 高冠梁，且上下两排桩设置 $2.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ 联系梁，抗滑桩要求嵌入中风化岩面线以下有效深度不小于 10m（详见剖面及立面设计图）。2-2 剖面附近桥下修建便道存在局部削方，坡比为 1:1.0，坡面采用挂网锚喷进行防护，锚杆长度为 400cm，锚杆间距为 $150 \times 150\text{cm}$ ，喷层厚度 10cm，挂 $\Phi 6@20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 钢筋网。削方开挖应分级开挖，每级高度不超过 2 米，并及时施做锚喷防护，待坡面防护施做完成后方可往下开挖。

3) 对于半桥半路段（挡墙）路面开裂位置及右幅 2#墩采用桩进行保护，保护桩采用单排 $\Phi 200@500\text{cm}$ ，桩基要求嵌入中风化岩面线以下有效深度不小于 8m（详见剖面及立面设计图）。对半桥半路段（挡墙）路面抗滑桩位置路面进行恢复，路面结构为：45cm 厚 C25 混凝土基层+10cm 厚改进型 (AC-13C) 沥青混凝土面层。

4) 完善道路排水系统，将滑坡位置重新设置排水渠道，后缘设置截水沟，抗滑桩外侧设置排水沟将水引入下方。排水设施应在施工前期进行，排水设施施工完成后方可开展其余施工工序。

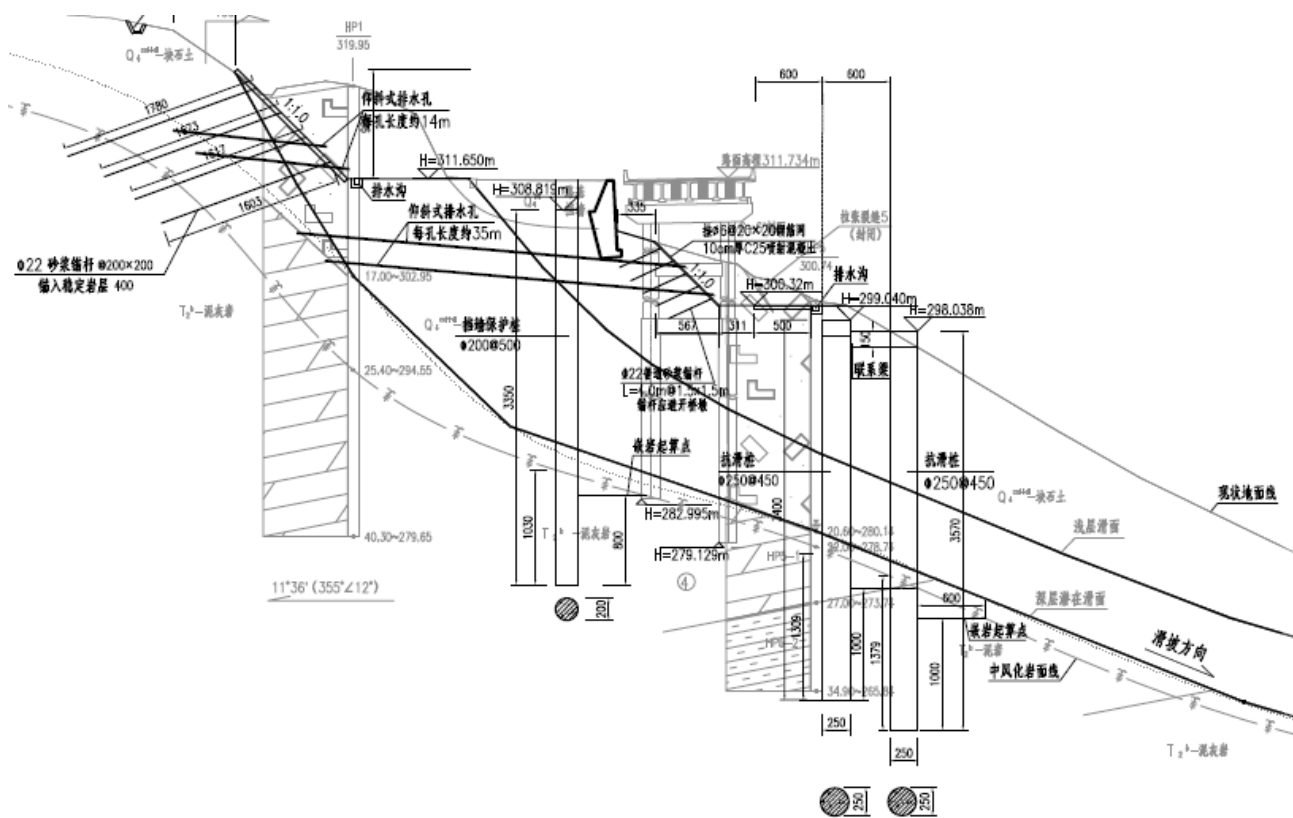


图 4.6-1 左幅 4#墩断面边坡处治布置图 (单位: cm)

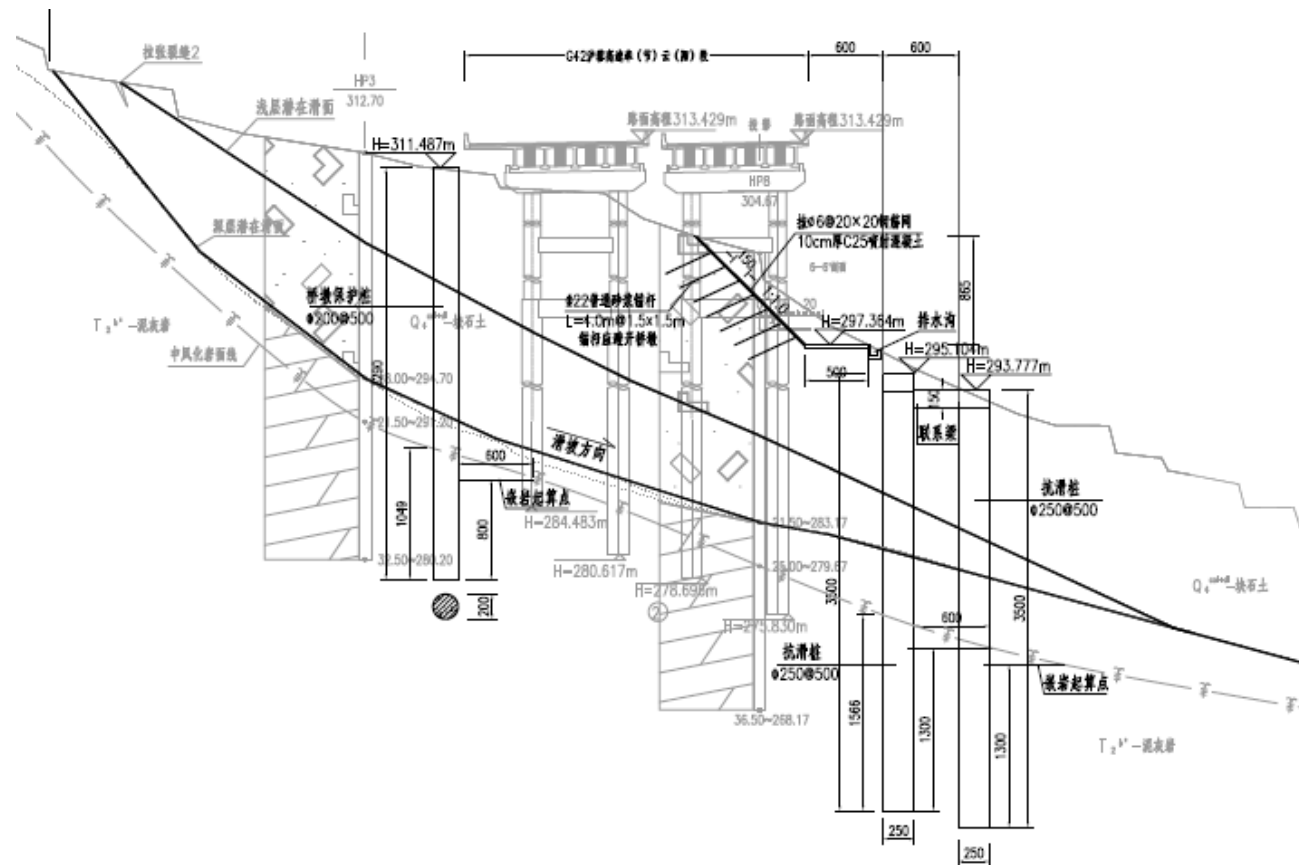


图 4.6-3 左幅 2#墩断面边坡处治布置图 (单位: cm)

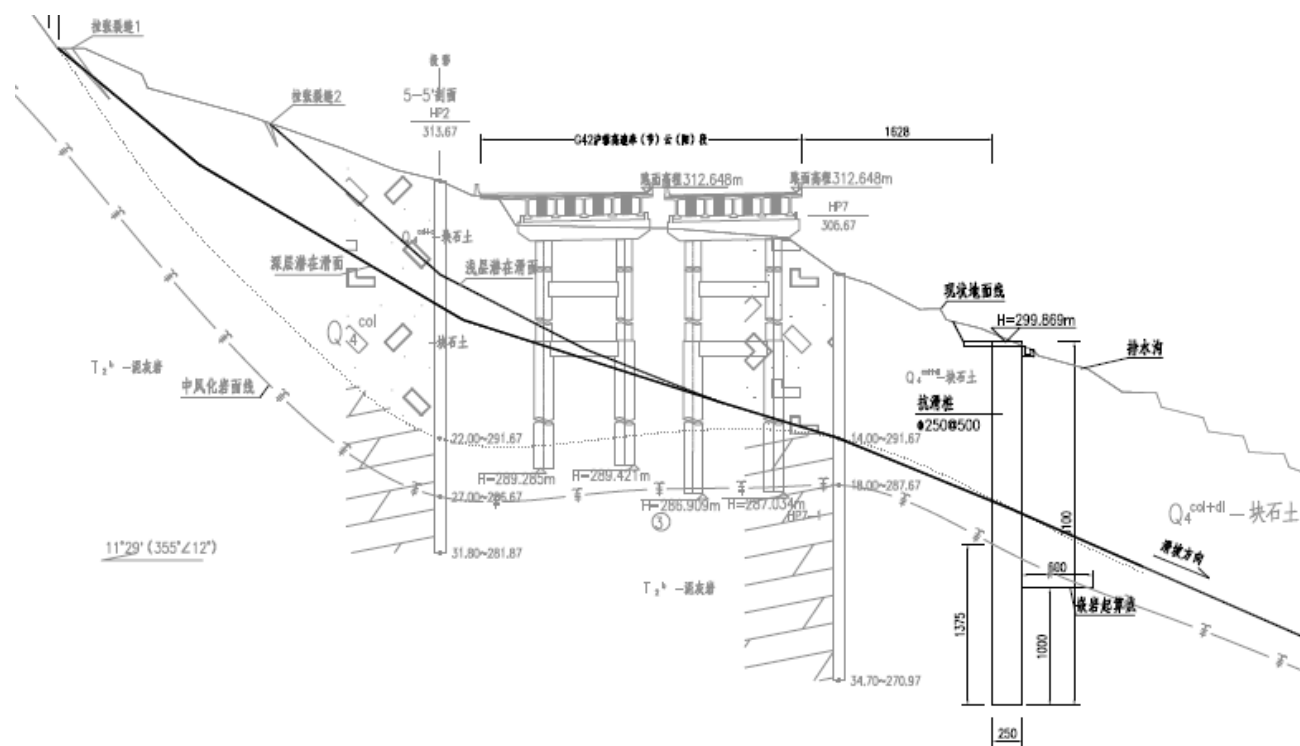


图 4.6-2 左幅 3#墩断面边坡处治布置图 (单位: cm)

5 桥梁主要检测分析结果

5.1 外观检查结果

5.1.1 上部结构

(1) 左幅主要病害有梁体翼板 18 条纵向裂缝, 最大宽度为 0.2mm; 底板 1 条纵向裂缝, 最大宽度为 0.08mm; 腹板 19 条纵向裂缝, 最大宽度为 0.15mm; 腹板 10 条斜向裂缝, 最大宽度为 0.14mm; 马蹄竖向裂缝、马蹄纵向裂缝等。

梁体腹板共 41 条竖向裂缝, 2#梁左侧腹板最大宽度为 0.6mm。

(2) 右幅主要病害有梁体腹板 11 条纵向裂缝, 最大宽度为 0.15mm; 腹板 1 条斜向裂缝, 最大宽度为 0.1mm; 马蹄竖向裂缝、马蹄纵向裂缝等。

编制:

金成

复核:

吴高杰

审核:

甘伟

图表号: YLPDQ-00

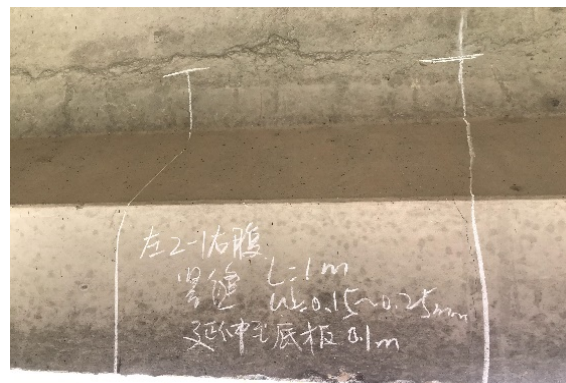


图 5.1-1 左幅 1#梁右侧腹板竖向裂缝



图 5.1-2 左幅 5#梁右侧腹板、翼板纵向裂缝

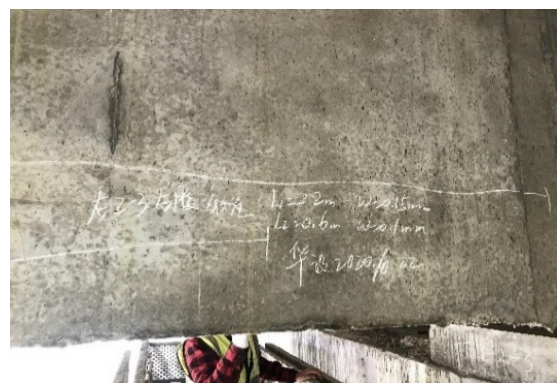


图 5.1-3 右幅 3#梁右侧腹板竖向裂缝



图 5.1-4 右幅 4#梁右侧腹板、翼板纵向裂缝

5.1.2 支座

- (1) 左幅主要病害有支座偏移、支座剪切变形、脱空、钢垫板锈蚀；
- (2) 右幅主要病害有支座偏移、支座剪切变形、脱空等。

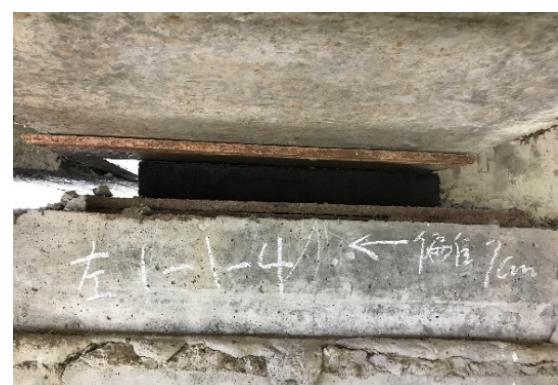


图 5.1-5 左幅支座位移、剪切变形



图 5.1-6 左幅支座剪切变形、脱空

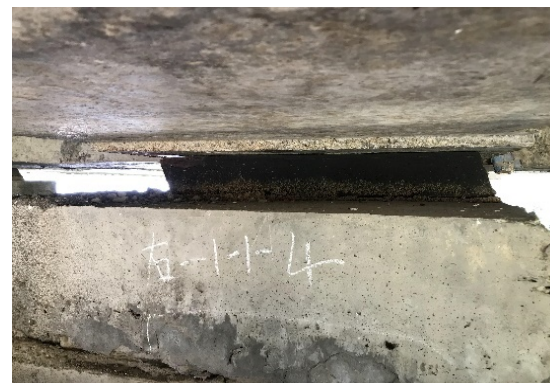


图 5.1-7 右幅支座剪切变形



图 5.1-8 右幅支座脱空

5.1.3 下部结构

- (1) 左幅下部结构的主要病害有 1#墩、5#台挡块开裂严重、立柱竖向裂缝、2-1#立柱、4-1#立柱、4-2#立柱存在环向裂缝、盖梁横向裂缝等；
- (2) 右幅下部结构的主要病害有立柱竖向裂缝、1-2#立柱、2-1#立柱存在环向裂缝、盖梁竖向裂缝、盖梁横向裂缝等。



图 5.1-9 左幅 1#墩挡块开裂



图 5.1-10 左幅 5#台左侧挡块开裂



图 5.1-11 右幅盖梁竖向裂缝

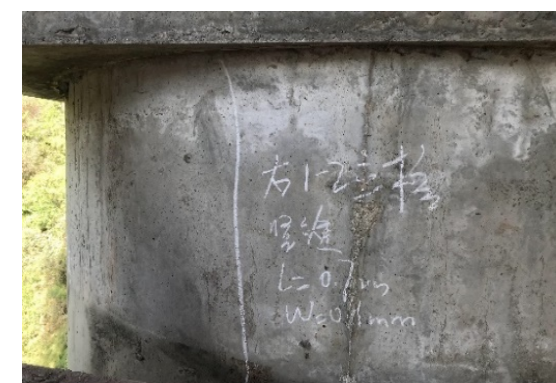


图 5.1-12 右幅立柱竖向裂缝

5.1.4 桥面系

- (1) 左幅主要病害有护栏底座开裂、伸缩缝槽口堵塞等；
- (2) 右幅主要病害有伸缩缝槽口堵塞等。



图 5.1-13 左幅 0#台槽口堵塞、锚固区裂缝



图 5.1-14 右幅 3#台锚固区裂缝

5.2 无损及线形检测结果

5.2.1 无损检测结果

- 1) 通过抽检，主梁混凝土强度推定值为 $>50\text{MPa}$ ，立柱及盖梁强度推定值为 $>40\text{MPa}$ ，碳化深度在 $0.5\sim 3\text{mm}$ ，强度满足设计要求，混凝土碳化无影响；
- 2) 通过抽检，梁体钢筋保护层厚度评定标度最大值为 3，立柱及盖梁钢筋保护层厚度评定标度最大值为 3；
- 3) 通过抽检，表明 T 梁腹板、马蹄钢筋无锈蚀活动性。

5.2.2 线形检测结果

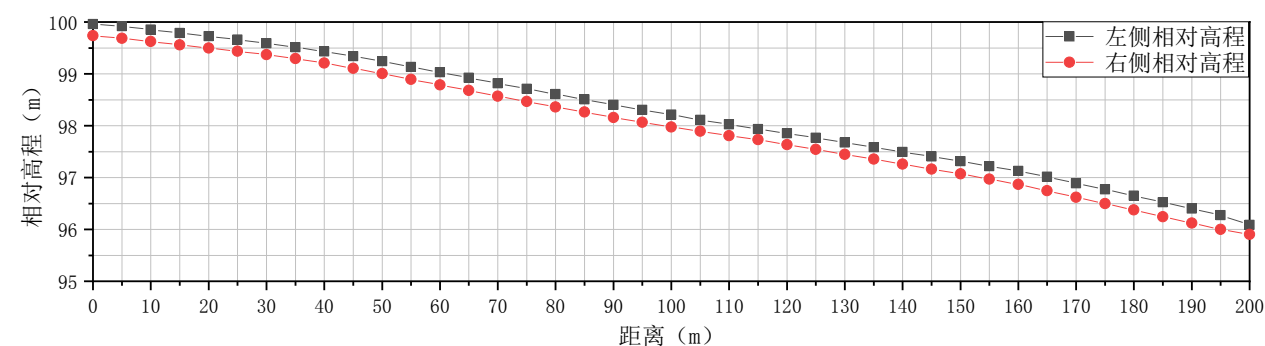


图 5.2-1 左幅桥纵向线形图

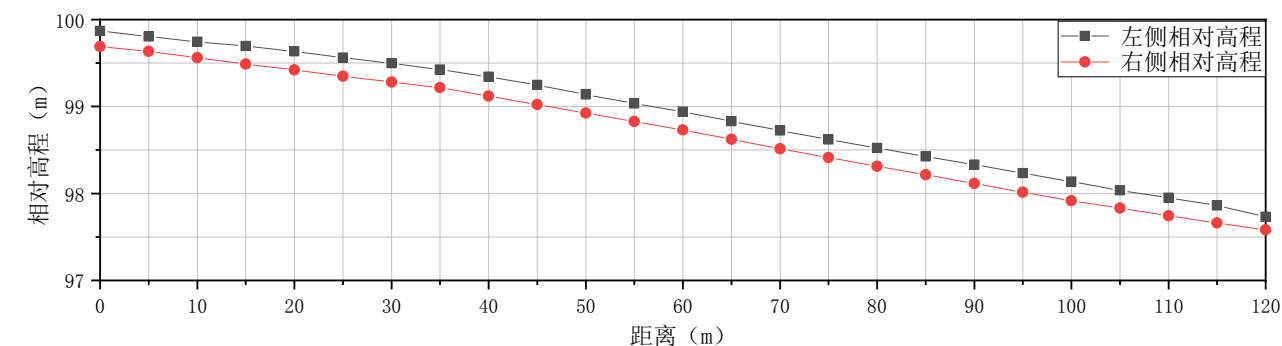


图 5.2-2 右幅桥纵向线形图

桥面线形整体平顺，未见明显下挠或突变。

5.3 结构检算分析结果

根据《2020 年至 2021 年桥隧定期检查（监测）及设计项目 DB-2 标段杨柳坪大桥专项检查报告》（中设设计集团股份有限公司工程质量检测中心，2020 年 11 月），本桥上部结构 T 梁及下部结构计算结果汇总如下。

5.3.1 上部结构

按照《公路桥梁承载能力检测评定规程》（JTG/TJ21-2011）对（40+40+40+40+40）m 预应力混凝土连续 T 梁进行承载能力验算，计算结果表明：

- (1) 公路-I 级(JTG B01-2003) 车辆荷载作用下，T 梁各位置完好状态及缺损状态下抗弯承载力极限状态检算满足规范要求；
- (2) 公路-I 级(JTG B01-2003) 车辆荷载作用下，T 梁完好状态及缺损状态下正常使用极限状态检算满足规范要求。

5.3.2 下部结构

5.3.2.1 技术路线

滑坡过程较为复杂，桥墩部分截面已经严重开裂，甚至达到极限承载能力，结构体系不停的发生转换和内力转移。采用静力非线性弹塑性 PUSHOVER（推倒）法，忽略纵桥向的滑移，仅对横桥向进行计算。初始工况仅考虑上下部结构自重荷载；墩顶主梁的约束作用采用弹簧单元模拟，定义一般连接铰模拟支座滑动、挡块破坏等作用；用柱铰模拟墩柱及桩基的开裂、损伤形成塑性铰。

滑动面以上土层施加单位水平下滑力，选择墩柱顶横向位移控制，最终使桥墩盖梁横向

位移达 20cm。程序自动逐步施加横向位移量进行迭代计算，最终得到荷载系数-位移曲线。同时可以得到各步骤中结构塑性铰发生情况及结构的各种效应。

5.3.2.2 桥墩分析模型的建立

桥墩计算分析采用桥梁计算专用软件 MIDAS CIVIL，建立考虑桥梁下部结构桩土作用的桥墩三维仿真模型。滑动面以下土层对桩体施加节点弹性支承，即采用节点弹性支承模拟土对桩基的弹性支承作用，弹性系数即为土弹簧刚度，如下图所示。滑动面以上土层不考虑桩前滑体的抗力作用，仅作为外荷载作用在桩体上。上部结构自重以集中荷载施加在桥墩盖梁上；土层滑坡推力分布形式影响因素较多，其分布理论还不成熟，根据《公路滑坡防治设计规范》JTG/T 3334-2018 第 7.4.5 条，偏安全按矩形均布荷载施加在墩柱、桩基上。

本次计算土层分布、滑动面深度等均根据《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥滑坡应急处治工程工程地质勘察报告》（重庆市交通规划勘察设计院有限公司 2020.11）确定。因存在浅层和深层两个潜在滑动面，分别进行了计算分析。

另墩顶梁体对墩顶的约束边界条件不明，包括支座的摩阻力和挡块的约束力，其对结构受力也有明显影响，因此通过改变支座摩擦系数模拟约束弹簧刚度变化，来考虑此两种综合作用。

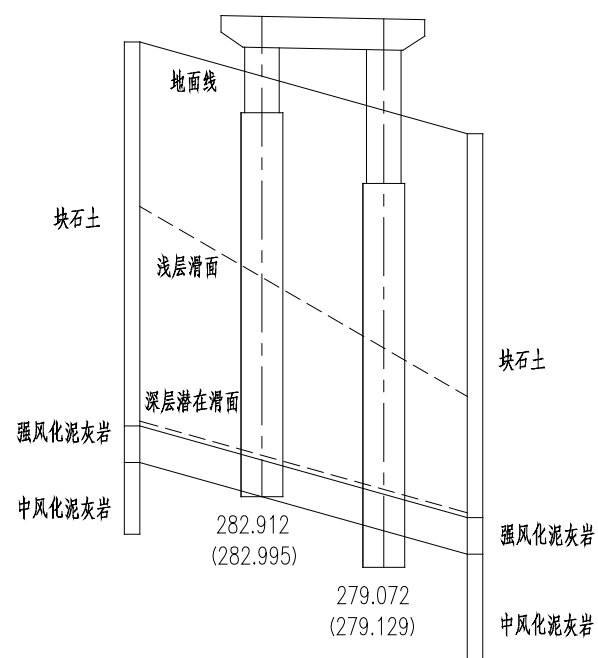
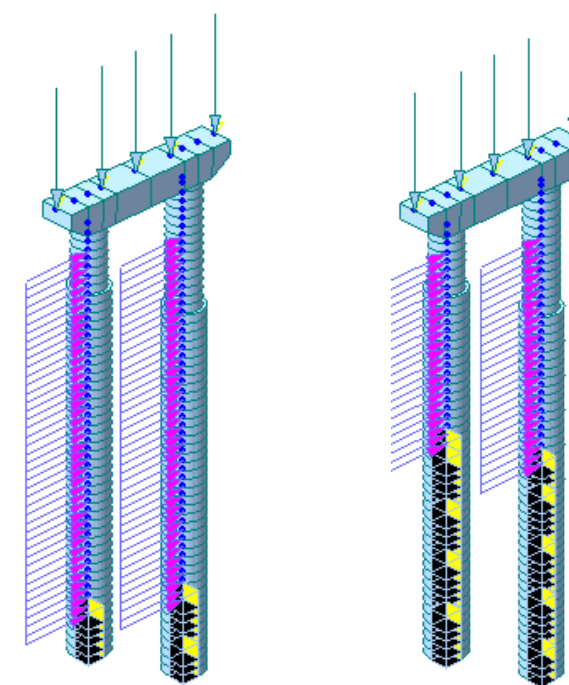


图 5.3-1 左幅 4#桥墩布置图



(a) 沿深层滑面滑动

(b) 沿浅层滑面滑动

图 5.3-2 左幅 4#桥墩单元模型

表 5.3-1 计算模型汇总

模型编号	滑动面	支座摩擦系数
模型 1-1	浅层	0
模型 1-2		0.06
模型 1-3		0.2
模型 2-1	深层	0
模型 2-2		0.06
模型 2-3		0.2

5.3.2.3 地质剖面及土参数

根据《G42 沪蓉高速奉（节）云（阳）段杨柳坪大桥滑坡应急处治工程工程地质勘察报告》（重庆市交通规划勘察设计院有限公司 2020.11），左幅 4#桥墩处地质构造和 HP5 钻孔土层参数取值如下。

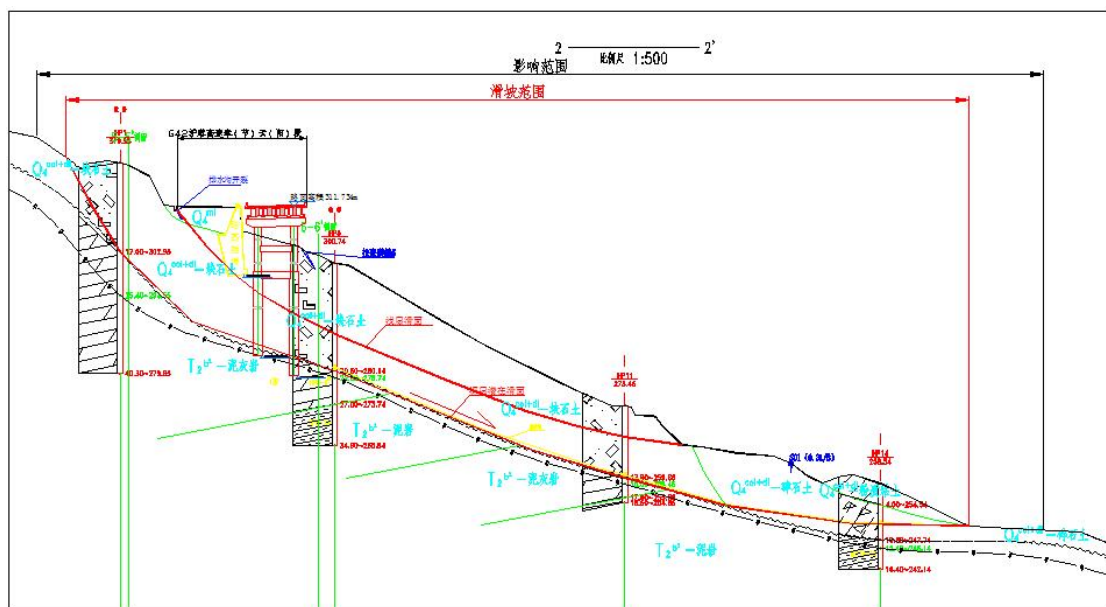


图 5.3-3 左幅 4#桥墩处地质剖面图

岩土体水平抗力参数：人工填土水平抗力系数的比例系数 m 取 $10\text{MN}/\text{m}^4$ ；块石土水平抗力系数的比例系数 m 取 $70\text{MN}/\text{m}^4$ ；中等风化带泥灰岩、泥岩的水平抗力系数 C_z 取 $120\text{MN}/\text{m}^3$ 。

5.3.2.4 土弹簧刚度计算

1、桩的计算宽度 b_1

当桩径 $d \geq 1$ 时， $b_1 = k k_f (d + 1)$ ；横向为多排桩时， k 按规范计算为 0.9；圆形截面 $k_f = 0.9$ 。

表 5.3-2 桩基计算宽度表

项目	$b_1(\text{m})$	$d(\text{m})$	k	k_f
横向	2.66	2.3	0.9	0.9

2、土弹簧刚度计算

根据弹性地基梁“ m ”法的基本假定，桩侧土为温克尔离散线性弹簧，不考虑桩土之间的粘着力和摩阻力，桩作为弹性构件来考虑，当桩受到水平外力作用后，桩土协调变形。则

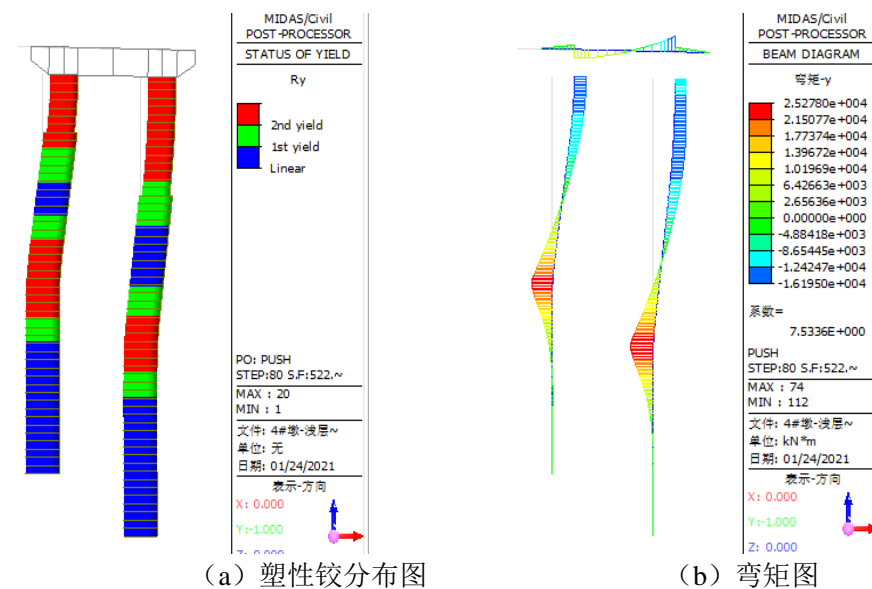
$$\sigma_{zx} = Cx_z = mx_z。$$

$$\text{等代土弹簧的刚度为 } K_s = \frac{P_s}{X_s} = \frac{A\sigma_{zx}}{X_z} = \frac{ab_1mZX_z}{X_z} = ab_1mZ$$

其中 a 为土层厚度， b_1 为桩的计算宽度， m 为地基土的比例系数， Z 为计算点至地面或最大冲刷线的距离。

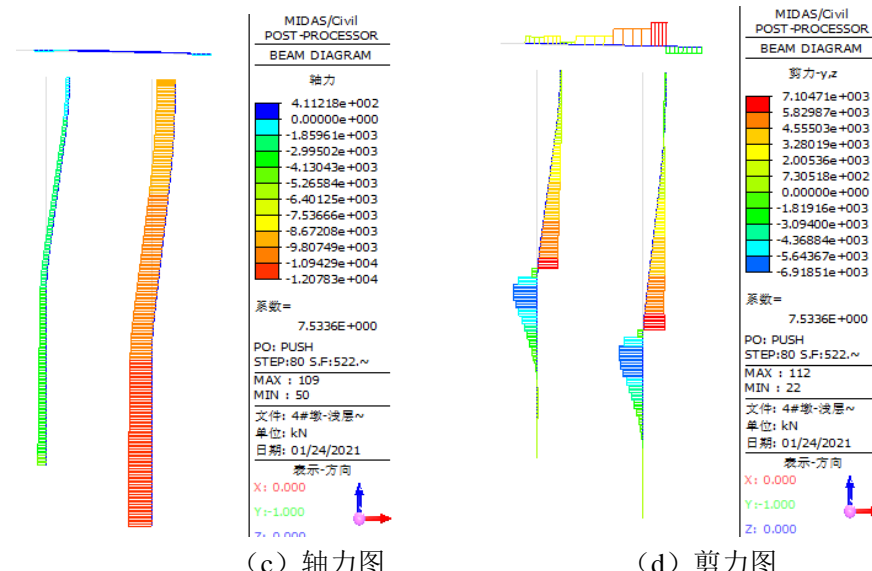
5.3.2.5 浅层滑面滑动计算结果

沿浅层滑面滑动时，墩顶位移达到 20cm，桩基、墩柱的塑性铰、内力如图所示。



(a) 塑性铰分布图

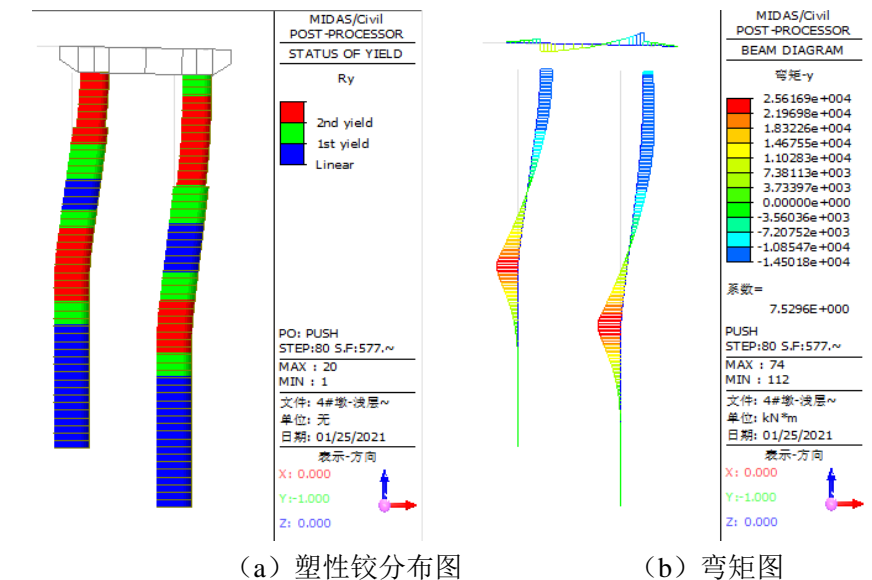
(b) 弯矩图



(c) 轴力图

(d) 剪力图

图 5.3-4 模型 1-1：沿浅层滑面滑动（摩擦系数 0）



(a) 塑性铰分布图

(b) 弯矩图

编制：

金成

复核：

吴高杰

审核：

甘伟

图表号：YLPDQ-00

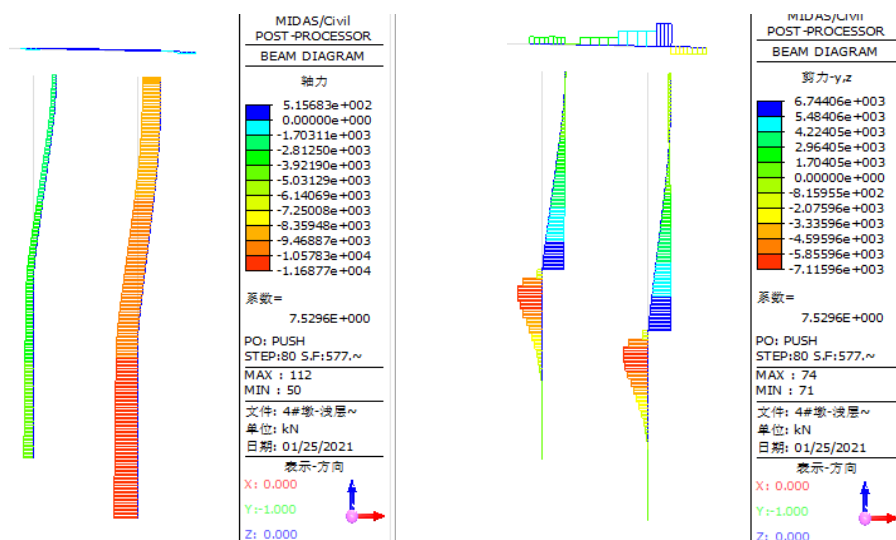


图 5.3-5 模型 1-2: 沿浅层滑面滑动 (摩擦系数 0.06)

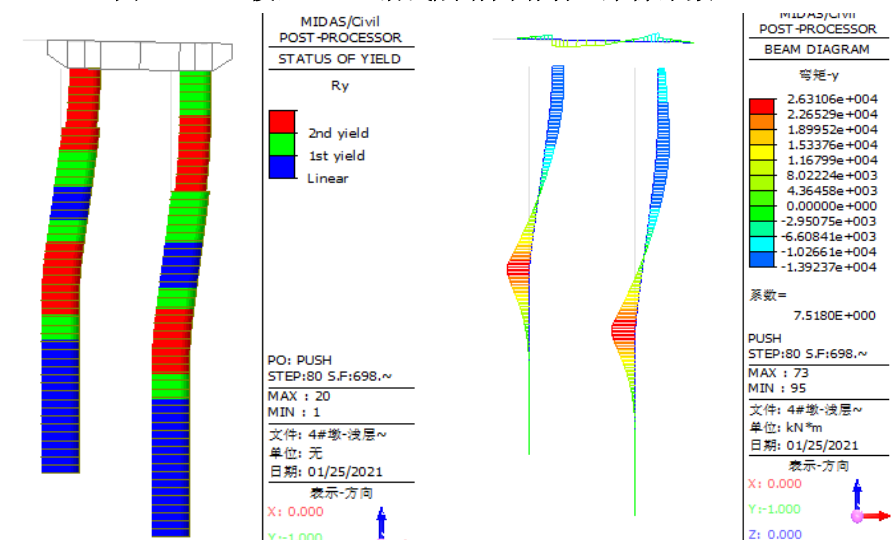


图 5.3-6 模型 1-3: 沿浅层滑面滑动 (摩擦系数 0.2)

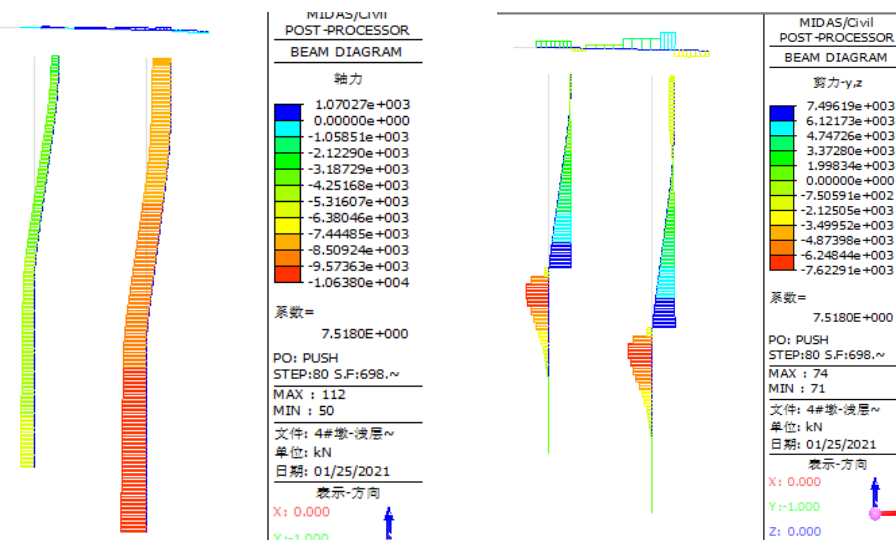
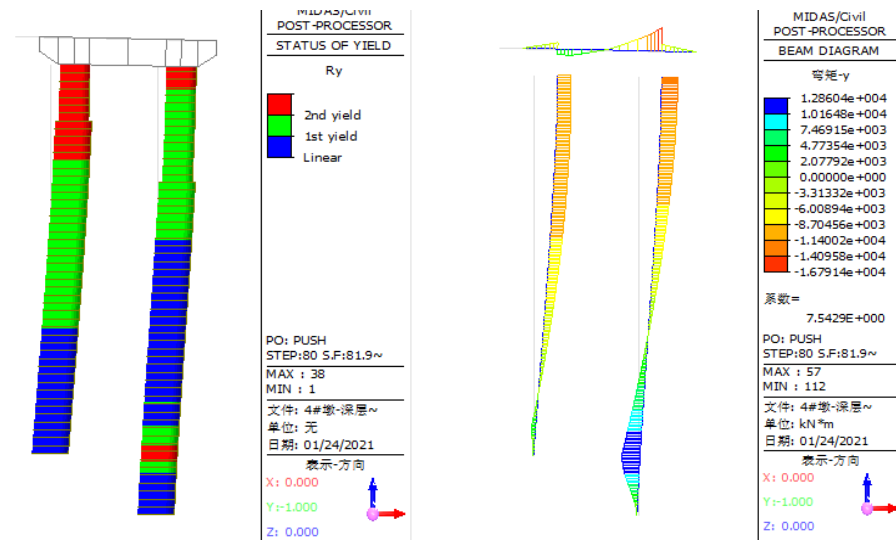


图 5.3-7 模型 2-1: 沿深层滑面滑动 (摩擦系数 0)

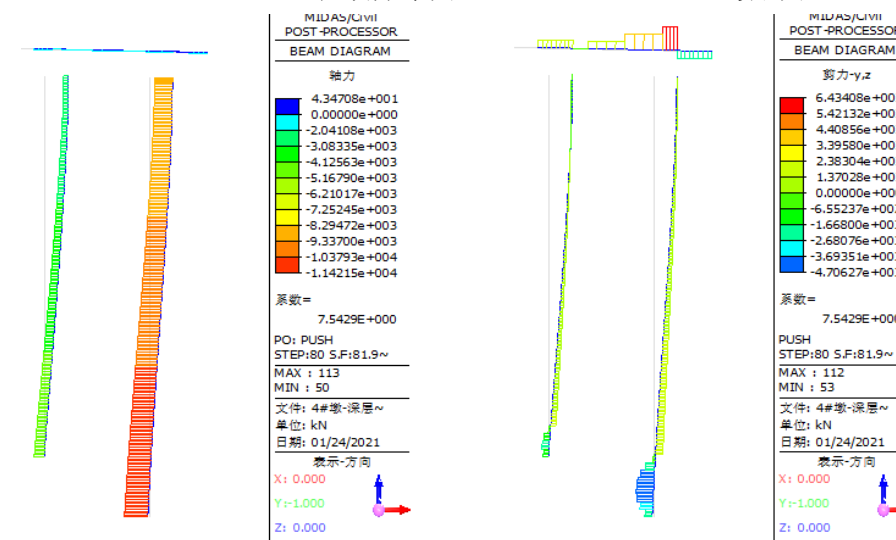
由计算分析可得到如下结论：沿浅层滑动面滑动时，1) 墩顶位移达到 20cm 时，下滑推力均布荷载分别为 500kN/m、583kN/m、700kN/m；2) 墩顶支座出现滑动；3) 墩柱顶部、滑动面附近桩身（绿色和红色）已受弯屈服出现塑性铰；4) 计算结果与地面以上部分损伤情况基本符合，因此可以推断土层中桩身已出现开裂、破坏截面。

5.3.2.6 深层滑面滑动

沿深层滑面滑动时，墩顶位移达到 20cm，桩基、墩柱的塑性铰、内力如图所示。



(a) 塑性铰分布图 (b) 弯矩图



(c) 轴力图 (d) 剪力图

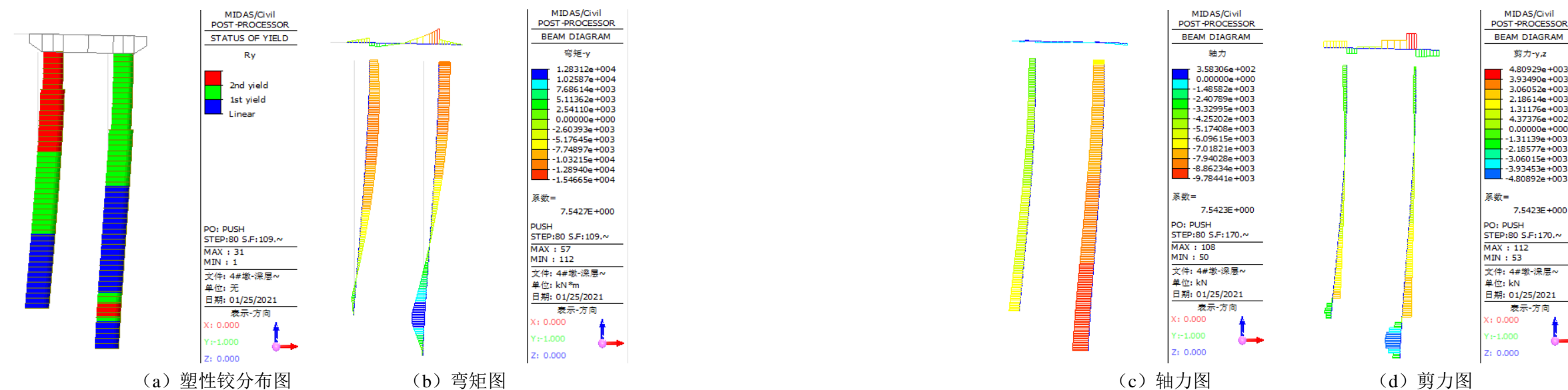


图 5.3-9 模型 1-3: 沿深层滑面滑动 (摩擦系数 0.2)

由计算分析可得到如下结论：沿深层滑动面滑动时，1) 墩顶位移达到 20cm 时，下滑推力均布荷载分别为 80kN/m、110kN/m、171kN/m；；2) 墩顶支座出现滑动；3) 墩柱顶部、滑动面附近桩身（绿色和红色）已受弯屈服出现塑性铰；4) 计算结果与地面以上部分损伤情况基本符合，因此可以推断土层中桩身已出现开裂、破坏截面。

5.3.2.7 结论

综合分析各种情况下土层中桩身均已屈服开裂、出现塑性铰。桩基损伤的范围、程度与滑动面位置、土层水平抗力系数和边界条件等有关。在相同的墩顶位移情况下，浅层滑动面桩身损伤更为严重；土层水平抗力系数越大，损伤越为严重。鉴于桩土相互作用、墩梁相互作用及桩基墩柱损伤后会发生内力转移等情况的复杂性，以及上述各种作用的时变效应，损伤范围和程度无法精确定量判断，建议对原桥墩桩基进行加桩托换处理。

5.4 成因及影响分析

综合桥梁病害分布、发展历史及滑坡检测分析结果，推断目前桥梁存在的主要问题是由于滑坡引起的。左幅 2#墩~5#台及右幅 2#墩、3#台桩基础位于滑坡体内，其中左幅 5#台位于滑坡体边缘，受影响较小。病害发展过程如下：

- 1) 第一阶段：山体滑坡导致滑坡体内桩基及下部结构向坡脚倾斜、移位，上部结构梁体基本保持不动，导致支座出现较大的剪切变形、偏位；
- 2) 第二阶段：滑坡体内下部结构位移持续发展，梁体与墩台右侧挡块发生挤压，导致挡块开裂；

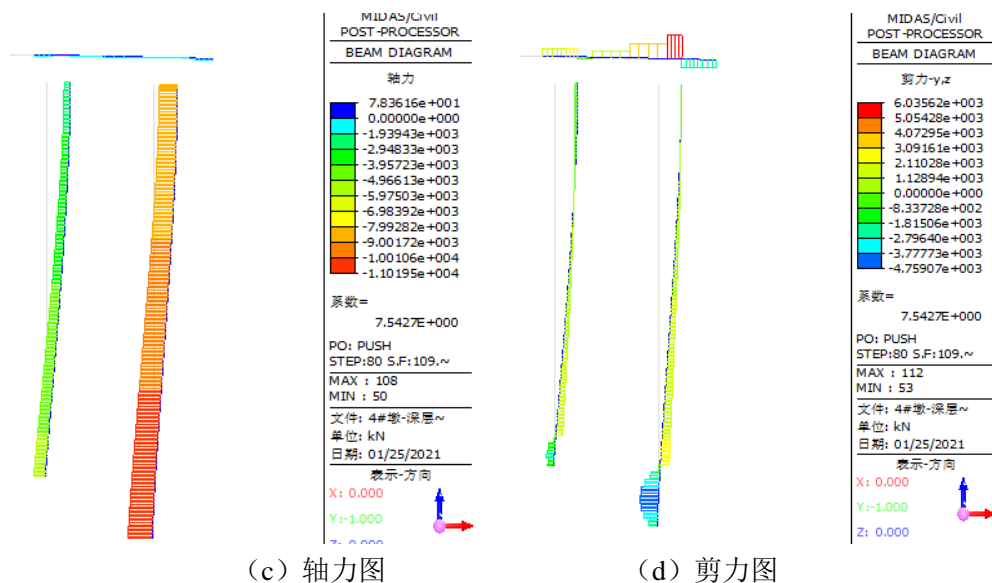
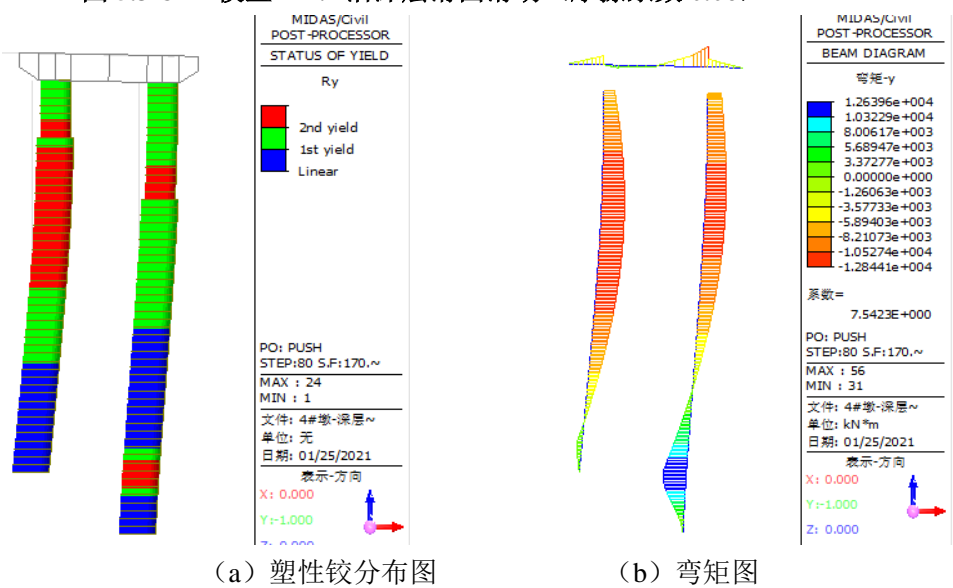


图 5.3-8 模型 1-2: 沿深层滑面滑动 (摩擦系数 0.06)



3) 第三阶段：滑坡体内下部结构位移持续发展，受挡块限制，上部结构与下部结构一起发生移位，导致左幅 1#墩、5#台左侧挡块开裂，5#台处出现明显的向左侧偏位的现象。

根据推算，滑坡体内左幅 2#墩~4#墩及右幅 2#墩、3#台桩基、墩柱出现屈服破坏，已不能满足正常使用要求。

左幅 3#孔 1#、2#T 梁马蹄竖向开裂，从分布形态判断，产生的原因为：受山体滑坡影响左幅 2#~4#墩出现向外侧的偏位，带动左幅 T 梁在平面上向外侧变形，出现水平面内的弯矩，造成外侧 T 梁受弯开裂。

6 维修加固方案

6.1 设计原则

1) 杨柳坪大桥大部分位于大型土质滑坡体上，病害由滑坡引起，本次桥梁维修设计，以对滑坡进行了有效处治、总体处于稳定状态为前提。

2) 在保证结构安全的前提下，尽量节约投资，结合地形地质条件和保护对象的重要性和分布位置，采取技术先进，方便施工，耐久可靠，经济有效的措施。

3) 动态设计、信息化施工的原则。

4) 处治工程施工完成后，管养单位应定期对桥梁、边坡进行巡视和检查，保证防护结构处于良好的工作状态。若发现异常情况应及时采取措施。

6.2 设计荷载标准

维持原设计荷载标准，即：公路-I 级(JTG B01-2003)。

6.3 维修方案

根据本桥的病害情况，采用的维修加固内容汇总见下表。

表 6.3-1 维修加固方案汇总表

序号	部位		常规维修
1	左幅	上部结构	1) 裂缝缝封、灌封处理； 2) 凿除破损混凝土，钢筋除锈后，采用轻质修补砂浆修补； 3) 3-1、3-2#T 梁黏贴碳纤维布加固；
2		下部结构	1) 裂缝缝封、灌封处理； 2) 凿除破损混凝土，钢筋除锈后，采用轻质修补砂浆修补； 3) 2#墩、4#墩新增桩基及承台，墩柱增大截面加固； 4) 盖梁外侧破损挡块凿除重新浇筑，盖梁顶面新增挡块；

序号	部位		常规维修
3		支座	更换全桥支座，垫石维修
4	右幅	上部结构	1) 裂缝缝封、灌封处理； 2) 凿除破损混凝土，钢筋除锈后，采用轻质修补砂浆修补；
5		下部结构	1) 裂缝缝封、灌封处理； 2) 凿除破损混凝土，钢筋除锈后，采用轻质修补砂浆修补； 3) 2#墩新增桩基及承台，墩柱增大截面加固； 4) 盖梁外侧破损挡块凿除重新浇筑，盖梁顶面新增挡块；
6		支座	更换全桥支座，垫石维修

本方案总体原则为，对滑坡体影响范围内下部结构增加桩基后，对受损的墩台进行维修利用，即：

1) 对左幅 2#、4#墩、右幅 2#墩进行改造

(1) 清除桥下土体，至方便施工的标高。

(2) 左幅 2#、4#墩、右幅 2#墩，在原桥墩桩基纵桥向前后各 4.5m 处增设 2 排共 4 根桩基础，桩基直径 1.8m，采用钻孔灌注桩，桩底标高同原设计桩底标高，并在桩顶浇筑承台，将新增桩基与原桩基连接。承台及桩基采用 C30 混凝土。

(3) 承台浇筑完成后，在承台上搭设钢管支架，对梁体进行顶升，对左幅 2#、4#墩、右幅 2#墩墩柱采用增大截面法加固，墩柱直径由 1.9m 增加至 2.4m。通过墩柱表面直径增钢筋网后，浇筑 C40 无收缩自密实混凝土。增大截面部分竖向钢筋需深入承台及盖梁。

2) 更换全桥支座；

3) 对左幅 3#孔 T 梁黏贴碳纤维布加固；

4) 对其他破损、裂缝病害进行修补处理。

6.4 施工流程

1) 清除桥下土体，至方便桩基施工的标高。

2) 左幅 2#、4#墩、右幅 2#墩，新增桩基及承台。

3) 承台浇筑完成后，在承台上搭设钢管支架，对梁体进行顶升，对左幅 2#、4#墩、右幅 2#墩墩柱采用增大截面法加固。

4) 对支座垫石进行维修，并更换全桥支座；

5) 落梁，拆除钢管支架，维修墩台挡块、新增挡块施工；

6) 对左幅 3#孔 T 梁黏贴碳纤维布加固；

7) 对其他破损、裂缝病害进行修补处理。

编制：

金成

复核：

吴高杰

审核：

甘伟

图表号：YLPDQ-00

7 加固施工工艺及注意事项

7.1 新增桩基施工

新增桩基采用钻孔灌注桩，桩基直径 1.8m，桩身采用 C30 混凝土，桩底标高同原设计标高。

1) 桩基正式施工前，施工单位和监理单位必须对对所放桩位用钢尺进行各个方向的丈量校核，确保桩位正确。

2) 施工时应严格控制墩台各特征点的标高且与桥面标高相互校核。

3) 钻孔灌注桩采用常规施工方法。钻孔时应采取适当措施防止缩径、塌孔，钻孔到位后，应及时清孔并灌注混凝土，并控制桩底沉淀土厚度不大于 20cm。施工时应做好钻孔记录，成孔时应由钻探部门验槽，当地质条件与地质钻探报告相异时，应及时与设计及地勘单位联系，以便对桩长进行调整。

4) 钻孔桩成孔要求孔中心位置偏差： $\pm 5\text{cm}$ ；成孔直径偏差： $0\sim+10\text{cm}$ ；制孔倾斜率不大于 1/100。

5) 钻孔桩混凝土浇筑时应确保桩身混凝土的连续性和完整性，防止断桩、缩颈现象的发生。钻孔桩的桩身混凝土质量、检测手段及质量评定标准应符合《公路桥涵施工技术规范》有关条款。

7.2 承台、墩柱增大截面施工

7.2.1 新老混凝土结合面处理

为使新、旧混凝土结合良好，旧混凝土表面应凿毛并涂刷界面剂。

(1) 为保持良好的界面结合，使新、老混凝土共同参与受力，老混凝土表面应凿成凹凸差不小于 6mm 的粗糙面，并露出粗骨料；

(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 1mm~2mm，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。

7.2.2 植筋

植筋应符合《混凝土结构加固设计规范》(GB 50367-2013) 要求，具体植筋工艺要求如下：

(1) 钻孔

钻孔前可用钢筋探测仪探测混凝土构件植筋部位钢筋位置，或凿去保护层暴露钢筋，若钻孔施工遇到钢筋或预埋件时应立即停钻，并适当移动钻孔位置。钢筋实际施工位置应与设计位置误差不大于 5cm，并确保设计要求的保护层，若移动太大时，应及时通知设计单位予以处理。

在需植筋的位置用记号笔标出记号，用冲击钻钻孔，标尺设定为成孔深度，初钻时要慢，待钻头定位稳定后，再全速钻进。施工中产生的废孔务必用胶封填密实。

施工气温较高时，结构表面温度较高，最好选择在日温较低时施工，如需要获得较长操作时间，可在结构表面洒水、孔内灌水降温。

(2) 清洁孔壁

清洁孔壁、钢筋可采用下列方法：

①先将喷嘴深入成孔底部并吹入洁净无油的压缩空气，向外拉出喷嘴；

②将硬毛刷插入空中，往返旋转清刷；

③再将喷嘴深入成孔底部吹气，向外拉出喷嘴。

按上述工序需进行三遍，直至孔内清洁干燥为止。

(3) 钢筋处理

对原有和新设受力钢筋应进行除锈处理，对新设钢筋应检查钢筋是否顺直。用钢丝刷除去锈渍，用乙醇或丙酮清洗干净，晾干使用。

(4) 选胶

植筋胶材料采用满足 GB50367-2013 规范的 A 级胶。植筋胶须有完整的化学成份报告，其化学成份应满足专门配制的改性环氧树脂或改性乙烯基脂类胶粘剂 (GB50367 章节 4.5.6) 的规范要求。

植筋胶材料除满足轴向拉拔测试以外，还必须具备相关认证：抗震性能报告、抗疲劳性能测试报告、耐焊接试验报告、耐火报告——混凝土植筋结构在火燃烧高温中的表现。植筋

胶应满足在潮湿环境下可以施工而不降低技术性能的要求，并提供相应认证报告。

(5) 注胶

注胶前准备工作应做到以下几点：

- ① 须仔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，杜绝使用过期产品；
- ② 当环境条件（温度、湿度）不满足植筋胶使用说明书要求时，应停止施工；
- ③ 检查钻孔是否干净、干燥。

当上述条件满足后，把植筋胶放入胶枪中，接上混合管（必要时接上延长管）。每支胶最先挤出的胶体颜色不均匀的部分应弃之，见到颜色一致的胶体后再将混合管插入孔底，从孔底向外注入粘结剂，注满孔洞的 2/3，并应保证在植入钢筋有少许胶黏剂溢出。

(6) 植入钢筋

植钢筋时注意以下几点：

- ① 注入胶黏剂后应立即单向旋转插入钢筋，直至到达设计的深度，并保证植入钢筋与孔壁间的间隙基本均匀，校正钢筋的位置和垂直度。
- ② 钢筋插到孔底后，调整好外露部分位置，用绑丝或其他方法固定好钢筋；
- ③ 插好固定后的钢筋不可再扰动，待植筋胶养生期结束后再进行钢筋绑扎及其它各项工作。

(7) 养护

在不低于 5℃ 的环境温度下养护，固化期间防止扰动，插筋、养护期间，避免震动而造成的影响。

(8) 质量检查

根据国家相关规范、设计图纸和监理细则的要求，按照规定的取样频率对植入的钢筋进行拉拔试验，待试验结果达到规范和设计要求后再进行下一步工作。

7.2.3 绑扎钢筋网

新增钢筋网与植筋进行绑扎连接。新增钢筋的长度应现场测量后下料，并确保与原钢筋网绑扎牢靠。

7.2.4 混凝土浇筑

- 1) 承台采用 C30 混凝土浇筑，浇筑时应注意做好养护工作，避免因混凝土水化热引起开裂。
- 2) 在浇筑承台混凝土时，应注意墩柱钢筋的预埋。确保预埋钢筋定位准确。
- 3) 承台浇筑前应先检测钻孔桩质量，承台浇筑完成后应及时养护。
- 4) 墩柱增大截面部分采用 C40 无收缩自密实混凝土，混凝土中应加入适量微膨胀剂，需要对原结构表面进行处理并涂刷界面剂（见 7.2.1 节）。
- 5) 墩柱、盖梁及垫石浇筑进行混凝土浇注施工须不间断、连续进行，直至浇注施工完成，以实现新增钢筋混凝土和原有混凝土结构之间的有效粘结。为确保工程质量，混凝土浇注时，应根据现场情况采用附着式或插入式振捣器进行振捣，但应注意避免过振。浇注混凝土时必须严格按照相关规范施工，保证混凝土质量。
- 6) 模板应确保不漏浆，支模应牢固，需充分考虑自密实砼的侧压力，保证混凝土浇筑厚度均匀，满足设计要求。

7.3 混凝土破损、露筋处理

施工工艺流程：

施工准备→破损、露筋区域的清理→钢筋除锈处理→涂刷阻锈剂→破损修补。

1) 破损、露筋区域的清理

(1) 混凝土破损及钢筋外露区域，应采用人工凿除或高速射水法将该处松散、污损的部分清除，使该部位露出坚硬密实部分，并保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等影响修补效果的污物；

(2) 清理时，如发现破损区域保护层厚度偏小或钢筋锈蚀严重，应及时报告业主并通知设计单位，会商研究处理对策。

2) 钢筋除锈处理

(1) 对外露钢筋表面的氧化层应利用钢刷予以清除，直至露出新鲜坚实部分；

(2) 对由钢筋锈蚀探查确定的钢筋锈蚀区域应对该部位混凝土表面进行清洁处理，确保表面无油污、油脂、蜡状物等影响渗透的污物。

3) 钢筋阻锈处理

(1) 对外露的钢筋涂刷钢筋保护剂，该保护剂可以直接涂刷于钢筋表面，可以分层使用，

每层厚度 1~2mm;

(2) 钢筋保护剂属化学产品, 应注意在施工过程中采取必要的劳动防护措施;

(3) 钢筋保护剂的建议使用量: (2~4) kg/m²/mm(厚), (60~120) g/m。

4) 混凝土破损修补处理

(1) 对主要构件病害区域采用树脂型轻质砂浆进行修补, 对附属构件病害区域采用 C40 小石子混凝土进行修补, 使该区域达到密实平整;

(2) 修补前要对新老混凝土界面进行人工凿毛处理, 要求露出坚硬密实部分(新老混凝土界面要求粗骨料露出 50%, 凸出表面 6~10mm), 并保证该部位无油污、油脂、蜡状物、灰尘以及附着物等影响修补效果的物质(采用无油压缩空气仔细除尘);

(3) 采用树脂型轻质砂浆进行修补时, 对于修补较厚的部位, 宜分层进行修补, 施工步骤如下: 涂刷界面剂(环氧基)→修补第一层轻质修补砂浆(每层厚度不宜超过 2cm)→待第一层轻质修补砂浆凝固→涂刷界面剂(环氧基)→修补下一层轻质修补砂浆, 当为多层时, 应照此顺序依次进行;

(4) 施工后无须润湿或防止水分蒸发, 但当厚度太薄或气候太干燥的情况例外;

(5) 树脂型轻质砂浆建议使用量: 1.0kg/m²/mm(厚)。

7.4 裂缝封闭处理

对结构上、下部存在的所有可见裂缝进行封闭处理。裂缝宽度 $f_w \geq 0.15\text{mm}$ 的裂缝采用裂缝灌注胶(加入环保有色材料)进行低压灌缝处理; 裂缝宽度 $f_w < 0.15\text{mm}$ 的裂缝涂刷透明树脂封闭胶进行封缝处理。

裂缝灌缝采用低压注胶法, 在注入过程中应始终保持 0.2~0.4MPa 的压力, 修补材料注入到宽度仅 0.02mm 的裂缝末端, 同时均匀缓慢的压力可以将裂缝中积存的空气压入混凝土的毛细孔中, 并通过混凝土的自然呼吸过程排出, 有效避免产生气阻而确保修补质量。

施工工艺流程:

施工准备→结构裂缝的现场测量与记录→裂缝口表面处理→粘贴注浆嘴和出浆嘴→封缝→密封检查→灌浆→封口结束→检查。

1) 表面处理

(1) 用钢丝刷沿裂缝走向清理约 5cm 范围的表面混凝土, 仔细清理混凝土的表面;

(2) 锤子和钢钎凿除两侧疏松的混凝土块和沙粒, 露出坚实的混凝土表面;

(3) 用略潮湿的抹布清除表面的浮尘, 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, 必要时可用喷灯烘干。

2) 粘结注入座和密封裂缝

(1) 制好封口胶, 搅拌均匀, 用抹刀将少许胶刮在注入座底面的四边, 将注入座固定在混凝土上;

(2) 注入座的布置应掌握以下原则: 沿缝的走向, 每米约布置 3 个, 裂缝分岔处的交叉点应设注入座, 选混凝土表面平整处设置, 避开剥落部位, 对于贯通缝, 可在一侧布置注入座, 另一侧完全封闭, 缝宽较大且内部通畅时, 可以按每米 2 个的密度来布置;

(3) 封口胶将裂缝密封, 与注入座衔接的地方要特别注意。

3) 封口胶的固化

密封完成后, 让封口胶自然固化, 注意固化过程中防止其接触水。

4) 注入灌注胶

材料: 裂缝灌注胶。

工具: 注入器、密封良好的进口黄油枪、加线增强管(内径 9mm, 耐压 5kg/cm² 以上)、喉箍(蜗轮蜗杆式, 直径 10~16mm)、阀门、过滤器、桶、搅拌棒、丙酮、秤(精确到 10g)、钳子、螺丝刀、生料带。

注入器种类较多, 需根据各注入器的使用说明确定施工工序, 一般施工工序如下:

(1) 将注入器的连接端(蓝色)安装在注入座上, 把卡口部分的两扣卡紧, 用力不要过猛, 以免损坏注入座的颈部, 注意使橡胶密封圈处于正常位置。同一条裂缝上的注入器同时安装好;

(2) 按顺序连接工具, 螺纹配合处用生料带缠绕密封;

(3) 将灌注胶的两种成分混合搅拌均匀, 一次能用完一整套包装的量时不必称量; 全部混合即可; 用量较少时要分别称量两种成分, 按规定配比配合;

(4) 将混合好的胶装入黄油枪, 盖好盖。将黄油枪倒置, 打开阀门, 推动黄油枪活塞, 排除系统中的空气;

(5) 当过滤器中有胶流出时, 将它连接到注入器的注入端(白色), 卡紧卡口, 慢慢推动黄油枪的活塞, 开始注入。每次推动都要达到活塞的尽头, 一般 3~5 秒推动一下。当橡胶管膨胀至充满限制套时停止注入;

(6) 一个注入器注完后, 先关闭阀门, 再小心的脱开白色端的连接, 避免蓝色端之间的

连接松动，移到下一个注入器继续注入；

(7) 水平走向的裂缝从一端开始逐个注入，倾斜或垂直走向的裂缝要从较低一端开始向上推进。如果注入器膨胀后收缩较快，说明该处裂缝深，缝内空间大，要补灌，直到能保持膨胀状态；

(8) 操作时要两人配合，一人操作黄油枪，另一人托扶注入器和阀门，不要让注入座的颈部不正常受力。

5) 清洗工具

必须用丙酮反复清洗，除去残余的胶，然后用清水漂洗、晾干。

6) 灌注胶的固化

让灌注胶自行固化，可用手捏注入管以了解固化进程。

7) 保温措施

当施工温度在 5~15℃时，密封胶及注入胶应选用冬季型号。

7.5 粘贴普通碳纤维布

碳纤维布材料参照 UT70-30 型设计，单层厚度为 0.167mm，卷材长度为 50~100m。

1) 粘结材料

粘结材料的性能是保证碳纤维布与混凝土共同工作的关键，也是两者之间传递途径中的薄弱环节。因此粘结材料应有足够的刚度与强度保证碳纤维布与混凝土间剪力的传递，同时应有足够的韧性，不会因混凝土开裂导致脆性粘结破坏。此外，由于旧桥加固均在野外，所以粘结材料应能在一般气候条件下固化，且固化时间一般保证在 3 小时左右，对水分含量不敏感，具有适宜的流动性和粘度，固化收缩率小。粘结材料包括三类材料：底层涂料、找平材料和浸渍树脂。

(1) 底层涂料(底胶)

在处理好的混凝土表面上涂一层很薄的底层胶，既可以浸入混凝土增强混凝土表面强度，又可以改进胶结性能，从而使得混凝土与玻纤结粘结性得以提高。因此要求底胶必须具有很低的粘度，以及与混凝土良好的粘结性能，以便于涂刷在混凝土表面后，粘结剂能渗入混凝土结构中。

(2) 找平材料(修补胶)

碳纤维布只有与所加固补强的混凝土表面紧密接触，才能产生良好的补强效果。但是混

凝土表面的锐利突起物、错位和转角部位等都可能使碳纤维布产生损伤，混凝土表面小的模板错位及混凝土气孔很难通过基底处理一道工序彻底清理。因此在涂敷的底层涂料指触干燥后，必须用找平胶进行找平。同时将矩形断面直角打磨后补成圆弧状，要求圆弧半径大于等于 2cm。

(3) 浸渍树脂(粘结主胶)

浸渍树脂在粘结材料中起着至关重要的作用，它连接底胶与碳纤维布，它的粘度应控制在一定范围，有利于浸渍树脂顺利的将碳纤维布粘附于混凝土表面，经过碾压，使浸渍树脂很容易浸透碳纤维布，形成一个复合整体，共同抵抗外力作用。最后一层碳纤维布粘贴后，再在表面涂刷一层浸渍树脂。

(4) 注意事项

粘贴碳纤维布施工过程中，胶是一层一层叠加上去复合而成的，与混凝土直接接触的只有底胶，因此不同胶黏剂之间的相容性、粘结性问题应予以充分考虑。一般来讲，同一类型胶黏剂的粘结性较好，不同类型胶黏剂的粘结相容性需做预先的实验加以论证。

2) 粘贴碳纤维布施工工艺

碳纤维布粘贴施工宜在 5℃~35℃环境温度条件下进行，尽量避免在过高或过低的温度下进行施工，并应符合配套胶黏剂的施工使用温度。施工时还应考虑环境湿度对胶黏剂固化的不利影响。若混凝土表面含水率 >4%，必须烘干构件表面或采用专门的胶黏剂配方。

施工工艺流程：

施工准备→混凝土表面处理→底胶配制并涂刷→找平材料配制并找平处理→浸渍树脂配制并涂刷→粘贴碳纤维布→表面防护

(1) 混凝土基面的处理

①用钢丝轮角磨机清除混凝土表面的劣化层(剥离、蜂窝、浮浆、由于腐蚀或风化产生的水泥翻沫、脱模胶层、松散的混凝土碎屑、沥青等)，并用吹风机吹净，露出干净、坚实的基面；

②对于胀裂、松散、钢筋锈蚀的现象，先凿除松散部分，对锈蚀钢筋除锈阻锈处理，并用轻质修补砂浆找平。在填补轻质修补砂浆前，先在破伤口处涂刷一遍环氧胶作为粘合剂，以确保新老混凝土粘合良好，并且不会产生裂缝，对蜂窝、麻面的大孔径孔洞，采用轻质修补砂浆填充整平，并保证混凝土保护层厚度不小于 15mm，且平整度应达到 5mm/m；

③修补表面若有裂缝，应先对裂缝进行修补，对宽度 ≤0.15mm 的裂缝，只作表面封闭，

用专用裂缝封闭胶在其表面进行反复涂抹，使胶体渗进裂缝内，达到对裂缝的封闭修补。对宽度 $>0.15\text{mm}$ 的裂缝，应采用恒定低压压注裂缝灌注胶对裂缝进行灌注，以达到对裂缝的修补，具体施工工艺见裂缝修补施工方案；

④对基面经过剔凿、处理锈蚀露筋可能有出现急剧凹陷或构件缺损的部位，用轻质修补砂浆或碳纤维布找平材料填补修复平整或圆滑顺畅过渡，以确保平整美观；

⑤对基面尖锐凸起的部位（混凝土构件交接部位、模板段差等）用混凝土磨片角磨机磨平凸起的转角或可能存在的混凝土模板接头处的阶梯状错位，用混凝土磨片角磨机进行倒角处理，打磨至圆滑（ $R\geq 2\text{cm}$ ）；

⑥清理掉打磨后基面上的粉尘、松散浮渣，并且吹净，确保粘贴基面干净、无油污并充分干燥。

（2）涂底胶

①根据标准用量，算出所涂布面积的底层胶体用量，视现场气温等实际情况，确保在适用期内一次用完，按规定的比例把底胶按规定混合搅拌均匀；

②用滚筒刷或毛刷均匀、无遗漏地将底胶涂在需补强的混凝土表面，底胶涂布边界应不小于所粘贴的碳纤维布大小；

③等底胶凝固至指触干燥（视施工现场气温情况，一般需 1 小时左右）后，如发现表面有突起毛刺，应用砂布打磨光滑，注意不能将底胶层打磨穿。如有打磨穿的应重复前述操作步骤。

（3）找平处理

①按产品生产商提供的工艺规定配制找平材料，找平材料的调制和使用注意事项与底胶相同；

②底胶干燥后若发现表面上有缺损、坑洼凹陷拐角、高度差等情况，应用找平材料进行刮填修补，保证无明显高度差，缺损、坑洼平缓顶畅，转角处填补成 $R\geq 2\text{cm}$ 的光滑圆角；

③等找平材料固化至指触干燥后，如发现整平部位表面有突起毛刺，应用砂布打磨光滑。

（4）涂刷浸渍树脂

①根据粘结胶的标准用量，计算出所涂布面积的需用量，视现场气温等实际情况，确保在适用期内一次用完，按粘结胶使用说明规定的比例把粘结胶主剂和固化剂置于配胶容器中，用电动搅拌器搅拌均匀；

②用滚刷或毛刷均匀、无遗漏地将粘结胶涂在选定的混凝土表面，粘结胶涂布面应不小

于所粘贴的碳纤维布大小。

（5）粘贴碳纤维布

①按设计要求的尺寸裁剪碳纤维布，注意不要在幅宽方向进行裁剪；

②在已涂好粘结胶的混凝土表面铺覆碳纤维布，碳纤维布的铺覆方向符合设计要求，一层中各张碳纤维布之间的搭接应在纤维方向进行；

③碳纤维布沿纤维受力方向的搭接长度不应小于 100mm；搭接位置宜避开主要受力区。当采用多条或多层加固时，其搭接位置应相互错开；

④粘贴立面碳纤维布时应按照由上到下的顺序进行。用胶辊在碳纤维布上沿纤维方向施加压力并反复碾压，使树脂胶液充分浸渍碳纤维布，消除气泡和除去多余树脂，使碳纤维布和底层充分粘结。

（6）粘贴施工完成后

经自然养护至粘结胶完全固化后，对碳纤维布粘贴面仔细检查，如果碳纤维布贴层有空鼓或气泡，可以用刀片将碳纤维布划开（注意不要划断得太长），然后采用注射器针管将调制好的粘结胶注入空鼓或气泡内填充至密实。应保证密实粘贴面积大于 95%。

（7）碳纤维布表面防护处理

粘贴施工完成后，并检验合格后，对碳纤维布进行保护涂装，涂刷保护涂料。

①进行涂装前应将基层清理干净，确保无污物、河草、霉菌、油污、脂肪、蜡状物等影响粘接力的物质；

②施工应在混凝土破损修补以及裂缝整治完成后进行；

③在正常的气候条件下，干燥时间大约为 2 小时，选择天气好且湿度小的条件施工，绝对不能在雨天施工，必须保证涂层获得充分的干燥；

④使用了石油溶剂油或洗涤液的工具要进行清洗；

⑤产品易燃，因此施工现场禁止吸烟，远离火焰或热源，应在通风良好情况下使用，不要吸入该产品的蒸汽，并采取足够的呼吸防护措施。

（8）养护要求

每道工序过程中及完工后，均应采取适当措施保证不受污染或雨水侵袭。粘贴施工完成后，自然养护 24 小时内应确保不受外力冲击等干扰。若施工过程中平均气温一般都高于 15°C ，自然养护至达到设计要求需要 5 天左右。

7.6 更换支座

1) 更换支座施工应符合《公路桥梁加固施工技术规范》(JT/T J23-2008)的相关规定, 更换的支座符合《公路桥梁板式橡胶支座规格系列》(JT/T 4-2019)标准。

2) 施工前, 应逐一核查支座情况。

3) 施工前, 应对支座情况进行逐一核查, 确定支座型号、支座安装总高度是否与设计相符, 如有不同, 须及时跟设计人员联系。检查支座垫石是否出现碎裂、表面不平等情况需要凿除重新浇筑, 对需凿除的垫石应征得监理、设计及业主同意。

4) 支座进场前应对支座尺寸、形状系数、最大承压力等重要设计参数进行核查, 并作出标记, 按设计要求进行更换。根据施工图设计文件, 核查现场支座型号, 确定需要更换的支座, 并做出标记。

5) 支座进场后, 应检查支座上是否有制造商的商标或永久性标记, 安装时, 应按照设计图纸要求, 保证支座准确就位。

6) 顶升工具采用同步液压千斤顶控制系统, 应采用同批生产的标准构件, 并在施工前对千斤顶进行标定。千斤顶的个数和型号根据所采用的顶升措施和上部结构的重量选取, 同时要充分考虑结构在顶升中出现的传力不均匀现象, 应保证千斤顶的顶起吨位 ≥ 2 倍的安全储备系数并满足施工规范的要求。

7) 顶升前应根据现场实际情况确定施工方式, 在满足操作条件的前提下, 应尽可能利用原有桥梁的桥墩和桥台进行作业, 无法满足操作条件时则需要搭设顶升支架, 搭设的支架要有足够的强度、刚度和稳定性, 确保在梁被顶起的时候支架不倒塌、不倾斜、沉降较小且均匀, 必要时在支架底设置混凝土基础。

8) 油压千斤顶应保证油路良好, 各串联千斤顶油压均匀, 工作状态正常, 以免在施工过程中出现不均匀顶升。

9) 为了保证顶起过程中不至于损伤梁底, 在梁底与千斤顶设备接触处用厚约 2cm 的钢板垫实, 确保接触密合, 与千斤顶上下对应位置处的结构表面用结构胶找平。

10) 在正式顶升前应进行试顶, 试顶主要是为了消除支撑本身的非弹性变形或沉降, 在主梁还没有完全顶起时即可停止, 并停放数小时观察无任何变化后才能开始整体顶升。

11) 顶升前, 安装位移计或百分表, 以在顶升过程中控制顶升高度, 并能够监控墩顶一排

支座的顶升同步情况。

12) 试顶完成后, 在专业人员的统一指挥下, 所有千斤顶缓慢用力整体顶起梁体使其离开原支座, 顶升设计以可进行支座更换作业高度为宜, 但最大顶升高度不宜超过 5mm。顶升到位时应立即在梁底间增设临时支承点, 以增加接触点和面积, 提高顶升系统的稳定性, 确保桥梁整体安全。

13) 顶起过程中应安排监控, 观察在顶升过程中各个部位的位移变化, 确保在施工过程中顶升均匀, 上部结构纵、横向不开裂, 不破坏梁的整体性。

14) 如果支座垫石有病害、预埋钢板与梁底混凝土不平整、钢板有病害, 应在顶起梁去除原有支座后进行相应的处治, 对原钢板进行除锈、阻锈或更换; 预埋钢板与梁底混凝土不平整易导致支座咬边损坏, 需将凸出的混凝土凿除, 确保与预埋钢板平齐; 支座下方垫石用高标号环氧树脂砂浆找平, 计算出需增加的高度, 用合适厚度的钢板来调节, 调节施工完毕后, 重新安装新的支座, 支座安装前, 需测量安装支座的四周(环向四等分)各点净高, 确保任意两点之间的高差不大于 1mm。

15) 支座上钢板采用粘结胶和镀锌钢板调平, 支座垫石采用无收缩自流平加固料浇筑, 垫石高度要调节控制好, 调节施工完毕后, 重新安装新的支座。

16) 本次采用二次落梁, 第一次落梁至原设计高度(考虑预留支座压缩量)并持荷至粘结胶完全固化后, 检查梁底调平钢板是否水平, 如水平可进行第二次落梁, 否则重新进行调平施工。第二次落梁完全落至支座上并除去顶升持荷设备。在第一次落梁后应对梁底调平钢板进行检查, 若发现不平整无法与或支座面完全贴合可在结构胶固化前进行微调, 并将调平钢板四周抹平, 落梁后对垫石修补完整。

17) 支座安装时应防止支座出现偏压或产生过大的初始剪切变形, 安装完成后必须保证支座与上、下部结构紧密接触, 不得出现脱空现象。

18) 支座安装后, 应全面检查是否有支座漏放, 支座安装方向、支座型式是否有错, 四氟滑板支座是否注入硅脂油(严禁使用润滑油代替硅脂油)等现象, 一经发现, 应及时调整和处理, 确保支座安装后的正常工作, 并记录支座安装后出现的各项偏差及异常情况。

19) 支座安装完成后, 去掉临时支承点, 将顶起的梁缓慢落下, 落梁时采取与顶升时相同的保障监控措施。

20) 修复或加固支座垫石的混凝土强度等级和尺寸、高度、平整度控制, 应按原设计图纸

要求和相关规范标准规定执行。

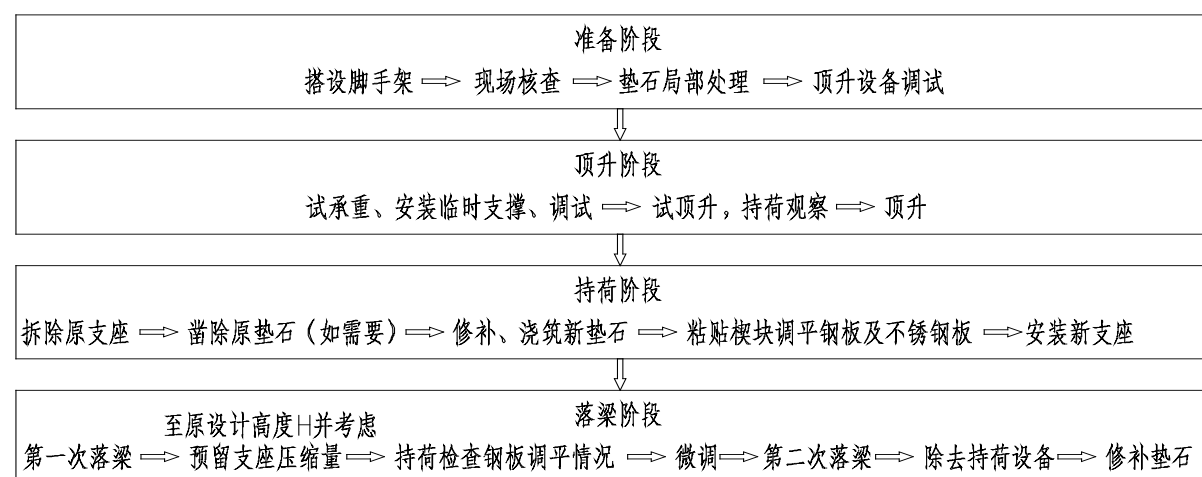


图 7.6-1 板式橡胶支座更换施工顺序图

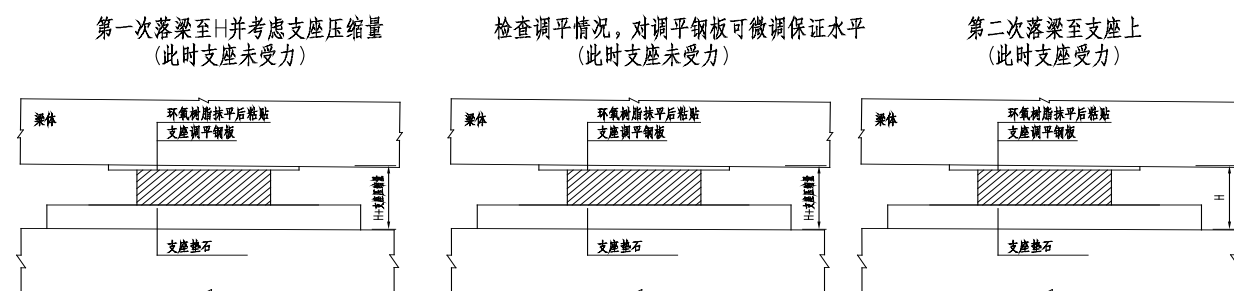


图 7.6-2 二次落梁详细示意图

8 材料及性能指标和检验要求

8.1 C40 无收缩自密实混凝土

墩柱采用 C40 无收缩自密实混凝土。墩柱增大截面新浇混凝土拟采用混凝土外加剂 GMA-J 配置而成，主要性能如下，可采其他材料，各项性能指标不低于下表要求：

表 8.1-1 无收缩自密实混凝土性能指标

性能项目		指标
混凝土抗压强度值 (MPa)	3 天	≥30
	28 天	≥40
减水率		18-25%
与 C30 老混凝土粘结抗剪强度		9-13MPa, 且老混凝土破坏
抗渗等级		≥P12
抗冻等级		≥F150
工作性能		塌落度 220-280mm, 塌落度扩展度 500-680mm, 自流密实成型

编制：

金成

复核：

吴高杰

审核：

曹伟

图表号：YLPDQ-00

性能项目		指标
限制性膨胀率	水中 7 天	0.025-0.050%
	水中 28 天	0.020-0.060%
	空气中 28 天	0.010-0.030%
泌水率		0

8.2 钢材

普通钢筋采用 HPB300 和 HRB400 钢筋，钢筋应符合《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》（GB11499.1-2008）和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》（GB1499.2-2007）的规定。凡钢筋直径≥12mm 者，采用 HRB400 热轧带肋钢；凡钢筋直径<12mm 者，采用 HPB300 热轧光圆钢筋。

8.3 植筋

1) 钻孔要求

钻孔直径满足 JTG/T J23-2008 附录 A 表 A.2.1-1 的要求，直径允许偏差为+2mm、-1mm；钻孔深度、垂直度和位置的允许值偏差满足表 A.2.1-2 的要求。钻孔应避让主筋。

2) 植筋要求

锚孔内胶黏剂应饱满，不得有未固结现象；植入钢筋不得有松动，植筋不得弯曲 90 度以上。

3) 植筋焊接施工

(1) 植筋的焊点离基材混凝土表面应大于 15d，当植筋构造尺寸不满足 15d 要求时，采用绑扎替代焊接；

(2) 采取降温措施，如焊接施工时用冰水浸透棉纱布包裹植筋胶面根部钢筋；

(3) 严禁对一根植筋连续焊接，应采用循环焊接施工的方法，即对一批焊接钢筋逐点、逐根焊接。

4) 植筋施工其他应注意问题

严禁采用将胶黏剂直接涂抹在钢筋上植入孔中的植筋方式；施工中钻出的废孔，应采用高于构件混凝土一个强度等级的水泥砂浆、聚合物水泥砂浆或锚固胶黏剂进行填充，必要时插入钢筋。

8.4 支座

板式橡胶支座需满足符合《公路桥梁板式橡胶支座》(JT/T 4-2019)的要求。

检查数量项目：每批次进场检验一次，并复验型号及尺寸。圆板橡胶板支座检测项目为抗压弹性模量、抗剪弹性模量、抗剪粘结性、抗剪老化、极限抗压强度；四氟滑板橡胶支座检测项目为抗压弹性模量，四氟板与不锈钢板摩擦系数，极限抗压强度。

检验方法：检查支座的质量合格证明文件(出厂合格证和厂方提供的材料性能检验报告)、中文标志及进场复验报告。

8.5 结构胶

支座调平钢板采用的结构胶应满足以下性能指标：

表 8.5-1 结构胶性能指标

性能项目		性能要求
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥30
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥3500
	抗弯强度 (MPa)	≥45且不得呈脆性破坏
	抗压强度 (MPa)	≥65
	伸长率 (%)	≥1.3
黏结性能	与混凝土的正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为内聚破坏
	钢-钢拉伸抗剪标准值 (MPa)	≥15
	钢-钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥16
	钢-钢黏结抗拉强度 (MPa)	≥33
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥99

混凝土桥梁加固用胶黏剂，原材料进场时，应对其品种、型号、包装、中文标志、出厂日期、出厂检验合格报告等进行检查,同时应对其钢-钢拉伸抗剪强度、钢-混凝土正拉粘结强度和耐湿热老化性能等三项重要性能指标以及该胶粘剂不挥发物含量进行见证取样复验。其钢-钢黏结抗剪性能必须经过湿热老化检验合格，湿热老化检验应在 50℃温度和 98%相对湿度环境下进行；老化时间：重要构件不得小于 90 天，一般构件不得小于 60 天；经湿热老化后的试件，应在常温条件下进行钢-钢黏结拉伸抗剪试验，其强度降低的百分率 (%) 应符合下列要求：A 级胶不得大于 10%。

桥梁加固用胶黏剂应进行毒性检验，对完全固化的胶黏剂，其检验结果应符合实际无毒卫生等级的要求。在桥梁加固用的胶黏剂中，不得使用乙二胺作为改性环氧树脂的固化剂；不得在其中掺加挥发性有害溶剂和非反应性稀释剂。

检查数量：按进场批次，每批号见证取样 3 件，每件每组分称取 500g，并按相同分组予以混匀后送独立检验机构复检。检验时，每一项目每批次的样品制作一组试件。

检查方法：在确认产品批号、包装及中文标志完整的前提下，检查产品合格证、出厂日期、出厂检验报告、进场见证复验报告，以及抗冲击剥离试件破坏后的残件。

8.6 热镀锌钢板

热镀锌钢板性能指标符合《连续热镀锌钢板及钢带》（GB-T/2518 2008）中性能级别代号 01 的要求。钢板采用 Q235。

检查数量：每批进场的钢板以 60t 为一批，不足 60t 时，亦按一批计。按批次逐批进行检验，每检验批取样不少于一次。

检查方法：检查产品合格证，出厂检验报告和进场复验报告。

8.7 不锈钢镜面板

符合 GB/T 3280-2007 标准的 06Cr19Ni10 钢，厚度为 2mm，表面粗糙度应小于 0.8μm，表面硬度应为 HV150~HV200。

8.8 封缝、灌缝材料

1、裂缝灌注胶加入环保有色颜料，封缝采用透明封闭胶，且须由厂家直接提供，不得自行配制。桥梁混凝土裂缝修补用注浆料的安全性能指标应符合上表的要求。

表 8.8-1 裂缝修补用胶（注射剂）安全性能指标

检验项目		性能指标 (A 级胶)	试验方法标准
钢-钢拉伸抗剪强度标准值		≥10	GB/T 7214
胶体性能	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（碎裂状）破坏	GB/T 2570
不挥发物含量 (固体含量)		≥99%	GB/T 14683
可灌注性		在产品使用说明书规定的压力下能注入宽度为 0.1mm 的裂缝	现场试灌注固化后取芯样检查

注：当修补目的仅为封闭裂缝，而不涉及补强、防渗要求时，可不做灌注性检验。

2、检验要求：结构胶黏剂应按工程用量一次进场到位。必须在使用前做进场见证复验。结构胶用量小于 1 吨时，应取一组试样进行钢-钢拉伸抗剪强度标准值、钢与混凝土正拉黏结

编制：

金成

复核：

吴高杰

审核：

甘伟

图表号：YLPDQ-00

强度和 90d 湿热老化试验的复检；施工过程中，当用量大于 1 吨时，应每增加 1 吨增加一组试验。受检结构胶应由独立试验室人员在不小于两个包装单位中随机抽取。

8.9 混凝土修补和除锈、阻锈处理材料

1、混凝土修补采用混凝土修补砂浆，性能指标不得低于下表的要求。

表 8.9-1 混凝土修补砂浆物理性能指标

检验项目	合格指标	检验方法标准
砂浆等级	I 级	
劈裂抗拉强度 (MPa)	≥7.0	GB 50367-2006 附录 G
正拉粘接强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏	GB 50367-2006 附录 F
抗折强度 (MPa)	≥12	GB 50367-2006 附录 H
抗压强度 (MPa)	≥55	JGJ 70
钢套筒粘接抗剪强度标准值 (MPa)	≥12	GB 50367-2006 附录 J

2、烷氧基类或氨基类喷涂型阻锈剂的质量和性能指标应符合下表的规定。

表 8.9-2 喷涂型阻锈剂性能指标要求

检验项目	合格指标	检验方法标准
氯离子含量降低率	≥90%	JTJ 275-2000
盐水浸渍试验	无锈蚀，且电位为 0~-250mV	YB/T 9231-1998
干湿冷热循环试验	60 次，无锈蚀	YB/T 9231-1998
电化学试验	电流应小于 150 μA，且破样检查无锈蚀	YBJ 222
现场锈蚀电流检测	喷涂 150d 后现场测定的电流降低率 ≥80%	GB 50367-2006 附录 R

表 8.9-3 喷涂型阻锈剂质量要求

烷氧基类阻锈剂		氨基类阻锈剂	
检验项目	合格指标	检验项目	合格指标
外观	透明、琥珀色液体	外观	透明、微黄色液体
浓度	0.88g/mL	相对密度 (20℃时)	1.13
pH 值	10~11	pH 值	10~12
黏度 (20℃)	0.95mPa·s	黏度 (20℃时)	25mPa·s
烷氧基复合物含量	≥98.9%	烷氧基复合物含量	>15%
硅氧烷含量	≤0.3%	硅氧烷含量	无
挥发性有机物含量	<400g/L	挥发性有机物含量	<200g/L

8.10 碳纤维粘贴材料

1、单层碳纤维布材的单位面积纤维质量，不应低于 200g/m²，不宜高于 300g/m²。碳纤维布主要力学性能指标如下：

表 8.10-1 碳纤维布主要力学指标

项目	单位	高强度 I 级, 0.167mm 厚
单位面积重量	g/m ²	≤300
抗拉强度	MPa	≥3400
抗拉弹性模量	MPa	≥2.4×10 ⁵
伸长率	%	≥1.7
弯曲强度	MPa	≥700
层间剪切强度	MPa	≥45
仰贴条件下与混凝土正拉黏结强度	MPa	≥2.5, 且为砼内聚破坏

2、桥梁承重结构（构件）加固用浸渍、粘贴纤维复合材料的胶黏剂必须采用专门配制的改性环氧树脂胶，其安全性能指标必须符合下表的要求。且不得使用不饱和聚酯树脂、醇酸树脂等作为浸渍、粘结胶黏剂。

表 8.10-2 碳纤维浸渍、粘接用胶黏剂安全性能指标

性能项目		性能要求 (A 级胶)	试验方法标准
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥40	GB/T 2568
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥2500	
	伸长率 (%)	≥1.5	
	抗弯强度 (MPa)	≥50 且不得呈脆性 (碎裂状) 破坏	GB/T 2570
	抗压强度 (MPa)	≥70	GB/T 2569
粘结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥14	GB/T 7124
	钢-钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥20	GJB 94
	与混凝土的正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土 内聚破坏	GB 50367-2006 附录 F
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥99	GB/T 2793

注：1 表中的胶黏剂性能指标，应根据置信水平 C=0.90、保证率为 95% 的要求确定；

2 表中的性能指标除标有标准值外，余均为平均值。

3、粘贴纤维复合材料用的底胶与修补胶应与浸渍、粘结胶黏剂相适配，其安全性能指标应符合下表的要求。

表 8.10-3 底胶及修补胶的安全性能指标

性能项目		性能要求 (与 A 级胶相配)	试验方法标准
底胶	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥14	GB/T 7124
	与混凝土的正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏	GB 50367-2006 附录 F
	不挥发物含量 (固体含量) (%)	≥99	GB/T 2793
	混合后初粘度 (23℃时) (mPa·s)	≤6000	GB/T 12007.4
修补胶	胶体抗拉强度 (MPa)	≥30	GB/T 2568
	胶体抗弯强度 (MPa)	≥40, 且不得呈脆裂破坏	GB/T 2570
	与混凝土的正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏	GB 50367-2006 附录 F

注：表中的性能指标除标有标准值外，均为平均值。

编制：

金成

复核：

吴高杰

审核：

甘伟

图表号：YLPDQ-00

1、检验要求：结构胶黏剂应按工程用量一次进场到位。必须在使用前做进场见证复验。当工程使用的纤维布数量大于 1000m²时，每 1000m²用量应做一次材料质检（包括抗拉强度和弹性模量）报告，检验数量不少于 3 组（每组试样数量为 5 个）。当纤维布数量不大于 1000m²时，可引用本年度内其它项目使用同批产品时抽样的质检报告，若无此报告，也应抽检一组。当结构胶用量小于 1 吨时，应做一组试样检测，以下为主检项目：钢-钢拉伸抗剪强度标准值，钢与混凝土正拉黏结强度和湿热老化性能的复检。施工过程中，当用量大于 1 吨时，应每增加 1 吨增加一组试验。受检的结构胶应由独立试验室人员在不小于两个完整包装单位中随机抽取。

8.11 碳纤维保护涂料

碳纤维保护涂料性能指标要求应符合下表规定。

表 8.11-1 碳纤维保护涂料性能指标

外观	粘稠液体
固含量（重量比）	60±2%
比重（23±2℃）	大约 1.23kg/L
抗 CO ₂ 系数	≥1.5×10 ⁶
抗水蒸气系数	≥1.5×10 ⁴
水汽渗透能力	27.8g/m ² /24h
与混凝土的粘结力	大约 3MPa

9 注意事项

1) 桥梁维修加固施工应，应在滑坡得到有效处治后进行，如需提前，应由滑坡处治工程设计单位评估可行性。

2) 由于桥下净空受限，需对桥下土体进行开挖，应论证开挖对坡体的，必要时先采取防护措施。

3) 处治顺序：病害现场核查确定处治段落及范围→墩桩基施工→承台浇筑→梁体顶升→墩柱加固、挡块修复→支座更换→其他病害维修。

4) 施工过程中应加强临近地面、路面、桥梁结构物及滑坡支挡结构的监测和观察，出现异常时应立即撤出作业人员，并及时向相关部门报告。

5) 预计施工工期为 150 天。施工单位可根据人机料的配备情况合理调整；在施工前，施工单位应编制详细的实施性施工组织方案和工期安排计划，并报有关部门批准。

6) 施工前，应对照实桥和维修设计图，认真测量放样，并根据测量值进行必要修正。如

发现实际构造与原设计有出入以及有新的病害产生时，应及时通知设计人员；

7) 设置永久观测点，对桥墩、梁体的变形进行定期监测，雨季应加强观测；

其它未尽事宜，严格按照中华人民共和国交通部颁标准《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T F3650-2020）和《公路桥梁加固施工技术规范》（JTG/T J23-2008）的要求执行。有关施工质量的检验标准应严格按照《公路工程质量检验评定标准（第一册 土建工程）》（JTG F80/1-2017）和《公路养护工程质量检验评定标准》（JTG 5220-2020）中的有关规定执行。

编制：

金成

复核：

吴高杰

审核：

曹伟

图表号：YLPDQ-00

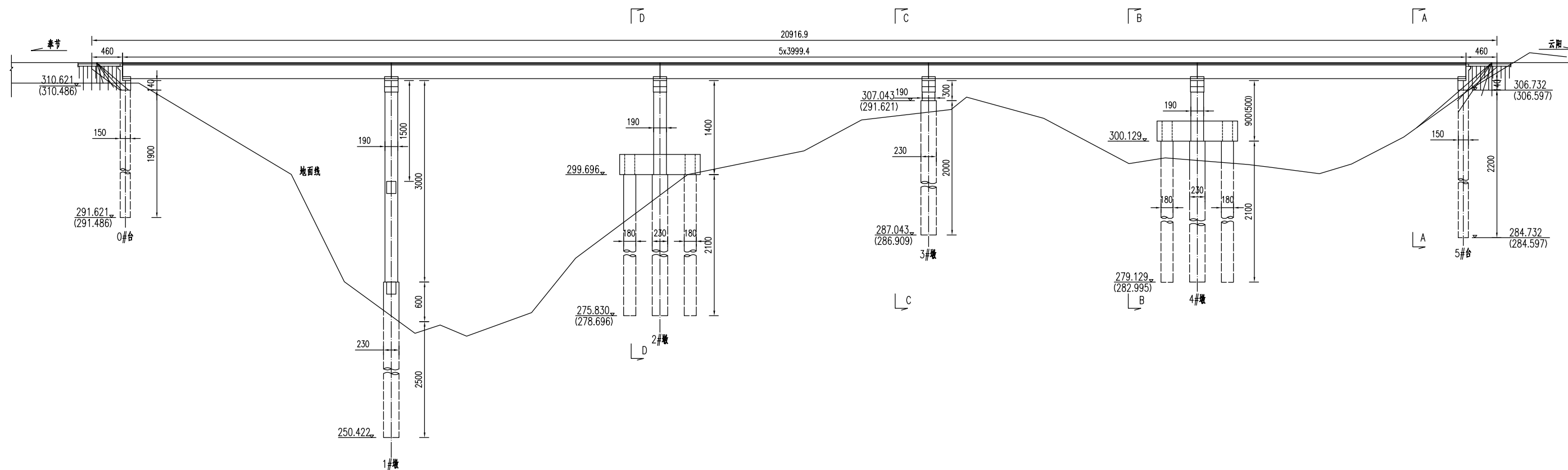
工程数量表

项目/材料	规格	单位	上部结构	下部结构				支座	合计	备注
				挡块	墩柱加固	桩基	承台			
裂缝封闭胶	/	m	27.5		9.5				37.0	裂缝封闭
裂缝灌注胶	/	m	35.2		21.6				56.8	裂缝灌注
修补砂浆	C50	m ³	1.5		1.5				3.0	破损修补
混凝土	C35	m ³		8.9					8.9	挡块维修
	C30	m ³				584.98	842.4		1427.4	新增桩基、承台
	C40(微膨胀)	m ³			59.7				59.7	墩柱加固
HRB400钢筋	Φ12	kg		597.4	3192.4		9706.3		13496.1	新增桩基、承台、挡块维修 墩柱加固
	Φ16	kg				176.5	13698.1		13874.6	
	Φ22	kg		1737.2			10991.3		12728.5	
	Φ25	kg			7178.4				7178.4	
	Φ28	kg					10200.8		10200.8	
HPB300钢筋	Φ10	kg					48508.9		48508.9	新增桩基
带肋焊接钢筋网	D5	kg					2121.1		2121.1	新增承台
钢板	400x600xt	kg						927.3	927.3	支座更换
不锈钢镜面板	400x600x2	kg						139.2	139.2	
支座	GBJZH 350x550x81	个						30	30.0	
	GBJZ 350x550x78	个						50	50.0	
碳纤维布	UT70-30	m ²	138.9						138.9	T梁加固
	AC-100	m ²	138.9						138.9	
植筋	Φ12(深度20cm)	根		32			576		608	墩柱加固、新增承台
	Φ12(深度15cm)	根			2688				2688	墩柱加固
	Φ16(深度20cm)	根					156		156	墩柱加固、新增承台
	Φ22(深度20cm)	根		184			180		364	新增承台
	Φ25(深度30cm)	根			180.0				180	墩柱加固、新增承台
	Φ28(深度20cm)	根					180		180	新增承台
土方开挖		m ³					900		900	/
同步顶升		排						16	16	支座更换

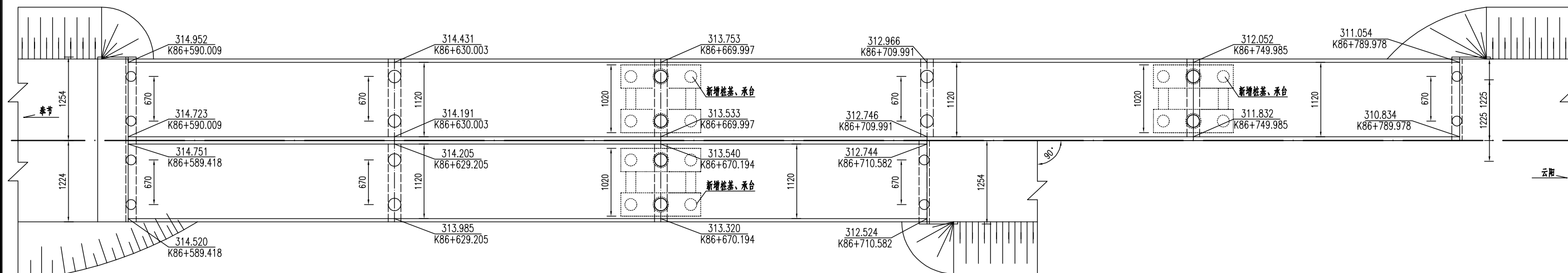


重庆高速公路集团有限公司 东北运营分公司	G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥 维修加固工程施工图设计	现场俯瞰图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
			金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-02	

左幅立面图



平面



附注:

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、桥梁上部结构采用预应力混凝土先简支后连续T梁桥，T梁高2.40m，马蹄宽0.60m，腹板宽0.20m，单幅桥横向布置5片梁，其中中梁3片，边梁2片，主梁间设横隔梁。
- 3、本桥左幅桥台及1#、4#墩布置GJZF4350x550x81滑板式橡胶支座，2#、3#桥墩布置GJZ350x550x78橡胶支座；右幅桥台布置GJZF4350x550x81滑板式橡胶支座，1#、2#墩布置GJZ350x550x78橡胶支座。左右幅桥台设置D80型伸缩缝。
- 4、该桥设计荷载为公路-I级，于2010年09月建成通车。

重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

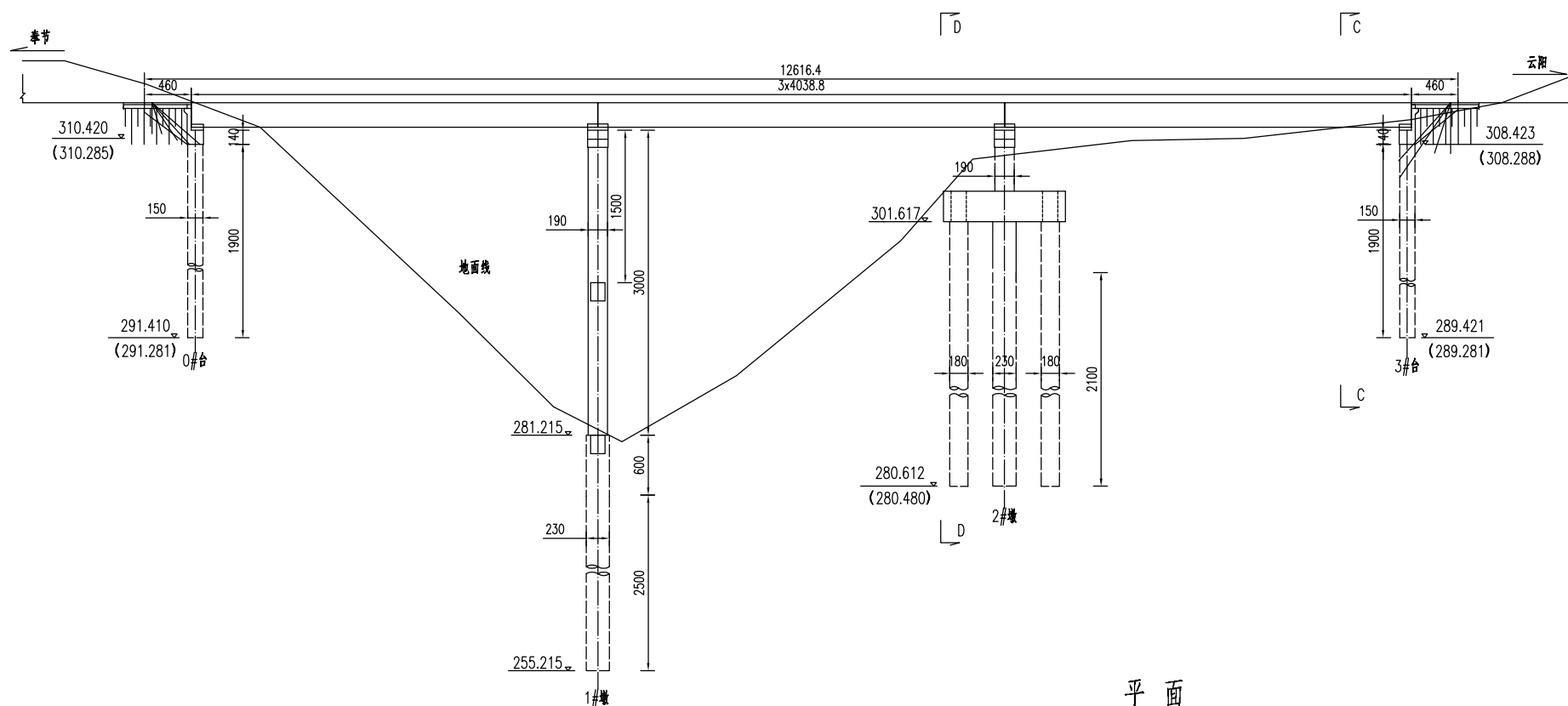
G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

桥型布置图

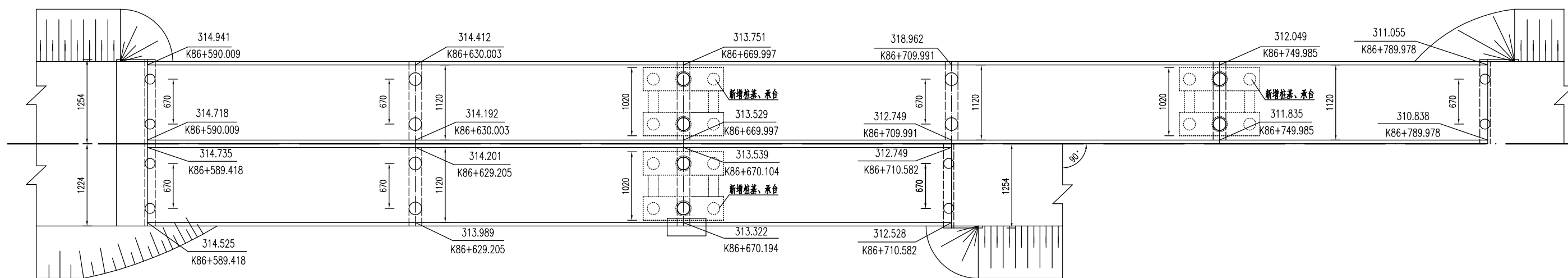
设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-03

华设设计集团股份有限公司

右幅立面图



平面



附注:

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、桥梁上部结构采用预应力混凝土先简支后连续T梁桥，T梁高2.40m，马蹄宽0.60m，腹板宽0.20m，单幅桥横向布置5片梁，其中中梁3片，边梁2片，主梁间设横隔梁。
- 3、本桥左幅桥台及1#、4#墩布置GJZF4350×550×81滑板式橡胶支座，2#、3#桥墩布置GJZ350×550×78橡胶支座；右幅桥台布置GJZF4350×550×81滑板式橡胶支座，1#、2#墩布置GJZ350×550×78橡胶支座。左右幅桥台设置D80型伸缩缝。
- 4、该桥设计荷载为公路-I级，于2010年09月建成通车。

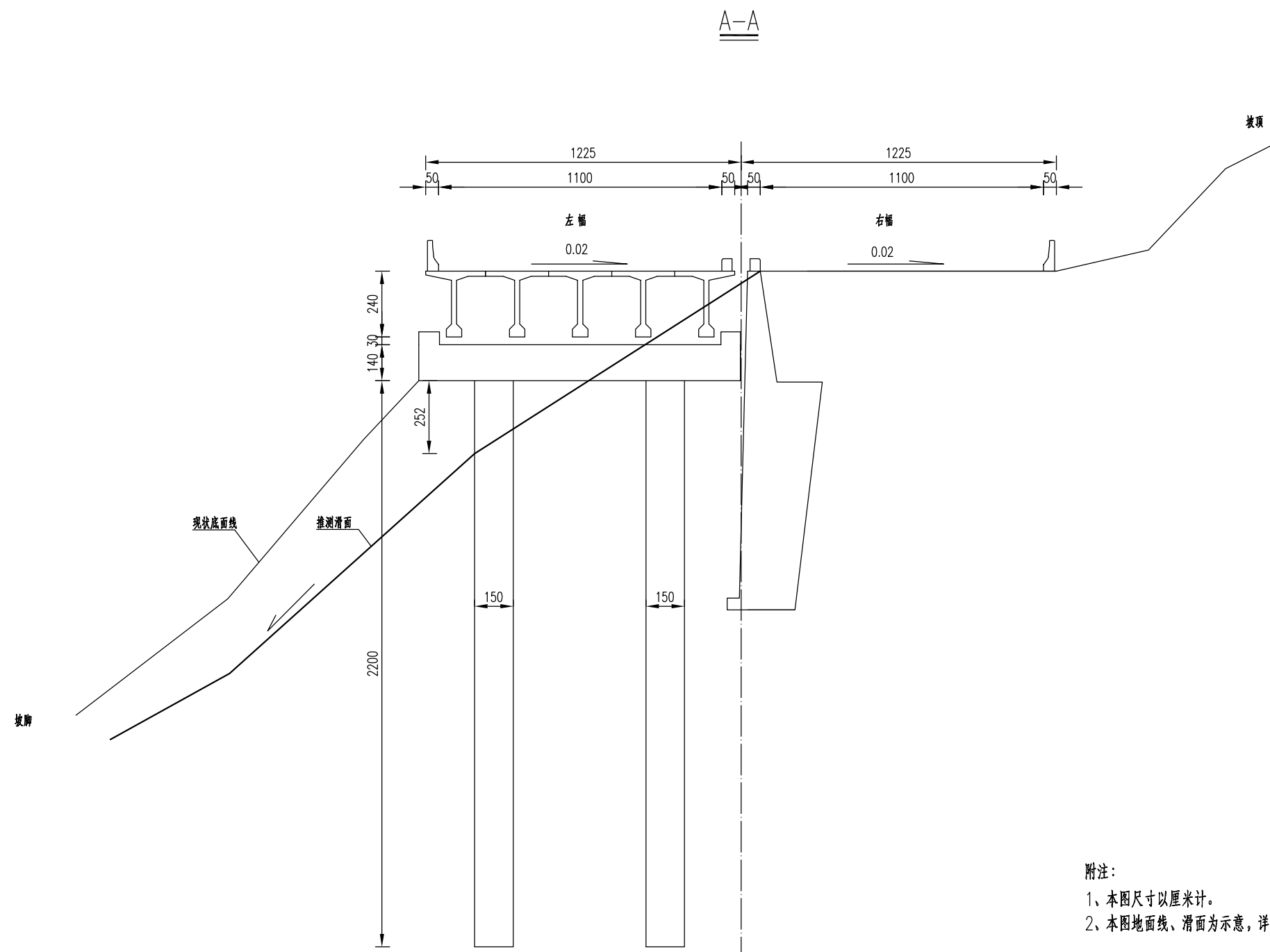
重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

桥型布置图

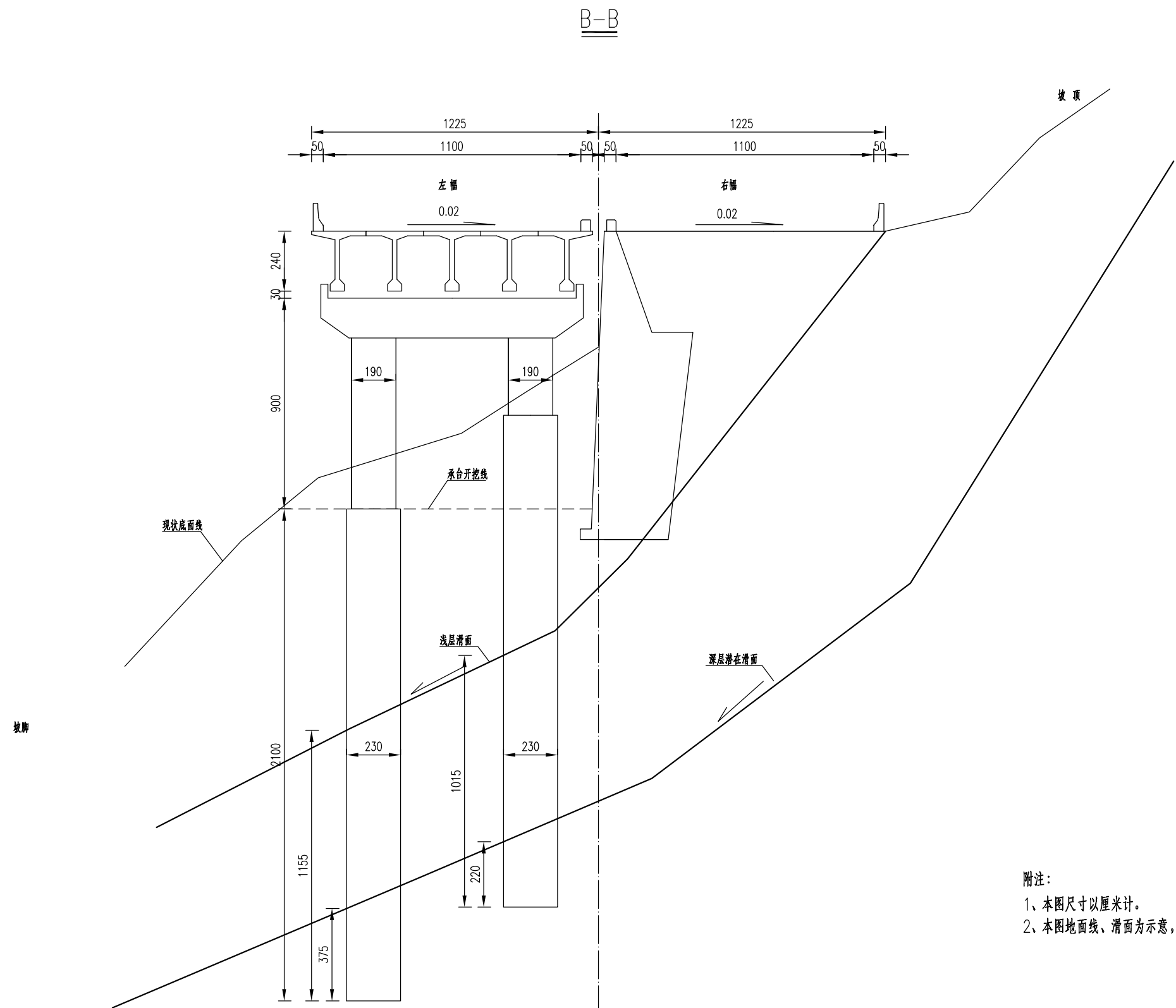
设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-03

华设设计集团股份有限公司



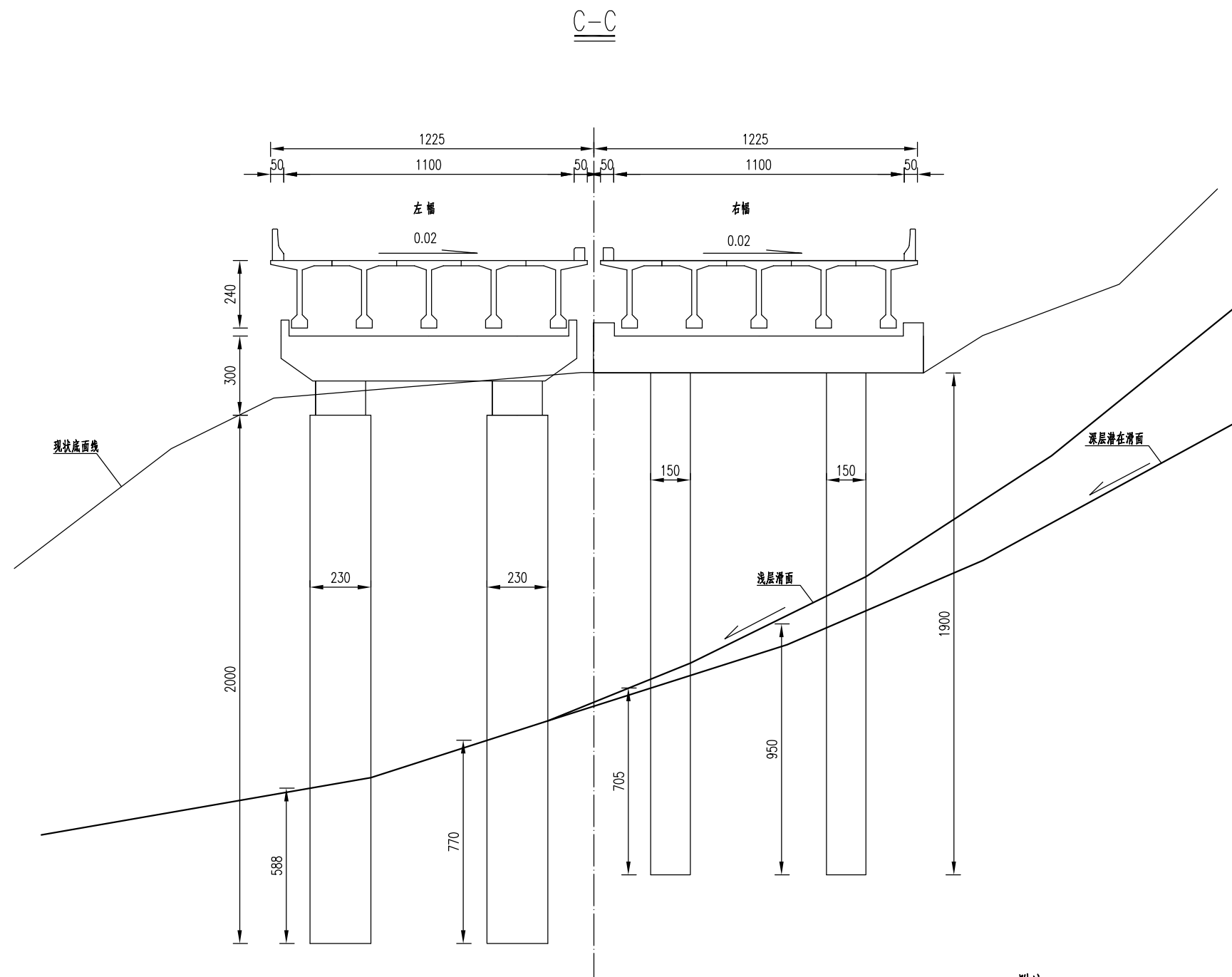
附注：
 1、本图尺寸以厘米计。
 2、本图地面线、滑面为示意，详见勘察报告。

重庆高速公路集团有限公司 东北运营分公司	G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥 维修加固工程施工图设计	桥型布置图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
			金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-03	



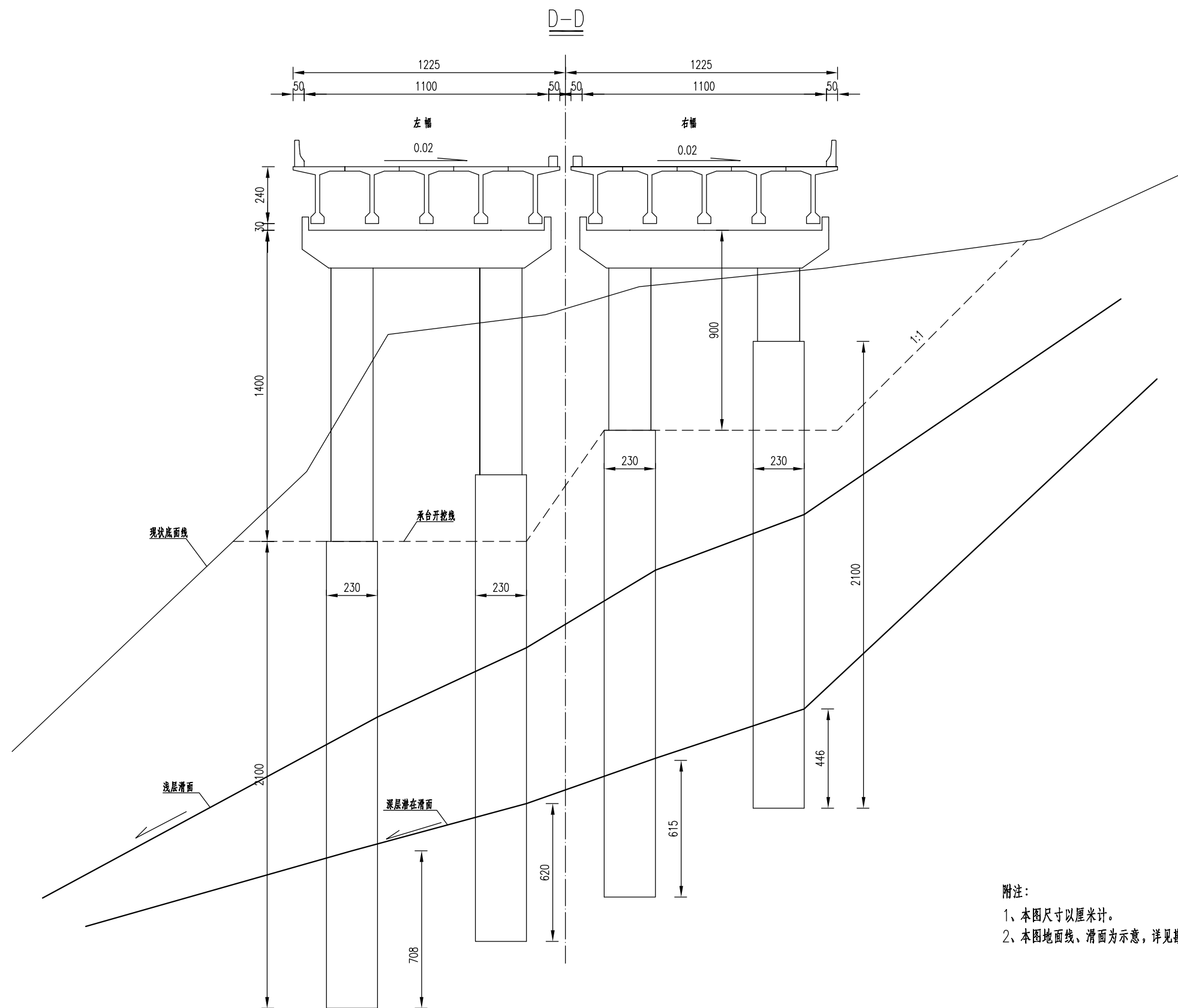
附注：
 1、本图尺寸以厘米计。
 2、本图地面线、滑面为示意，详见勘察报告。

重庆高速公路集团有限公司 东北运营分公司	G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥 维修加固工程施工图设计	桥型布置图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
			金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-03	



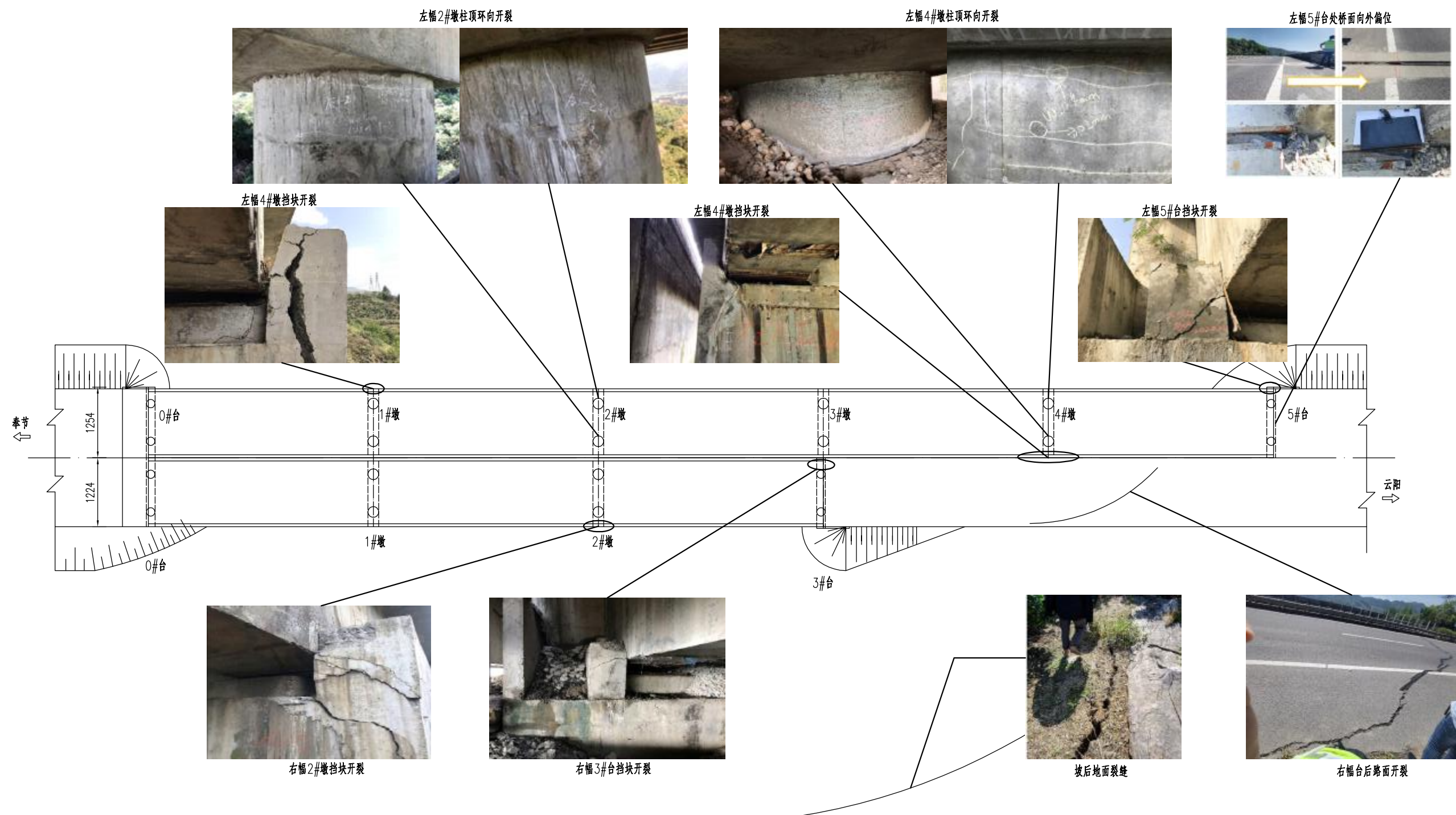
附注：
 1、本图尺寸以厘米计。
 2、本图地面线、滑面为示意，详见勘察报告。

重庆高速公路集团有限公司 东北运营分公司	G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥 维修加固工程施工图设计	桥型布置图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
			金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-03	



附注：
 1、本图尺寸以厘米计。
 2、本图地面线、滑面为示意，详见勘察报告。

重庆高速公路集团有限公司 东北运营分公司	G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥 维修加固工程施工图设计	桥型布置图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设计集团股份有限公司
			金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-03	



重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

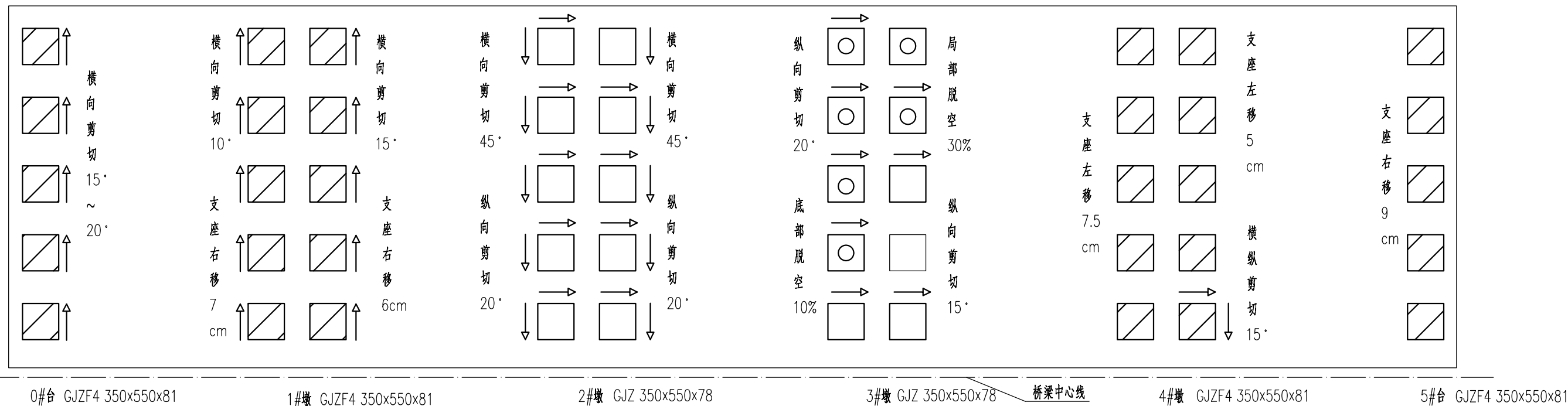
G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

病害分布平面图

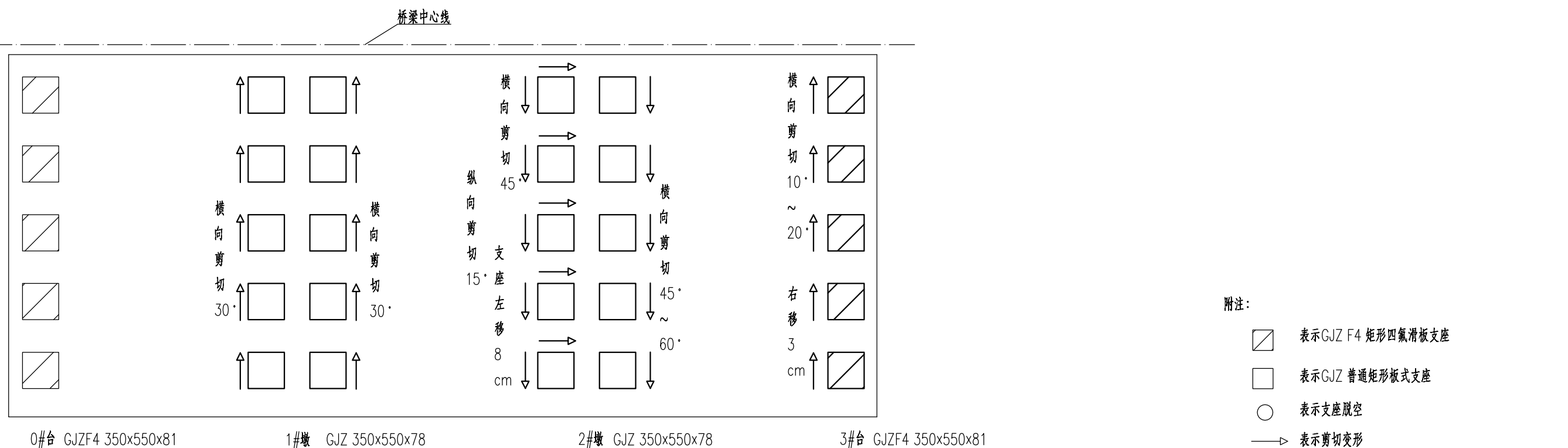
设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹序	2021.06	YLPDQ-04

华设设计集团股份有限公司

左幅支座病害分布图

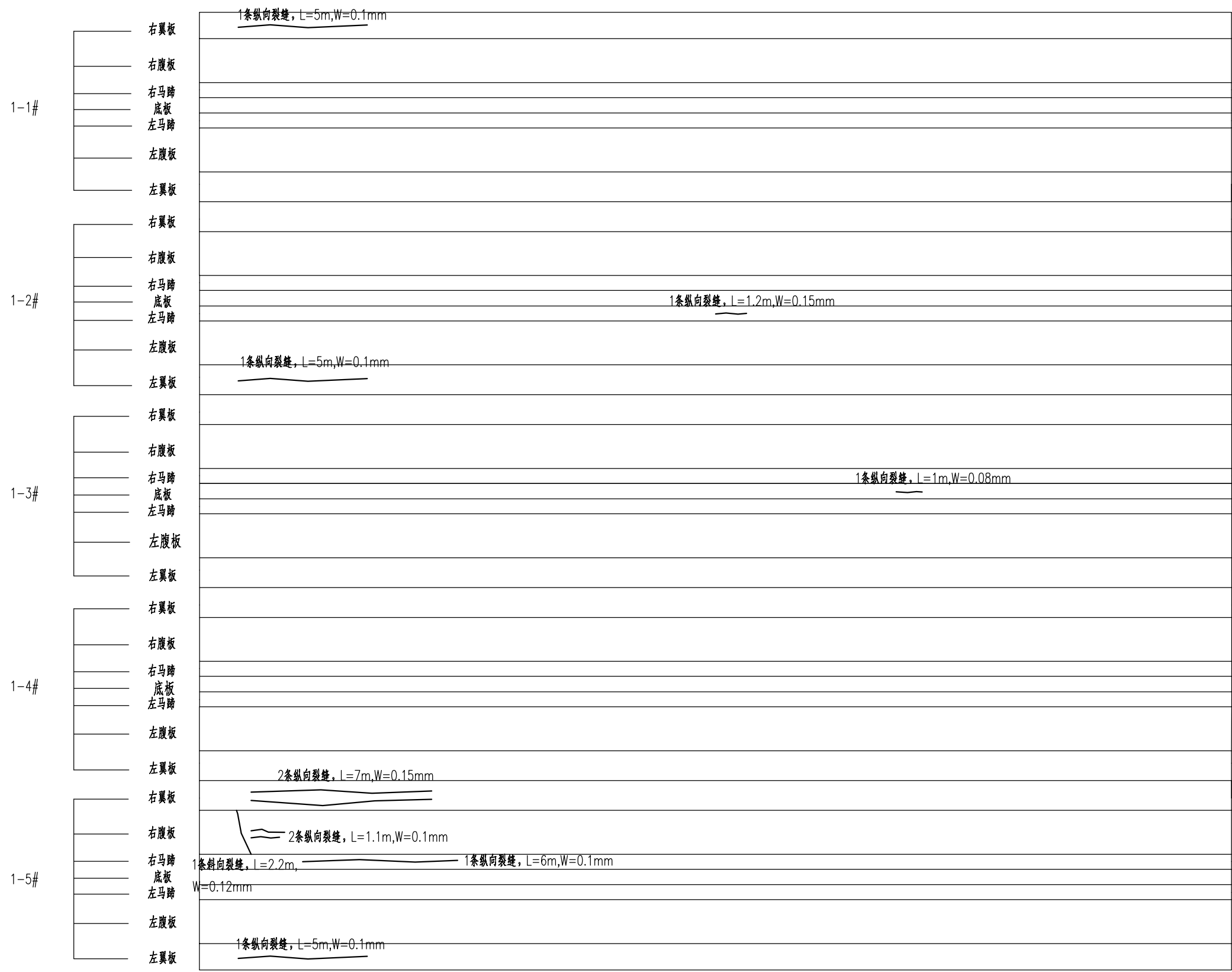






右幅支座病害分布图



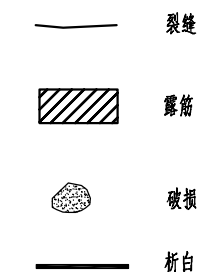
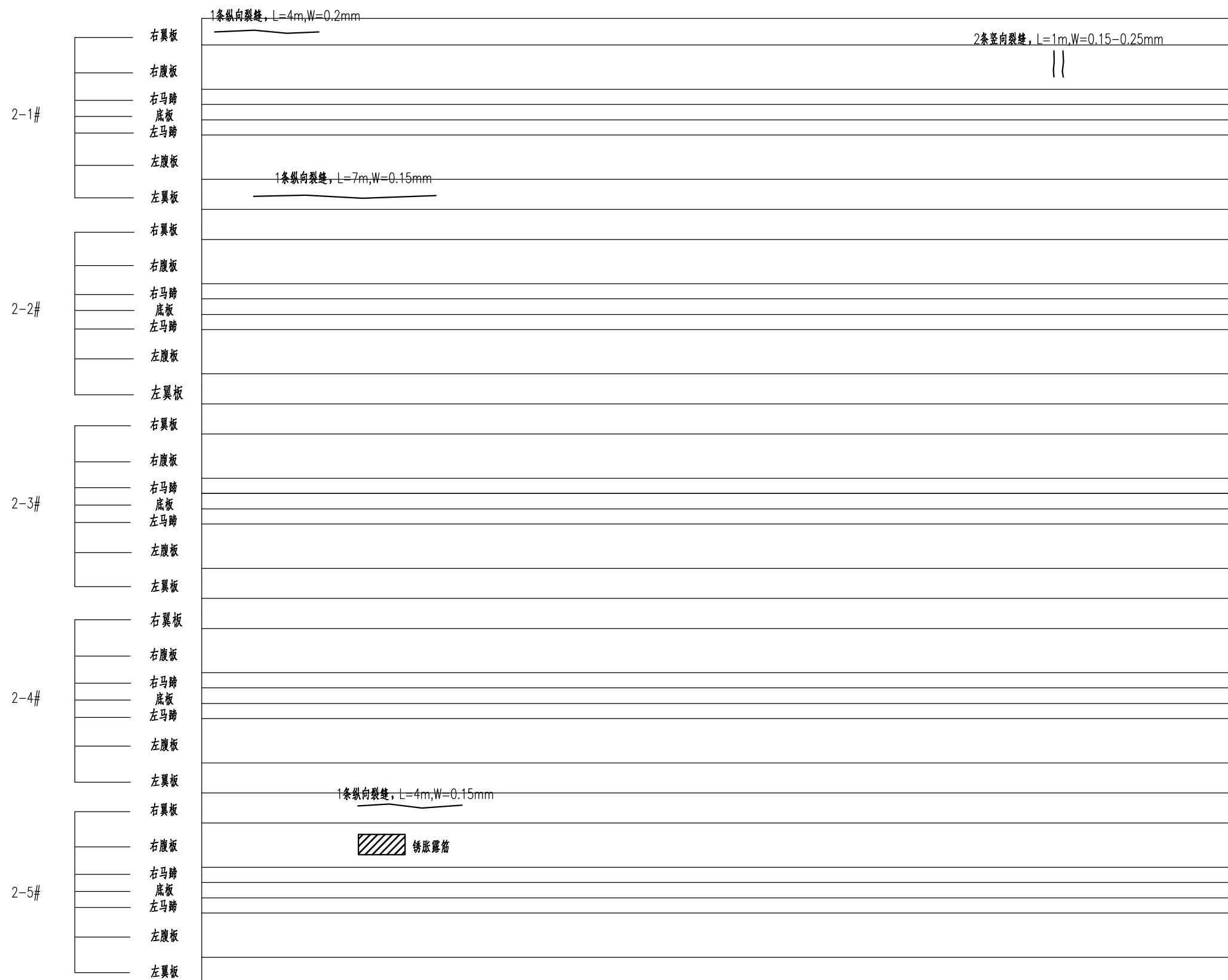
备注：
 表示GJZ F4 矩形四氟滑板支座
 表示GJZ 普通矩形板式支座
 表示支座脱空
 表示剪切变形

第1孔

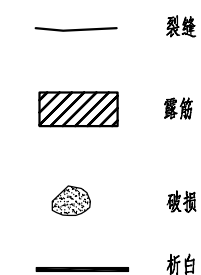
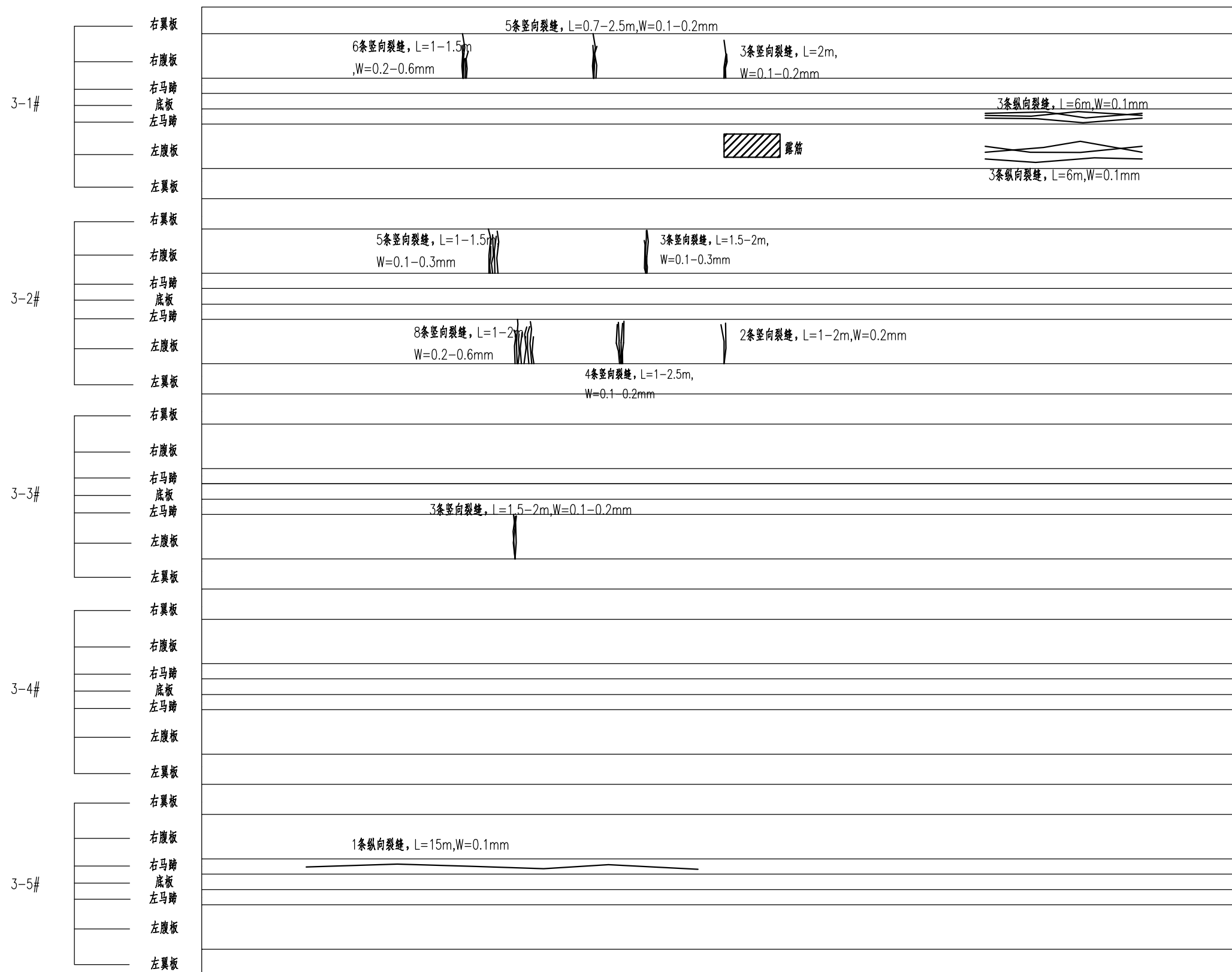


-  裂缝
-  露筋
-  破损
-  折白

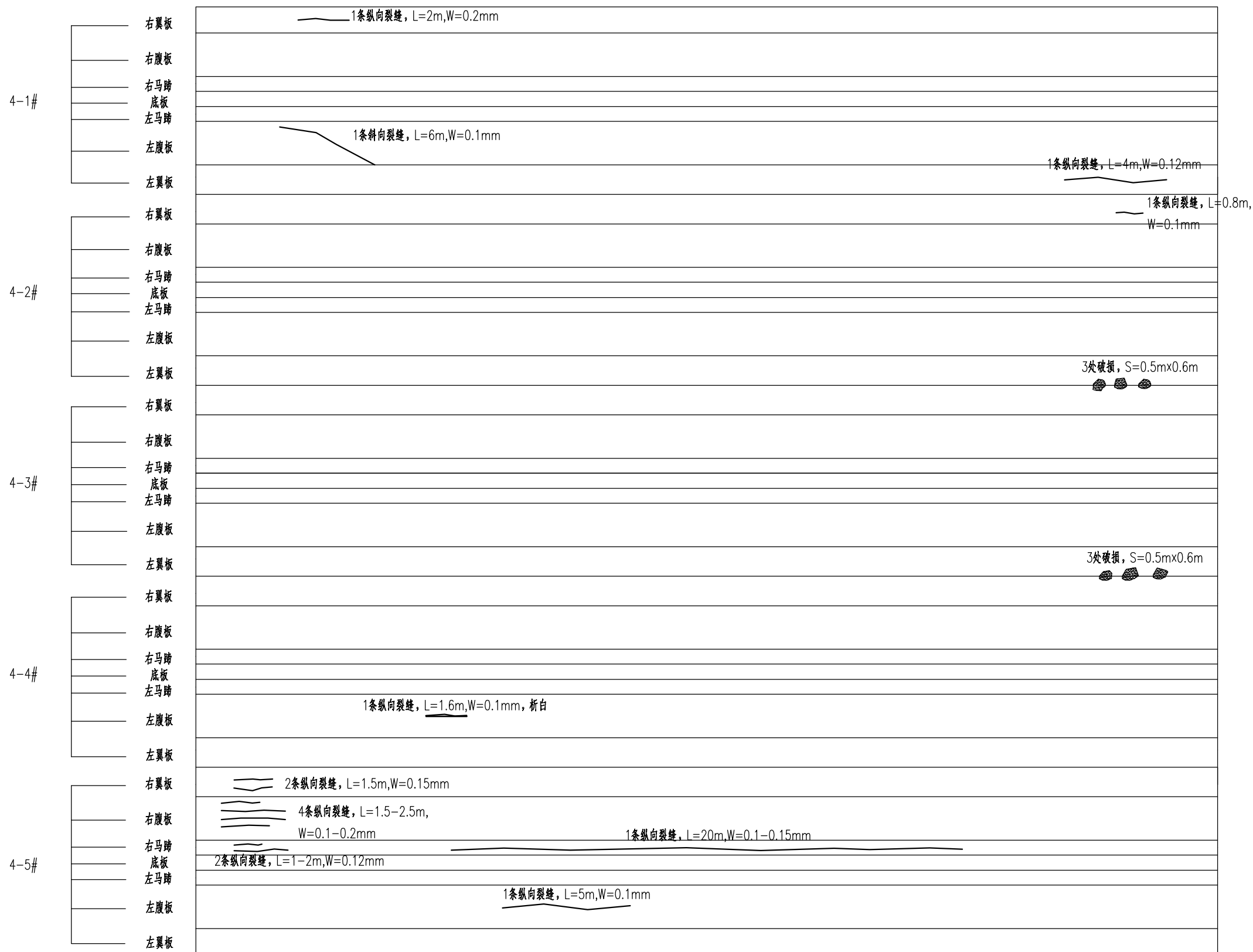
第2孔



第3孔

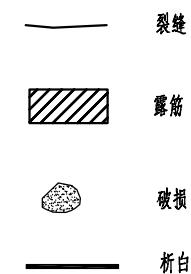
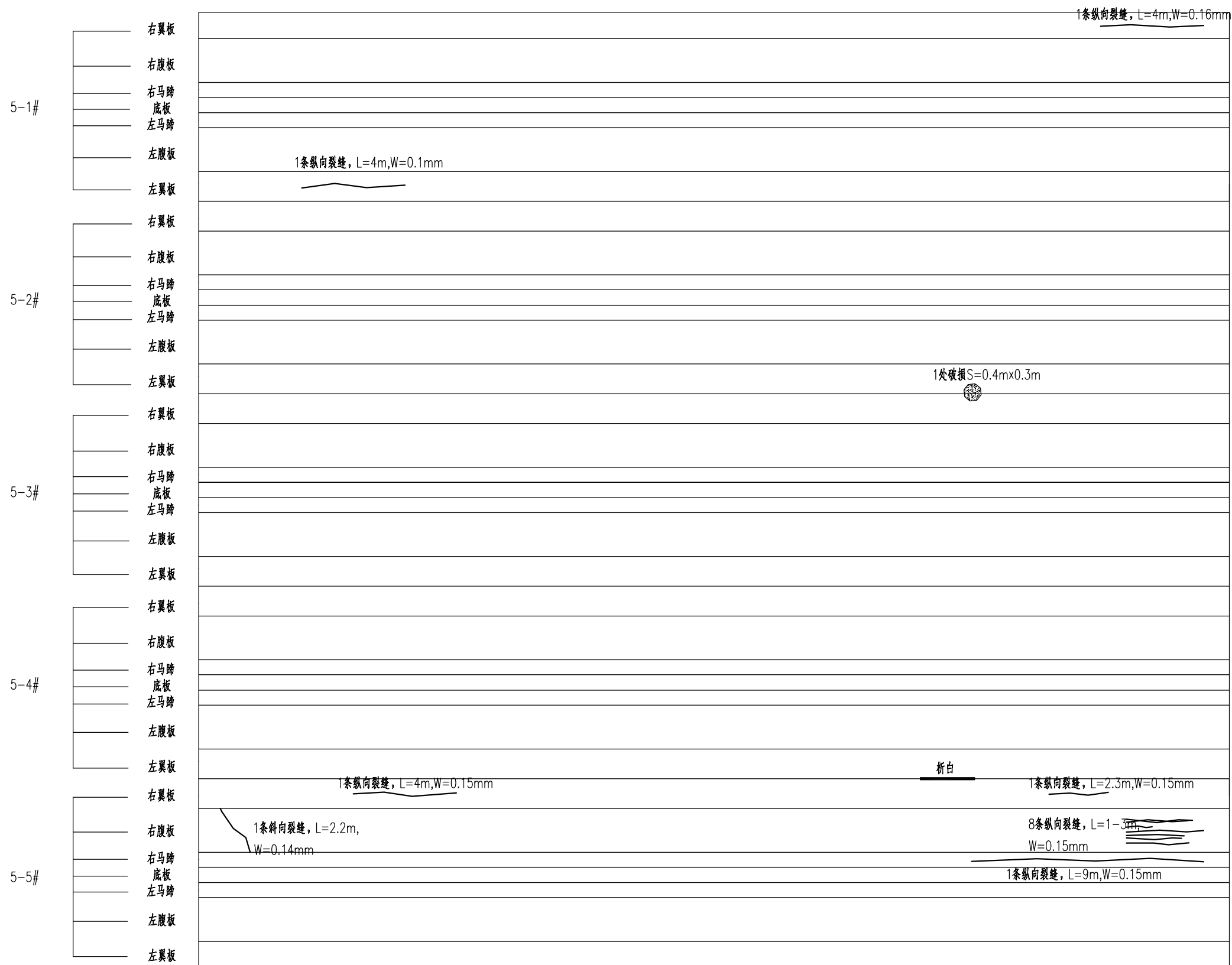


第4孔



- 裂缝
- 露筋
- 破损
- 折白

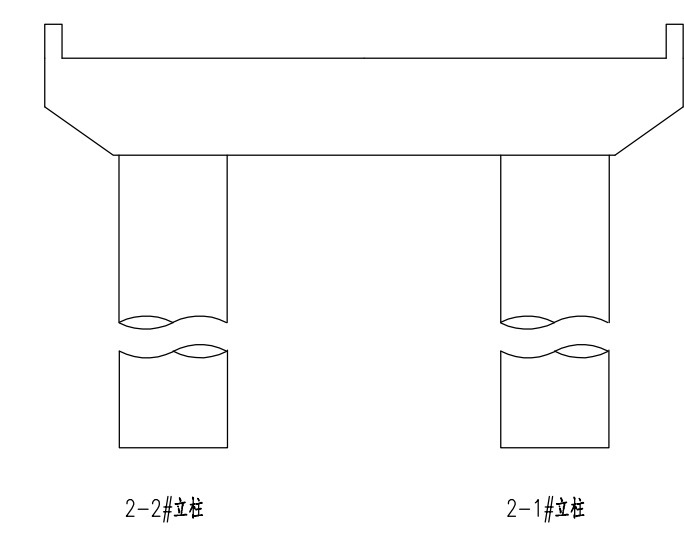
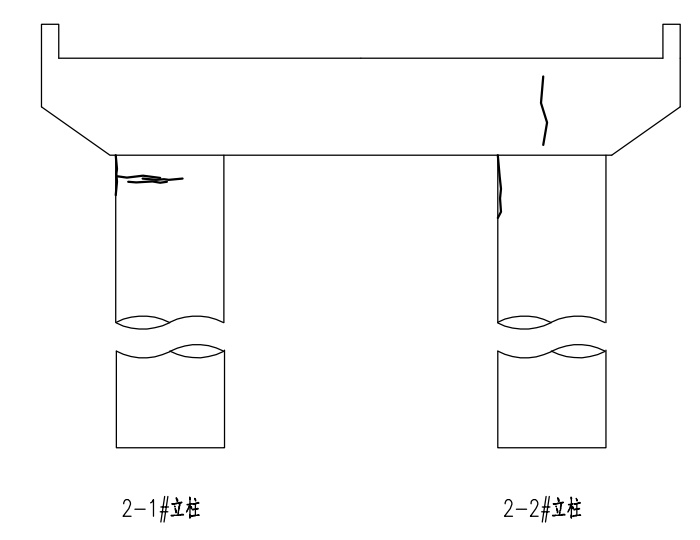
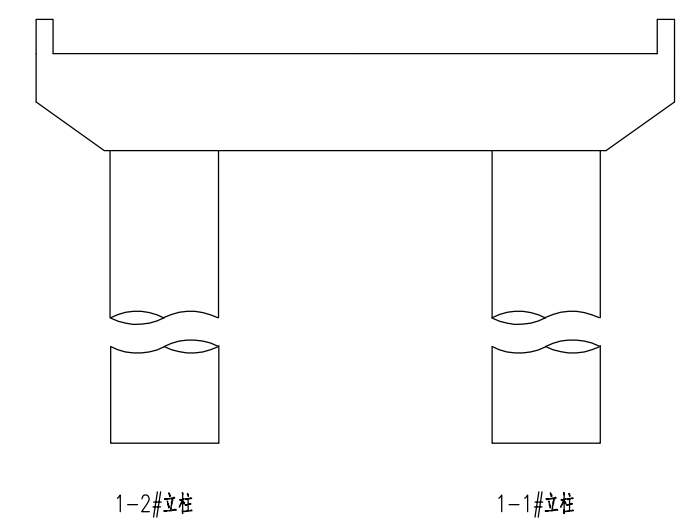
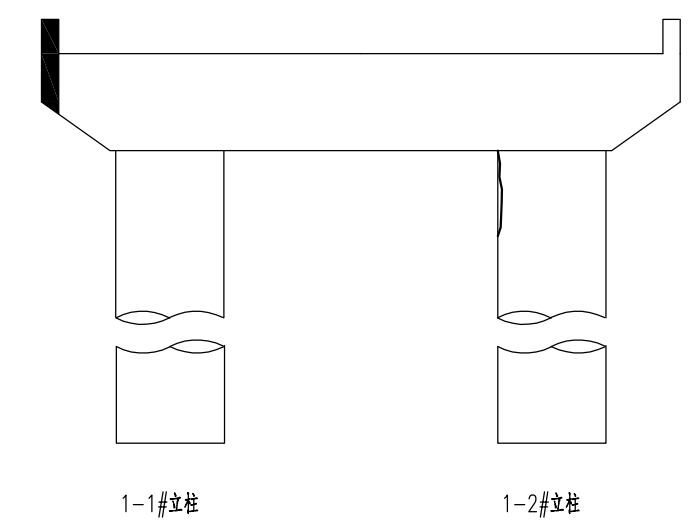
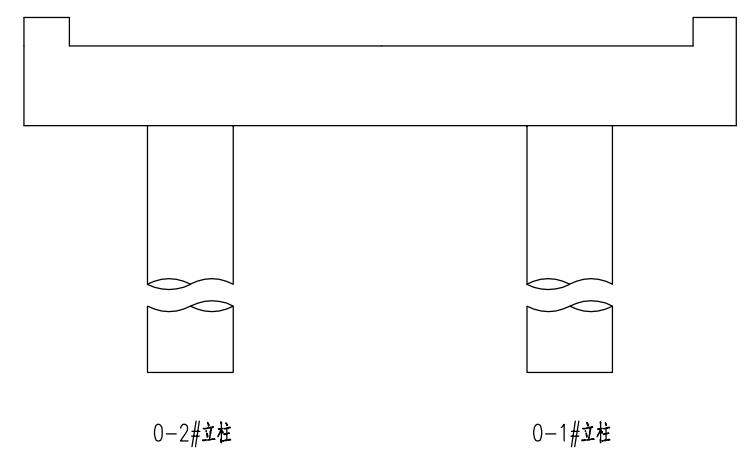
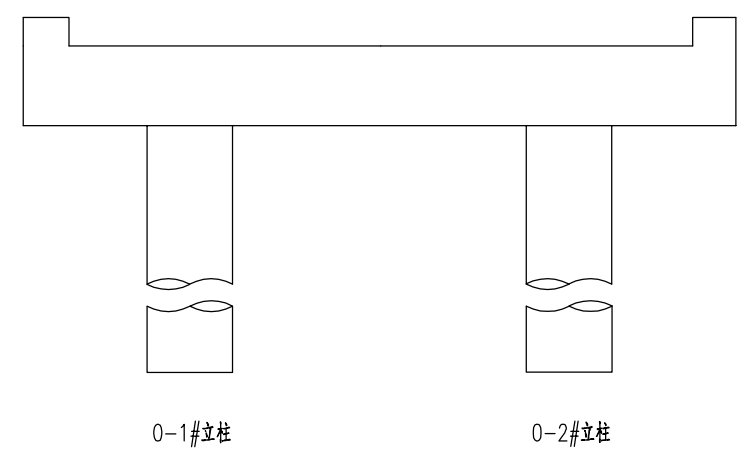
第5孔



小桩号侧





0#台

大桩号侧



1#墩

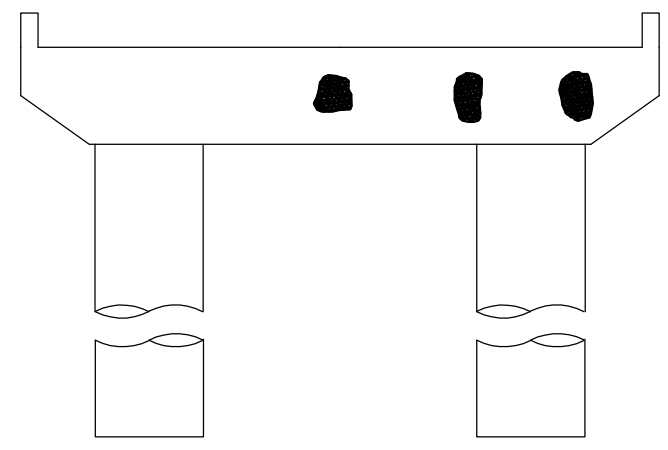
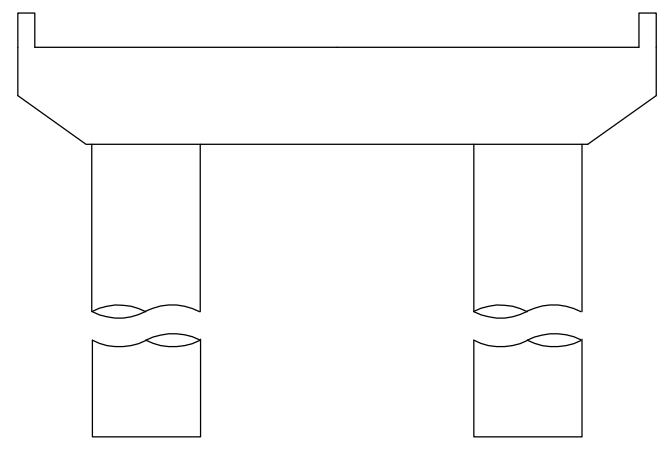
2#墩

-  裂缝
-  挡块开裂
-  破损
-  混凝土剥落

小桩号侧

3#墩

大桩号侧



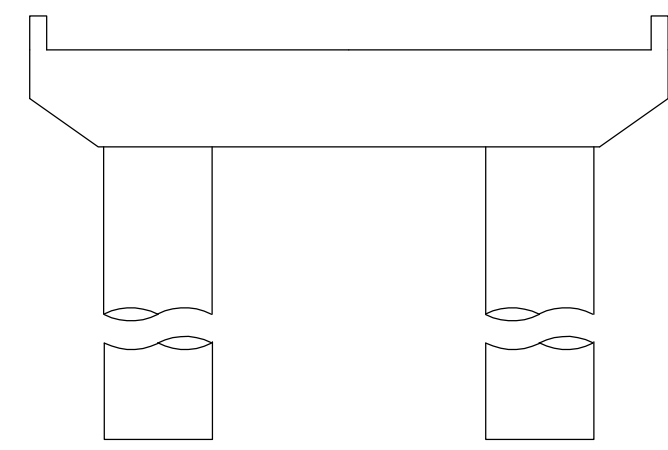
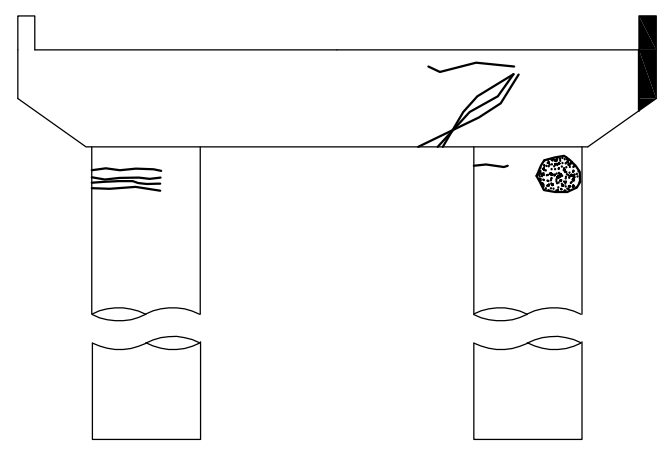
3-1#立柱

3-2#立柱

3-2#立柱

3-1#立柱

4#墩



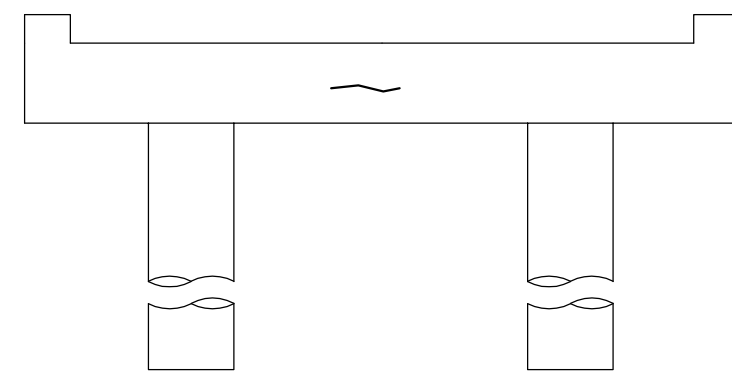
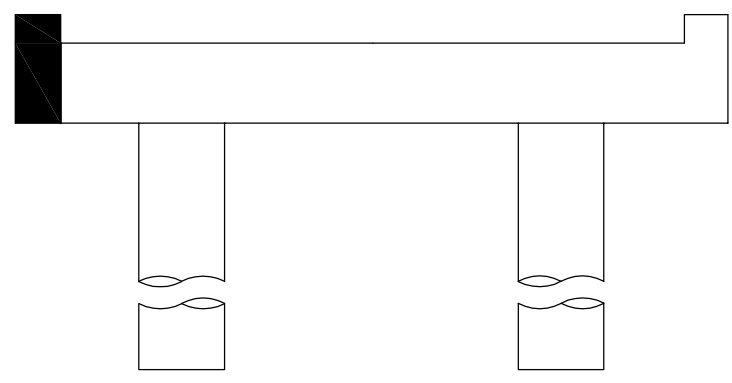
4-1#立柱

4-2#立柱

4-2#立柱

4-1#立柱

5#台







5-1#立柱

5-2#立柱

5-2#立柱

5-1#立柱

-  裂缝
-  挡块开裂
-  破损
-  混凝土剥落

左幅上部结构病害参数表

孔号	缺损位置	缺损类型	病害描述	
第1孔	1#梁右侧翼板	纵向裂缝	距0#台1.5m, 1条纵向裂缝, L=5m, W=0.1mm	
	2#梁左侧翼板	纵向裂缝	距0#台1.5m, 1条纵向裂缝, L=5m, W=0.1mm	
	2#梁左侧马蹄	纵向裂缝	距0#台20m, 1条纵向裂缝, L=1.2m, W=0.15mm	
	3#梁底板	纵向裂缝	距0#台27m, 1条纵向裂缝, L=1m, W=0.08mm	
	5#梁左侧翼板	纵向裂缝	距0#台1.5m, 1条纵向裂缝, L=5m, W=0.1mm	
	5#梁右侧腹板	纵向裂缝	距0#台2m, 2条纵向裂缝, L=1.1m, W=0.1mm	
	5#梁右侧腹板	斜向裂缝	距0#台2m, 1条斜向裂缝, L=2.2m, W=0.12mm	
	5#梁右侧翼板	纵向裂缝	距0#台2m, 2条纵向裂缝, L=7m, W=0.15mm	
	5#梁右侧马蹄	纵向裂缝	距0#台4m, 1条纵向裂缝, L=6m, W=0.1mm	
	5#梁右侧马蹄	纵向裂缝	距0#台20m, 1条纵向裂缝, L=3m, W=0.1mm	
	第2孔	1#梁右侧腹板	竖向裂缝	距1#墩32m, 2条竖向裂缝, L=1m, W=0.15-0.25mm
		1#梁右侧翼板	纵向裂缝	距1#墩0.5m, 1条纵向裂缝, L=4m, W=0.2mm
1#梁左侧翼板		纵向裂缝	距1#墩2m, 1条纵向裂缝, L=7m, W=0.15mm	
5#梁右侧腹板		露筋	距1#墩6m, 锈胀露筋	
5#梁右侧翼板		纵向裂缝	距1#墩6m, 1条纵向裂缝, L=4m, W=0.15mm	
第3孔	1#梁左侧腹板	纵向裂缝	距2#墩30m, 3条纵向裂缝, L=6m, W=0.1mm	
	1#梁左侧腹板	露筋	距2#墩20m, 露筋	
	1#梁左侧马蹄	纵向裂缝	距2#墩30m, 3条纵向裂缝, L=6m, W=0.1mm	
	1#梁右侧腹板	竖向裂缝	距2#墩10m, 6条竖向裂缝, L=1-1.5m, W=0.2-0.6mm	
	1#梁右侧腹板	竖向裂缝	距2#墩15m, 5条竖向裂缝, L=0.7-2.5m, W=0.1-0.2mm	
	1#梁右侧腹板	竖向裂缝	距2#墩20m, 3条竖向裂缝, L=2m, W=0.1-0.2mm	
	2#梁右侧腹板	竖向裂缝	距2#墩11m, 5条竖向裂缝, L=1-1.5m, W=0.1-0.3mm	
	2#梁左侧腹板	竖向裂缝	距2#墩12m, 8条竖向裂缝, L=1-2m, W=0.2-0.6mm	
	2#梁左侧腹板	竖向裂缝	距2#墩16m, 4条竖向裂缝, L=1-2.5m, W=0.1-0.2mm	
	2#梁右侧腹板	竖向裂缝	距2#墩17m, 3条竖向裂缝, L=1.5-2m, W=0.1-0.2mm	
	2#梁左侧腹板	竖向裂缝	距2#墩20m, 2条竖向裂缝, L=1-2m, W=0.2mm	
	3#梁左侧腹板	竖向裂缝	距2#墩12m, 3条竖向裂缝, L=1.2-1.5m, W=0.1-0.3mm	
第4孔	5#梁右侧马蹄	纵向裂缝	距2#墩4m, 1条纵向裂缝, L=15m, W=0.1mm	
	1#梁左侧腹板	斜向裂缝	距3#墩7m, 1条斜向裂缝, L=6m, W=0.1mm	
	1#梁左侧翼板	纵向裂缝	距3#墩34m, 1条纵向裂缝, L=4m, W=0.12mm	
	1#梁右侧翼板	纵向裂缝	距3#墩4m, 1条纵向裂缝, L=2m, W=0.2mm	
	2#梁右侧翼板	纵向裂缝	距3#墩32m, 1条纵向裂缝, L=0.8m, W=0.1mm	
	2#湿接缝	破损	距3#墩37m, 3处破损, S=0.5m×0.6m	
3#湿接缝	破损	距3#墩37m, 3处破损, S=0.5m×0.6m		

孔号	缺损位置	缺损类型	病害描述
第4孔	4#梁左侧腹板	纵向裂缝	距3#墩9m, 1条纵向裂缝, L=1.6m, W=0.1mm, 折白
	5#梁右侧腹板	纵向裂缝	距3#墩1m, 4条纵向裂缝, L=1.5-2.5m, W=0.1-0.2mm
	5#梁右侧翼板	纵向裂缝	距3#墩1.5m, 2条纵向裂缝, L=1.5m, W=0.15mm
	5#梁右侧马蹄	纵向裂缝	距3#墩1.5m, 2条纵向裂缝, L=1-2m, W=0.12mm
	5#梁右侧马蹄	纵向裂缝	距3#墩10m, 1条纵向裂缝, L=20m, W=0.1mm
	5#梁左侧腹板	纵向裂缝	距3#墩12m, 1条纵向裂缝, L=5m, W=0.1mm
	第5孔	1#梁右侧翼板	纵向裂缝
1#梁左侧翼板		纵向裂缝	距4#墩4m, 1条纵向裂缝, L=4m, W=0.1mm
2#湿接缝		破损	距4#墩30m, 1处破损, S=0.4m×0.3m
5#梁右侧腹板		纵向裂缝	距4#墩36m, 8条纵向裂缝, L=1-3m, W=0.15mm
5#梁右侧马蹄		纵向裂缝	距4#墩30m, 1条纵向裂缝, L=9m, W=0.15mm
5#梁右侧翼板		纵向裂缝	距4#墩33m, 1条纵向裂缝, L=2.3m, W=0.15mm
5#梁右侧翼板		纵向裂缝	距4#墩6m, 1条纵向裂缝, L=4m, W=0.15mm
5#梁右侧腹板	斜向裂缝	距4#墩2m, 1条斜向裂缝, L=2.2m, W=0.14mm	

左幅下部结构病害参数表

缺损位置	病害描述
1#墩挡块	左侧挡块开裂严重
1-2#立柱	墩顶左侧, 2条竖向裂缝, L=1.5m, W=0.3mm
2#墩盖梁	小桩号侧距右边缘2.4m, 1条竖向裂缝, L=1.2m, W=0.3mm
2-1#立柱	立柱顶部左侧1条竖向裂缝, L=0.7m, W=0.14mm
2-1#立柱	距顶部0.4m, 3条环向裂缝, L=0.7m, W=0.2mm
2-2#立柱	立柱顶部左侧1条竖向裂缝, L=1.1m, W=0.2mm
3#墩盖梁	大桩号侧3#支座下方, 1处破损, S=0.6m×0.6m
3#墩盖梁	大桩号侧4#支座下方, 1处破损, S=0.8m×0.4m
3#墩盖梁	大桩号侧5#支座下方, 1处破损, S=0.7m×0.5m
4#墩挡块	右侧挡块开裂
4#墩盖梁	小桩号侧距盖梁右侧边缘2.5m, 3条斜向裂缝, L=1.2m, W=0.1-0.2mm
4#墩盖梁	小桩号侧距盖梁右侧边缘2.5m, 1条纵向裂缝, L=1.5m, W=0.12mm
4-1#立柱	墩顶左侧, 4条环向裂缝, 均L=1.2m, W=0.2-0.4mm
4-2#立柱	顶部左侧, 1条环向裂缝, L=0.6m, W=4.0mm
4-2#立柱	顶部右侧, 混凝土剥落
5#台挡块	左侧挡块开裂
5#台桥台	背墙1条斜向裂缝, L=1.2m, w=0.30mm

注:

实际病害数量应在进行维修前进行核查,存在差异时应以实际数量为准。

重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

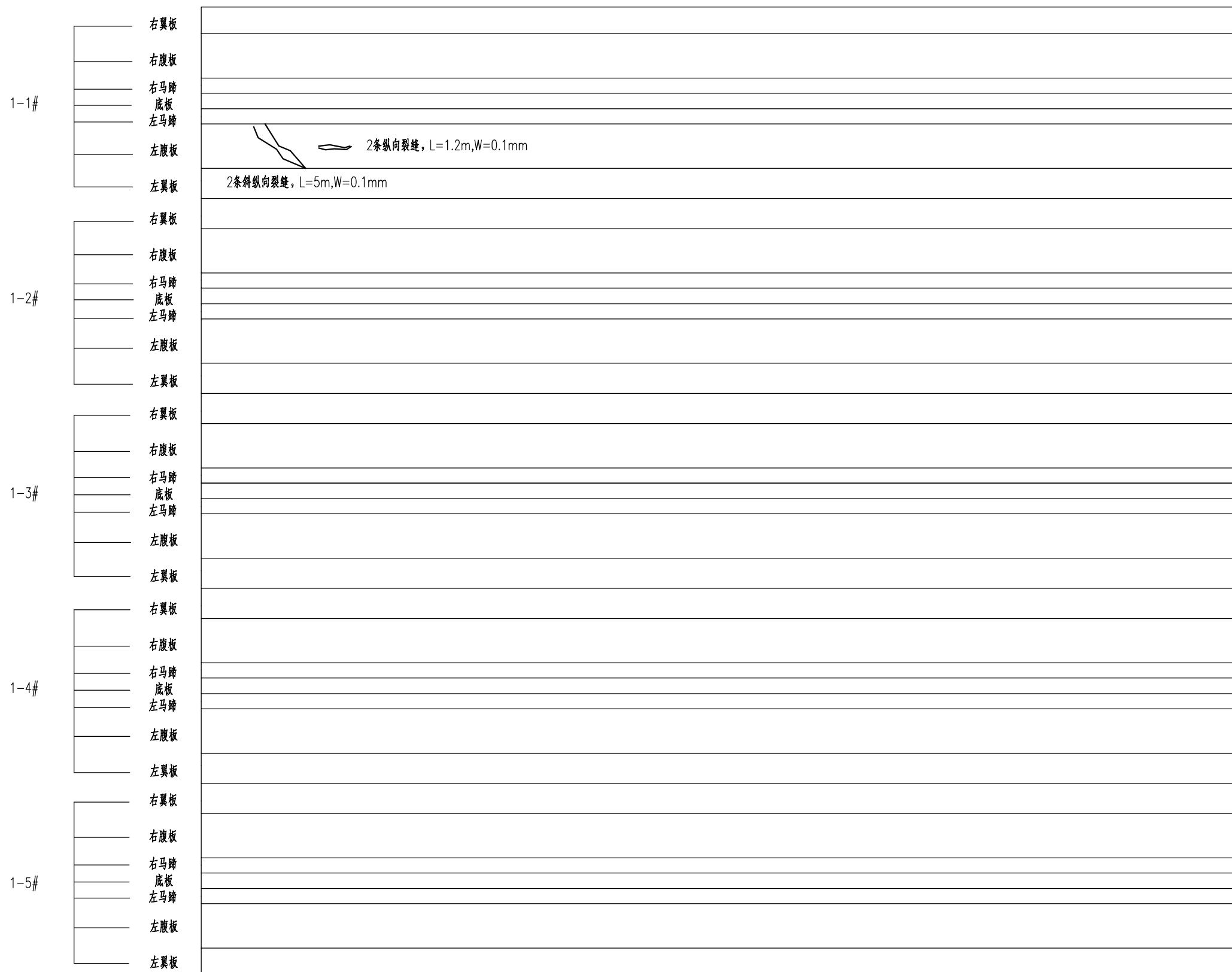
G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计





左幅混凝土结构病害分布图

设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-06

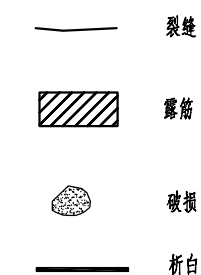
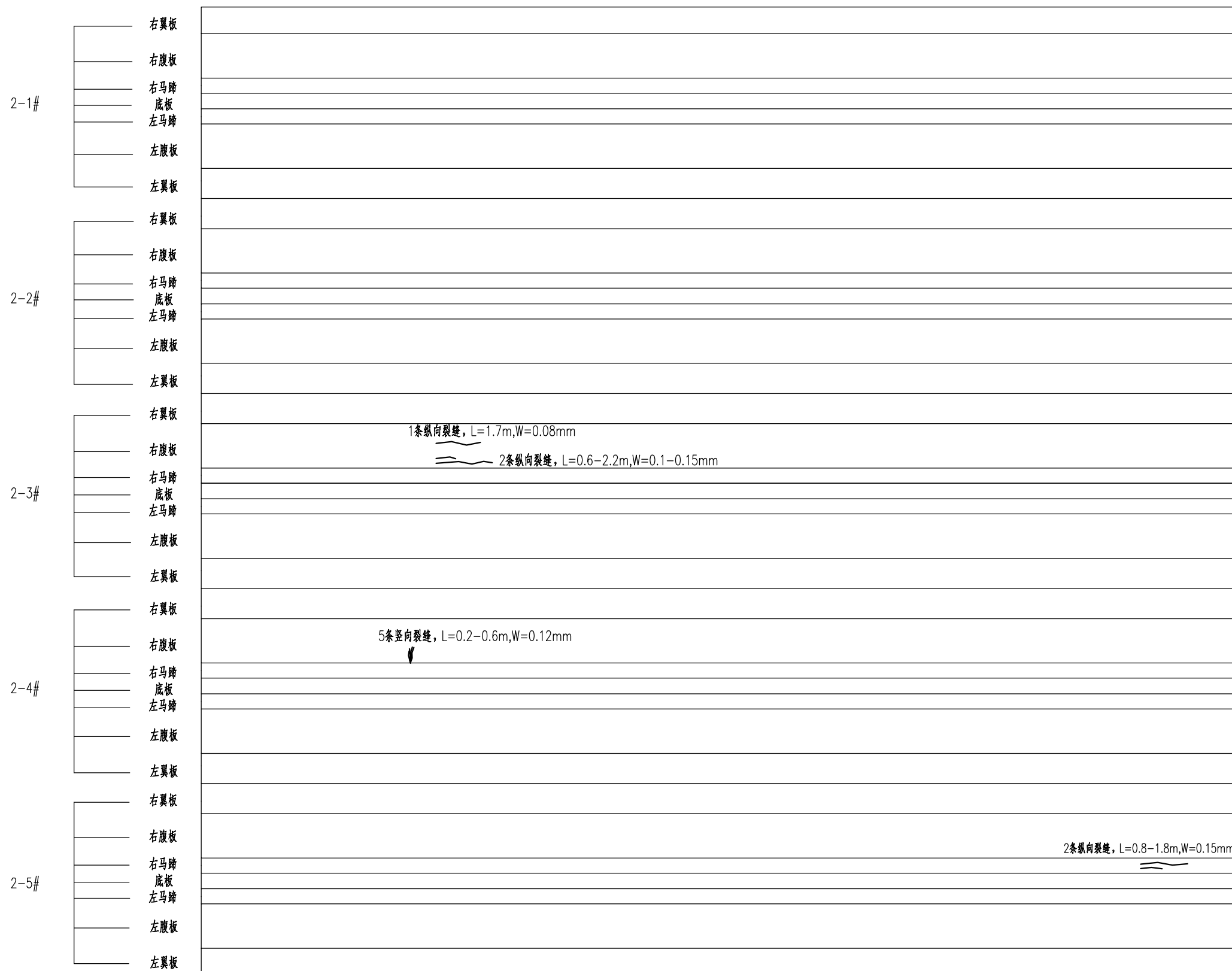
华设设计集团股份有限公司

第1孔

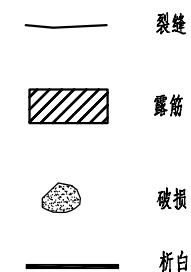
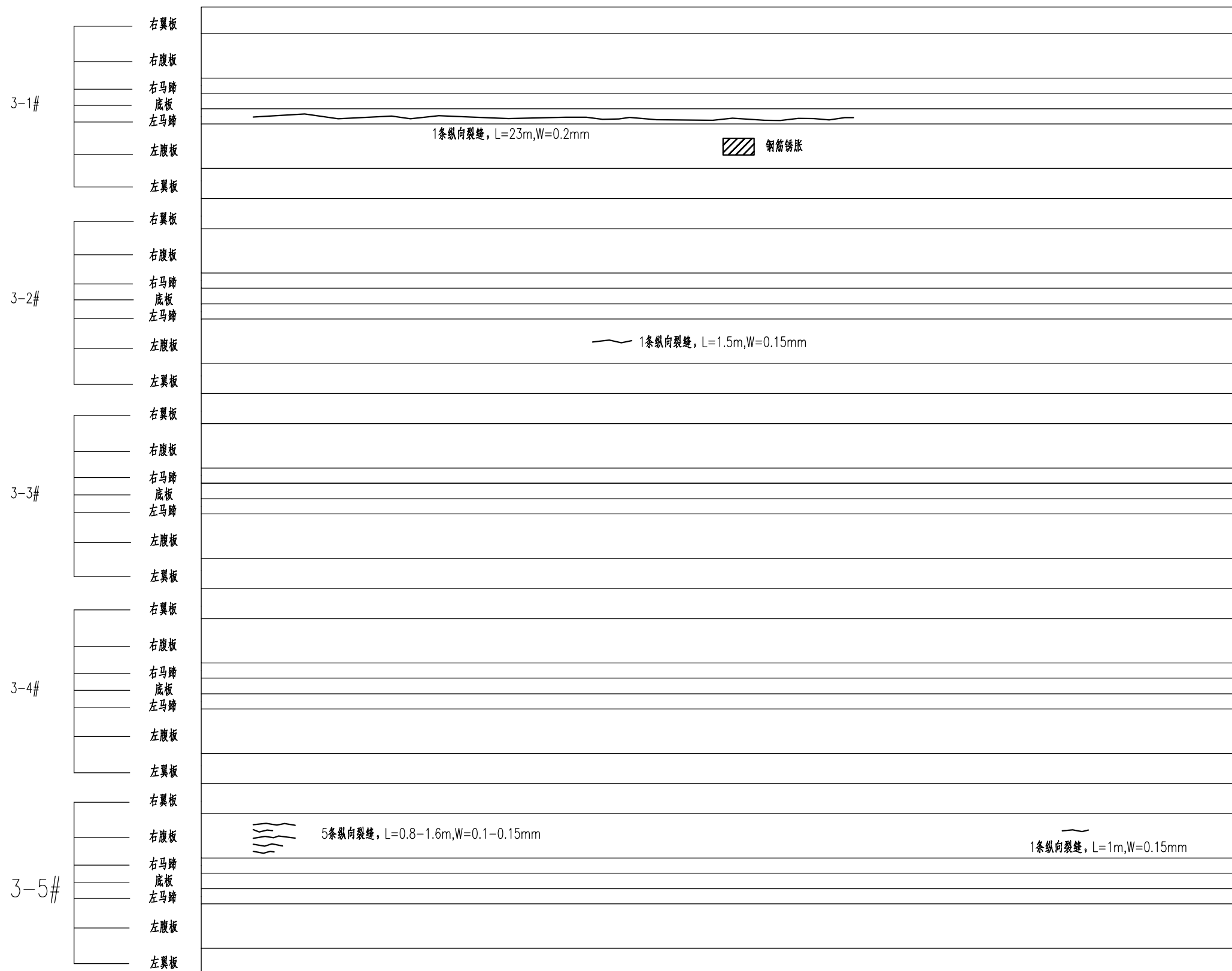


-  裂缝
-  露筋
-  破损
-  析白

第2孔



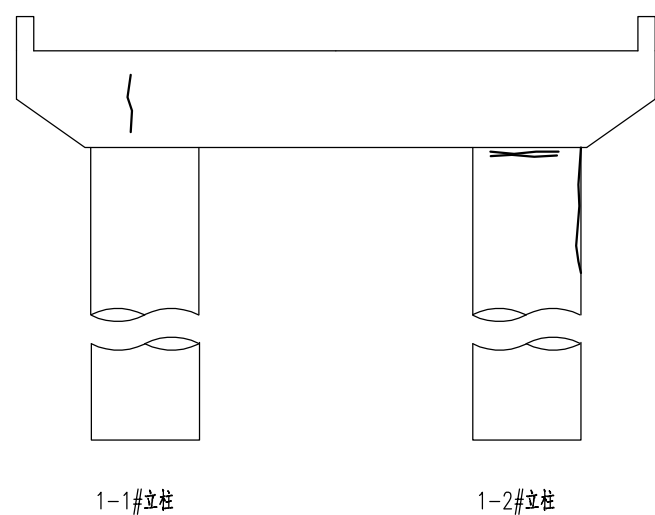
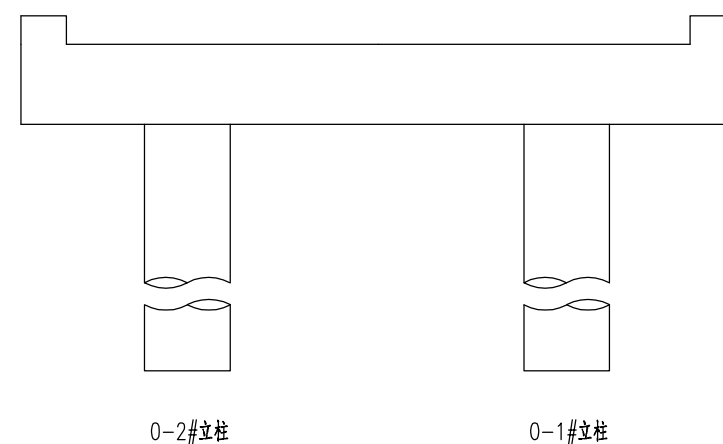
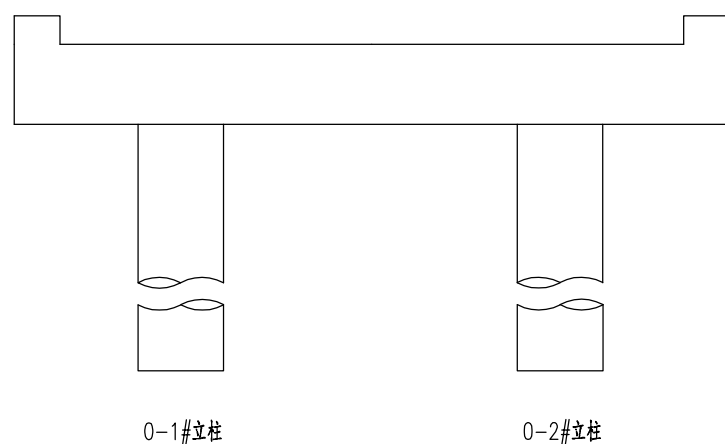
第3孔



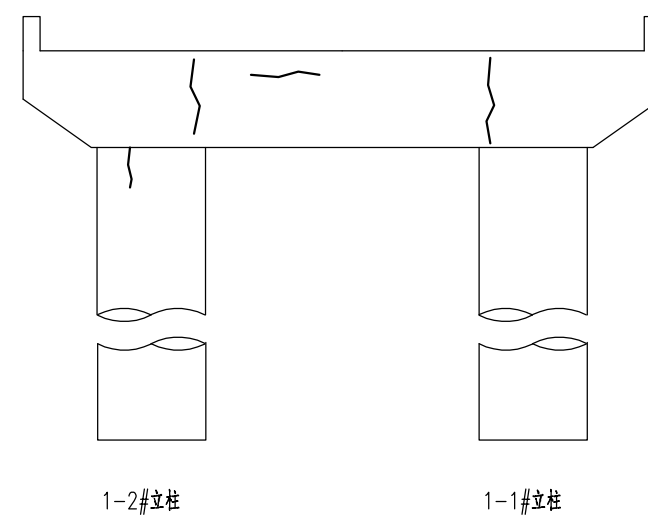
小桩号侧




0#台

大桩号侧



1#墩

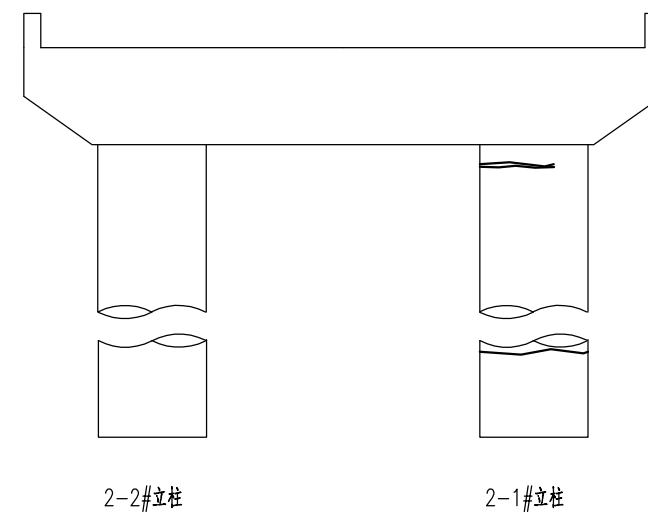
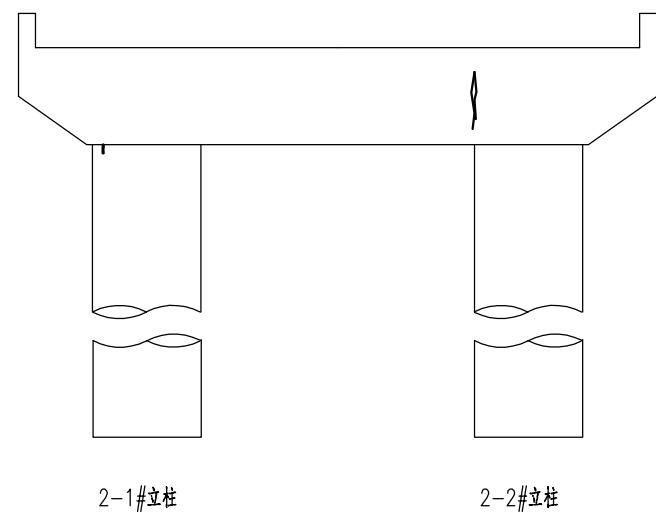


-  裂缝
-  挡块开裂
-  破损
-  混凝土剥落

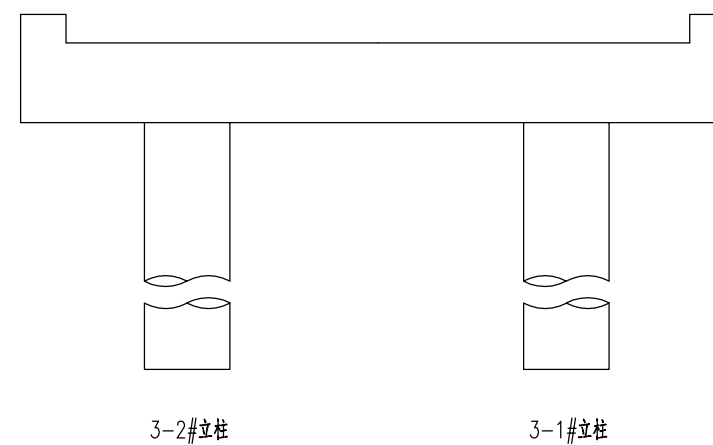
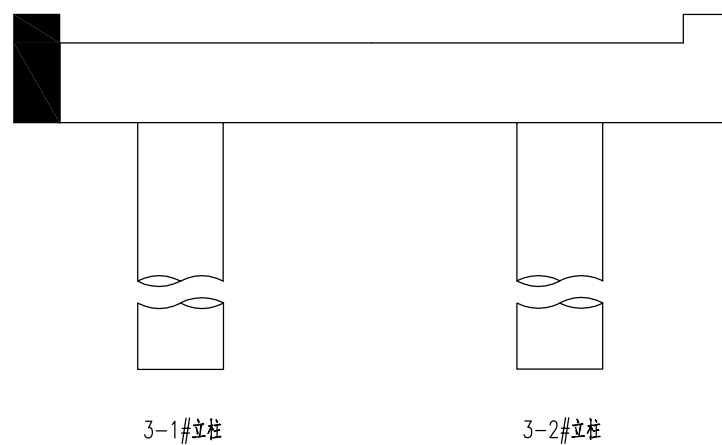
小桩号侧





大桩号侧

2#墩



3#台



-  裂缝
-  挡块开裂
-  破损
-  混凝土剥落

右幅上部结构病害参数表

孔号	缺损位置	缺损类型	病害描述
第1孔	1#梁左侧腹板	斜向裂缝	距0#台4m, 2条斜向裂缝, L=5m, W=0.1mm
	1#梁左侧腹板	纵向裂缝	距0#台4.5m, 2条纵向裂缝, L=1.2m, W=0.1mm
第2孔	3#梁右侧腹板	纵向裂缝	距1#墩9m, 1条纵向裂缝, L=1.7m, W=0.08mm
	3#梁右侧腹板	纵向裂缝	距1#墩9m, 2条纵向裂缝, L=0.6-2.2m, W=0.1-0.15mm
	4#梁右侧马蹄	竖向裂缝	距1#墩8m, 5条竖向裂缝, L=0.2-0.6m, W=0.12mm
	5#梁右侧马蹄	纵向裂缝	距1#墩36m, 2条纵向裂缝, L=0.8-1.8m, W=0.15mm
第3孔	1#梁左侧马蹄	纵向裂缝	距2#墩2m, 1条纵向裂缝, L=23m, W=0.2mm
	1#梁左侧腹板	钢筋锈蚀	距2#墩20m, 钢筋锈胀
	2#梁左侧腹板	纵向裂缝	距2#墩15m, 1条纵向裂缝, L=1.5m, W=0.15mm
	5#梁右侧腹板	纵向裂缝	距2#墩2m, 5条纵向裂缝, L=0.8-1.6m, W=0.1-0.15mm
	5#梁右侧腹板	纵向裂缝	距2#墩33m, 1条纵向裂缝, L=1m, W=0.15mm

右幅下部结构病害参数表

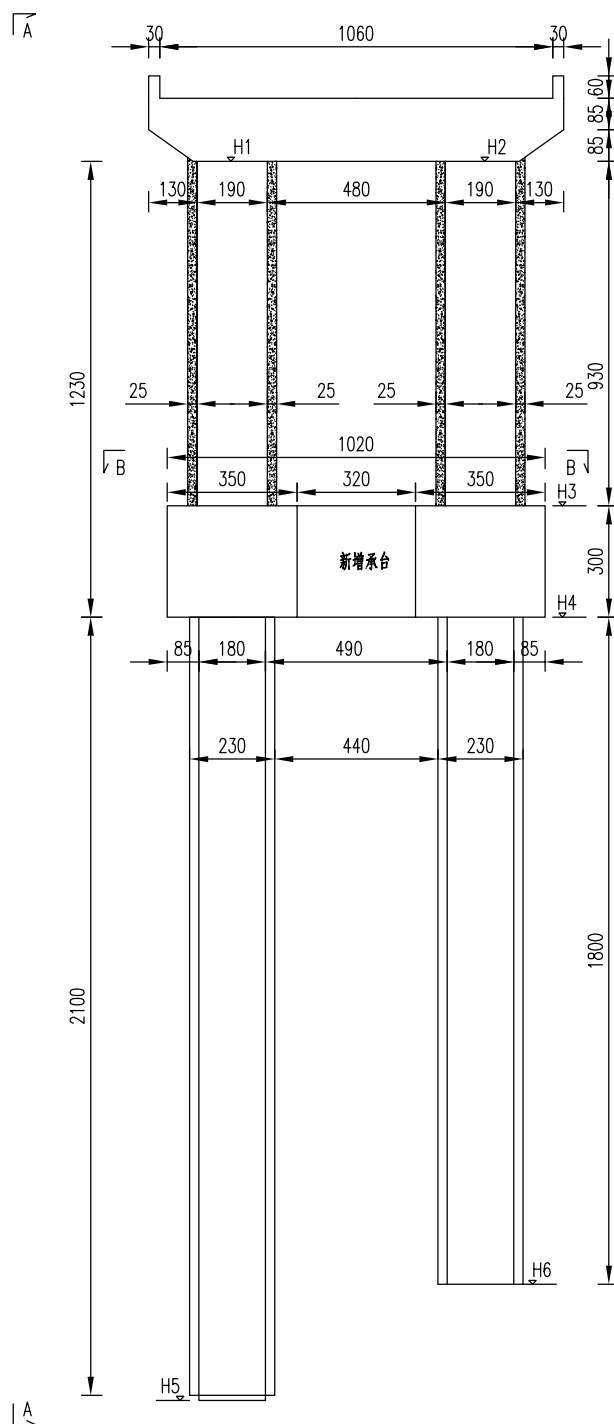
缺损位置	病害描述
1#墩盖梁	小桩号侧距左侧边缘2m, 1条竖向裂缝, L=1m, W=0.1mm
1#墩盖梁	大桩号侧, 距右边缘3m, 1条竖向裂缝, L=1.5m, W=0.15mm
1#墩盖梁	大桩号侧, 距左边缘3m, 1条竖向裂缝, L=1.3m, W=0.2mm
1#墩盖梁	大桩号侧, 距左边缘4m, 1条横向裂缝, L=1.2m, W=0.12mm
1-2#立柱	小桩号侧顶部2条环向裂缝, L=1.2-1.3m, W=0.1-0.2mm
1-2#立柱	墩顶右侧, 1条竖向裂缝, L=2.2m, W=0.2mm
1-2#立柱	大桩号侧顶部, 1条竖向裂缝, L=0.7m, W=0.2mm
2#墩盖梁	小桩号侧, 距右边缘3.2m, 2条竖向裂缝, L=0.7-1m, W=0.1-0.2mm
2-1#立柱	顶部左侧, 3条竖向裂缝, L=0.15m, W=0.2mm
2-1#立柱	墩顶右侧, 2条环向裂缝, L=1.3m, W=0.15mm
2-1#立柱	距底部1.5m, 1条环向裂缝, L=2m, W=0.14mm
3#台挡块	挡块开裂, 与梁体抵死

注:

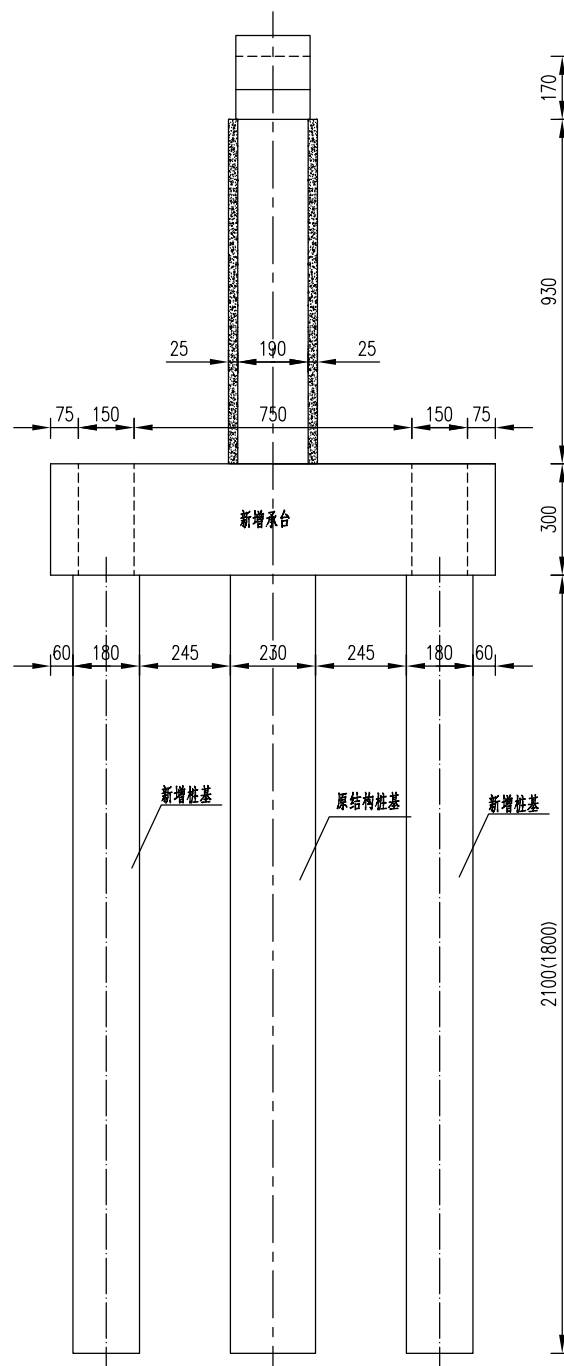
实际病害数量应在进行维修前进行核查,存在差异时应以实际数量为准。

重庆高速公路集团有限公司 东北运营分公司	G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥 维修加固工程施工图设计	右幅混凝土结构病害分布图	设计	复核	审核	日期	图表号	华设设计集团股份有限公司
			金成	吴高杰	曹彦	2021.06	YLPDQ-07	

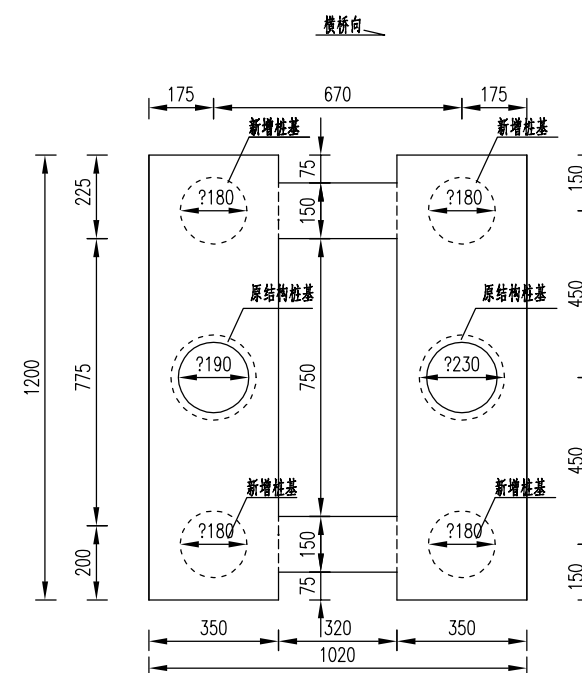
左幅2#墩立面图



A-A



B-B

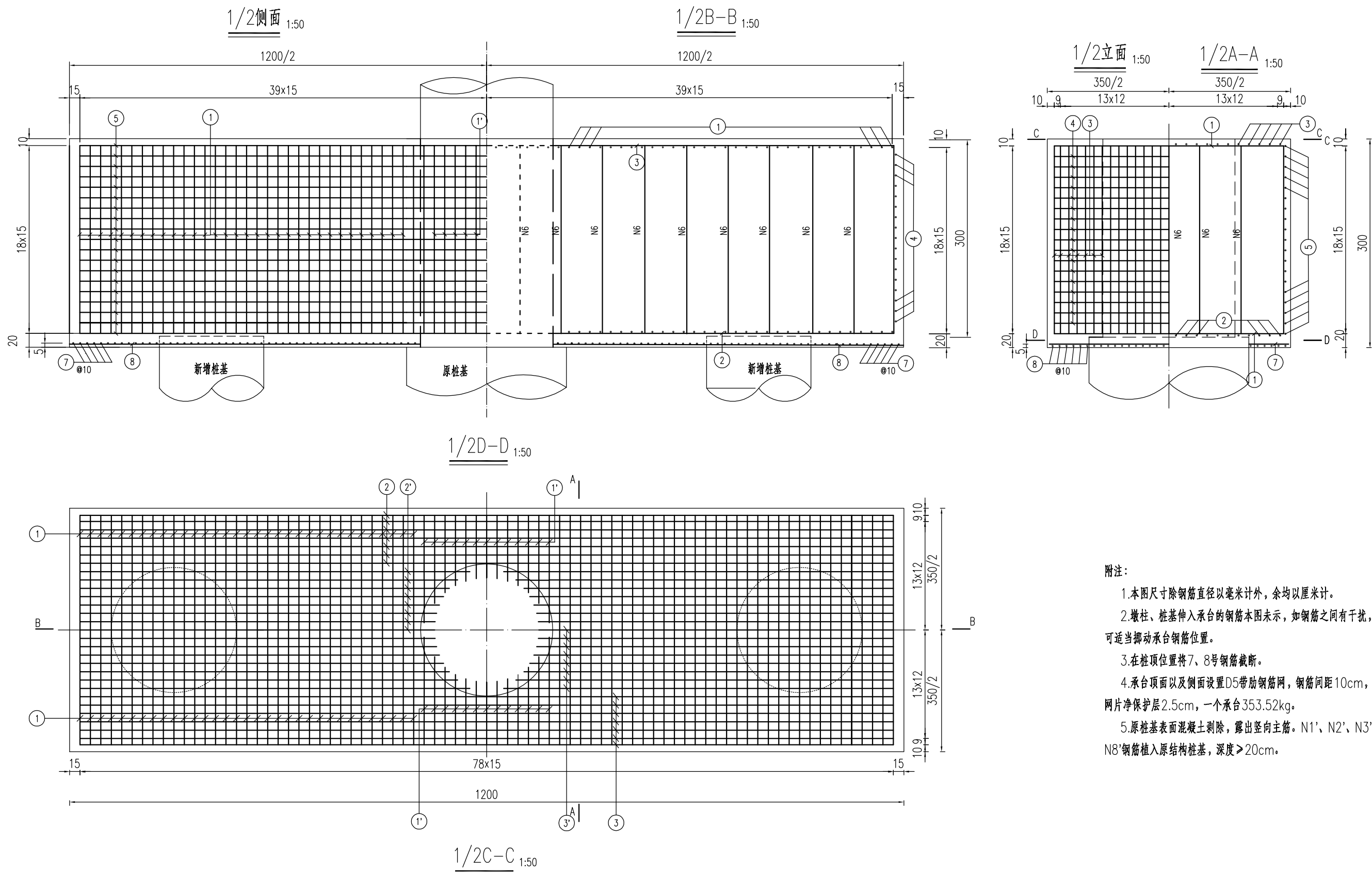


桥墩各部标高

墩号	H1	H2	H3	H4	H5	H6
左幅 2#	309.130	308.996	299.696	296.696	276.064	275.696

附注:

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、本图适用于左幅2#墩。
- 3、在原桩基前后各新增2根桩基，新增桩基与原结构桩基中心距4.5m，新增桩基直径1.8m。
- 4、浇筑承台，将新增桩基与原结构连成整体，承台厚3.0m。
- 5、新增桩基、承台采用C30混凝土。
- 6、原墩柱采用增大截面法加固，采用C40混凝土，外面加厚25cm，由直径1.9m增加到2.4m。



- 附注:
1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 余均以厘米计。
 2. 墩柱、桩基伸入承台的钢筋本图未示, 如钢筋之间有干扰, 可适当挪动承台钢筋位置。
 3. 在桩顶位置将7、8号钢筋截断。
 4. 承台顶面以及侧面设置D5带肋钢筋网, 钢筋间距10cm, 钢筋网片净保护层2.5cm, 一个承台353.52kg。
 5. 原桩基表面混凝土剥除, 露出竖向主筋。N1'、N2'、N3'、N7'、N8'钢筋植入原结构桩基, 深度>20cm。

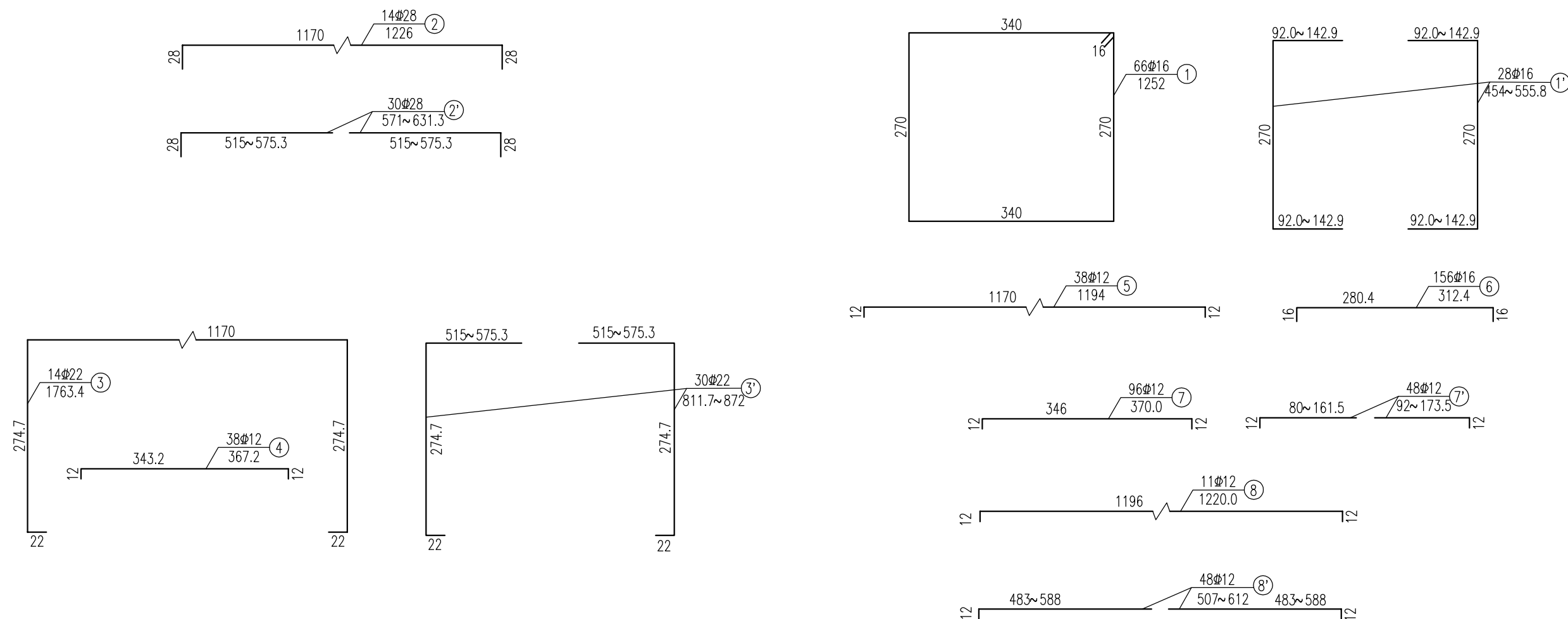
重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

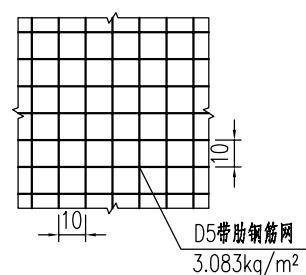
左幅2#桥墩新增承台钢筋构造图

设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹序	2021.06	YLPDQ-09

华设设计集团股份有限公司



D5带肋钢筋网片大样



承台钢筋明细表

编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)
1	Φ16	1252	66	826.32	1.580	1305.59
1'	Φ16	均504.9	26	131.28	1.580	207.43
2	Φ28	1226	14	171.64	4.830	829.03
2'	Φ28	均601.15	30	180.35	4.830	871.1
3	Φ22	1763.4	14	246.88	2.980	735.71
3'	Φ22	均841.85	30	252.56	2.980	752.63
4	Φ12	367.2	34	124.85	0.888	110.87
5	Φ12	1194	38	453.72	0.888	402.91
6	Φ16	312.4	102	318.65	1.580	503.47
7	Φ12	370.0	96	355.2	0.888	315.42
7'	Φ12	均120.75	48	57.96	0.888	51.47
8	Φ12	1196	11	131.56	0.888	116.83
8'	Φ12	559.5	48	268.56	0.888	238.48

一个承台材料数量表

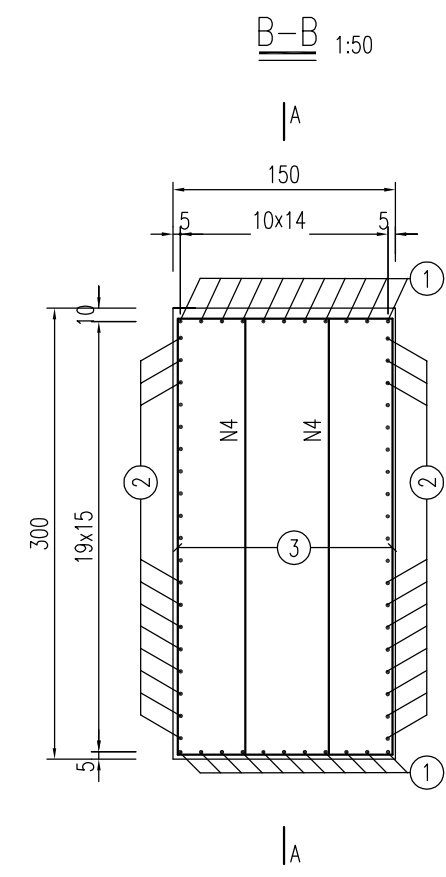
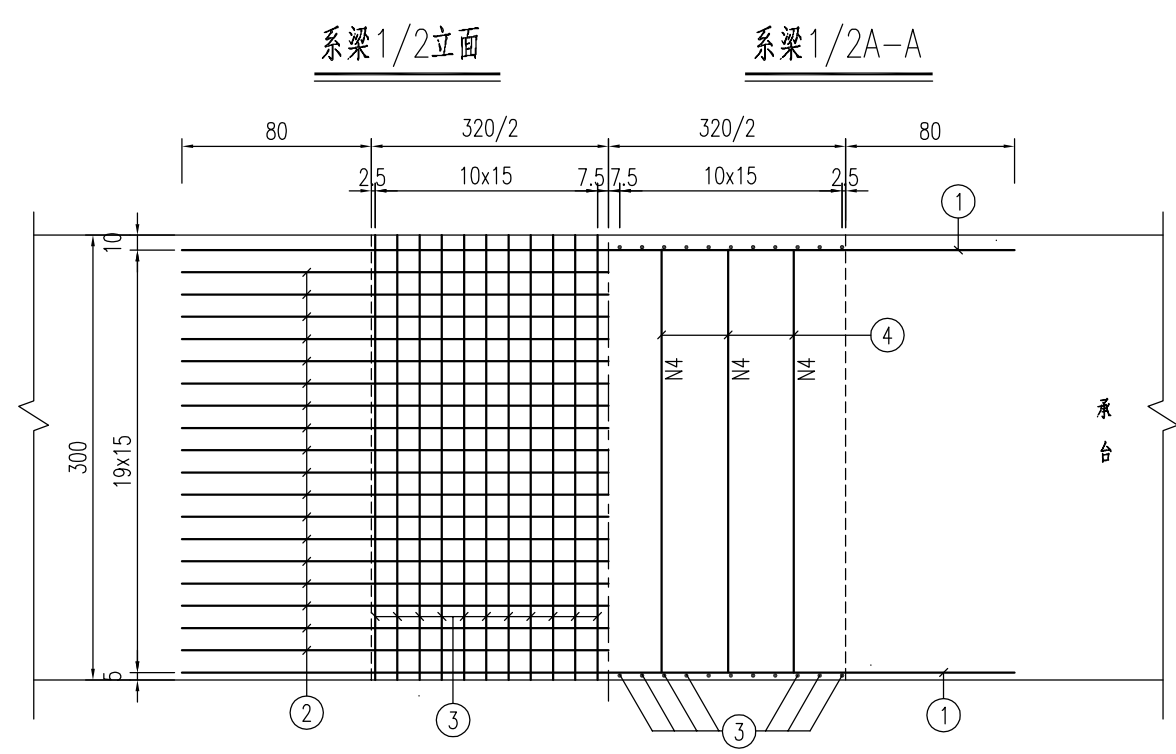
直径 (mm)	总重 (kg)	C30混凝土 (m³)
Φ12	1249.02	126
Φ16	2283.02	
Φ22	1488.34	
Φ28	1700.13	

一个承台植筋数量表

项目	直径 (mm)	根数 (根)
植筋	Φ12	96
	Φ16	26
	Φ22	30
	Φ28	30

附注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 余均以厘米计。
2. 墩柱、桩基伸入承台的钢筋本图未示, 如钢筋之间有干扰, 可适当挪动承台钢筋位置。
3. 在原桩顶位置将7、8号钢筋截断。
4. 承台顶面以及侧面设置D5带肋钢筋网, 钢筋间距10cm, 钢筋网片净保护层2.5cm, 一个承台353.52kg。
5. 原桩基表面混凝土剥除, 露出竖向主筋。N1'、N2'、N3'、N7'、N8'钢筋植入原结构桩基, 深度≥20cm。



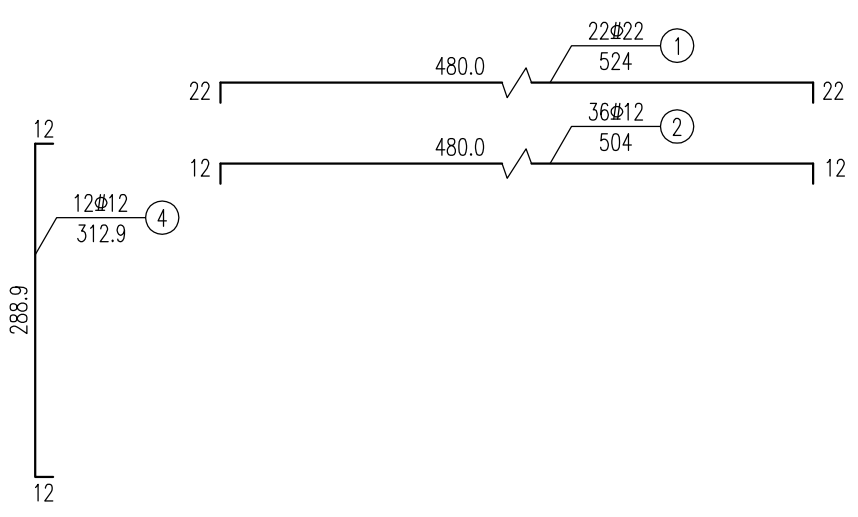
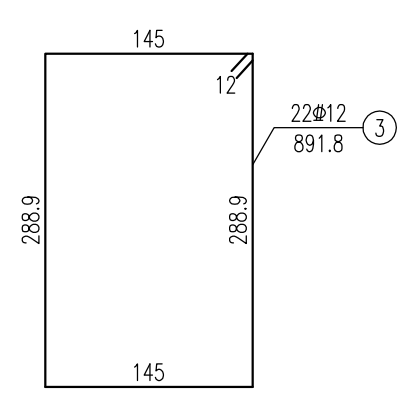
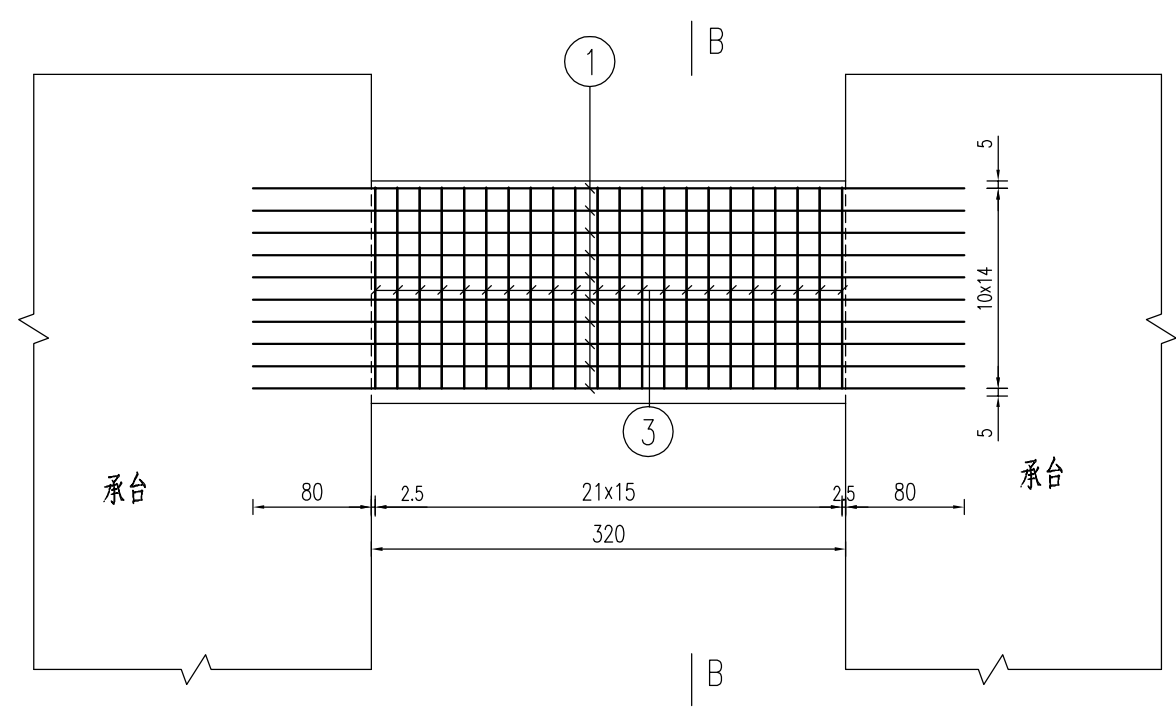
单个系梁钢筋明细表

编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)
1	Φ22	524.0	22	115.28	2.980	343.54
2	Φ12	504.0	36	181.44	0.888	161.12
3	Φ12	891.8	22	196.2	0.888	174.23
4	Φ12	312.9	12	37.55	0.888	33.35

单个系梁材料数量表

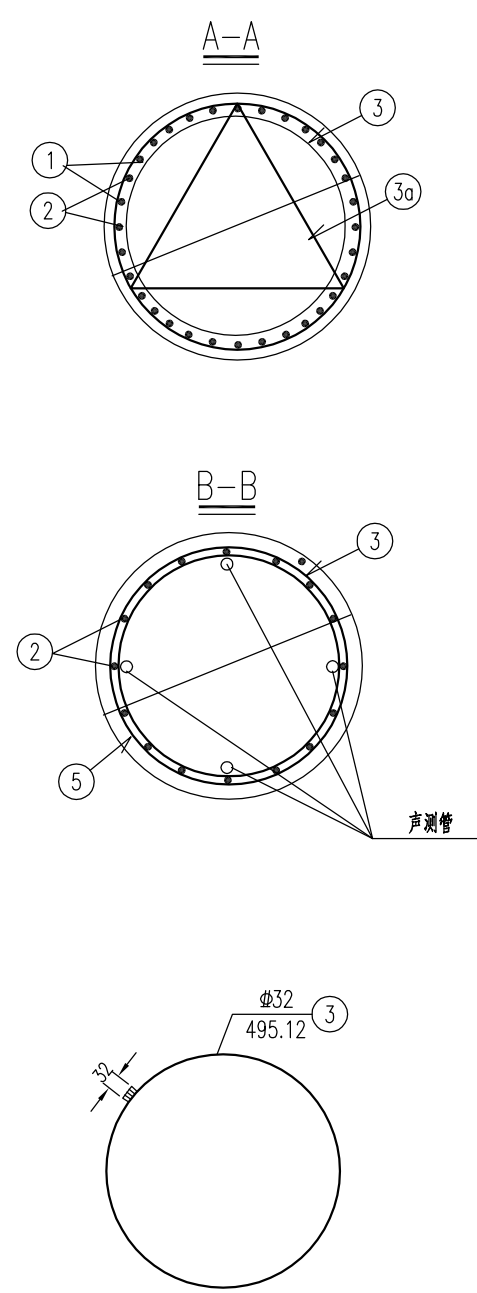
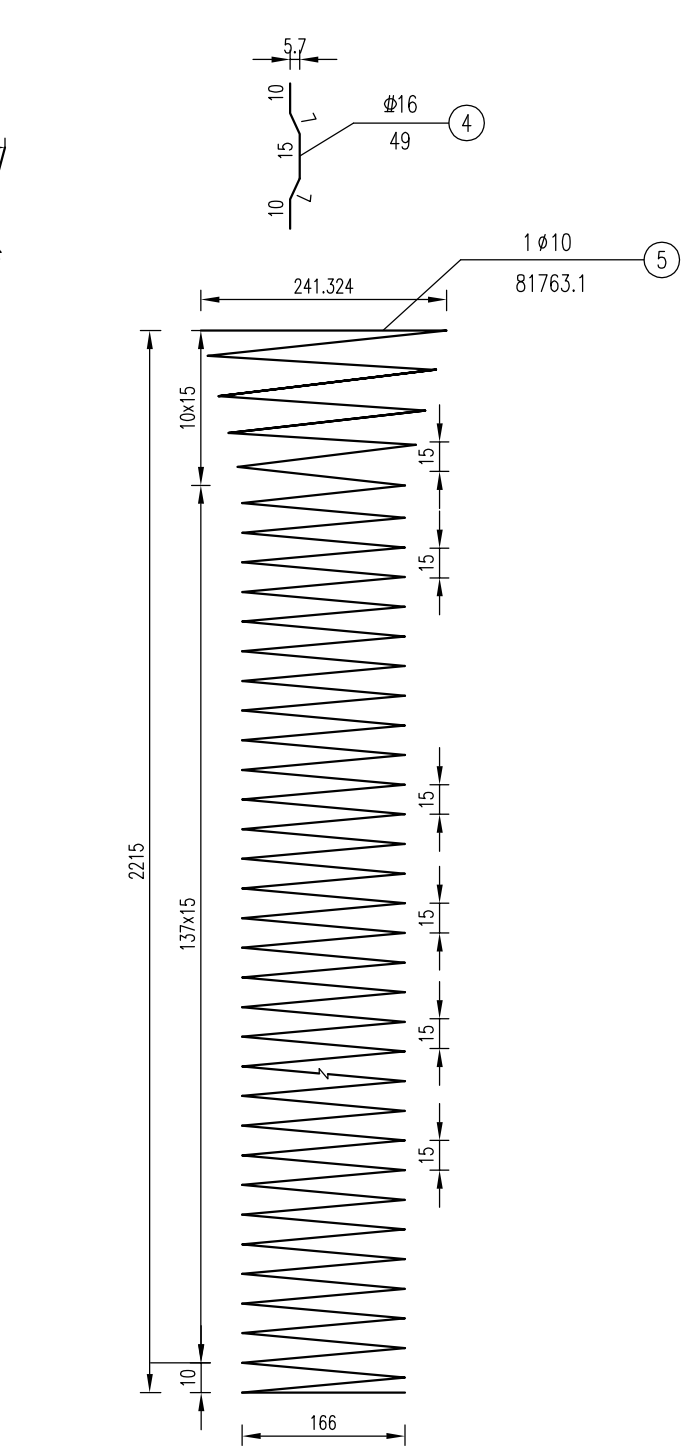
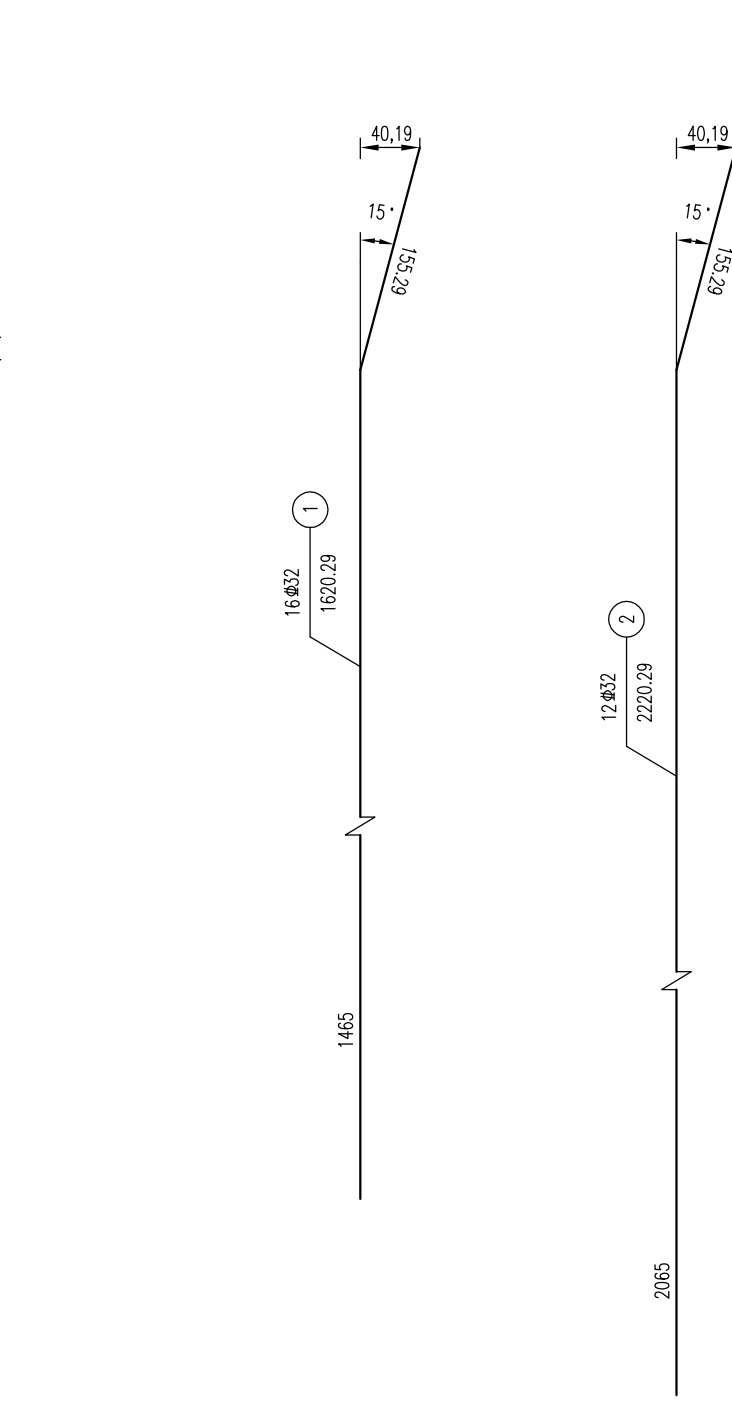
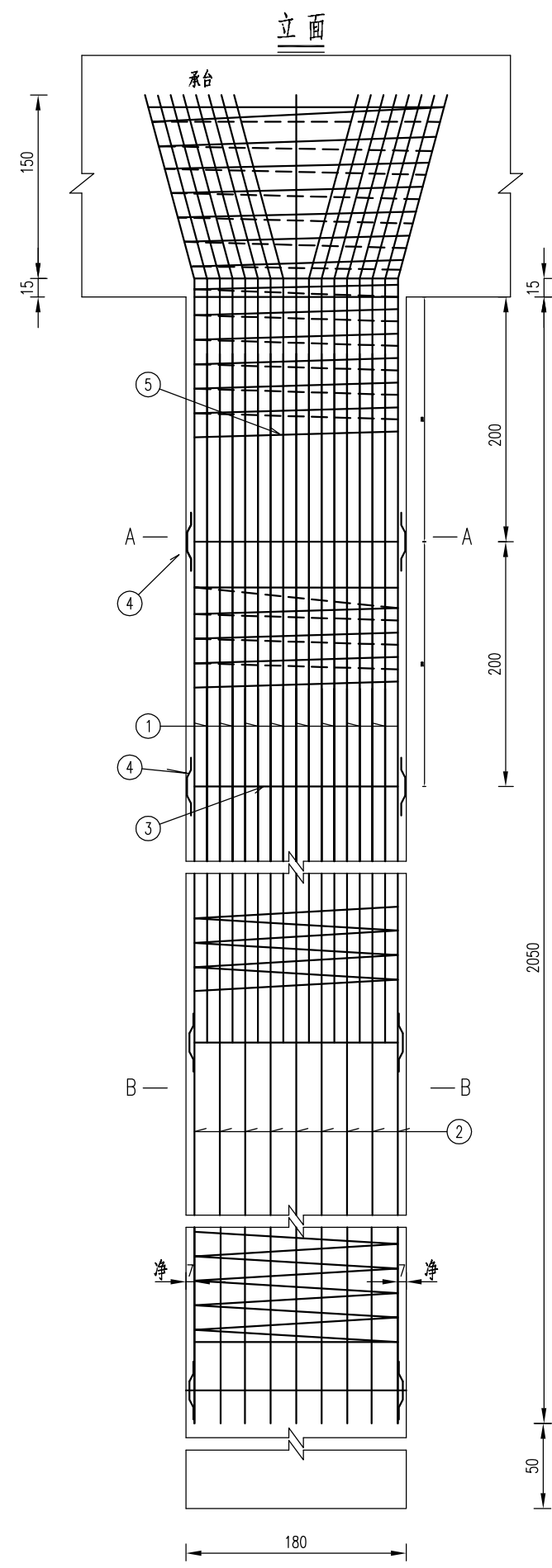
直径 (mm)	小计 (kg)	C30混凝土 (m ³)
Φ12	368.7	14.4
Φ22	343.54	

系梁平面



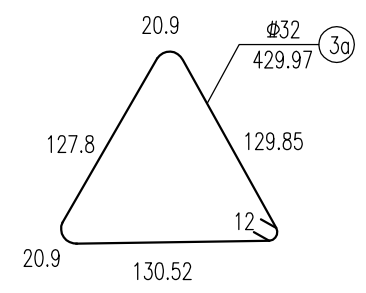
附注:

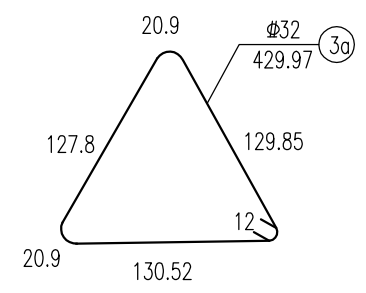
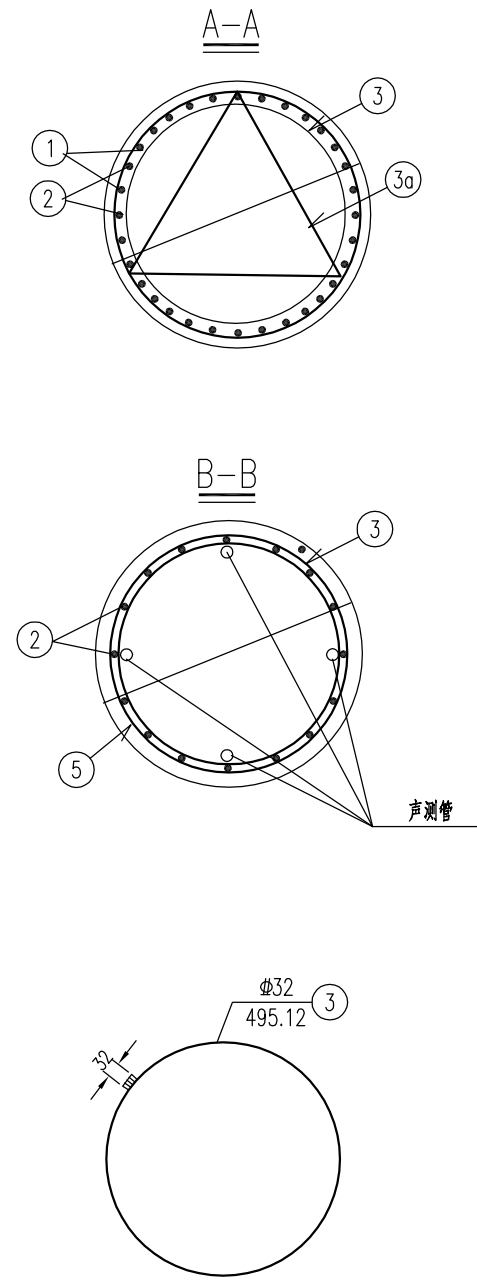
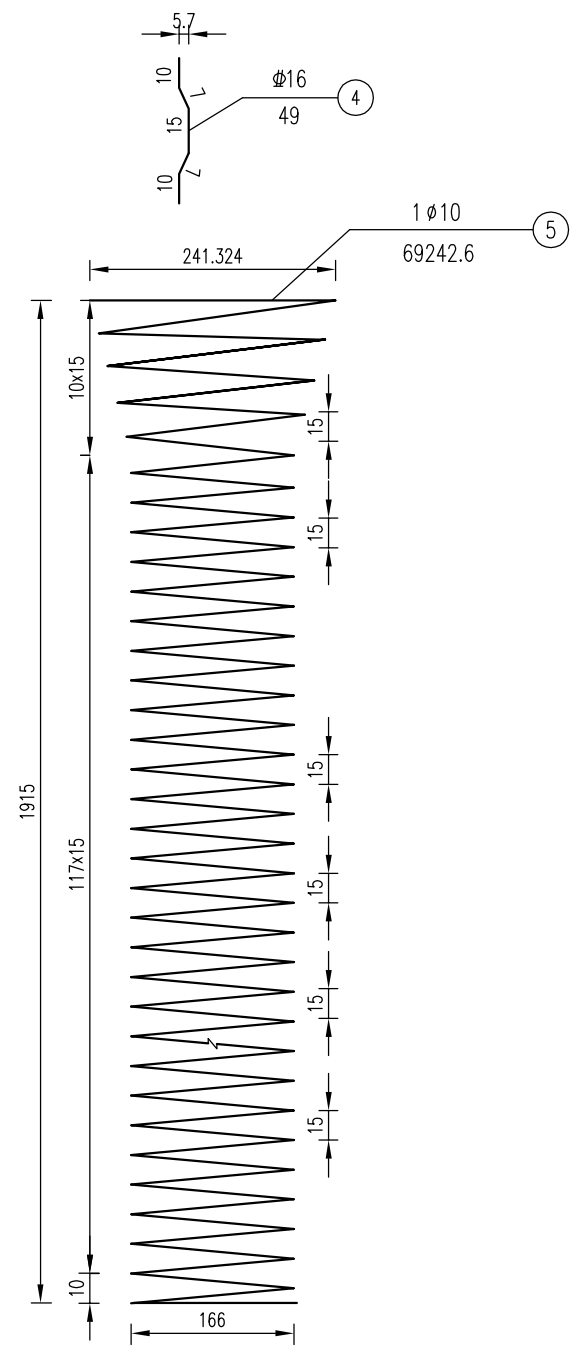
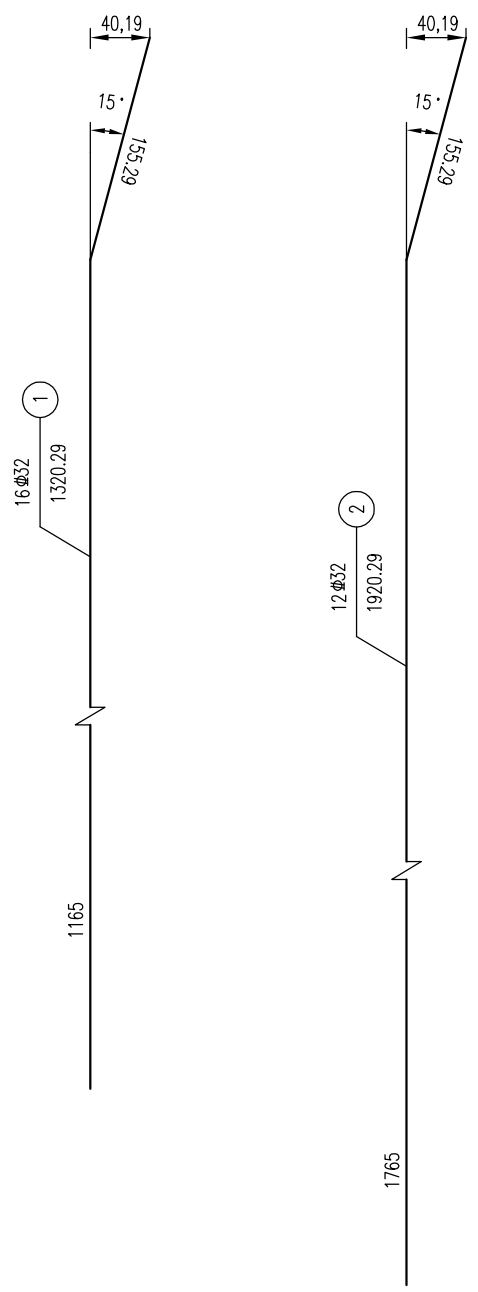
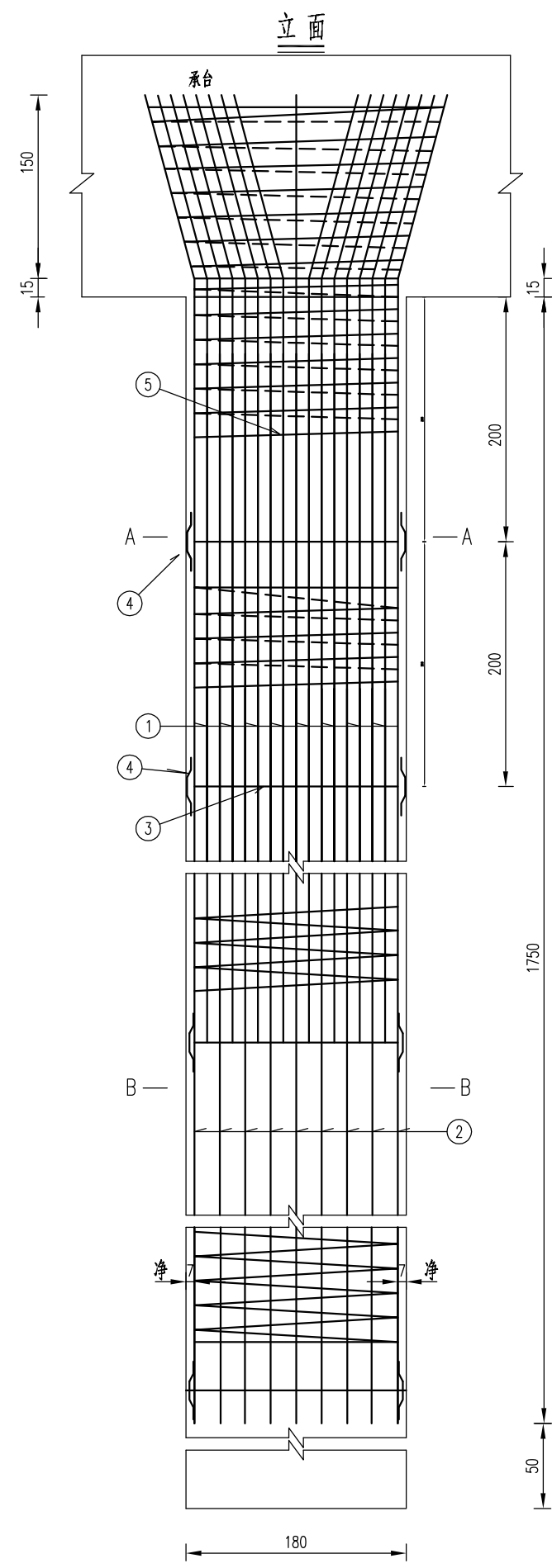
1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 余均以厘米计。
2. 如系梁与承台钢筋之间有干扰, 可适当挪动系梁钢筋。
3. N1、N2钢筋深入承台80cm。



工程数量表

部位	钢筋编号	钢筋直径		单根数	共长 (m)	单位重量 (kg/m)	重量 (kg)	小计	
		P(mm)	P(cm)					钢筋	重量(kg)
21m桩基	1	Φ32	1620.29	16	259.25	6.31	1635.87	Φ32	4455.65
	2	Φ32	2220.29	16	355.25	6.31	2177.68	Φ16	15.48
	3	Φ32	495.12	11	54.46	6.31	343.64	Φ10	504.48
	3a	Φ32	429.97	11	47.3	6.31	298.46		
	4	Φ16	49	20	9.8	1.58	15.48		
	5	Φ10	81763.1	1	817.63	0.617	504.48		
C30混凝土 (m³)									53.41





工程数量表

部位	钢筋编号	钢筋直径		单根根数	共长 (m)	单位重量 (kg/m)	重量 (kg)	小计	
		P(mm)	P(cm)					钢筋	重量(kg)
18m桩基	1	Φ32	1320.29	16	211.25	6.31	1232.99	Φ32	3697.11
	2	Φ32	1920.29	16	307.25	6.31	1938.75	Φ16	13.94
	3	Φ32	495.12	9	44.56	6.31	281.17	Φ10	427.23
	3a	Φ32	429.97	9	38.7	6.31	244.2		
	4	Φ16	49	18	8.82	1.58	13.94		
	5	Φ10	69242.6	1	692.43	0.617	427.23		
C30混凝土 (m ³)									45.78

重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

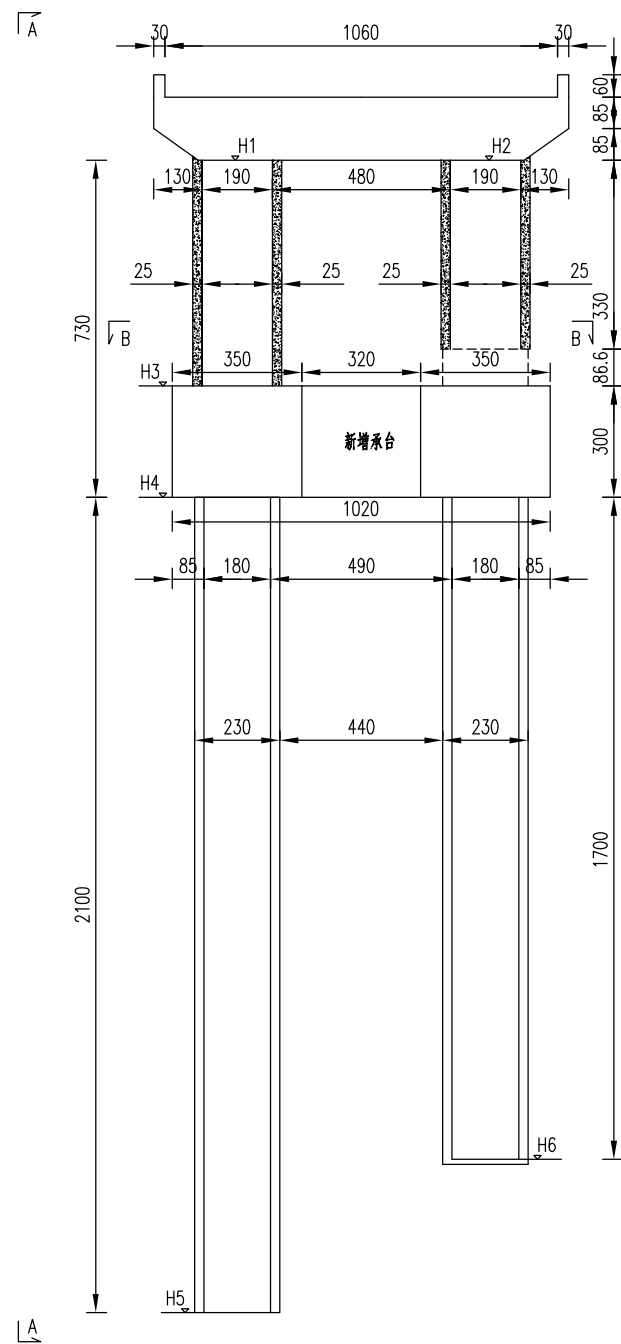
G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

左幅2#桥墩新增承台钢筋构造图

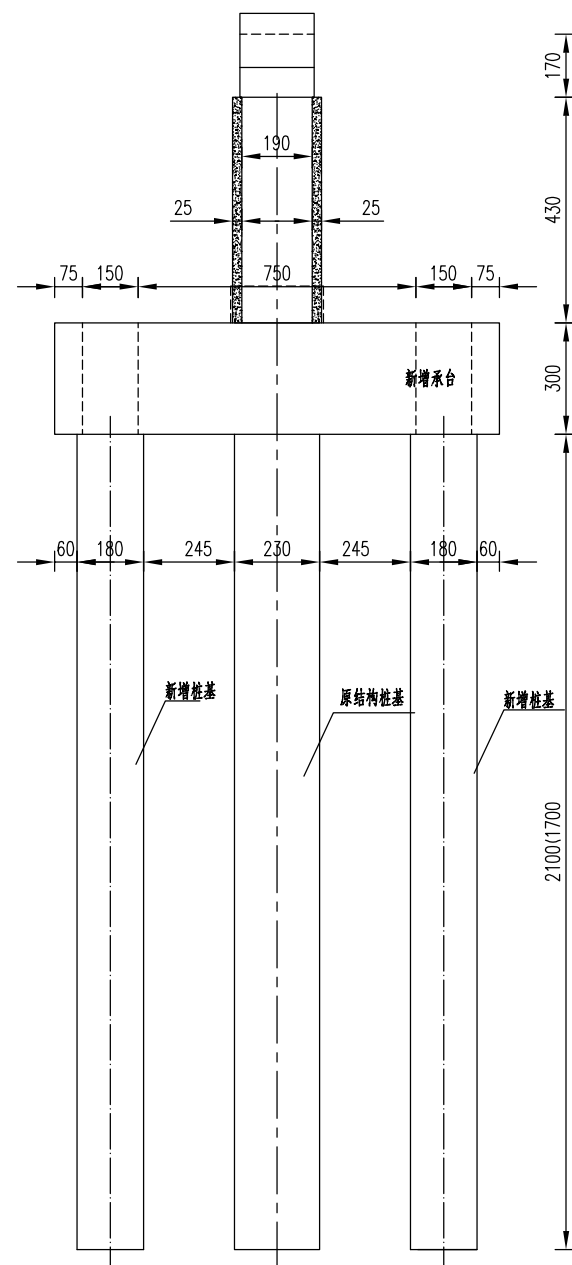
设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹序	2021.06	YLPDQ-10

华设设计集团股份有限公司

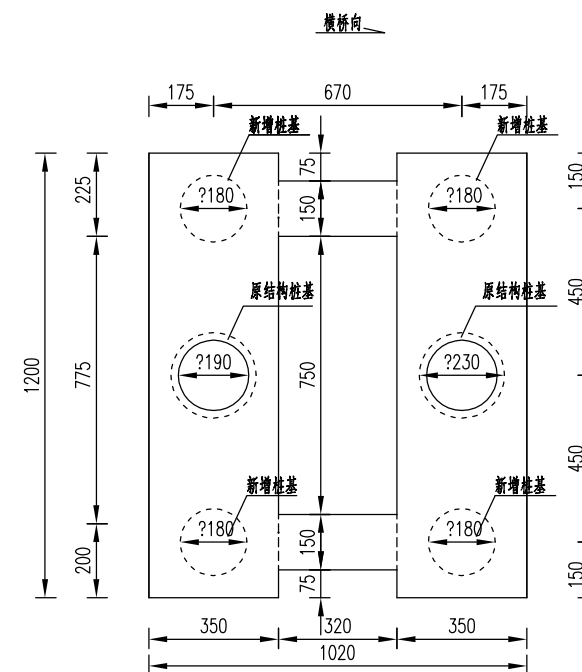
左幅4#、右幅2#墩立面图



A-A



B-B

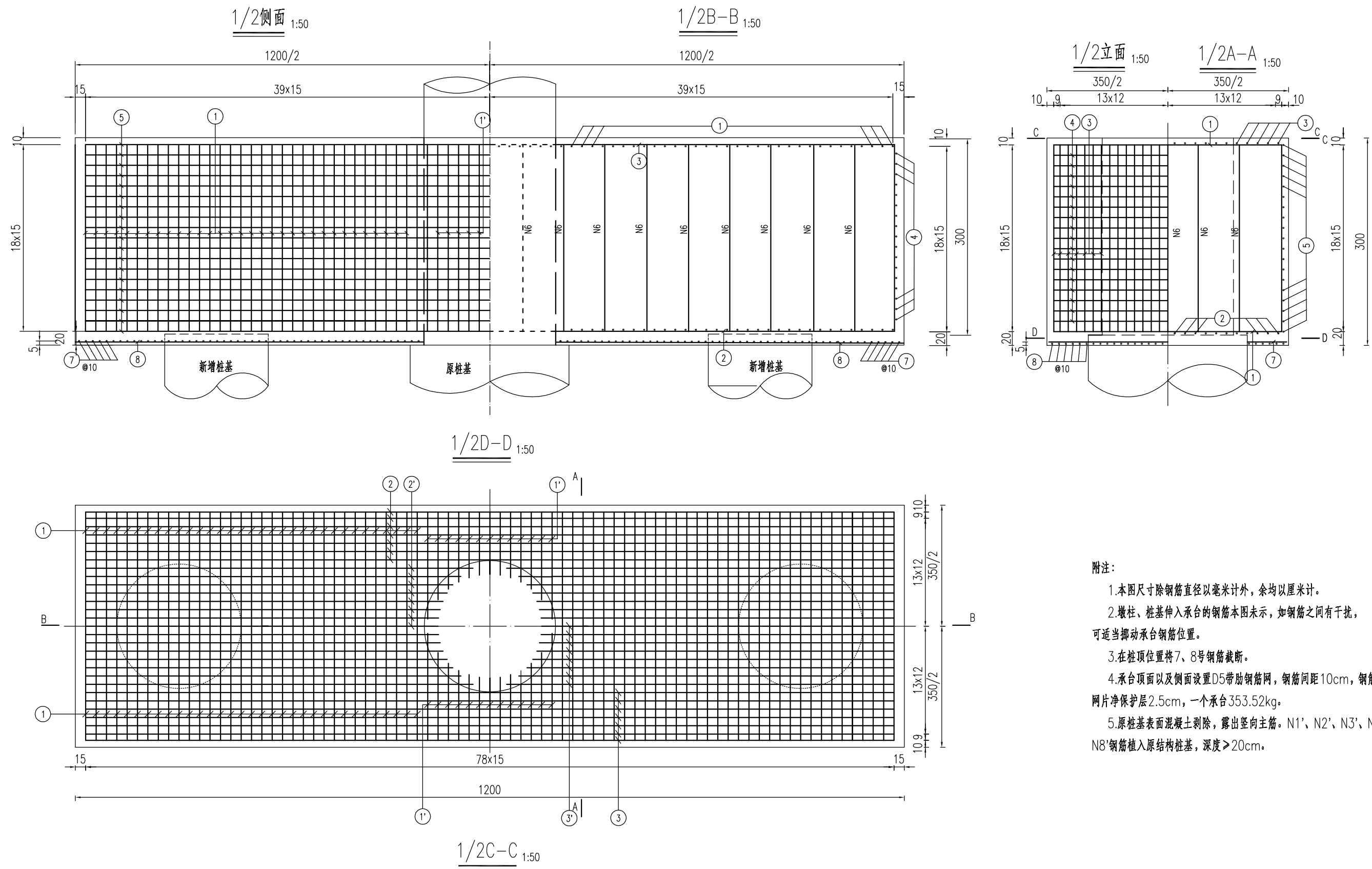


桥墩各部标高

墩号		H1	H2	H3	H4	H5	H6
左幅	4#	307.429	307.295	303.129	300.129	279.129	282.995
右幅	2#	308.917	308.783	304.617	301.617	284.617	284.483

附注:

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、本图适用于左幅4#墩、右幅2#墩。
- 3、在原桩基前后各新增2根桩基，新增桩基与原结构桩基中心距5.2m，新增桩基直径1.8m。
- 4、浇筑工字型承台，将新增桩基与原结构连成整体，承台厚3.0m。
- 5、新增桩基、承台采用C30混凝土。
- 6、原墩柱采用增大截面法加固，采用C40混凝土，外面加厚25cm，由直径1.9m增加到2.4m。



- 附注:
1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 余均以厘米计。
 2. 墩柱、桩基伸入承台的钢筋本图未示, 如钢筋之间有干扰, 可适当挪动承台钢筋位置。
 3. 在桩顶位置将7、8号钢筋截断。
 4. 承台顶面以及侧面设置D5带肋钢筋网, 钢筋间距10cm, 钢筋网片净保护层2.5cm, 一个承台353.52kg。
 5. 原桩基表面混凝土剥除, 露出竖向主筋。N1'、N2'、N3'、N7'、N8'钢筋植入原结构桩基, 深度>20cm。

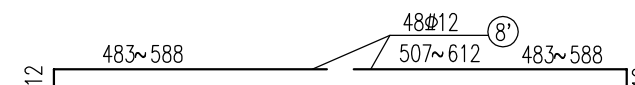
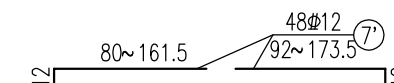
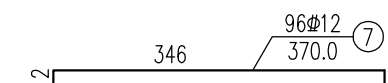
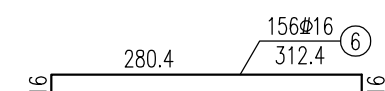
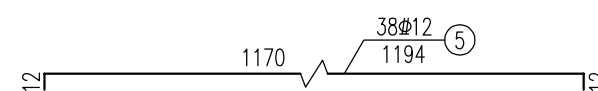
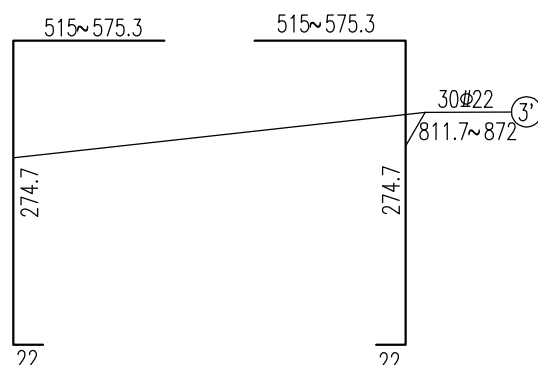
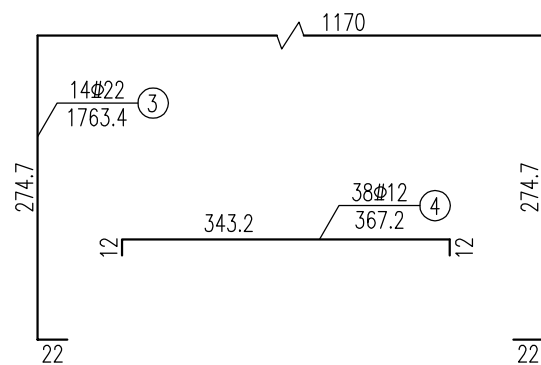
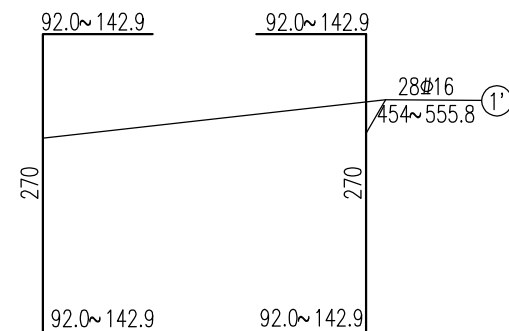
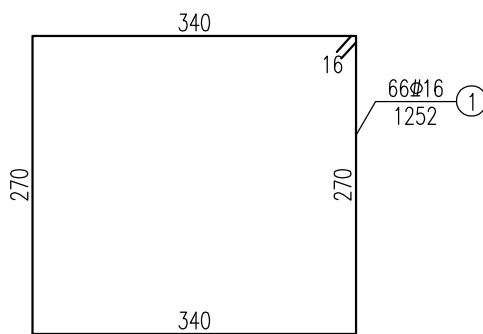
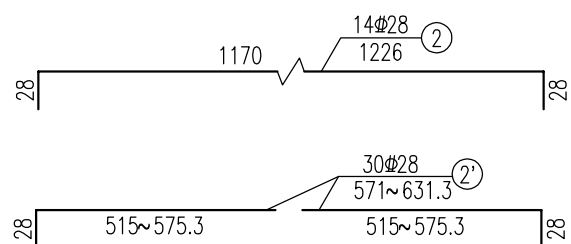
重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

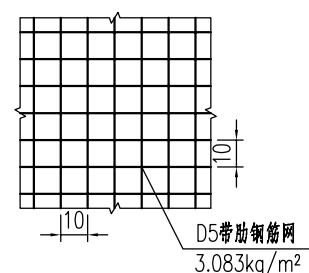
左幅4#、右幅2#桥墩新增承台钢筋构造图

设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹序	2021.06	YLPDQ-12

华设设计集团股份有限公司



D5带肋钢筋网片大样



承台钢筋明细表

编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)
1	Φ16	1252	66	826.32	1.580	1305.59
1'	Φ16	均504.9	26	131.28	1.580	207.43
2	Φ28	1226	14	171.64	4.830	829.03
2'	Φ28	均601.15	30	180.35	4.830	871.1
3	Φ22	1763.4	14	246.88	2.980	735.71
3'	Φ22	均841.85	30	252.56	2.980	752.63
4	Φ12	367.2	34	124.85	0.888	110.87
5	Φ12	1194	38	453.72	0.888	402.91
6	Φ16	312.4	102	318.65	1.580	503.47
7	Φ12	370.0	96	355.2	0.888	315.42
7'	Φ12	均120.75	48	57.96	0.888	51.47
8	Φ12	1196	11	131.56	0.888	116.83
8'	Φ12	559.5	48	268.56	0.888	238.48

一个承台材料数量表

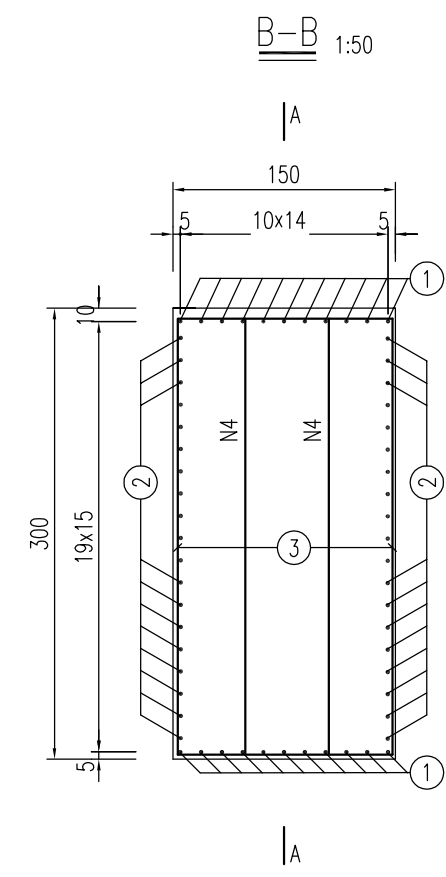
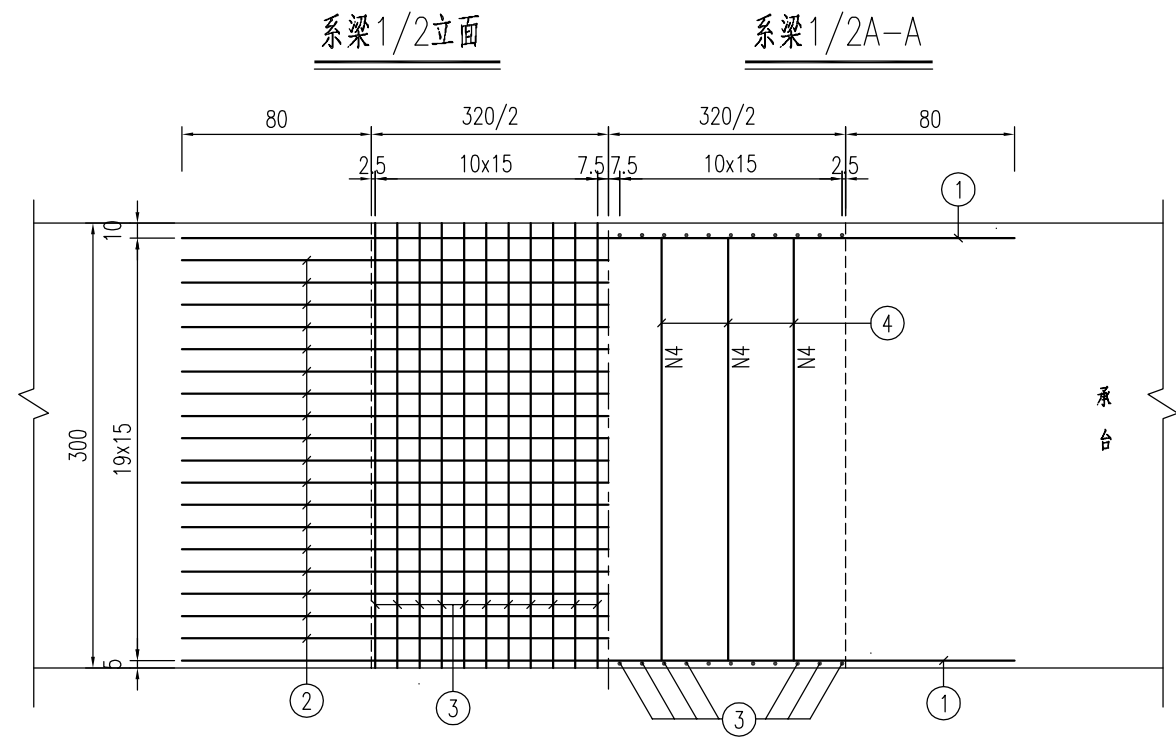
直径 (mm)	总重 (kg)	C30混凝土 (m³)
Φ12	1249.02	126
Φ16	2283.02	
Φ22	1488.34	
Φ28	1700.13	

一个承台植筋数量表

项目	直径 (mm)	根数 (根)
植筋	Φ12	96
	Φ16	26
	Φ22	30
	Φ28	30

附注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 余均以厘米计。
2. 墩柱、桩基伸入承台的钢筋本图未示, 如钢筋之间有干扰, 可适当挪动承台钢筋位置。
3. 在原桩顶位置将7、8号钢筋截断。
4. 承台顶面以及侧面设置D5带肋钢筋网, 钢筋间距10cm, 钢筋网片净保护层2.5cm, 一个承台353.52kg。
5. 原桩基表面混凝土剥除, 露出竖向主筋。N1'、N2'、N3'、N7'、N8'钢筋植入原结构桩基, 深度≥20cm。



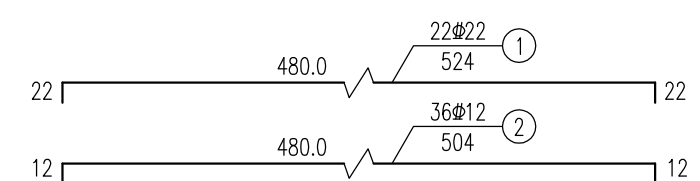
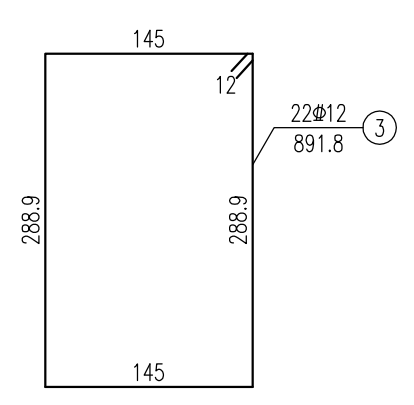
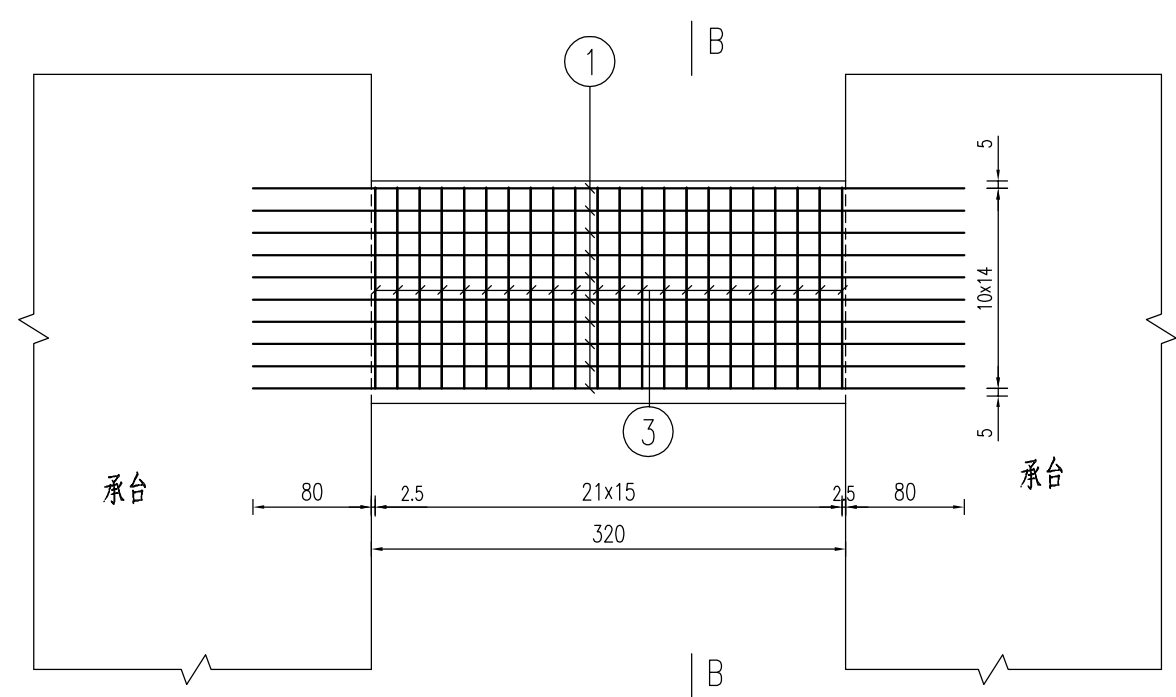
单个系梁钢筋明细表

编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	共重 (kg)
1	Φ22	524.0	22	115.28	2.980	343.54
2	Φ12	504.0	36	181.44	0.888	161.12
3	Φ12	891.8	22	196.2	0.888	174.23
4	Φ12	312.9	12	37.55	0.888	33.35

单个系梁材料数量表

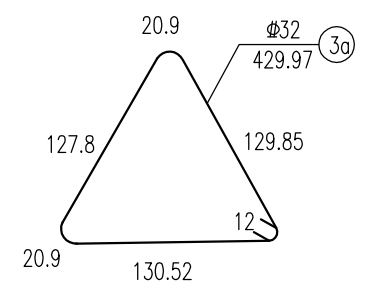
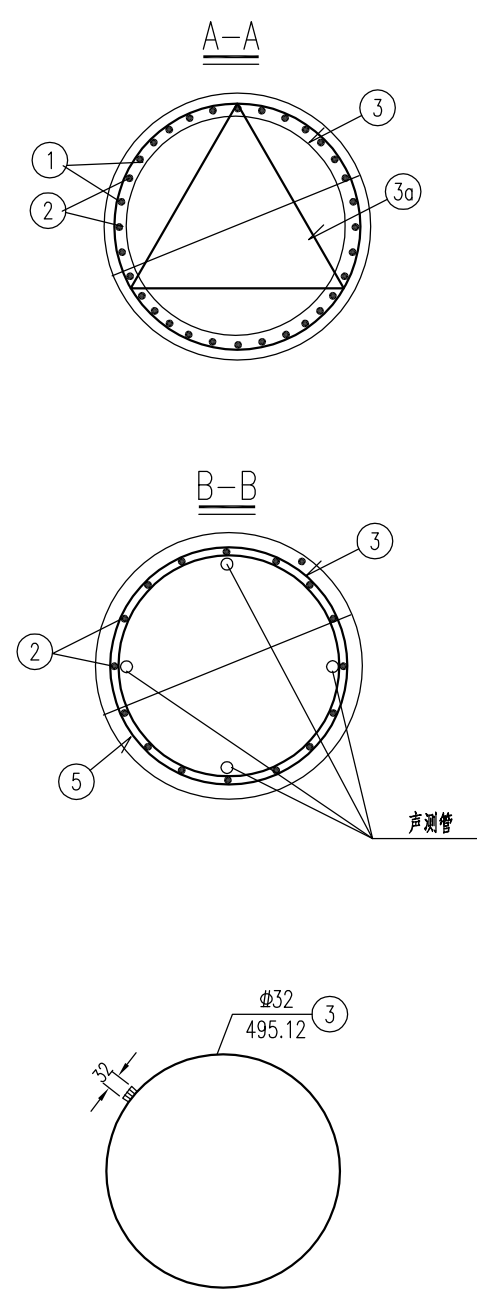
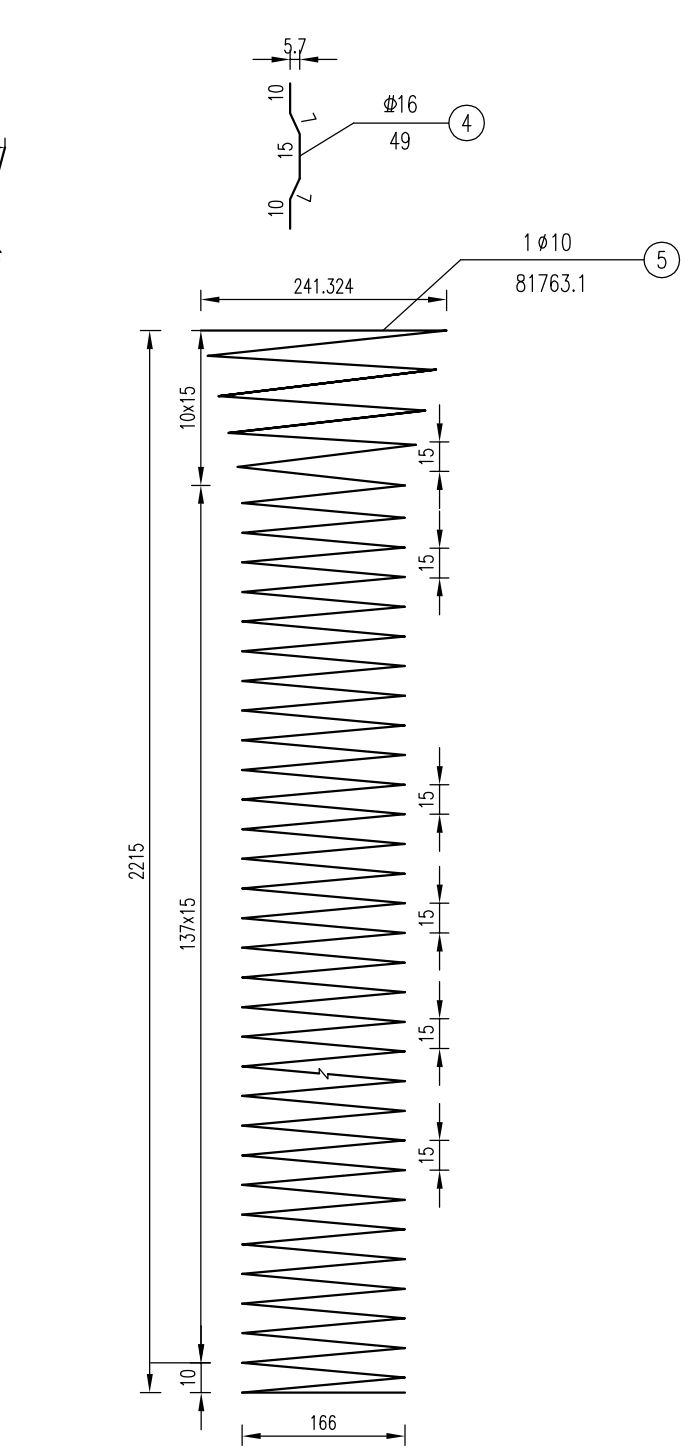
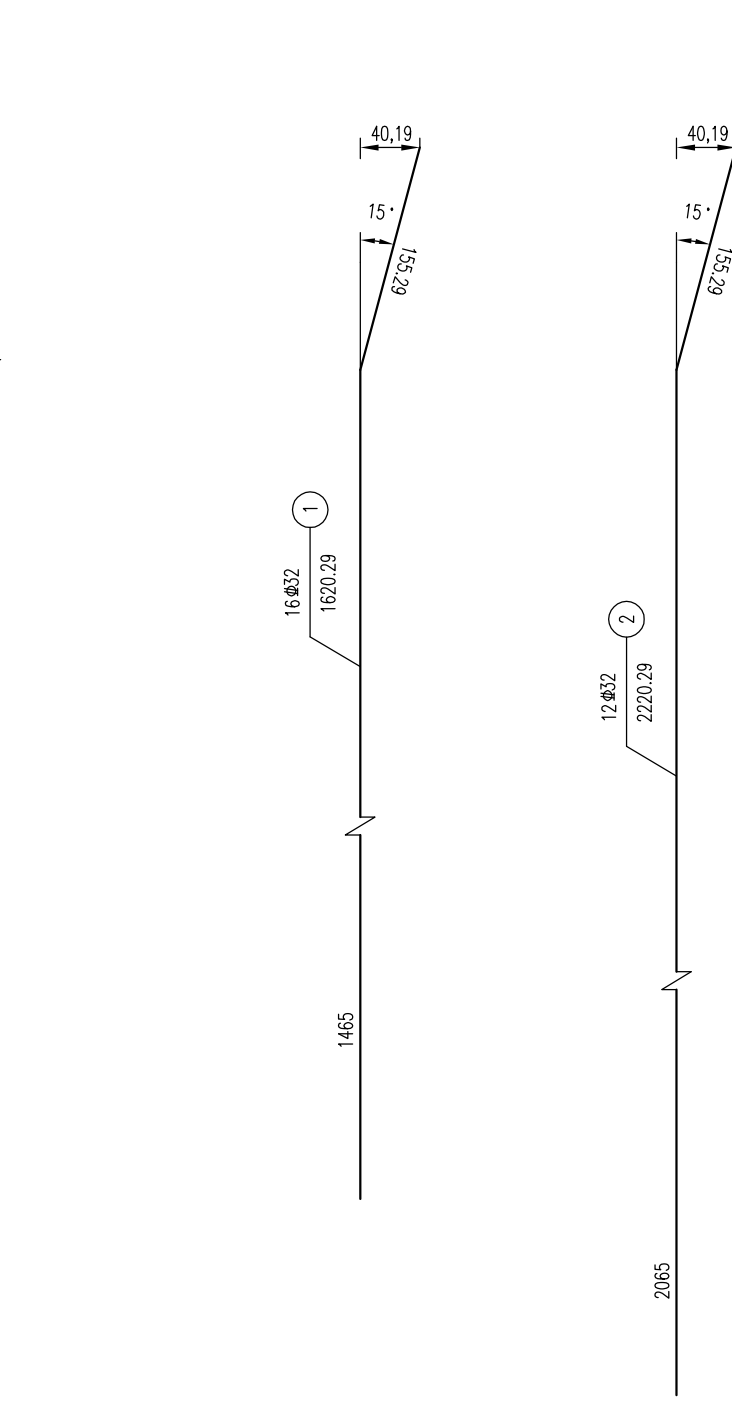
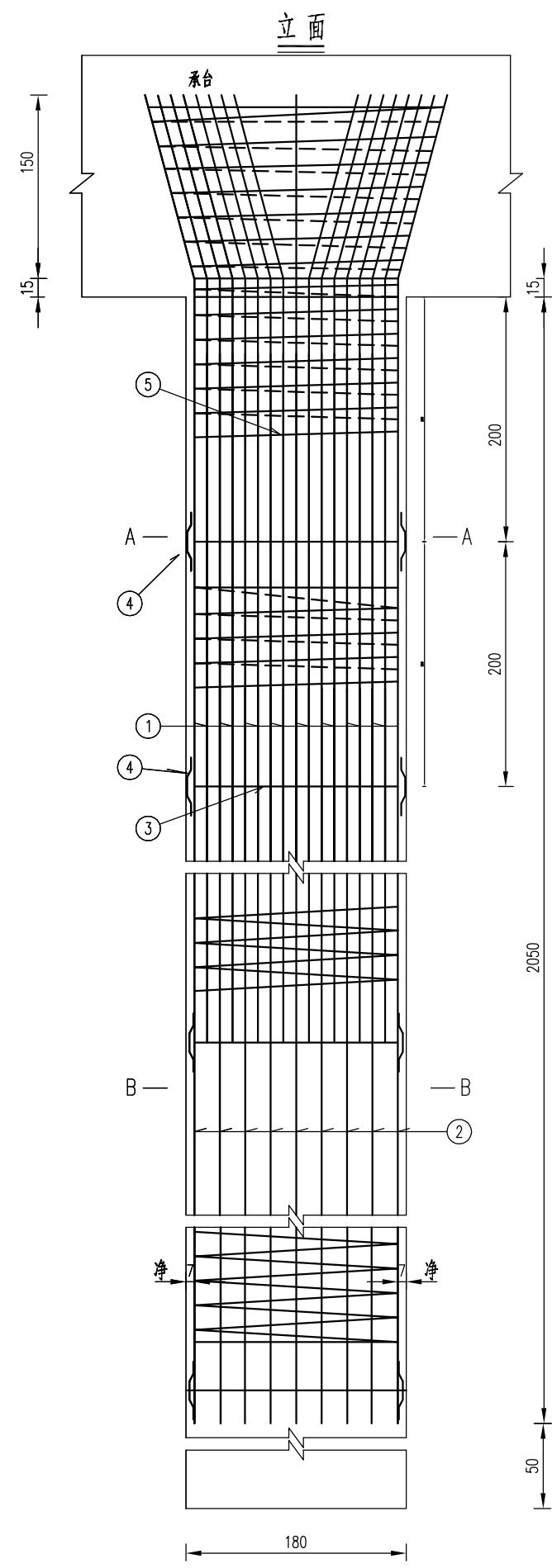
直径 (mm)	小计 (kg)	C30混凝土 (m ³)
Φ12	368.7	14.4
Φ22	343.54	

系梁平面



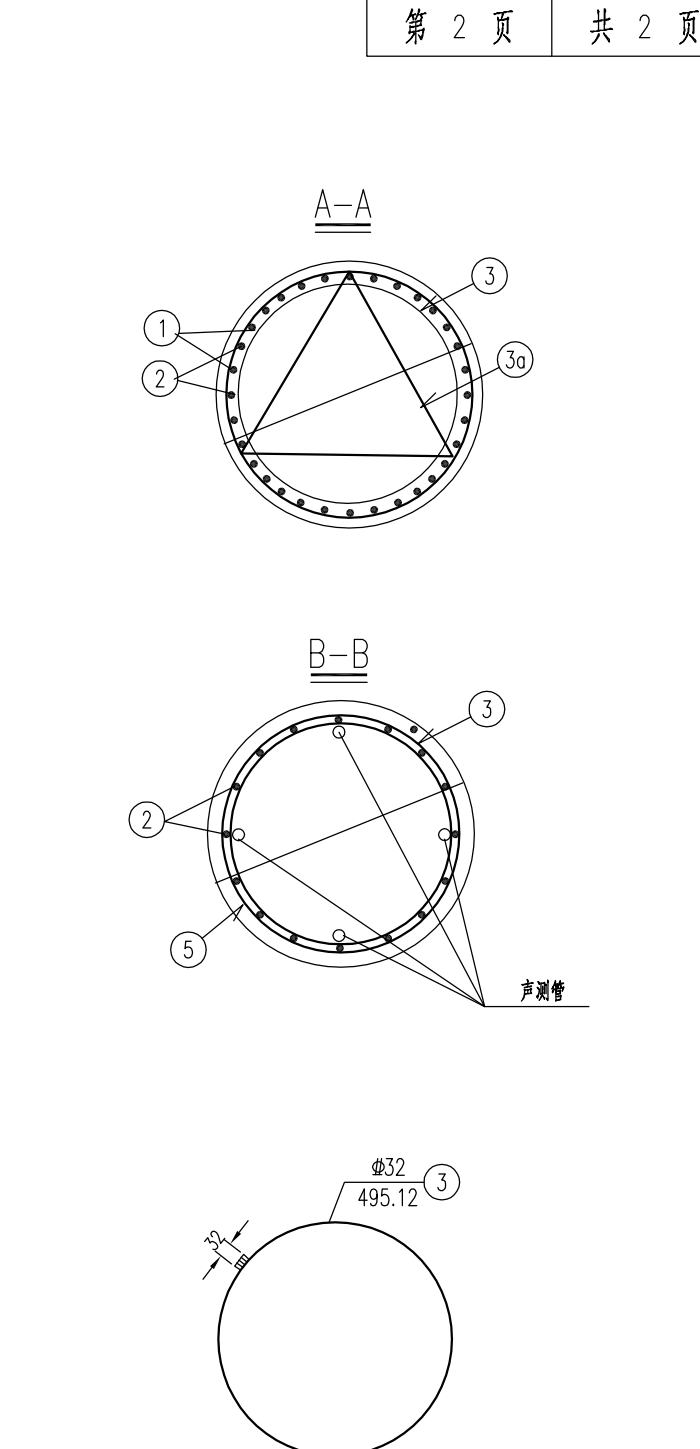
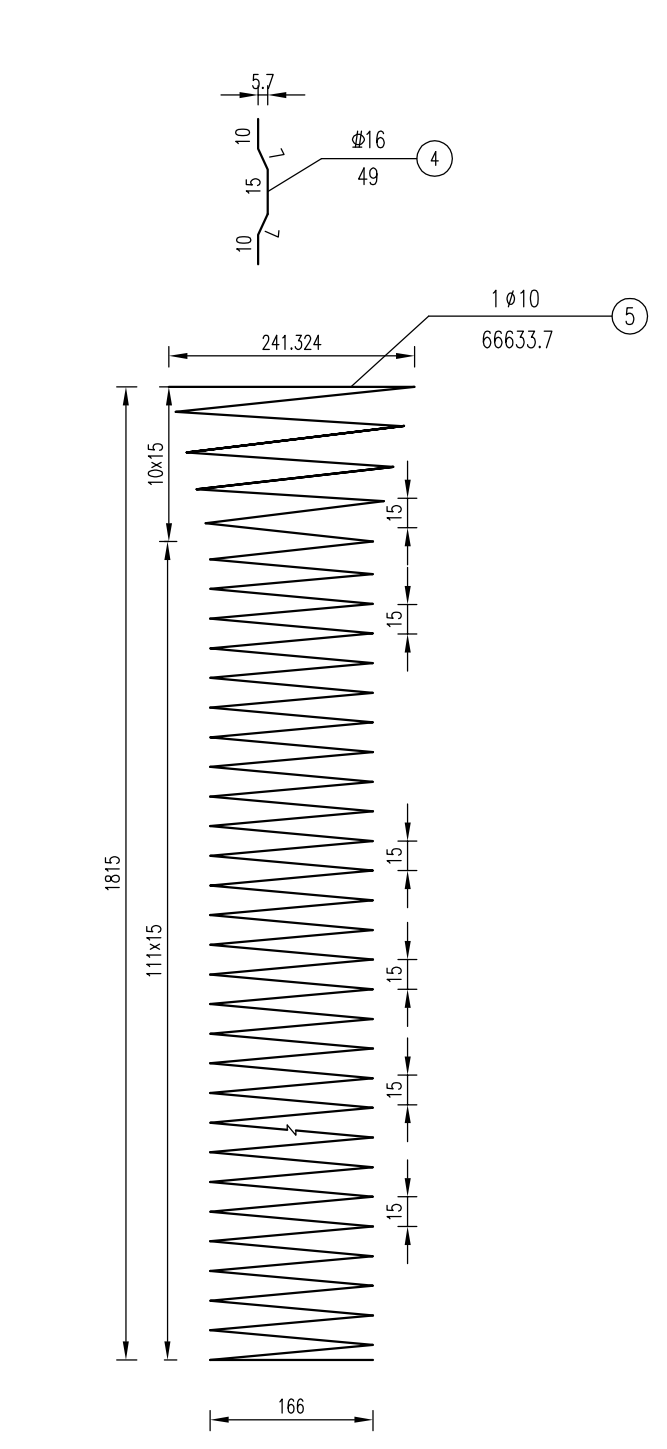
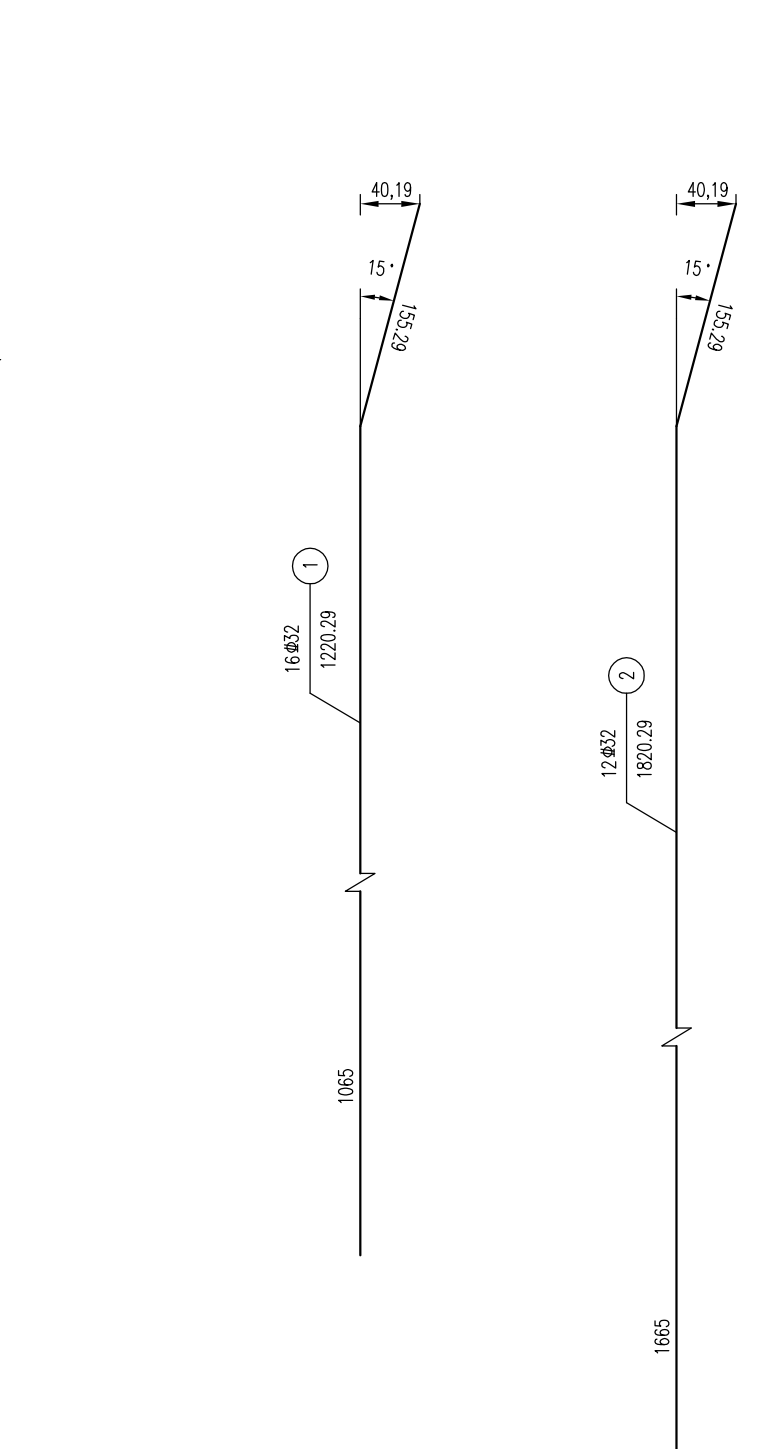
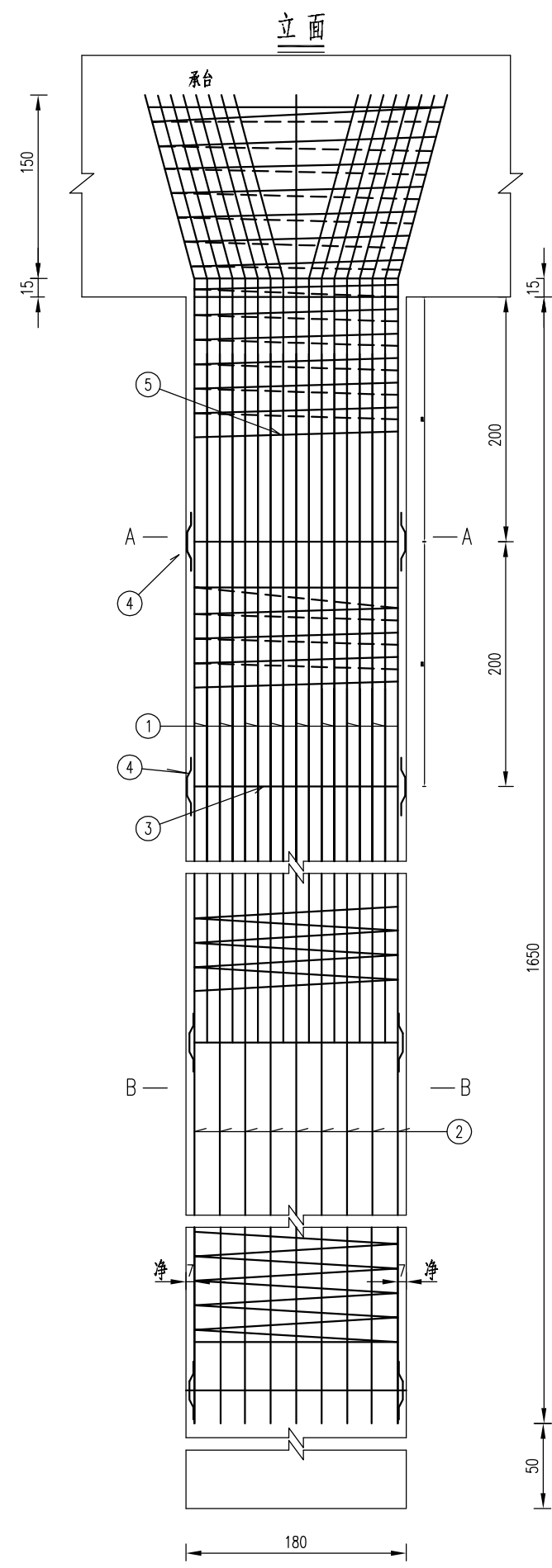
附注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 余均以厘米计。
2. 如系梁与承台钢筋之间有干扰, 可适当挪动系梁钢筋。
3. N1、N2钢筋深入承台80cm。



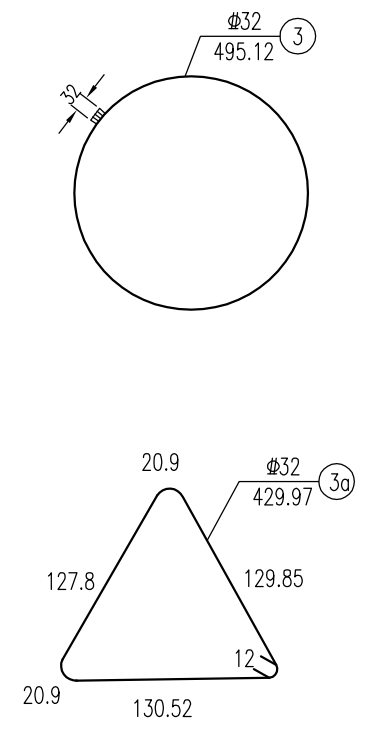
工程数量表

部位	钢筋编号	钢筋直径		单根根数	共长 (m)	单位重量 (kg/m)	重量 (kg)	小计	
		P(mm)	P(cm)					钢筋	重量(kg)
21m桩基	1	Φ32	1620.29	16	259.25	6.31	1635.87	Φ32	4455.65
	2	Φ32	2220.29	16	355.25	6.31	2177.68	Φ16	15.48
	3	Φ32	495.12	11	54.46	6.31	343.64	Φ10	504.48
	3a	Φ32	429.97	11	47.3	6.31	298.46		
	4	Φ16	49	20	9.8	1.58	15.48		
	5	Φ10	81763.1	1	817.63	0.617	504.48		
C30混凝土 (m³)									53.41



工程数量表

部位	钢筋编号	钢筋直径		单根根数	共长 (m)	单位重量 (kg/m)	重量 (kg)	小计	
		P(mm)	P(cm)					钢筋	重量(kg)
17m桩基	1	Φ32	1220.29	16	195.25	6.31	1232.03	Φ32	3595.19
	2	Φ32	1820.29	16	291.25	6.31	1837.79	Φ16	13.94
	3	Φ32	495.12	9	44.56	6.31	281.17	Φ10	411.13
	3a	Φ32	429.97	9	38.7	6.31	244.2		
	4	Φ16	49	18	8.82	1.58	13.94		
	5	Φ10	66633.7	1	666.34	0.617	411.13		
C30混凝土 (m ³)									43.24



重庆高速公路集团有限公司
东北运营分公司

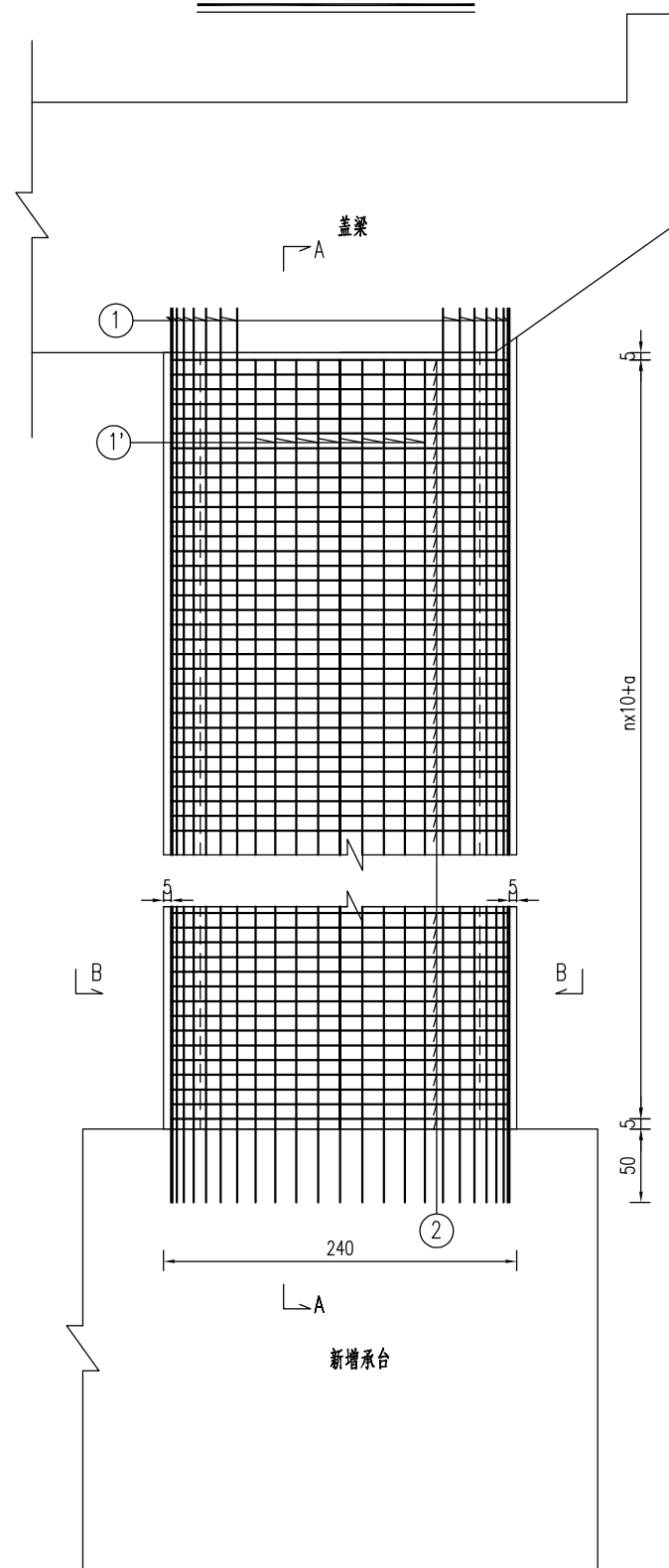
G42沪蓉高速奉(节)云(阳)段杨柳坪大桥
维修加固工程施工图设计

左幅4#、右幅2#桥墩新增桩基钢筋构造图

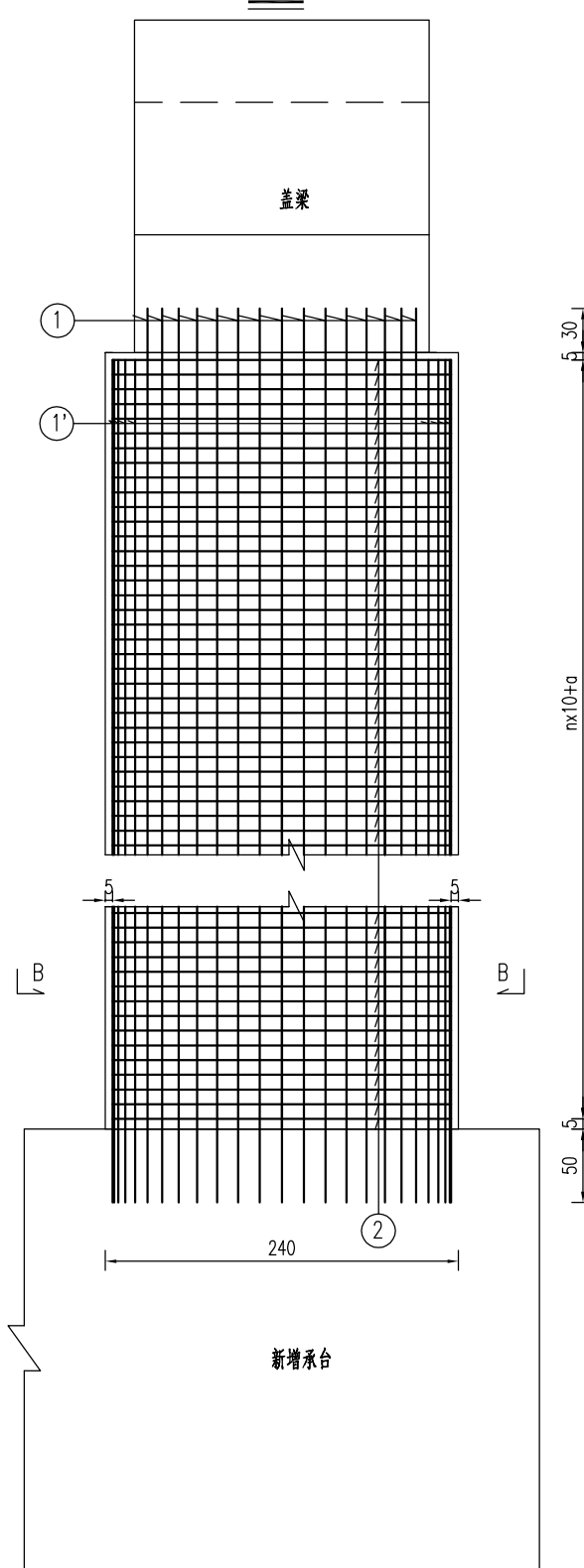
设计	复核	审核	日期	图表号
金成	吴高杰	曹序	2021.06	YLPDQ-13

华设设计集团股份有限公司

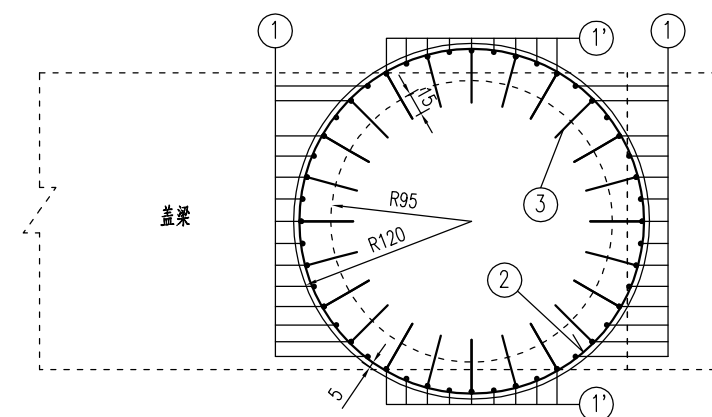
增大截面钢筋布置立面图



A-A



B-B



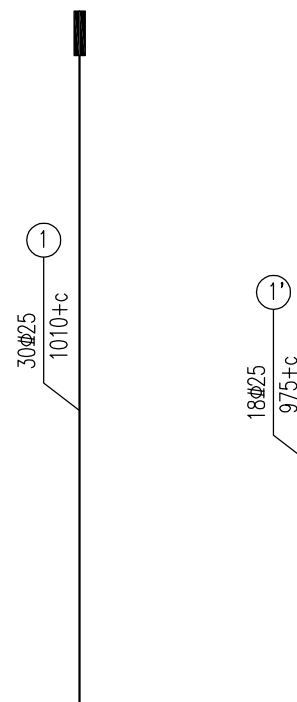
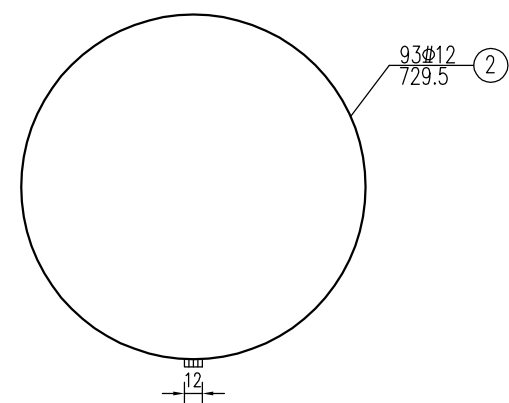
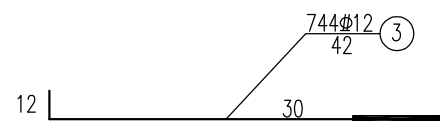
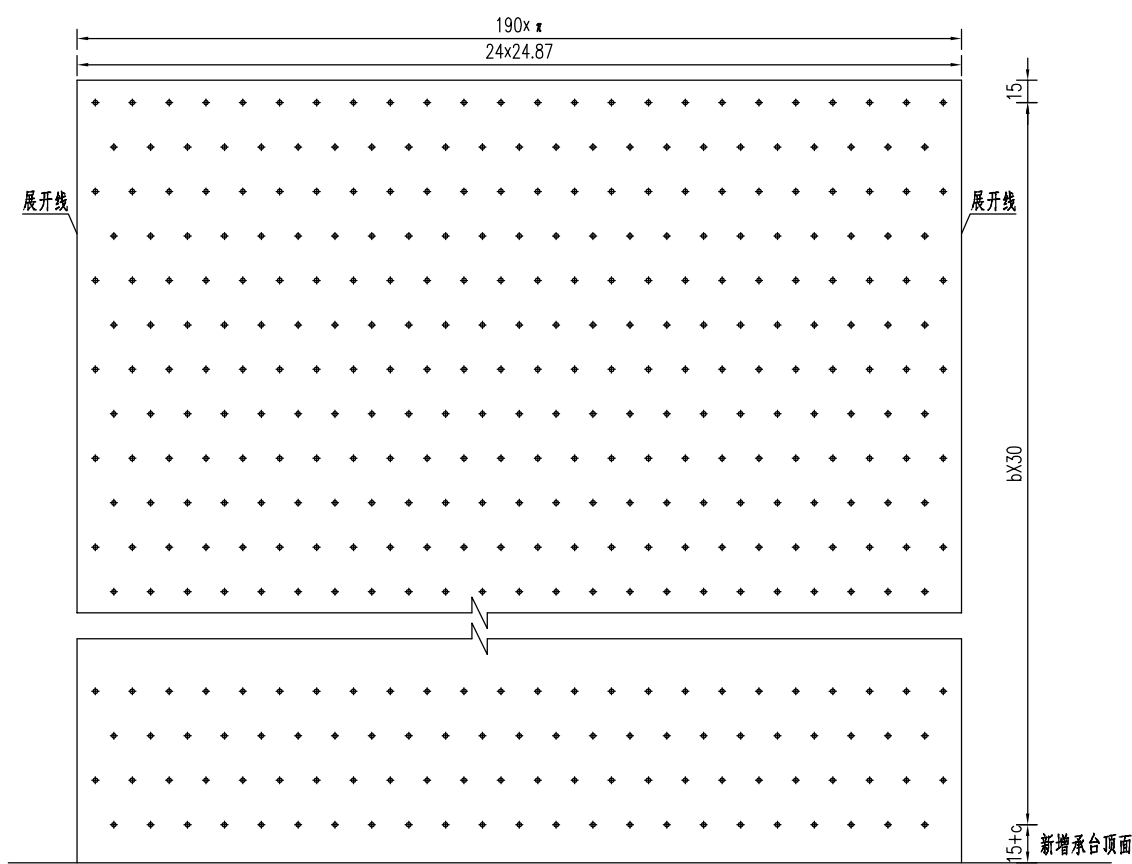
参数表

墩号	n	a (cm)
左幅2-1#墩	92	13.4
左幅2-2#墩	92	0

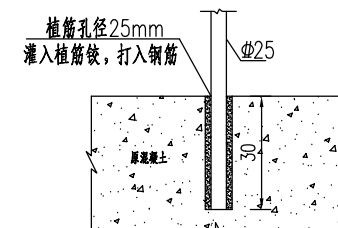
附注:

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、本图适用于左幅2#墩柱加固。
- 3、墩柱采用增大截面法加固。外面加厚25cmC40微膨胀混凝土，1.9的直径增大到2.4m。竖向钢筋深入下面新建承台50cm，上面遇盖梁植入盖梁30cm。
- 4、墩柱植筋N3 30一道，分层错开布置

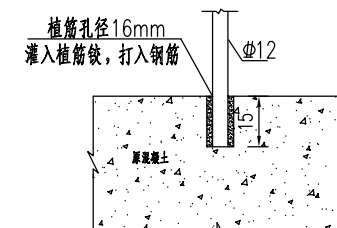
墩柱植筋孔布置展开图



N1植筋大样图



N3植筋大样图



参数表

墩号	b	c(cm)
左幅2-1#墩	30	13.4
左幅2-2#墩	30	0

左幅2#墩钢筋数量表

墩号	钢筋编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	总长 (m)	单位重 (kg/m)	重量 (kg)	小计 (kg)
左幅2-2#	1	25	1010	30	303.0	3.85	1166.6	1842.3
	1'	25	975	18	175.5	3.85	676.7	
	2	12	729.5	93	678.4	0.888	602.5	880.0
	3	12	42	744	312.5	0.888	277.5	
左幅2-1#	1	25	1023	30	306.9	3.85	1181.6	1866.3
	1'	25	988	18	177.8	3.85	684.7	
	2	12	729.5	93	678.4	0.888	602.5	880.0
	3	12	42	744	223.2	0.888	277.5	

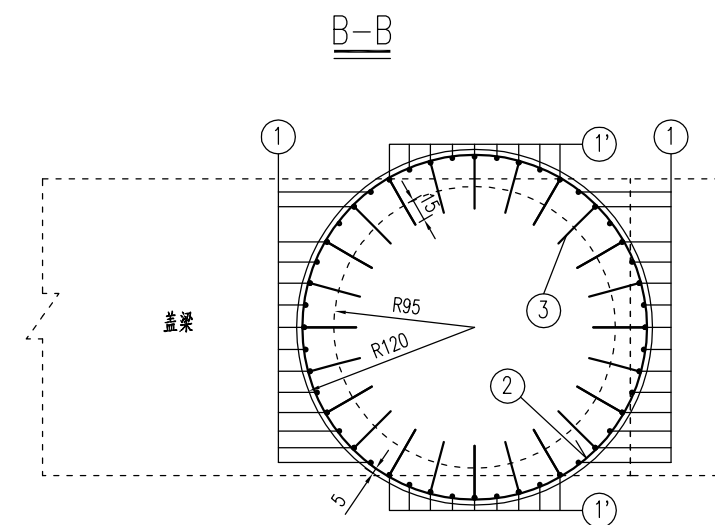
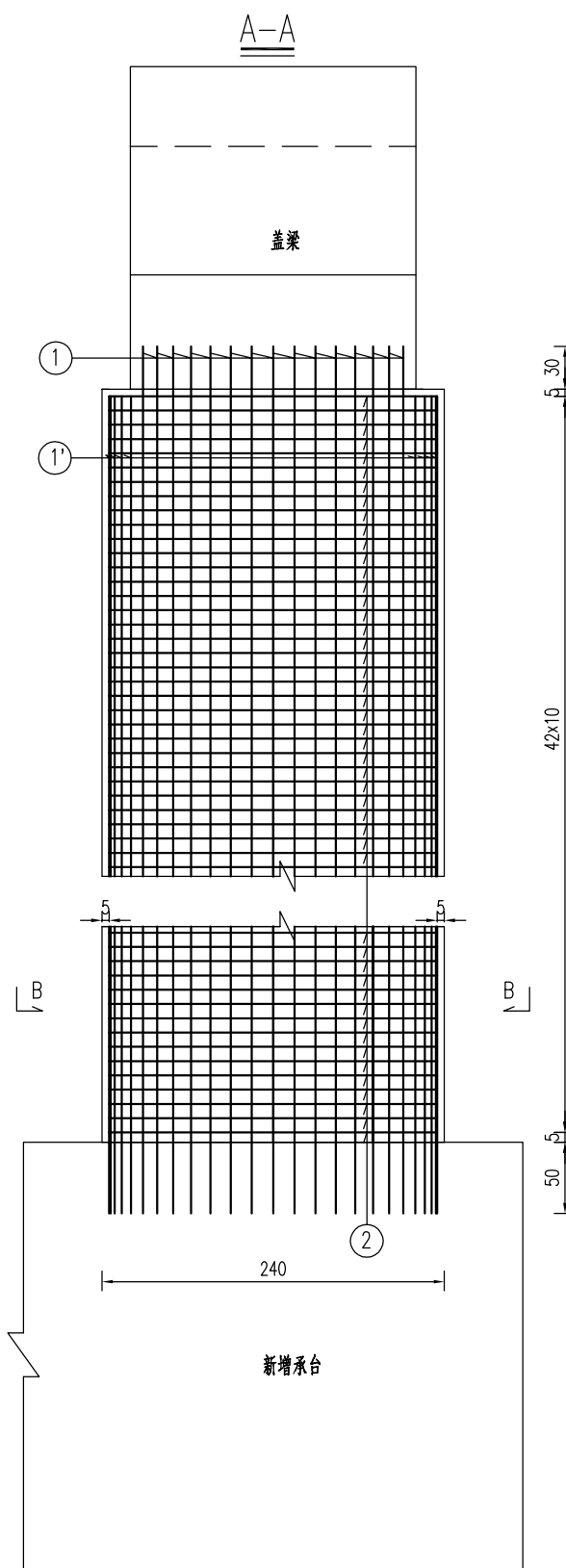
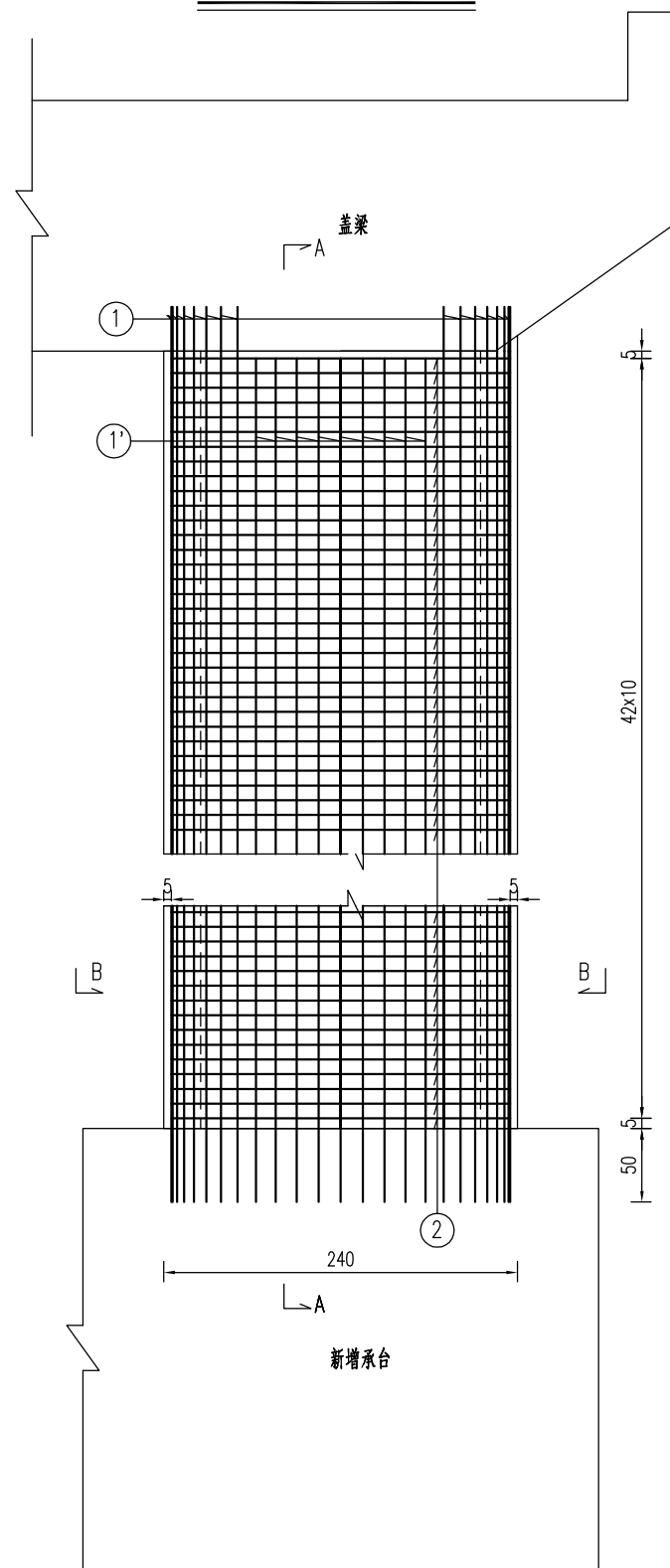
工程数量表

墩号	25钢筋 (kg)	12钢筋 (kg)	C40微膨胀混凝土 (m3)	植筋 (根)
左幅2#墩	3708.6	1760.0	32.5	1548

注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 其余均以厘米为单位。
2. 虚线部分为原桥墩位置, |为钢筋植入混凝土部分。
3. 增大部分的侧面应严格竖直, 立模和绑扎钢筋时应注意竖直。
4. 桥墩植筋深度为15cm, 盖梁植筋深度为30cm, 植筋位置与原墩柱内钢筋位置有冲突时, 可微调植筋位置, 严格避免损伤原墩柱钢筋。
5. 植筋应按《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T J23-2008进行, 植筋胶应采用A级胶。
6. 在墩柱、承台新旧混凝土结合面, 应凿除6-8mm厚的表层砂浆, 使坚实的混凝土石外露, 并凿成凹凸不平的粗糙面。
7. 本图适用于左幅2#墩。

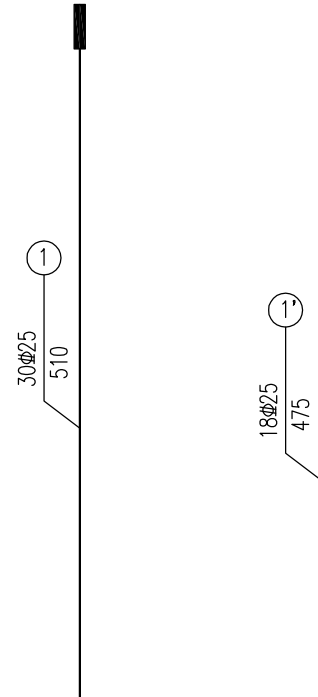
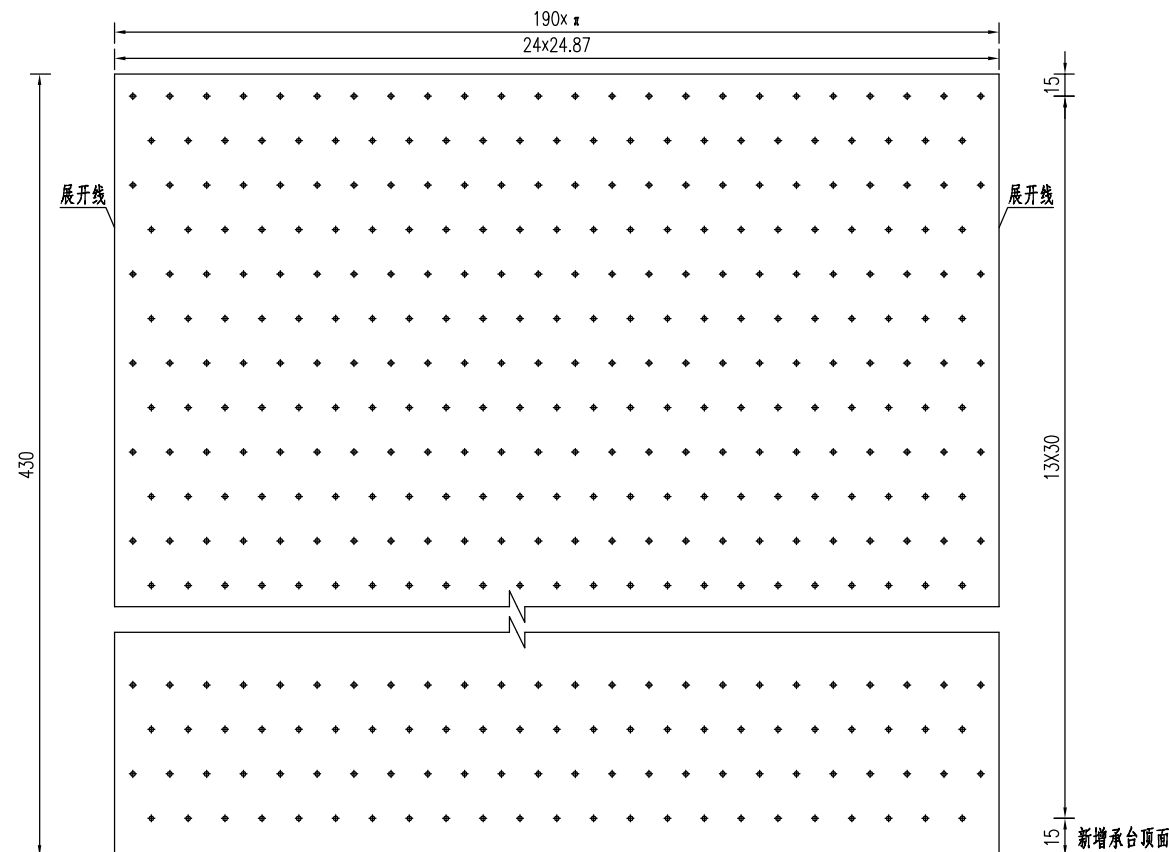
增大截面钢筋布置立面图



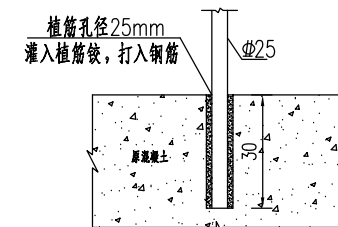
附注:

- 1、本图尺寸以厘米计。
- 2、本图适用于左幅4-1#墩、右幅2-1#墩墩柱加固。
- 3、墩柱采用增大截面法加固。外面加厚25cmC40微膨胀混凝土，1.9的直径增大到2.4m。竖向钢筋深入下面新建承台50cm，上面遇盖梁植入盖梁30cm。
- 4、墩柱植筋N3 30一道，分层错开布置

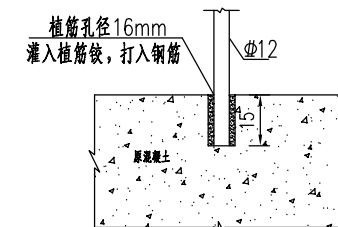
墩柱植筋孔布置展开图



N1植筋大样图



N3植筋大样图

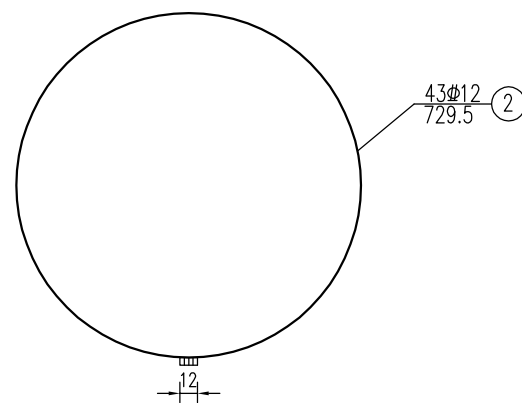
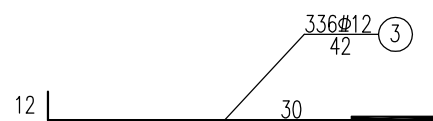


左幅4-1#墩、右幅2-1#墩钢筋数量表

墩号	钢筋编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	总长 (m)	单位重 (kg/m)	重量 (kg)	小计 (kg)
左幅4-1#墩	1	φ25	510	30	153.0	3.85	589.1	918.3
	1'	φ25	475	18	85.5	3.85	329.2	
右幅2-1#墩	2	φ12	729.5	43	313.7	0.888	278.6	403.9
	3	φ12	42	336	141.1	0.888	125.3	

工程数量表

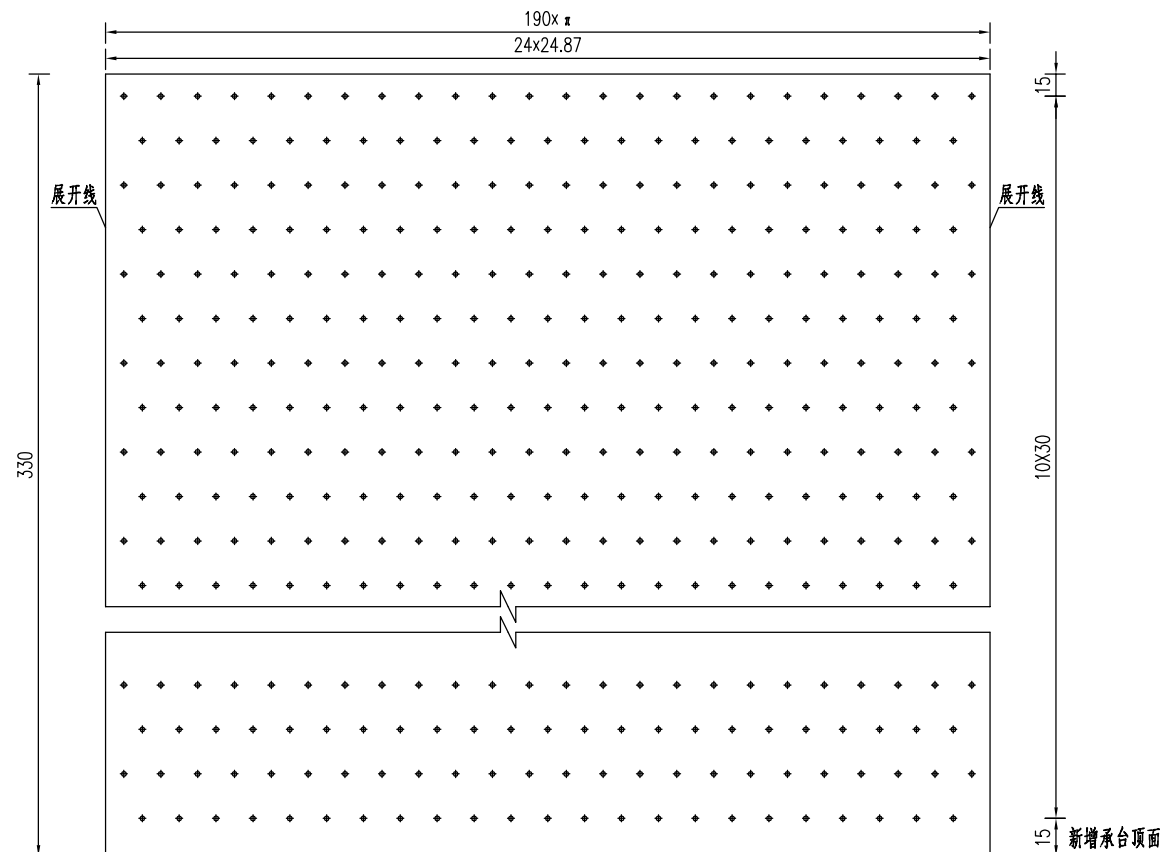
墩号	φ25钢筋 (kg)	φ12钢筋 (kg)	C40微膨胀混凝土 (m ³)	植筋 (根)
右幅2-1#墩	918.3	403.9	8.0	366
左幅4-1#墩	918.3	403.9	8.0	366



注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米为单位。
2. 虚线部分为原桥墩位置,为钢筋植入混凝土部分。
3. 增大部分的侧面应严格竖直,立模和绑扎钢筋时应注意竖直。
4. 桥墩植筋深度为15cm,盖梁植筋深度为30cm,植筋位置与原墩柱内钢筋位置有冲突时,可微调植筋位置,严格避免损伤原墩柱钢筋。
5. 植筋应按《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T J23-2008进行,植筋胶应采用A级胶。
6. 在墩柱、承台新旧混凝土结合面,应凿除6-8mm厚的表层砂浆,使坚实的混凝土石外露,并凿成凹凸不平的粗糙面。
7. 本图适用于左幅4-1#墩、右幅2-1#墩。

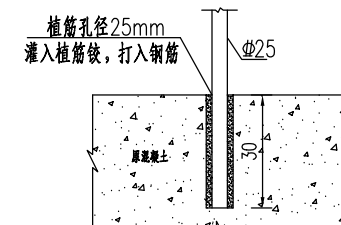
墩柱植筋孔布置展开图



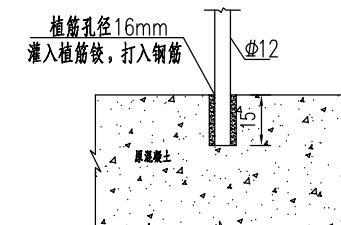
30 ϕ 25
455

18 ϕ 25
420

N1植筋大样图



N3植筋大样图



左幅4-2#墩、右幅2-2#墩钢筋数量表

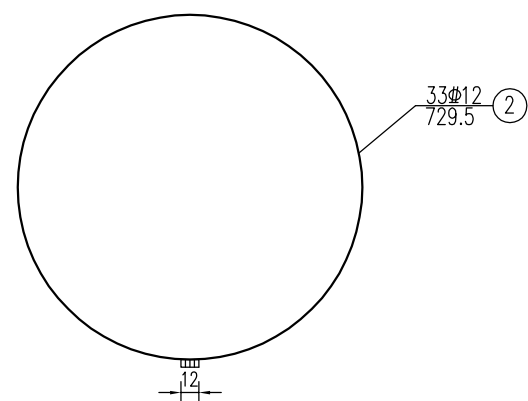
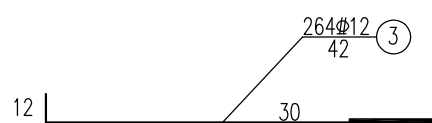
墩号	钢筋编号	直径 (mm)	单根长 (cm)	根数	总长 (m)	单位重 (kg/m)	重量 (kg)	小计 (kg)
左幅4-2#墩 右幅2-2#墩	1	ϕ 25	455	30	136.5	3.85	525.5	816.6
	1'	ϕ 25	420	18	75.6	3.85	291.1	
左幅4-2#墩 右幅2-2#墩	2	ϕ 12	729.5	33	240.7	0.888	213.8	312.3
	3	ϕ 12	42	264	110.1	0.888	98.5	

工程数量表

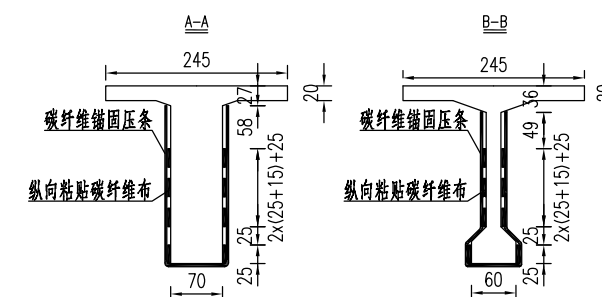
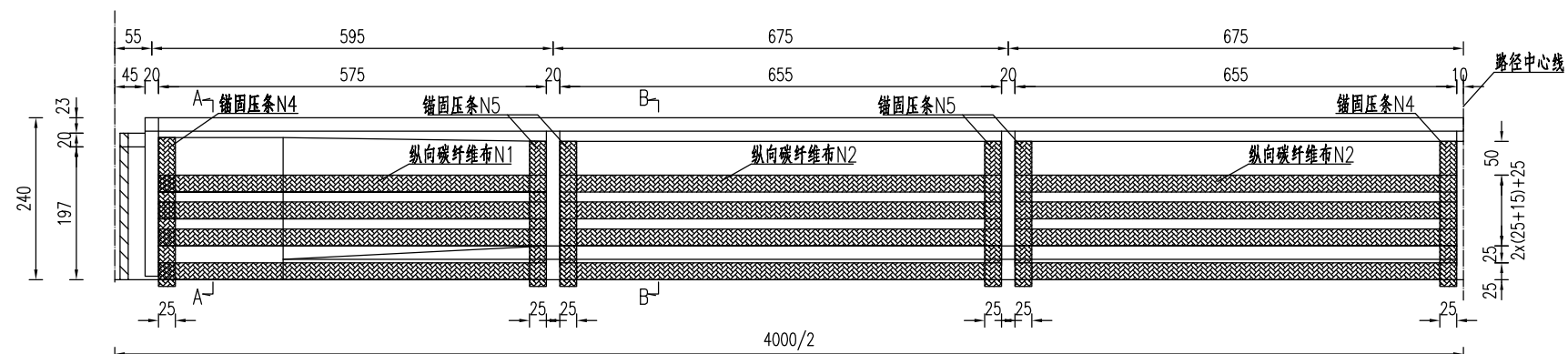
墩号	ϕ 25钢筋 (kg)	ϕ 12钢筋 (kg)	C40微膨胀混凝土 (m ³)	植筋 (根)
右幅2-1#墩	816.6	312.3	5.6	294
左幅4-1#墩	816.6	312.3	5.6	294

注:

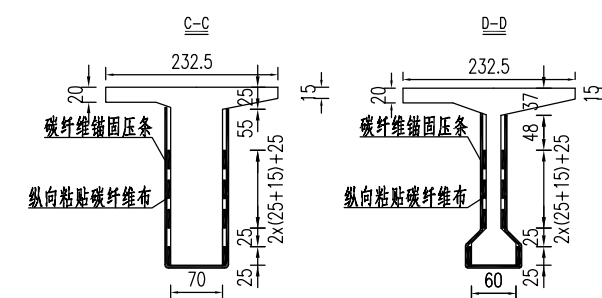
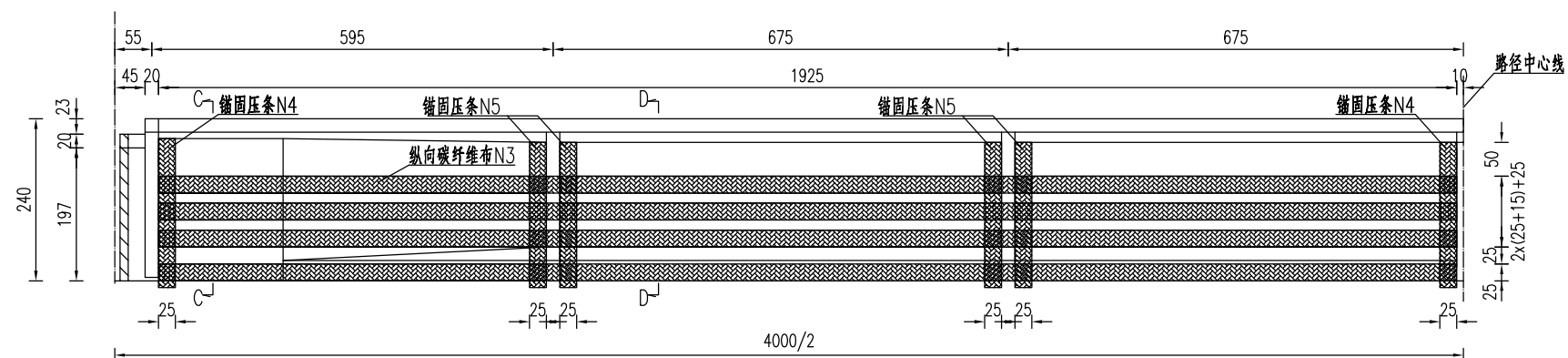
1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米为单位。
2. 虚线部分为原桥墩位置, | 为钢筋植入混凝土部分。
3. 增大部分的侧面应严格竖直,立模和绑扎钢筋时应注意竖直。
4. 桥墩植筋深度为15cm,盖梁植筋深度为30cm,植筋位置与原墩柱内钢筋位置有冲突时,可微调植筋位置,严格避免损伤原墩柱钢筋。
5. 植筋应按《公路桥梁加固施工技术规范》JTG/T J23-2008进行,植筋胶应采用A级胶。
6. 在墩柱、承台新旧混凝土结合面,应凿除6-8mm厚的表层砂浆,使坚实的混凝土石外露,并凿成凹凸不平的粗糙面。
7. 本图适用于左幅4-2#墩、右幅2-2#墩。



中梁侧面、边梁内侧面粘贴碳纤维布置图



边梁外侧面粘贴碳纤维布置图



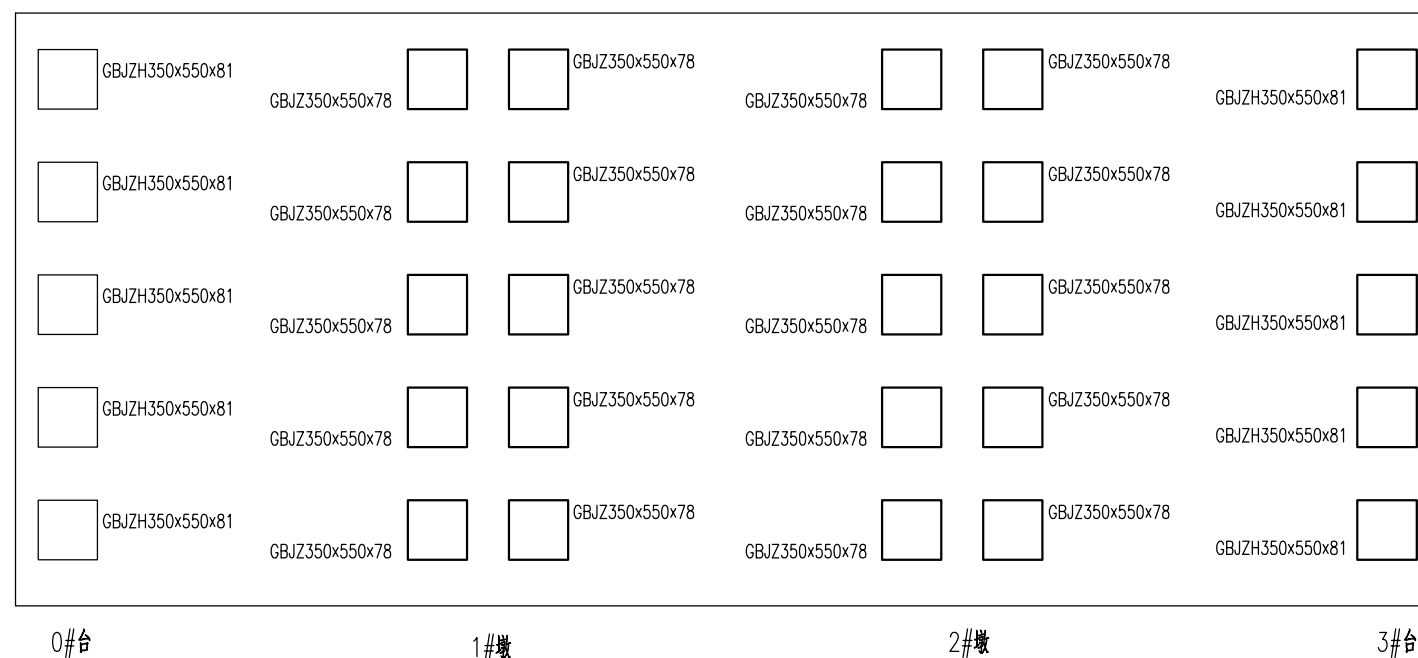
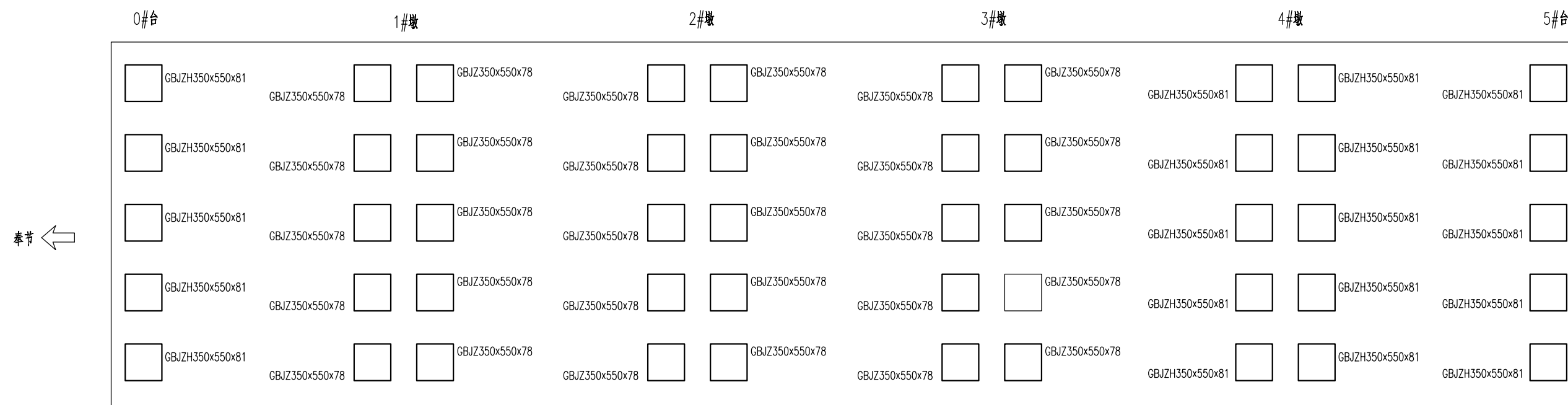
粘贴碳纤维布数量表

单孔粘贴碳纤维布数量表					加固孔数	合计 (m ²)
编号	类型	规格	数量 (条)	小计 (m ²)		
1	侧面纵向N1	UT70-30, 575cmx25cm	20	28.75	1	138.85
2	侧面纵向N2	UT70-30, 655cmx25cm	40	65.5		
3	侧面纵向N3	UT70-30, 1925cmx25cm	4	19.25		
4	锚固压条N4	UT70-30, 510cmx25cm	6	7.65		
5	锚固压条N5	UT70-30, 490cmx25cm	12	14.7		
6	防护涂装	AC-100		138.85		

附注:

- 1、本图尺寸除特别说明外,均以厘米计;
- 2、本图适用于3#孔1#、2#、3#梁;
- 3、碳纤维的粘贴应严格按照设计说明及相关规程执行;
- 4、如现场桥梁尺寸与本图不符,需及时和设计人员联系,作相应变更。

支座平面布置图

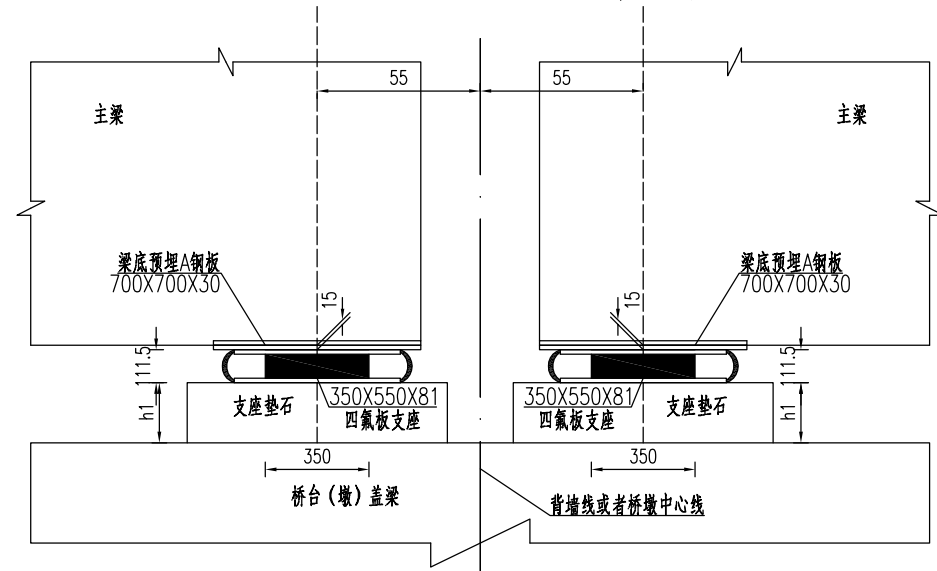


桥梁中心线

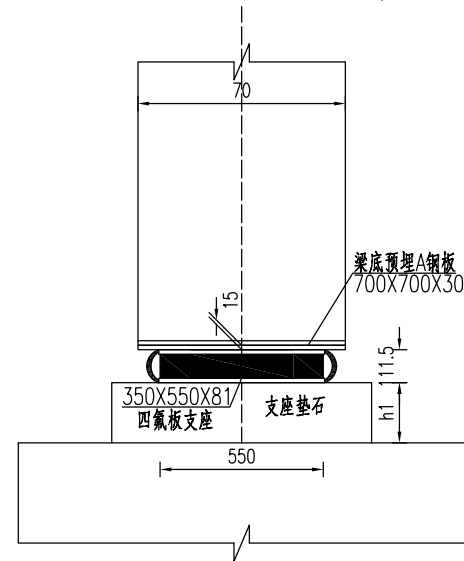
附注:

本次对全桥支座进行更换。

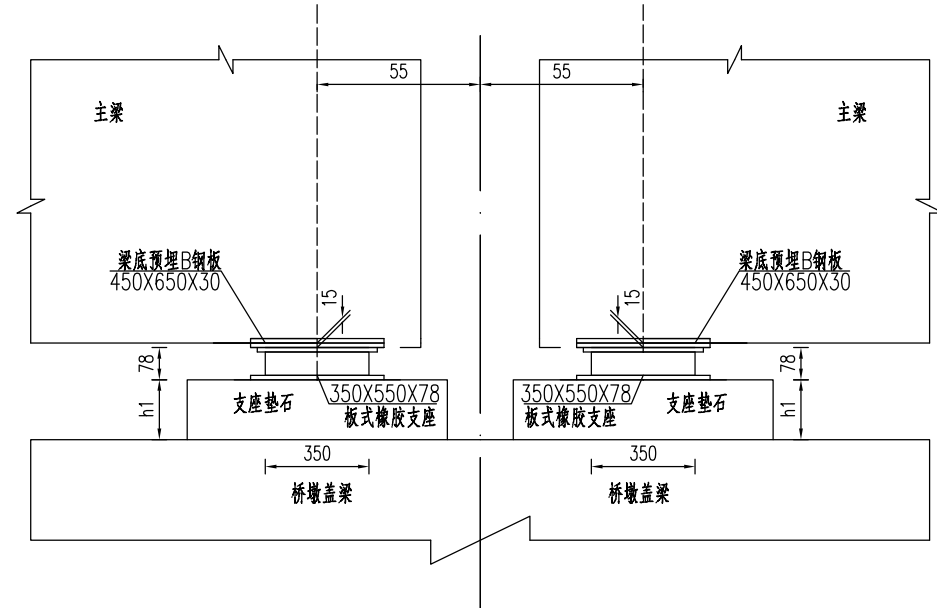
墩台纵桥向支座布置 (GBJZF4)



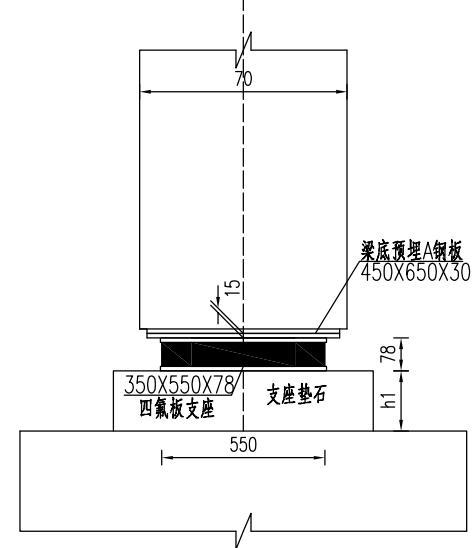
墩台横桥向支座布置 (GBJZF4)



连续梁桥墩纵桥向支座布置 (GBJZ)



桥墩横桥向支座布置 (GBJZ)



一个支座材料数量明细表

项目	规格 (mm)	单位	数量
四氟板支座	GBJZH350x550x81	块	1
	3φ22x1750	Kg/颗	15.6/3
	700x700x30	Kg/块	115.4/1
板式支座	GBJZ350x550x78	块	1
	3φ22x1690	Kg/颗	16.1/3
	450x650x30	Kg/块	68.9/1

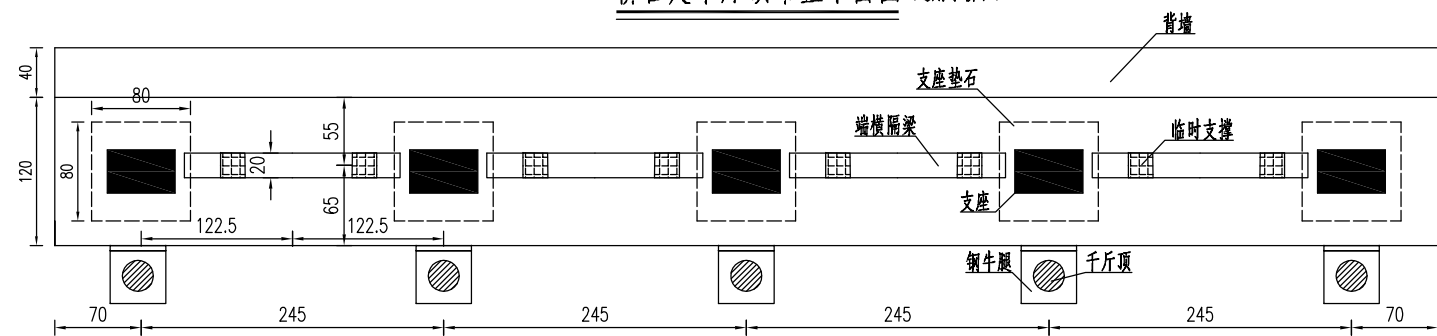
理论支撑高度表

支座型号	支座高度	垫石高度	梁底钢板外露高度	支撑总高度
	(cm)			
GBJZH350x550x81	11.5	17.35	1.5	30
GBJZ350x550x78	7.8	20.7	1.5	30

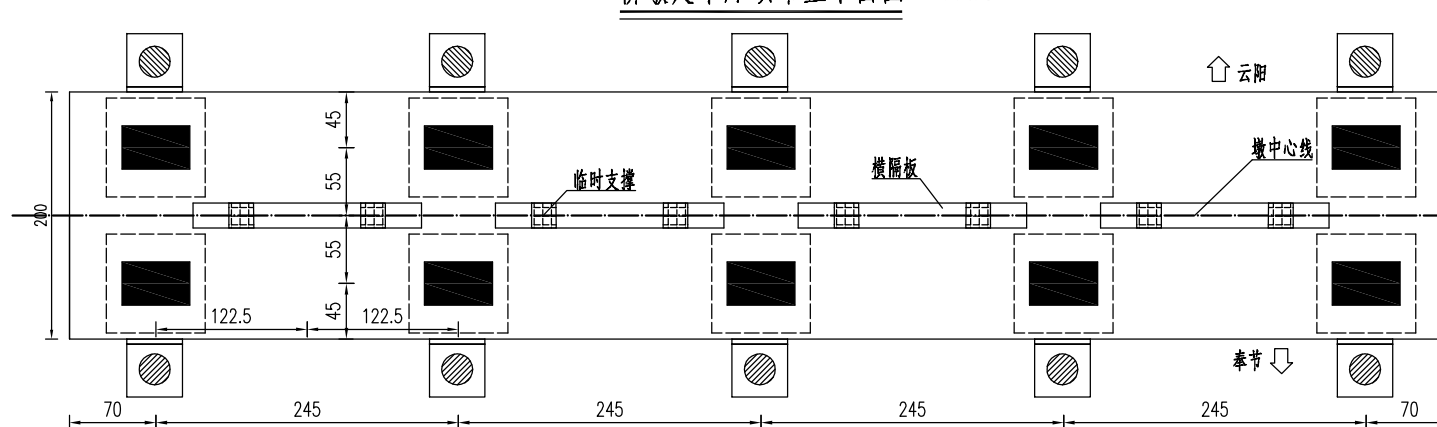
附注:

图中尺寸除支座及钢板尺寸以外,其余均以厘米为单位。

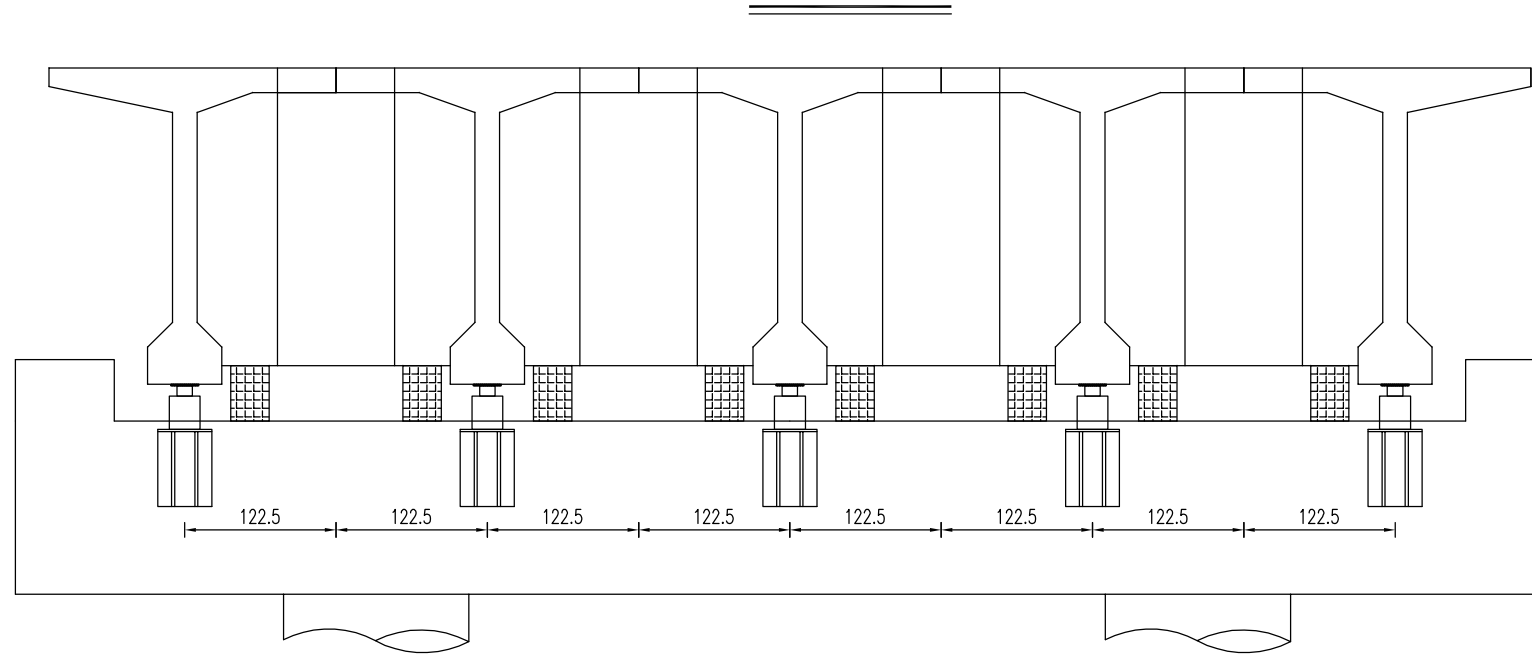
桥台处千斤顶布置平面图 (适用于桥台)



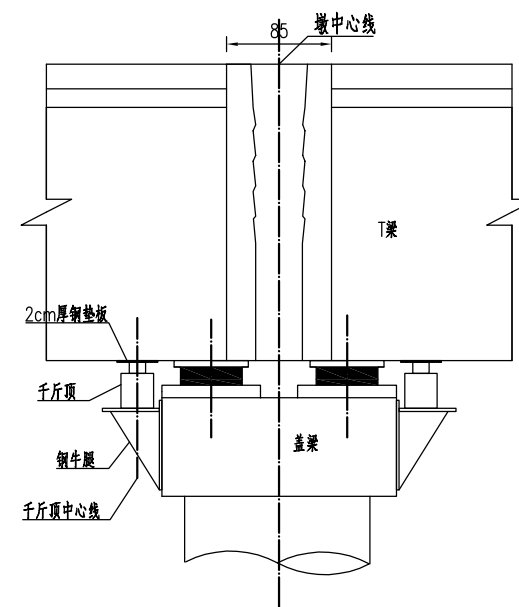
桥墩处千斤顶布置平面图 (适用于桥墩)



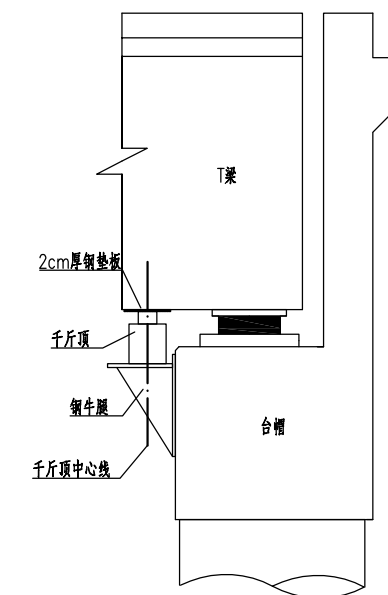
千斤顶布置断面图



桥台处千斤顶布置立面图



桥墩处千斤顶布置立面图

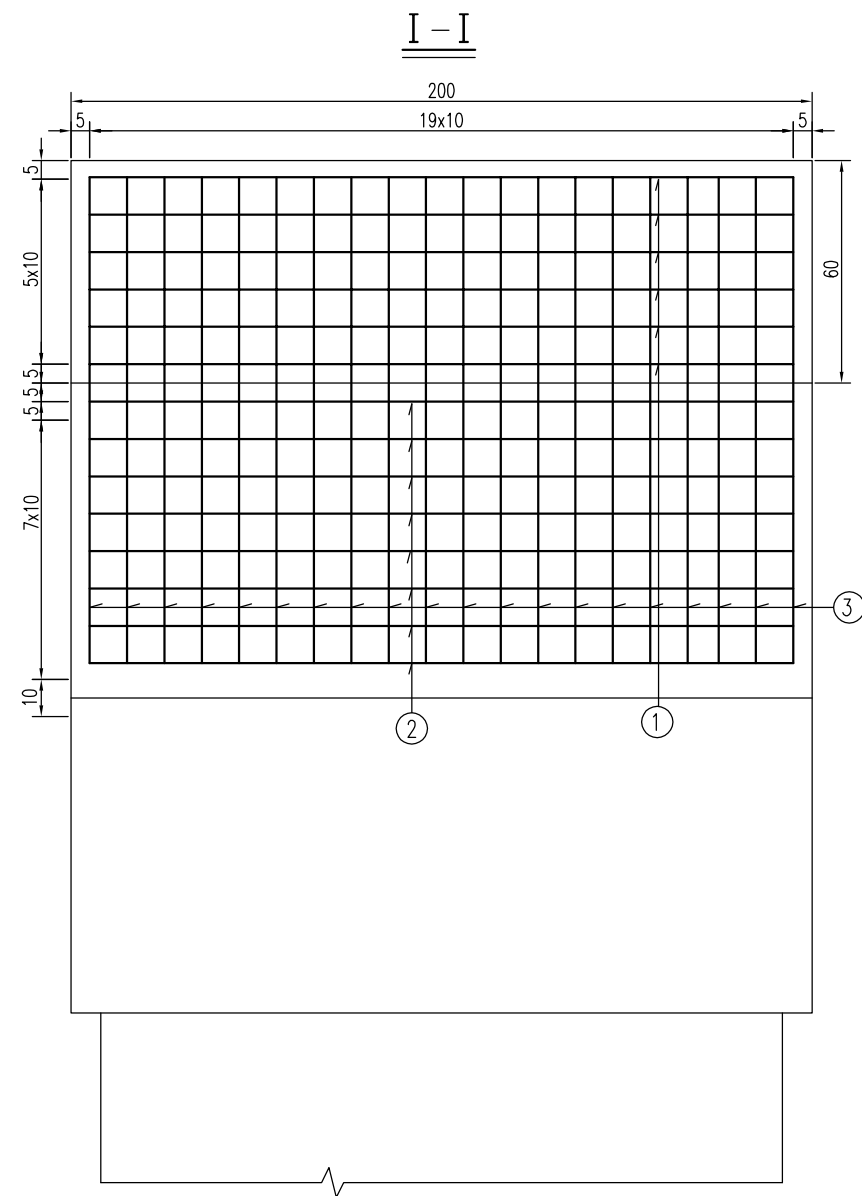
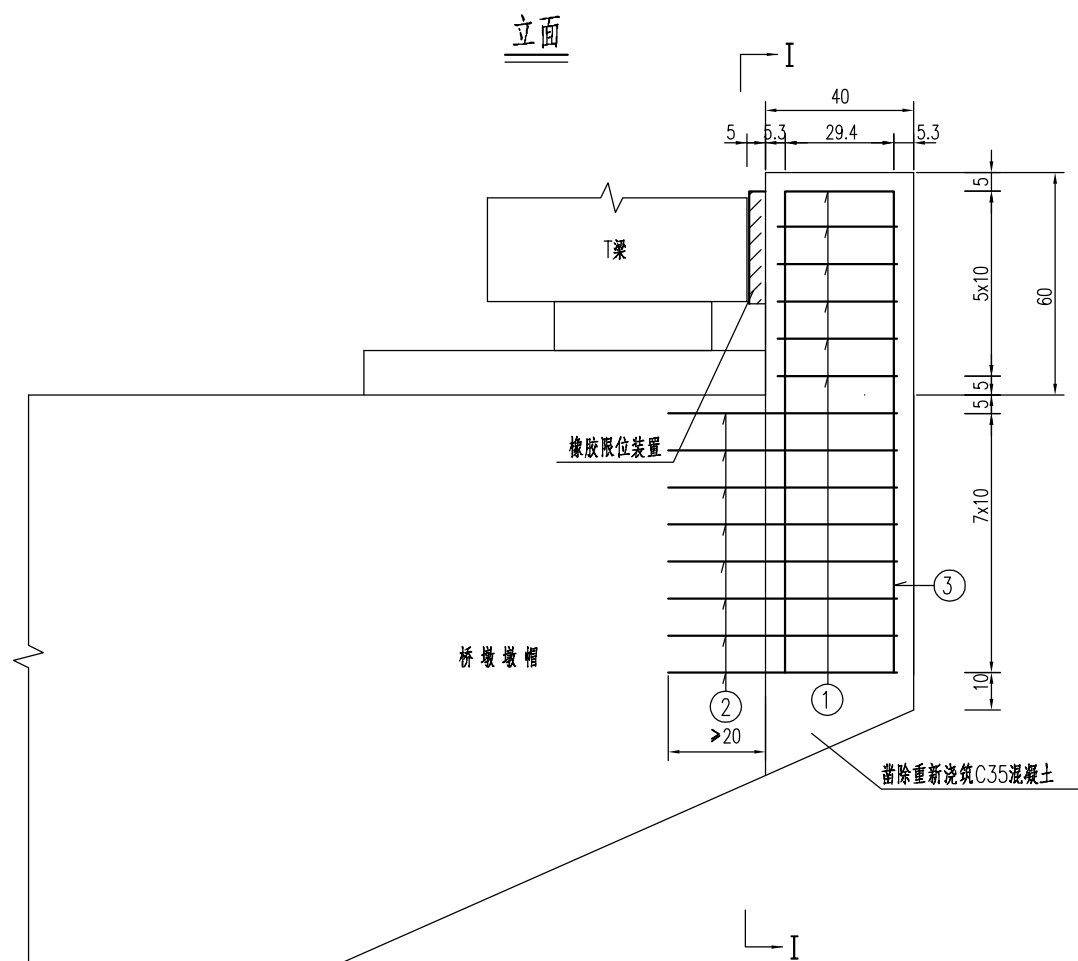


支座更换工程数量表

项目	规格	单位	数量
支座	GBJZH 350x550x81	个	30
	GBJZ350x550x78	个	50
热镀锌钢板	400x600xt	块 (Kg)	80 (927.3)
不锈钢钢板	400x600x2	块 (Kg)	30 (139.2)
结构胶	/	Kg	236

附注:

- 1、本图尺寸单位均以cm计。
- 2、■为桥梁支座，⊙表示千斤顶，□表示临时支撑。
- 3、顶升时所有千斤顶缓慢用力整体顶起梁体使其离开原支座，顶升高度设计以可进行支座更换作业高度为宜，但最大顶升高度不宜超过5mm，顶升到位时应立即在梁底增设若干个临时支撑固定点。
- 4、为保证顶起过程中，不致顶伤梁底，在梁底与顶升设备接触处用厚约2cm的钢板垫实，确保接触密合。
- 5、支座更换采用逐墩同步顶升，横桥向应严格同步。
- 6、如果千斤顶无法放置在帽梁上，应搭设顶升支架或在帽梁上制作悬挑钢牛腿摆放千斤顶或凿除垫石及帽梁保护层。
- 7、支座上下表面应水平，可用结构胶调平。

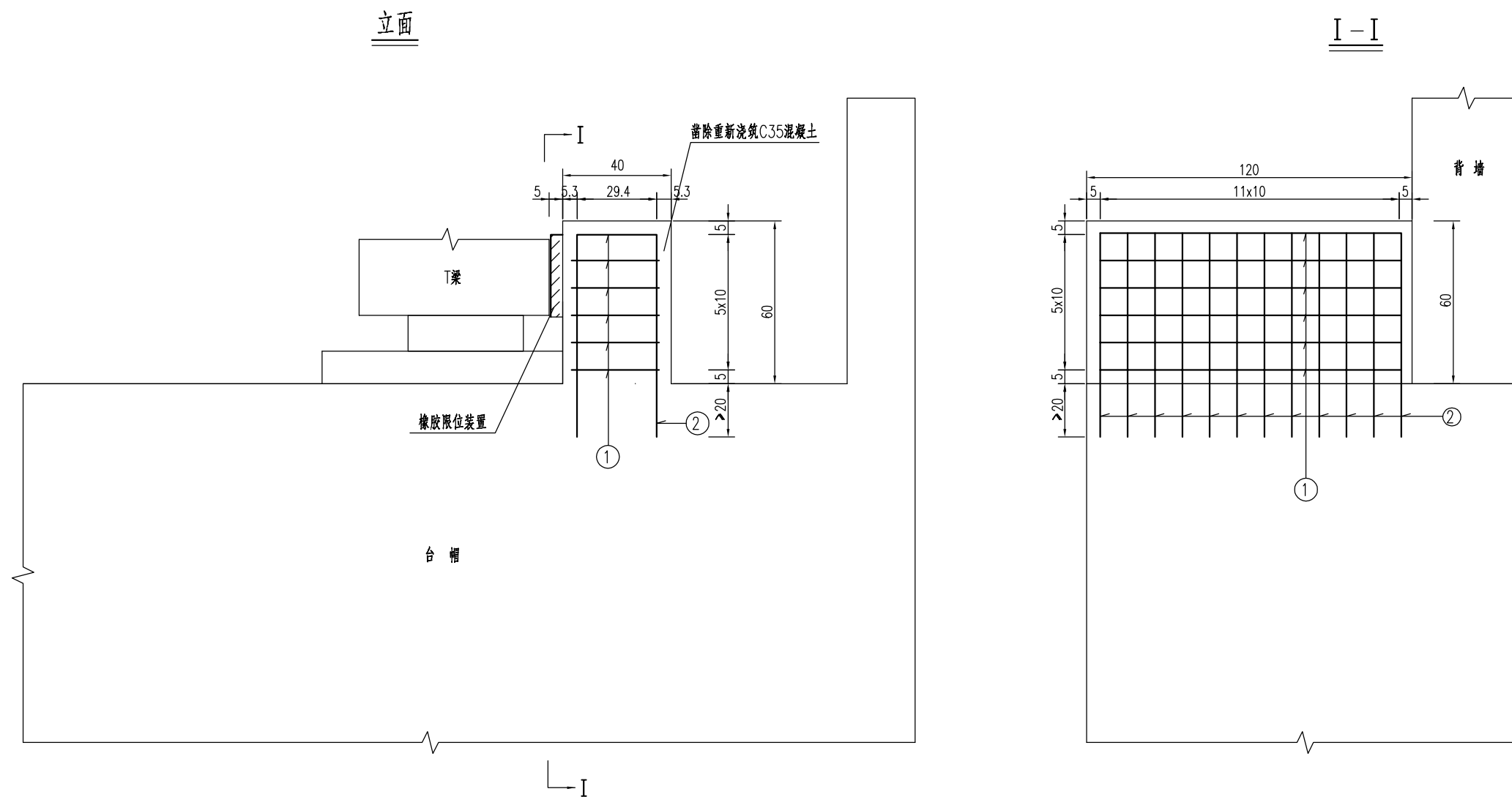


一个挡块材料数量表

编号	直径 (mm)	长度 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	总重 (kg)	C35 (m ³)
1	Φ12	370	6	22.2	0.888	41.4	1.12
2	Φ12	305	8	24.4	0.888		
3	Φ22	315	20	63.0	2.98	187.7	
全桥合计: HRB400 钢筋916.4Kg C35: 4.5(m ³)							

注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外,其余均以厘米计。
2. 本图适用于左幅2#墩外侧挡块、左幅3#墩内侧挡块、左幅4#墩内侧挡块、右幅2#墩内侧挡块维修。
3. 凿除挤压、开裂挡块混凝土,保留预埋钢筋,植入N2钢筋,绑扎钢筋网,重新浇筑C35混凝土挡块,新挡块内侧距T梁外侧5cm,梁体与挡块之间采用橡胶垫填充。



一个挡块材料数量表

编号	直径 (mm)	长度 (cm)	根数	共长 (m)	单位重 (kg/m)	总重 (kg)	C35 (m ³)
1	Φ12	285	5	14.3	0.888	12.7	0.29
2	Φ22	180	12	21.6	2.98	64.4	
全桥合计: HRB400 钢筋 154.2Kg C35: 0.58 (m ³)							

注:

1. 本图尺寸除钢筋直径以毫米计外, 其余均以厘米计。
2. 本图适用于左幅5#台外侧挡块、右幅3#台内侧挡块维修。
3. 凿除挤压、开裂挡块混凝土, 保留预埋钢筋, 植入N2钢筋, 绑扎钢筋网, 重新浇筑C35混凝土挡块, 新挡块内侧距T梁外侧面5cm, 梁体与挡块之间采用橡胶垫填充。

