

合作化路立交挡墙整治工程

施工图设计

(报审)



中国铁建

中铁上海设计院集团有限公司

CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED

工程设计证书 综合甲级 A131000227

工程勘察证书 综合甲级 B131000227

二〇二五年九月

商业秘密

编号：

合作化路立交挡墙整治工程

施工图设计

(报审)

院 长 陈 树 堂

院 总 工 程 师 陈 东 巨

总体设计负责人 姚 瑞 平



中国铁建

中铁上海设计院集团有限公司

CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED

二〇二五年九月

目 录

1 设计依据1

2 设计范围1

3 概况介绍2

4 工程地质7

5 设计规范9

6 设计内容10

7 施工监测12

8 指导性施工组织14

9 问题与建议16

合作化路立交挡墙整治工程

施工图设计

1 设计依据

1、合肥市市政工程管理处文件《关于尽快消除合作化路铁路桥及挡墙安全隐患的提示函》。

2、《十八公里专用线合作化路立交挡墙整治工程设计合同》。

3、既有《合肥市合作化南路铁路立交桥》资料。

4、核工业江西工程勘察研究总院提供的《合肥市合作化路立交挡墙整治工程岩土工程勘察报告》。

5、合肥工大工程试验检测有限责任公司提供的《合作化路铁路桥裂缝等病害安全性检测项目检测报告》。

2 设计范围

根据现场调查及《合作化路铁路桥裂缝等病害安全性检测项目检测报告》，铁路立交桥及附属工程存在墙体外观缺陷、顶板外观缺陷、钢筋锈蚀、混凝土保护层厚度不足及围护结构（栏杆）缺陷。

根据《合作化路铁路桥裂缝等病害安全性检测项目检测报告》对立交桥及挡墙病害的处治建议（共 13 条）为：

（1）裂缝修复：①对顶板底部网状裂缝进行封闭处理。②墙体竖向裂缝建议进行加固补强。③挡墙裂缝进行基础加固，并持续监测挡墙变形数据。④剥落、露筋区域凿除表面混凝土后，修补。

（2）钢筋锈蚀处理：①对锈蚀区域局部凿除后修复。②增加保护层厚度不足区域的防腐措施。

（3）顶板防水与结构修复：①凿除渗水区域混凝土，铺设防水层。②对承载力不足的顶板进行加固。

（4）挡墙处理：①裂缝封闭及注浆修复。②增建支撑墙/套墙加固。③挡墙严重变形拆除重建、地基加固。

（5）围护系统维护：更换锈蚀栏杆，修复桥面铺装不平整处。

（6）长期监测：安装裂缝监测仪，定期检查裂缝扩展及锈蚀发展情况。

根据建设单位意见，立交桥及挡墙整治分两步实施。本次为一期工程，实施其

中 6 条措施：具体整治内容为：（1）裂缝修复：①对顶板底部网状裂缝进行封闭处理修复裂缝；④剥落、露筋区域凿除表面混凝土后，修补。（2）钢筋锈蚀处理：①对锈蚀区域局部凿除后修复。（3）顶板防水与结构修复：①凿除渗水区域混凝土，铺设防水层。（4）挡墙处理：①裂缝封闭及注浆修复。②增建支撑墙/套墙加固。

其余 7 条措施为二期实施，建议建设单位根据病害长期监测结果，及时处治。

3 概况介绍

3.1 工程概况

合肥市合作化路立交桥为合作化路下穿 18 公里专用线修建的立交桥，18 公里专用线隶属于合肥市地方铁路投资建设有限公司管理。立交桥西侧挡墙外侧与立交桥边墙内侧平齐，挡墙为直立式重力挡土墙。

现状立交桥顶板和边墙存在多处裂缝，局部存在混凝土缺损，钢筋锈蚀现象；挡墙在后背填土压力、水压力等荷载作用下而向外发生倾斜，表面开裂严重。为了防止立交桥和挡墙病害的进一步发展，对立交桥和挡墙病害进行整治。

3.2 既有立交桥概况

合作化路在 K6+83.158 处与合肥市地方铁路投资建设有限公司之 18 公里专用线相交叉，于 1998 年建设铁路立交桥通过。合作化南路路幅宽 50m，中间分隔岛 8m，快车道 11.3m×2，分隔岛 1.2m×2，人行道 4m×2。此处道路与铁路线路斜交，斜交角度为 78 度，立交沿铁路方向孔跨为(8.95m+11.80m)(连续框架)+8.15m(中间分隔岛)+(8.95m+11.80m)(连续框架)。

既有挡墙墙顶为 C15 混凝土帽石，上设钢栏杆；墙身采用水泥砂浆砌片石；挡墙基础为 C15 混凝土。

合作化南路现修建了高架桥，高架桥上跨铁路立交桥以及 18 公里专用线，高架桥桥墩位于合作化路中间分隔岛内。

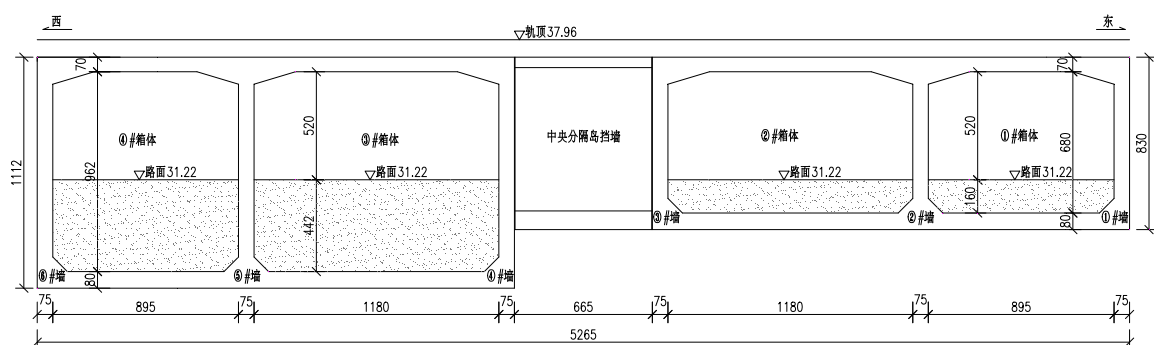


图 3.1 既有立交桥立面图



图 3.2 既有立交桥混凝土缺损、开裂现状

3.3 既有挡墙概况



图 3.3 西侧挡墙及周边现状



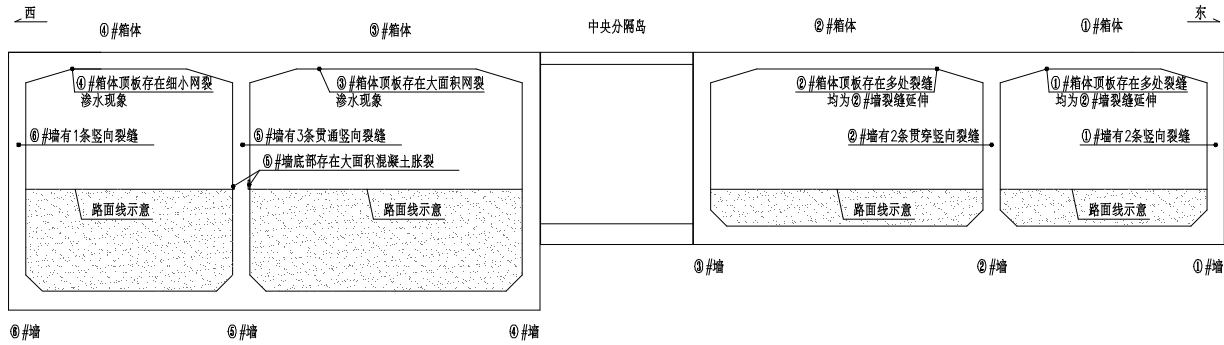
图 3.4 既有墙体现状

合作化路立交西侧挡墙顶部已采用砌砖接高。南段与立交桥衔接处倾斜较严重，移位约 5cm，表面开裂严重。在挡墙整治影响范围内既有多处砖砌及简易房屋，根据调查房屋拆除难度较大。

3.4 检测报告实体检测情况

根据合肥工大工程试验检测有限责任公司提供的《合作化路铁路桥裂缝等病害安全性检测项目检测报告》，整理汇总立交桥实体病害情况如下：

1、编号约定



2、主要病害

主要墙体病害分为墙体外观缺陷、顶板外观缺陷、钢筋锈蚀、混凝土保护层厚度不足及围护结构（栏杆）缺陷。

表 3.1 既有立交桥墙体缺陷统计表

墙体编号	裂缝						混凝土锈胀
	距南端距离 (m)	长度 (m)	宽度 (mm)	规范容许值 (mm)	深度 (mm)	墙体厚度 (mm)	胀裂面积 (m ²)
① #墙	6.75	5.82	0.50	0.2	273	750	
	10.35	5.78	0.18	0.2	156	750	
② #墙	4.55	5.56	0.86	0.2	贯穿裂缝	750	
	8.53	5.51	1.12	0.2	贯穿裂缝	750	
⑤ #墙	5.30	5.82	1.26	0.2	贯穿裂缝	750	东侧底部: 12.6×0.4=5.04m ² 西侧底部: 13.5×0.2=2.7m ²
	8.02	7.45	0.66	0.2	贯穿裂缝	750	
	10.04	6.85	1.42	0.2	贯穿裂缝	750	
⑥ #墙	10.43	3.65	0.12	0.2		750	

表 3.2 既有立交桥顶板缺陷统计表

顶板编号	缺陷描述
① #箱体顶板	顶板存在多处裂缝，均为② #墙体裂缝延伸。
② #箱体顶板	顶板存在多处裂缝，均为② #墙体裂缝延伸。
③ #箱体顶板	顶板存在大面积网裂，面积：13.5×6.2=83.7m ²
	顶板存在大面积渗水现象
④ #箱体顶板	顶板存在细小网裂，面积：3.5×4.2=14.7m ²
	顶板存在渗水现象

表 3.3 钢筋锈蚀状态结果

构件位置	缺陷描述
④ #墙	构件存在锈蚀开裂区域
⑤ #墙	构件存在锈蚀开裂区域

表 3.4 混凝土保护层厚度测试结果

墙体编号	保护层厚度特征值 (mm)	保护层厚度设计值 (mm)	对结构钢筋耐久性影响
① #墙	24.7	30	有影响
② #墙	23.7	30	有影响
③ #墙	24.0	30	有影响
④ #墙	24.6	30	有影响
⑤ #墙	15.8	30	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀
⑥ #墙	14.3	30	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀

表 3.5 围护结构缺陷

部件	损坏类型	缺陷描述
栏杆	锈蚀	桥面两侧栏杆均存在锈蚀

3、安全性评级

根据标准《城镇桥梁安全鉴定技术规程》DB 34/916-2009 第 6.0.2 条规定，鉴定单元的安全性等级，应根据下部承重结构和上部承重结构的评定结果按其中较低

等级确定。因此，鉴定单元的安全性等级应评为III级，即该桥梁的安全性不符合规范《城镇桥梁安全鉴定技术规程》DB 34/916-2009 对 I 级的要求，且显著影响承载能力，应采取措施，且可能有少数构件必须立即采取措施。

4、处治建议

(1) 裂缝修复

1) 对于顶板底部网状裂缝，可采用环氧树脂浆液或聚合物改性水泥基材料进行封闭处理，防止水分侵入影响结构耐久性。

2) 对于墙体竖向裂缝，建议立即对墙体进行加固补强；对于结构性裂缝（宽度 $>0.2\text{mm}$ 或贯穿裂缝），可采用压力注浆修复：注入低粘度环氧树脂胶，恢复结构整体性；或者在裂缝区域粘贴高强度碳纤维布（双向编织）、亦或采用钢板对竖向裂缝进行整体加固，提升抗拉承载力。

3) 对于挡墙裂缝，需同步进行基础加固（如注浆加固地基），并持续监测挡墙变形数据。

4) 剥落、露筋区域可凿除表面松混凝土至坚实基层，钢筋除锈后涂覆阻锈剂，采用 C40 以上补偿收缩混凝土修补。

(2) 钢筋锈蚀治理

1) 对锈蚀区域（如 5#墙体）进行局部凿除，在剥落、露筋区域凿除松动混凝土至坚实基层，钢筋除锈后涂覆阻锈剂，采用 C40 以上补偿收缩混凝土修补。

2) 增加保护层厚度不足区域的防腐措施（如硅烷浸渍）。

(3) 顶板防水与结构修复

1) 凿除渗水区域网裂混凝土，修复后铺设柔性防水层（如聚氨酯涂料）。

2) 对承载力不足的顶板进行加固（粘贴钢板或碳纤维布）。

(4) 挡墙治理

①对于 $<5\text{mm}$ 挡墙裂缝进行表面封闭和注浆修复；②对于挡墙倾斜进行增建支撑墙/套墙加固；③对于挡墙严重变形应拆除重建、地基加固。

(5) 围护系统维护

更换锈蚀栏杆，修复桥面铺装不平整处，确保排水系统畅通。

(6) 长期监测

安装裂缝监测仪，定期检查裂缝扩展及锈蚀发展情况。

4 工程地质

4.1 地形地貌

拟建场地属江淮波状平原地貌，微地貌为岗地地貌单元。整个场地现状堆土较多。

4.2 地基土构成

根据本次勘察的野外钻探、原位测试及室内试验资料，本场地在勘探深度范围内所分布的地层自地表向下有全新统素填土（ Q_4^{ml} ）、更新统黏土（ Q_3^{al+pl} ）、下伏白垩系泥质砂岩（ K ）组成。其分布及主要岩土特征如下所述：

①层素填土（ Q_4^{ml} ）：一层厚 5.80~7.50m，层底标高 29.62~31.71m。灰、灰黄色，湿，松散~稍密状态，主要由黏性土堆积组成，表层含碎石。地基承载力特征值 $f_{ak}=70\text{kPa}$ 。

②层黏土（ Q_3^{al+pl} ）：一层厚 22.30~22.80m，层底标高 7.32~8.91m。灰黄、褐黄色，硬塑状态，含铁锰质结核。切面较光滑，摇振反应无，干强度中等，韧性中等。此层土属于中等压缩性土。实测标准贯入试验锤击数 11.0~20.0 击/30cm。此层土属于中等压缩性土。地基承载力特征值 $f_{ak}=240\text{kPa}$ 。

③层强风化泥质粉砂岩（ K ）：一未揭穿该层，最大钻遇 1.50m。紫红、棕红色，密实状态，已风化成壤及砂，遇水扰动易散，取芯率中等。标准贯入试验击数为 48.0 击/30cm。地基承载力特征值 $f_{ak}=320\text{kPa}$ 。

4.3 地质构造

通过收集区域地质构造资料和分析，并结合本次勘探结果，拟建场地范围内未发现有影响建筑场地稳定性的断裂构造，在勘察范围内未发现滑坡、泥石流及崩塌等不良地质作用。

4.4 水文地质条件

1、地表水

地表水主要由大气降水和地表径流补给，整体场地内地表水由地势高往地势低处径流。排泄主要以地表径流和蒸发为主。受大气降水、季节、气候以及地形的变化较大。

2、地下水

主要类型：上层滞水。

上层滞水主要埋藏于①层素填土、②层黏土表层中，勘察期间钻探期间为梅雨季节，地下水位较高，水位埋深 0.90m，水位高程在 36.22m 之间，水量较多。地下水位受季节性变化明显，丰水期地下水位上升，枯水期地下水位下降，据调查该区地下水埋深年变化幅度在 1.50m 左右，旱季时地下水位较低，雨季时地下水位较高，主要受季节影响。

场地周边无污染性水源，根据周边水质分析成果，结合环境水文地质资料，拟建场地土及地下水对砼有微腐蚀性，对钢筋砼结构中的钢筋有微腐蚀性，对钢结构有弱腐蚀性，需采取一定的防护措施。

4.5 场地及地基的抗震性

1、根据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)，拟建建筑物位于合肥市蜀山区，建筑物地震抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组。

2、经估算场地平均等效剪切波速 $V_{se}=150.00\text{m/s}\sim 250.00\text{m/s}$ 之间，覆盖层厚度介于 15.00m~50.00m。据《中国地震动参数区划图》(GB 18306-2015)及《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)（2016 年版），判定拟建场地属于中软场地土，建筑场地类别为 II 类，建筑场地的特征周期为 0.35s。综合判定拟建场地建筑类别属抗震一般地段。

3、拟建建筑物的抗震设防类别为丙类（标准设防类别）。

4、液化判别：根据本次勘察及周边资料显示，拟建场地 20m 范围内无液化土存在。

4.6 地基均匀性评价

该场地属于同一工程地质单元；若该建筑基础持力层为②层黏土，该层物理力学性质较好，整个场地都有分布，持力层底面坡度小于 10%，属于均匀地基。综合判定该场地地基均匀性较好。

4.7 地基基础设计参数

根据现场钻探、原位测试、结合室内岩土试验成果资料分析，并结合我院多年岩土工程勘察工作经验，现提供该场地各层土的地基基础设计参数如下表：

表 4.1 地基基础设计参数

层序及岩土名称	$f_{ak}(\text{kPa})$	$E_{s1-2}(\text{MPa})$
①层素填土	70	3.0*

②层黏土	240	11.99
③层强风化泥质粉砂岩	320	20.0*

注：压缩模量对应的压力段为 100~200Kpa，带*号为经验值。

4.8 桩基设计参数

根据现场钻探及原位测试结果，结合有关桩基规范和我院在本地区的工程实践经验，有关桩的极限侧阻力标准值 q_{sik} 与极限端阻力标准值 q_{pk} 可按下表采用：

表 4.2 桩基设计参数

层序	人工挖孔桩		泥浆护壁钻孔桩	
	q_{sik} (kPa)	q_{pk} (kPa)	q_{sik} (kPa)	q_{pk} (kPa)
①层素填土	22	/	20	/
②层黏土	88	2000	86	1300 (10≤l<15)
③层强风化泥质粉砂岩	120	/	120	1400

注：（1）带*为经验取值。

（2）表中提供桩基参数供预估单桩承载力使用，最终应以桩静载试验结果确定。

根据《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)规定，桩基参数（桩端阻力、桩侧阻力）特征值应通过单桩竖向静载荷试验确定，在同一条件下的试桩数量，不宜少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根。

采用水下钻孔灌注桩，应采取必要的护壁措施确保成桩质量。

4.9 基坑围护设计参数

基坑开挖时应做好围护工作，有关深基坑设计参数（重度 γ 、土的内聚力标准值 C_k 、内摩擦角标准值 ϕ_k 、土对重力式挡墙的基底摩擦系数 μ 、渗透系数 K ）及放坡坡率可按下表取值：

表 4.3 各土层基坑设计参数建议值表

层序及土名	γ (kN/m ³)	C_k (kPa)	ϕ_k (度)	μ	K (cm/s)
①层素填土	18.0*	10.0*	8.0*	/	1.00E*10 ⁻⁴ *
②层黏土	20.4	70.7	15.2	0.30*	1.00E*10 ⁻⁷ *

注：基坑开挖时，会导致地表水的径流、排泄发生变化，从而影响到地基土的物理力学性质，基坑设计时可对上表中强度参数（ C_k 、 ϕ_k ）进行适当折减。（带“*”为经验值）

表 4.4 各主要土层坡度建议值

土层	坡度
①层素填土	1: 1.50~1: 1.75
②层黏土	1: 1.00~1: 1.25

5 设计规范

- 1、《铁路桥涵设计规范》(TB10002 -2017);
- 2、《铁路桥涵混凝土结构设计规范》(TB10092-2017);

- 3、《铁路桥涵地基和基础设计规范》(TB10093-2017);
- 4、《铁路工程地基处理技术规程》(TB10106-2010);
- 5、《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476-2023);
- 6、《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2012);
- 7、《建筑基坑支护技术规程》(JGJ120-2012);
- 8、《建筑抗震设计标准》(GB 50011-2010);
- 9、《混凝土结构加固设计规范》(GB50367-2013);
- 10、《铁路桥涵工程施工安全技术规程》(TB10303-2020);
- 11、铁道部《铁路营业线施工安全管理办法》(铁运[2012]280 号);
- 12、中国铁路上海局集团有限公司关于印发《中国铁路上海局集团有限公司铁路营业线施工管理实施细则》的通知(上铁施工[2025]101 号);
- 13、中国铁路上海局集团有限公司关于印发《中国铁路上海局集团有限公司工务安全管理办法》的通知(上铁工[2024]93 号);
- 14、其他有关铁路、公路及相关专业技术规范及相关规定。

6 设计内容

6.1 立交桥整治

整治内容为：修复裂缝；修复混凝土锈胀缺损部分；③#箱体、④#箱体顶板铺设防水层。

(1) 裂缝修复

1) 窄裂缝(缝宽 $\leq 0.15\text{mm}$)处置方法：①在裂缝上口凿一 V 形槽，宽 1-2cm，深约 0.5cm，槽面应尽量平整。②钢丝刷清理缝口，吹清缝内灰砂，烘干表面，缝外用丙酮或二甲苯洗擦，保持槽内表面无灰尘、油污等。③在裂缝四周涂一层环氧砂浆。④嵌入环氧砂浆并刮平。

2) 宽裂缝(缝宽 $> 0.15\text{mm}$)处置方法：①裂缝表面处理：用钢丝刷反复刷裂缝表面的材料及砌缝，直至表面砂浆脱落；用无油压缩空气除尘，用丙酮试剂擦洗表面。②粘贴压浆嘴：首尾各一个，中间缝宽则疏，缝窄则密，压浆嘴最大间距 30~50cm 布置，在一条缝上必须有进浆嘴、排气嘴和出浆嘴。③裂缝表面缝补：用密封胶封闭裂缝，胶泥厚不小于 1mm，宽度 2~3cm。④密封检查：从最下的压浆嘴输入 0.4MPa 无油压缩空气，相邻嘴排气时逐个关闭所有阀门，再沿缝附近涂刷肥皂

水检漏，若有气泡冒出说明该处漏气，做好标记，用裂缝表白封闭胶对漏气的区域进行封闭，待达到强度后再气检，如此反复，直至不漏气为止。⑤配置裂缝灌注胶：灌注胶按照供应商提供的产品说明书要求的比例配置精确，称量，将主剂与固化剂倒在容器中，用低速搅拌机搅拌均匀。⑥裂缝灌浆：用 0.2MPa 无油压缩空气为动力，缓慢起罐，当相邻嘴不夹气冒胶时关闭该阀，逐一排气冒胶关闭，直至最后一个阀，连接缝的裂缝灌注浆在内侧灌胶，外侧观测出胶情况，在灌胶时外侧压力注浆嘴出胶后由低到高逐个关闭阀门。⑦封口结束：待缝内浆液达到初凝而不外流时可拆下灌浆嘴，再用密封胶抹平封口。

3) 剥落、露筋区域可凿除表面松混凝土至坚实基层，钢筋除锈后涂覆阻锈剂，采用环氧砂浆修补。

6.2 立交桥西侧挡墙整治

1、根据建设单位意见结合现场实际，对合作化路立交桥西侧挡墙采用格构式预应力锚索进行加固。

首先对西侧挡墙基底及墙后土体进行注浆加固，再采用格构式预应力锚索加固挡墙，格构梁的截面宽度和高度均为 45cm。

2、具体加固步骤：(1)对挡墙后土体进行注浆加固。(2)挡墙表面挂网，施工 C30 砼加固面板，同步绑扎格构梁钢筋。(3)浇筑格构梁 C50 混凝土。(4)施工预应力锚索。(5)锚头封堵，加固面板外喷射 10cm 混凝土，墙面整平。(6)若有景观要求，墙面涂面漆等。

3、高压喷射扩大头锚杆采用预应力锚索。锚索的倾角为 20 度。N1 锚索采用 3 束 7 ϕ 5，长度为 25m，自由段长度为 12m，锚固段(含扩大头长度)为 13m，扩大头(直径 0.5m)长度为 6m，预加力 180KN。N2 锚索采用 2 束 7 ϕ 5，长度为 20m，自由段长度为 6m，锚固段(含扩大头长度)为 14m，扩大头(直径 0.6m)长度为 6m，预加力 120KN。

4、锚杆的扩大头最小埋深为 7.7m，埋置在强度较好黏土层中。锚杆的孔口及扩大头的水平间距为 2m，竖向间距为 2.5m。

5、高压喷射扩大头锚杆锚固段注浆体的抗压强度不应小于 20MPa。传力结构应具有足够的强度和刚度。

7 施工监测

7.1 铁路路基变形监测基本要求

- 1、路基变形监测包括水平横向位移监测和垂向高差变化监测。
- 2、观测桩设置，一般情况下沿线路纵向至少每 5m 应设置一个观测断面（或观测桩），并根据路基变形监测结果适当加密。
- 3、观测桩宜用直径不小于 30mm 的钢筋或 150 号钢筋砼预制，长度 150~200cm 左右，钢筋砼桩顶预埋半圆耐磨测头，埋设深度不宜小于 100cm。
- 4、观测精度：观测仪器应符合二级中等精度要求，测量精度符合国家二等水准测量规范，观测中误差不大于 1mm。
- 5、行车条件下，观测结果在预定的变化范围内时，原则上观测频次不少于每小时 1 次，当发生数据变形量超报警值后需加密监测，至少每小时 1 次。
- 6、监测方法：采用自动化实时监测方法，采用高精度全站仪。
- 7、监测周期

在达到监测停测标准后，监测单位可结束监测。具体标准如下：普速铁路：数据变形趋势稳定，最后三次监测变形量不大于 1mm。

7.2 监测项目

设置的监测项目应全面反映铁路设施的变形情况，根据邻近铁路区段的种类，建议实施的监测项目如下：路基沉降、路基水平位移、挡墙水平位移。

7.3 监测点布置

线路上的测点布置密度为关键影响区域，间距为 5m；影响区域重叠部分的区域，测点间距为 3m；关键影响范围之外，测点间距为 8m。路基测点布置于线路北侧，距离线路中心线外侧约 3.5m。

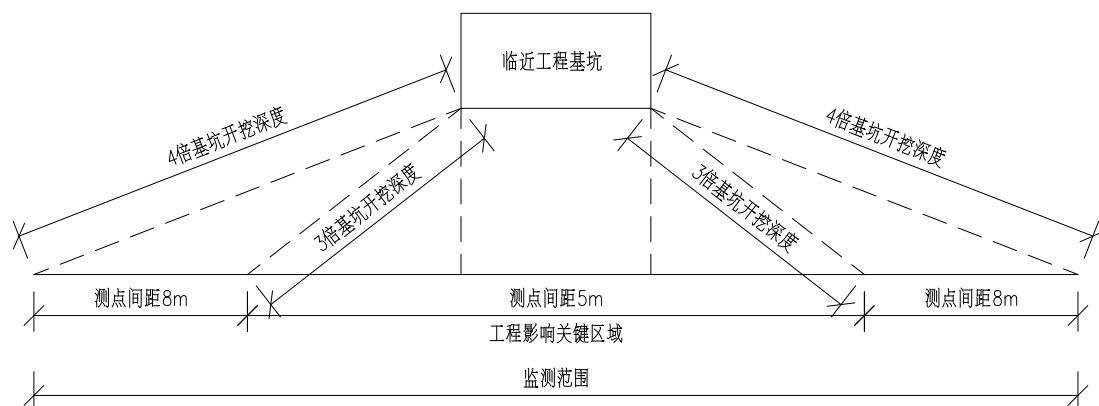


图 7.1 邻近运营线路基坑工程的监测范围及测点布置图

7.4 监测频率

监测频率应根据工程类型及影响程度确定，并符合下表规定：

表 7.1 监测频率表

邻近工程种类	条件	观测频率
邻近基坑开挖 (挡墙加固)	开挖至基底(3倍开挖深度到达路肩边线)	1小时/次
	围护结构(挡墙加固)施工	1小时/次

当出现下列情况之一时，应提高监测频率直至对个别点进行实时监测，并应及时向相关单位报告监测结果：

- (1) 监测数据达到报警值；
- (2) 监测数据变化量较大或者速率加快；
- (3) 出现其他影响线路和结构物的异常情况；
- (4) 由于暴雨等自然灾害引起的其他变形异常情况。

在达到监测停测标准后，监测单位可结束监测。具体标准如下：普速铁路：数据变形趋势稳定，最后三次监测变形量不大于 1mm。

7.5 报警值标准

监测设置报警值，普通铁路报警值如下：

表 7.2 普速铁路路基及轨道变形监测预警值与报警值

报警标准 监测项目	累计量报警值	控制值
路基竖向位移	$\pm 8\text{mm}$	$\pm 10\text{mm}$
路基水平位移	$\pm 5.6\text{mm}$	$\pm 7\text{mm}$

7.6 既有挡墙及周边房屋监测

为了及时掌握挡墙加固施工期间的的安全性，了解加固施工对周围环境的影响，需进行施工监测。

(1) 测试内容：

1) 挡墙水平、竖向位移监测：既有挡墙顶部设置不少于 3 个位移观测点，监测点水平间距不宜大于 10m。

2) 周边地表竖向位移：在靠近挡墙的既有房屋底部角部设监测点。

(2) 监测要求：

1) 所有测试点、测试设备需加强保护，以防损坏。

2) 量测周期: 基坑土方开挖到设计标高施工完成。

3) 测试单位需及时向设计人员通报测试结果。

(3) 监测频率:

监测工作应贯穿于挡墙加固施工全过程。

施工前进行 3 次观测, 观测值作为初始值。

施工期间每小时观测一次, 周围环境位移变形较大或出现险情时, 加密观测。

(4) 监测与测试的控制要求:

1) 挡墙水平、竖向位移监测: 水平位移速度不超过 3mm/d, 位移总量绝对值小于 30mm, 相对值小于 0.003H。

2) 周围地面沉降速度不超过 3mm/d, 沉降总量小于 25~34mm。

(5) 根据监测内容, 围护结构水平位移设定预警值, 作为施工安全判别标准, 其安全性判别标准如下: 围护结构水平位移容许值: $0.25\%H_{mm}$ (H 为挡墙高度)。

当实测值 $< 0.8 \times [\text{容许值}]$, 安全

当实测值 $= (0.8 \sim 1.0) \times [\text{容许值}]$, 报警

当实测值 $> 1.0 \times [\text{容许值}]$, 危险

($0.7 \times [\text{容许值}]$ 为报警值)

8 指导性施工组织

8.1 指导性施工工期

本工程施工总工期约 90 天。其中立交桥整治约 10 天, 西侧挡墙整治约 90 天, 立交桥和挡墙整治可同步进行。

(1) 进行表面清理、备料、办理相关施工手续等准备工作, 预计工期 10 天。

(2) 挡墙墙后土体注浆加固; 预计工期 5 天。

(3) 挡墙加固面板施工, 预计工期 25 天。

(4) 格构梁施工, 预计工期 25 天。

(5) 预应力锚索施工, 预计工期 15 天。

(6) 喷射混凝土、墙面整平, 预计工期 10 天。

8.2 锚索格构梁施工

1、预应力钢绞线的制作应符合下列规定: ①钢绞线应清除油污、锈斑, 严格按照设计尺寸下料, 每根钢绞线的下料长度应不小于设计长度。②钢绞线应平直排列,

沿杆体轴线方向每隔 1.0-1.5m 设置一个隔离架，注浆管应与杆件绑扎牢固，绑扎材料不宜采用镀锌材料。

2、预应力锚索施工：①预应力锚索施工须采用专业螺旋干钻机，孔径不小于 15cm。锚索采用 7 ϕ 5 预应力钢绞线(抗拉强度设计值不小于 1220MPa)。②预应力锚索须采用二次加压注 P.O42.5 纯水泥浆第一次为低压灌浆，水灰比 0.45~0.50，第二次为高压劈裂注浆，水灰比 0.5~0.55，注浆压力 2.5~5.0MPa；二次注浆管的质量需满足设计注浆压力。③锚固段强度达到设计强度等级的 75%且不小于 15MPa 后方可进行锚索张拉。正式张拉前应取 20%的设计张拉荷载，对其预拉 1~2 次。应按设计荷载的 1.05~1.1 倍进行超张拉，稳定 5~10min 后，退至设计荷载进行锁定。④为减小锚索锁定后的预应力损失，锚索端头须作扎花处理。

3、高压喷射扩大头锚杆工法步骤(BCG 工法):①锚杆钻机就位：对准孔位、调整好角度，机脚座落稳定。②钻孔：套管护壁钻孔至设计深度并预留扩大头位置。③放入喷管：将喷管从套管中贯入直至喷嘴到达扩大头位置。④高压水泥浆喷射扩孔：配置好水泥浆液(水灰比 1-1.5)，开动高压泵至设计压力，开动扩大头锚杆钻机旋转并上下移动喷管进行高压喷射扩孔。⑤安放锚杆杆体：扩孔完毕后立即取出喷管，从套管中放入锚杆杆体至设计深度。注浆管宜随杆体同时放入。⑥拔出套管：杆体安放到位后立即拔出套管。⑦注浆：从注浆管向锚孔孔底注入水泥浆(水灰比 0.4-0.45)，直至孔口返浆为止。

4、锚杆钻孔应符合下列规定：锚杆钻孔不得扰动周围地层；钻孔前，定出孔位、作出标记；锚杆水平、垂直方向的孔距误差不应大于 100mm。钻头直径不应小于设计钻孔直径的 3mm；钻孔轴线的偏斜率不应大于锚杆长度的 2%。

5、扩孔的高压喷射压力应大于 20Mpa，可取 20-40Mpa；喷嘴移动速度可取 10-25mm/min。高压喷射注浆的水泥宜采用强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥。

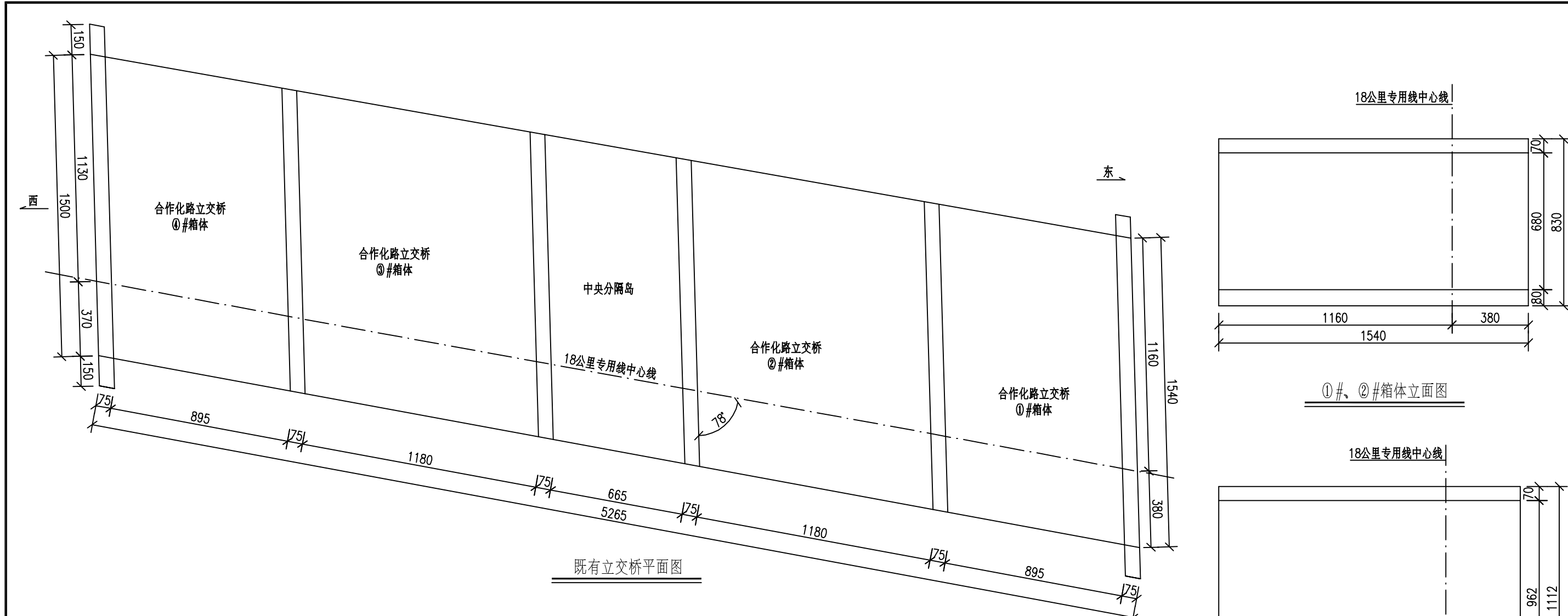
6、锚杆的张拉和锁定应符合下列规定：①锚杆台座的承压面应完整，并与锚杆轴线方向垂直。②锚杆张拉前应对张拉设备进行标定。③锚杆张拉时，注浆体和混凝土台座的抗压强度应不小于 20Mpa。④锚杆张拉应有序进行，张拉顺序应考虑邻近锚杆的相互影响。⑤锚杆正式张拉前，应取 0.1-0.2 抗拔力设计值 T 对锚杆预张拉 1-2 次，使杆体完全平直，各部位接触紧密。⑥锚杆应采用符合标准的锚具。

8.3 注意事项

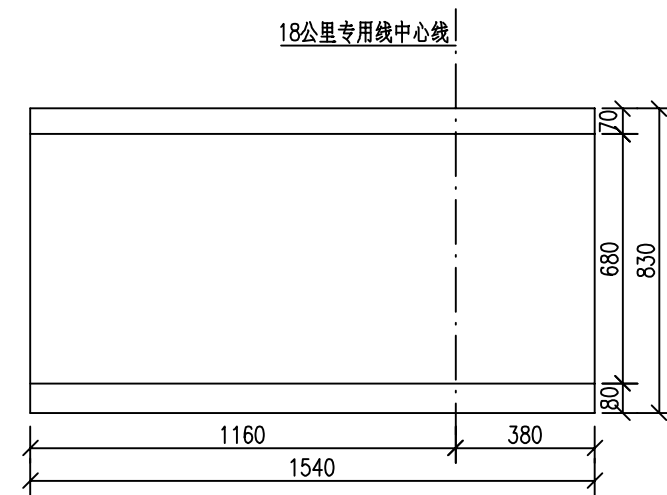
- 1、施工前应核对挡墙整治位置及标高，如与实际不符应及时与设计单位联系。
- 2、施工过程中注意观测既有挡墙的变化情况，如遇到挡墙倾斜增加情况需停止施工并采取相应措施。
- 3、施工过程中注意防护，需要市政相关部门配合交通封闭或导改。

9 问题与建议

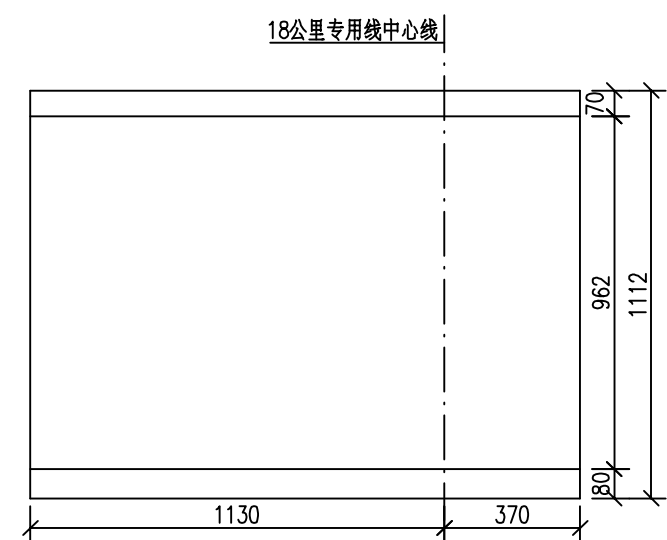
- 1、本工程为一期工程，建议建设单位对裂缝等病害情况进行长期监测（每年至少一次），后期根据病害发展情况，及时实施二期整治工程。



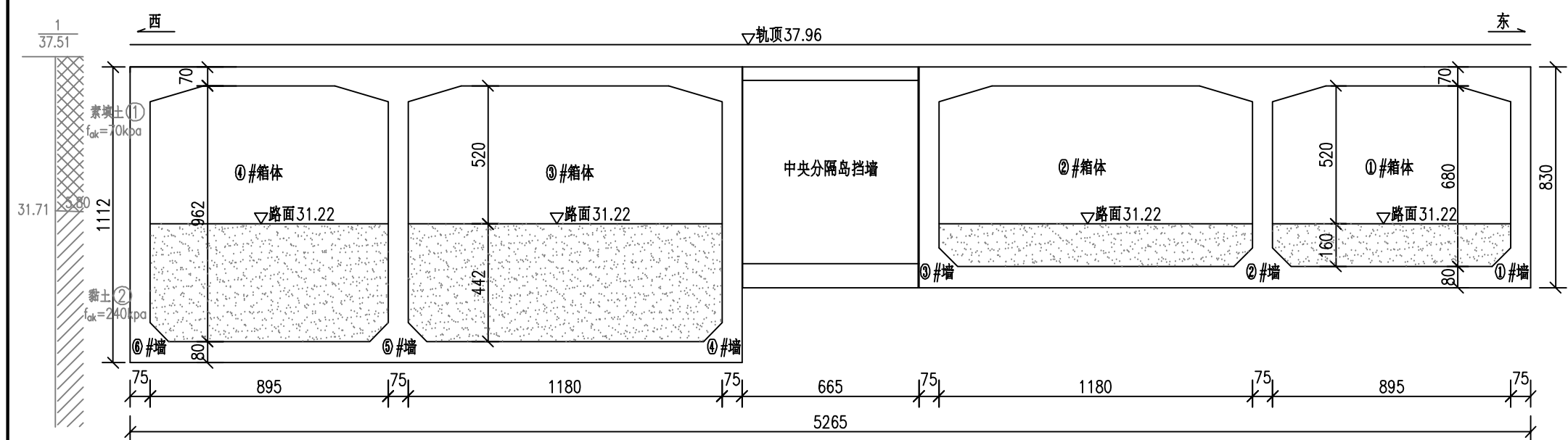
既有立交桥平面图



①#、②#箱体立面图



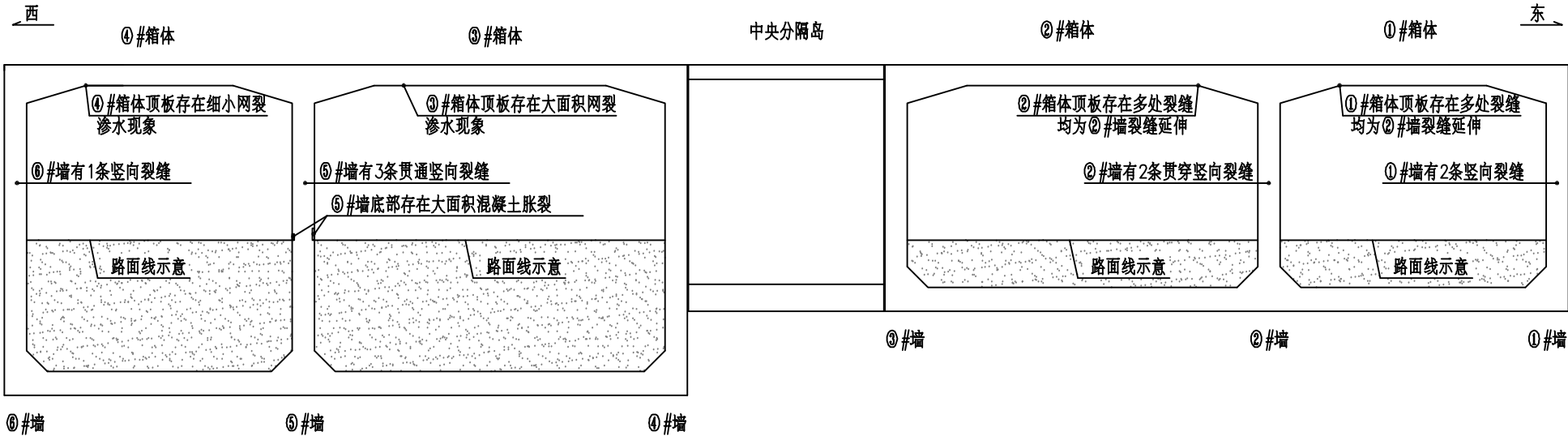
③#、④#箱体立面图



既有立交桥断面图

附注：
1、本图除高程和里程以米计外，其余尺寸均以厘米计。
2、合作化南路立交桥沿铁路方向孔跨为(8.95m+11.80m)(连续框架)+8.15m(中间分隔岛)+(8.95m+11.80m)(连续框架)，桥梁与铁路线路斜交角度为78度。

设 计		中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 既有立交桥结构布置图	图 号	20-dq-22 SQ25-07-01-01
复 核			比 例	1:200
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				



立交桥编号及病害位置示意图

立交桥墙体外观缺陷统计表

墙体编号	裂缝						混凝土锈胀
	距南端距离 (m)	长度 (m)	宽度 (mm)	规范容许值 (mm)	深度 (mm)	墙体厚度 (mm)	胀裂面积 (m2)
① #墙	6.75	5.82	0.50	0.2	273	750	
	10.35	5.78	0.18	0.2	156	750	
② #墙	4.55	5.56	0.86	0.2	贯穿裂缝	750	
	8.53	5.51	1.12	0.2	贯穿裂缝	750	
⑤ #墙	5.30	5.82	1.26	0.2	贯穿裂缝	750	东侧底部： 12.6×0.4=5.04m ² 西侧底部： 13.5×0.2=2.7m ²
	8.02	7.45	0.66	0.2	贯穿裂缝	750	
	10.04	6.85	1.42	0.2	贯穿裂缝	750	
⑥ #墙	10.43	3.65	0.12	0.2		750	

立交桥顶板外观缺陷统计表

顶板编号	缺陷描述
① #箱体顶板	顶板存在多处裂缝，均为② #墙体裂缝延伸。
② #箱体顶板	顶板存在多处裂缝，均为② #墙体裂缝延伸。
③ #箱体顶板	顶板存在大面积网裂，面积：13.5×6.2=83.7m ²
	顶板存在大面积渗水现象
④ #箱体顶板	顶板存在细小网裂，面积：3.5×4.2=14.7m ²
	顶板存在渗水现象

钢筋锈蚀状态测试结果

构件位置	缺陷描述
④ #墙	构件存在锈蚀开裂区域
⑤ #墙	构件存在锈蚀开裂区域

混凝土保护层厚度测试结果

墙体编号	保护层厚度特征值 (mm)	保护层厚度设计值 (mm)	对结构钢筋耐久性影响
① #墙	24.7	30	有影响
② #墙	23.7	30	有影响
③ #墙	24.0	30	有影响
④ #墙	24.6	30	有影响
⑤ #墙	15.8	30	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀
⑥ #墙	14.3	30	钢筋易失去碱性保护，发生锈蚀

围护系统缺陷

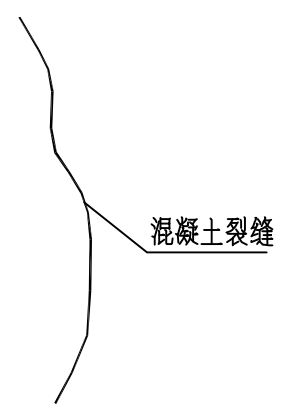
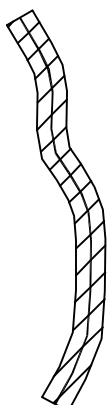
部件	损坏类型	缺陷描述
栏杆	锈蚀	桥面两侧栏杆均存在锈蚀

附注：

1、2025年7月，合肥工大工程试验检测有限责任公司对合作化路立交桥及附属结构进行了裂缝等病害安全性检测评定并出具了《合作化路铁路桥裂缝等病害安全性检测项目》检验报告，本图依据检测报告整理汇总。

设 计		中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 现状病害统计表	图 号	20-dq-22 SQ25-07-01-02
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				

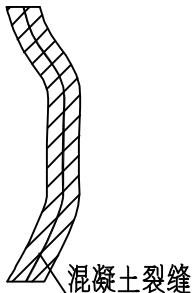
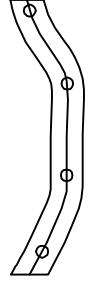
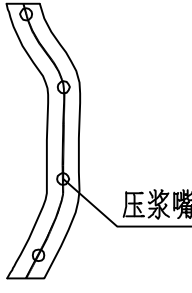
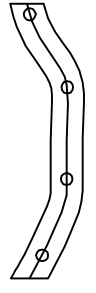
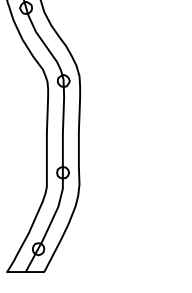
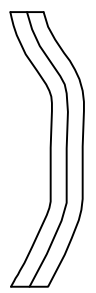
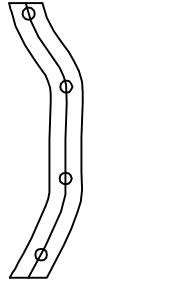
裂缝修复工艺流程

窄裂缝（缝宽≤0.15mm）	
 混凝土裂缝	
第一步：在裂缝上口凿一V形槽，宽1—2cm，深约0.5cm，槽面应尽量平整。	第二步：钢丝刷清理缝口，吹清缝内灰砂，烘干表面，缝外用丙酮或二甲苯洗擦，保持槽内表面无灰尘、油污等。
	
第三步：在裂缝四周涂一层环氧砂浆。	第四步：嵌入环氧砂浆并刮平。

裂缝修复工程数量表

材料或工艺	数量
清理表层 (m ²)	150
环氧树脂胶 (m ³)	1
环氧砂浆 (m ³)	2

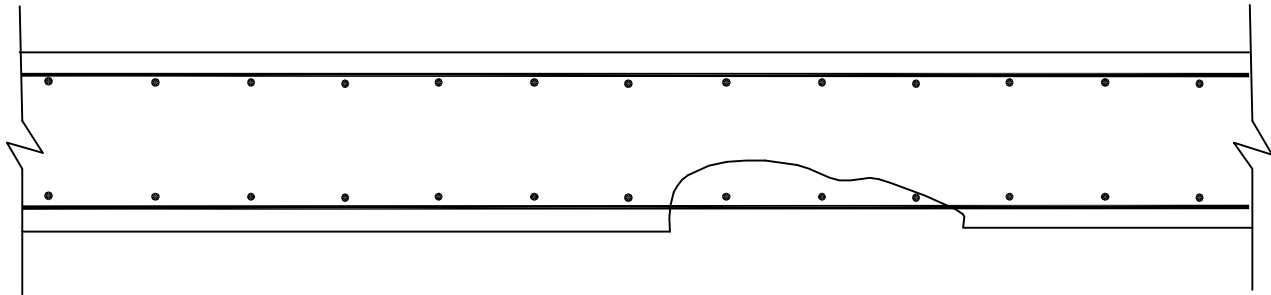
附注：
1、施工时需根据实际情况选择采用窄裂缝（缝宽≤0.15mm）处理方法或宽裂缝（缝宽＞0.15mm）处理方法。

宽裂缝（缝宽＞0.15mm）			
 混凝土裂缝	第一步： 裂缝表面处理：用钢丝刷反复刷裂缝表面的材料及砌缝，直至表面砂浆脱落；用无油压缩空气除尘，用丙酮试剂擦洗表面。		第五步： 配置裂缝灌注胶：灌注胶按照供应商提供的产品说明书要求的比例配置精确，称量，将主剂与固化剂倒在容器中，用低速搅拌机搅拌均匀。
 压浆嘴	第二步： 粘贴压浆嘴：首尾各一个，中间缝宽则疏，缝窄则密，压浆嘴最大间距30~50cm布置，在一条缝上必须有进浆嘴、排气嘴和出浆嘴。		第六步： 裂缝灌浆：用0.2MPa无油压缩空气为动力，缓慢起罐，当相邻嘴不夹气冒胶时关闭该阀，逐一排气冒胶关闭，直至最后一个阀，连接缝的裂缝灌注浆在内侧灌胶，外侧观测出胶情况，在灌胶时外侧压力注浆嘴出胶后由低到高逐个关闭阀门。
	第三步： 裂缝表面缝补：用密封胶封闭裂缝，胶泥厚不小于1mm，宽度2~3cm。		第七步： 封口结束：待缝内浆液达到初凝而不外流时可拆下灌浆嘴，再用密封胶抹平封口。
	第四步： 密封检查：从最下的压浆嘴输入0.4MPa无油压缩空气，相邻嘴排气时逐个关闭所有阀门，再沿缝附近涂刷肥皂水检漏，若有气泡冒出说明该处漏气，做好标记，用裂缝表白封闭胶对漏气的区域进行封闭，待达到强度后再气检，如此反复，直至不漏气为止。	注意事项： 1、灌浆机具、器具及管子在灌浆前进行检查，运行正常时方可使用。 2、裂缝灌注胶的配置应按照每天的温度来调整配方及配比，浆液的一次配置量须以浆液的凝固时间和进浆速度来确定。 3、灌浆应确保灌浆质量，压力应逐渐升高，防止骤然加压，达到规定压力后，应保持压力稳定，以满足灌浆要求。 4、灌浆施工时必须注意安全规定。 5、工程量根据实际发生量计。	

设 计		中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 裂缝修复工艺流程示意图	图 号	20-dq-22 SQ25-07-01-03
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				

混凝土缺损修复

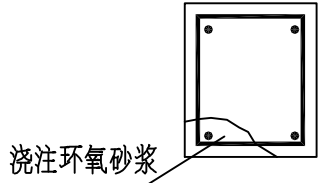
第一步：凿除因锈蚀而损坏的混凝土，使钢筋或钢板全部露出，钢筋或钢板周围至少应与混凝土保持2.5cm距离。



第二步：用喷砂枪或其他工具（如钢丝刷）清除钢筋或钢板及混凝土表面上的铁锈和灰尘，并在外露钢筋或钢板上涂阻锈剂。



第三步：浇注环氧砂浆，采用环氧胶液对外露面进行涂装处理。

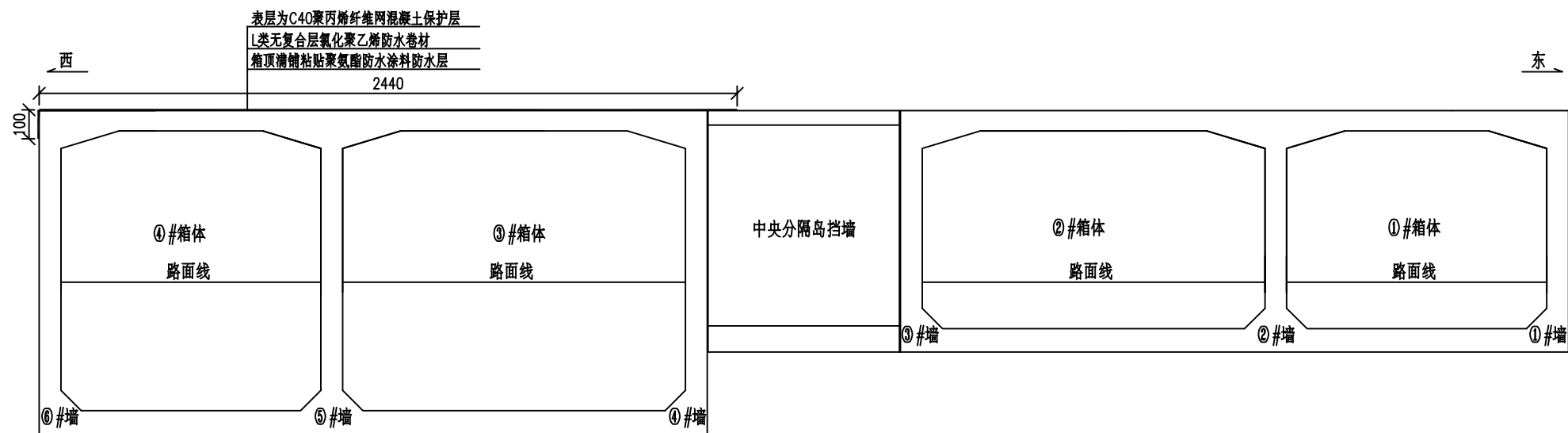


混凝土缺损修复工程数量表

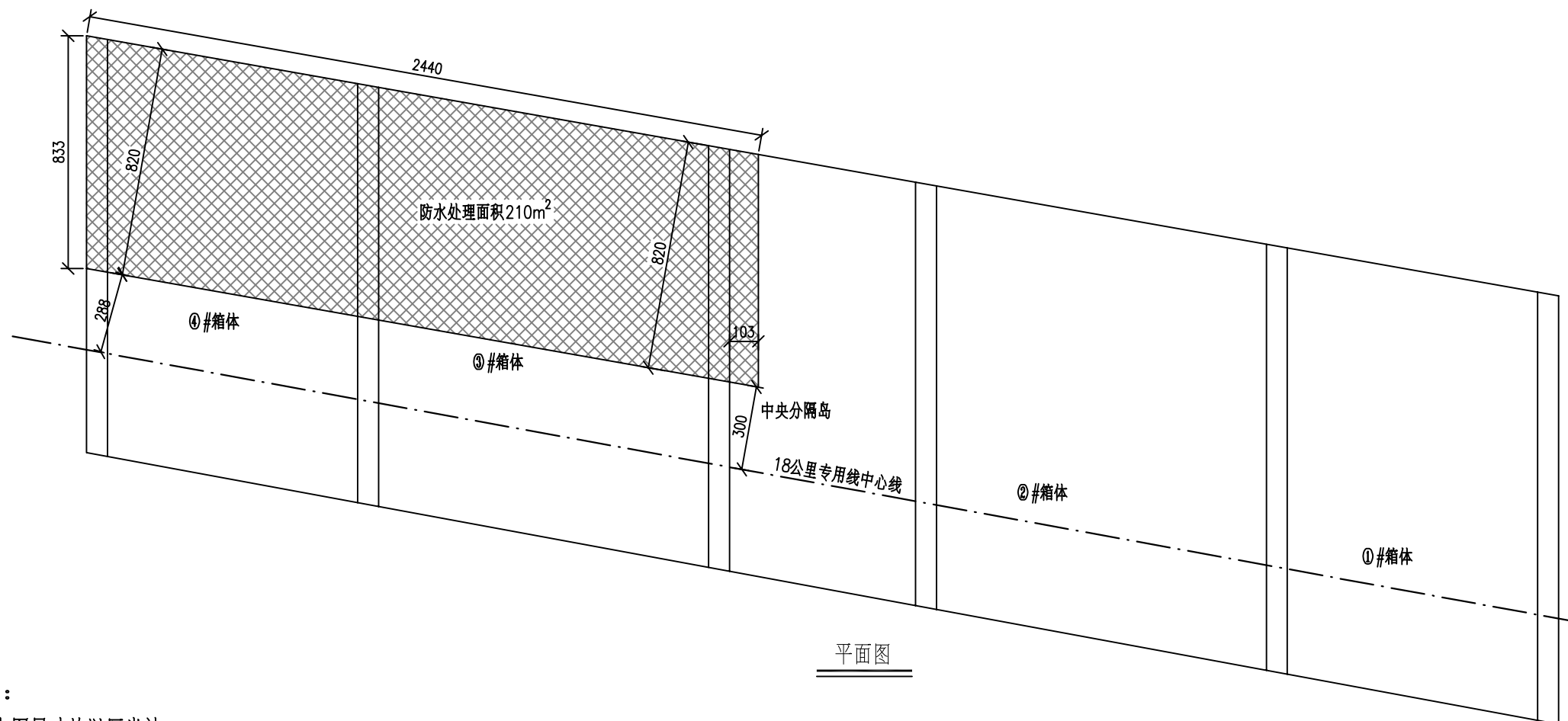
材料或工艺	数量
清理表层 (m²)	20
环氧砂浆 (m³)	2

- 说明：
- 1、尺寸以厘米为单位。
 - 2、构件钢筋布置仅为示意。
 - 3、本图适用于混凝土缺损、钢筋锈胀部位的修复。

设 计		中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 混凝土缺损修复示意图	图 号	20-dq-22 SQ25-07-01-04
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				



断面图

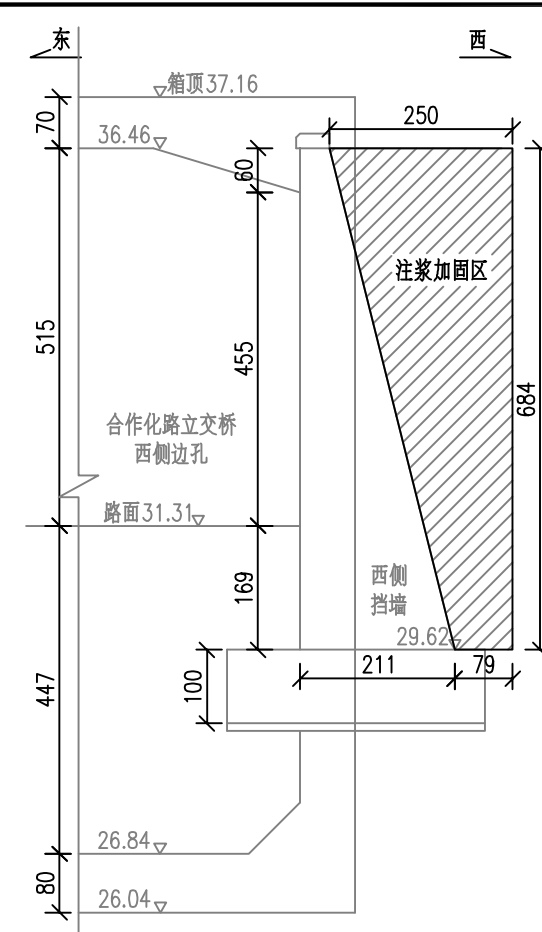


平面图

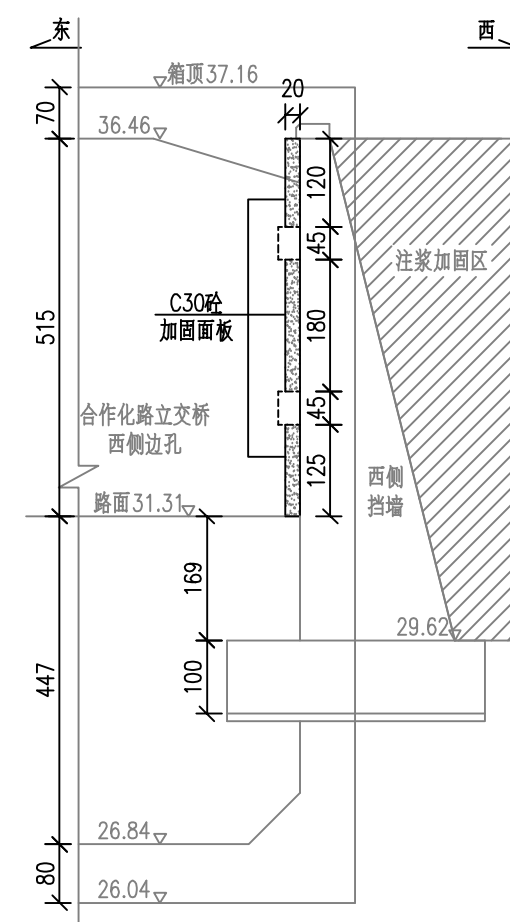
附注：

- 1、本图尺寸均以厘米计。
- 2、③#、④#箱体顶板存在渗水现场，在③#、④#箱体箱顶满铺粘贴用聚氨酯涂料防水层+L类纤维复合氯化聚乙烯防水卷材及6cm厚C40细石聚丙烯纤维网混凝土保护层。

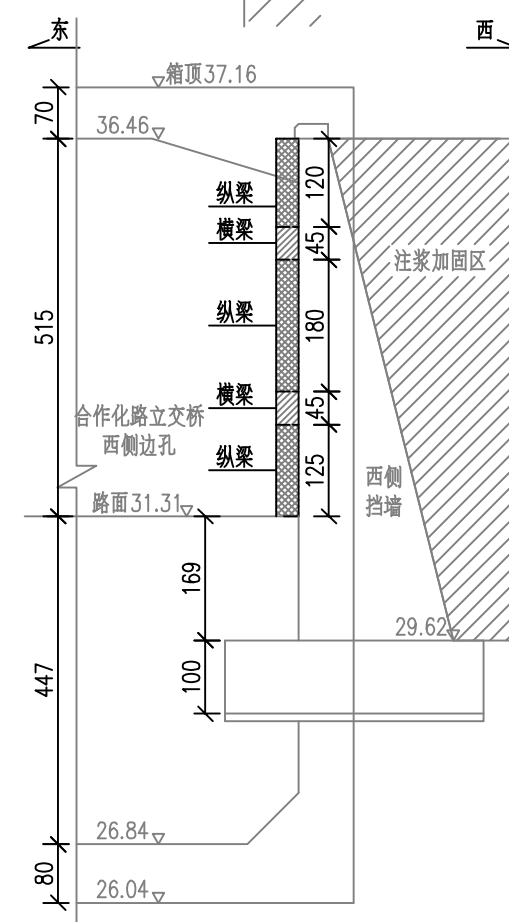
设 计		 中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED	图 号	20-dq-22 SQ25-07-01-05
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				
		合作化路立交挡墙整治工程		
		桥面防水设计图		



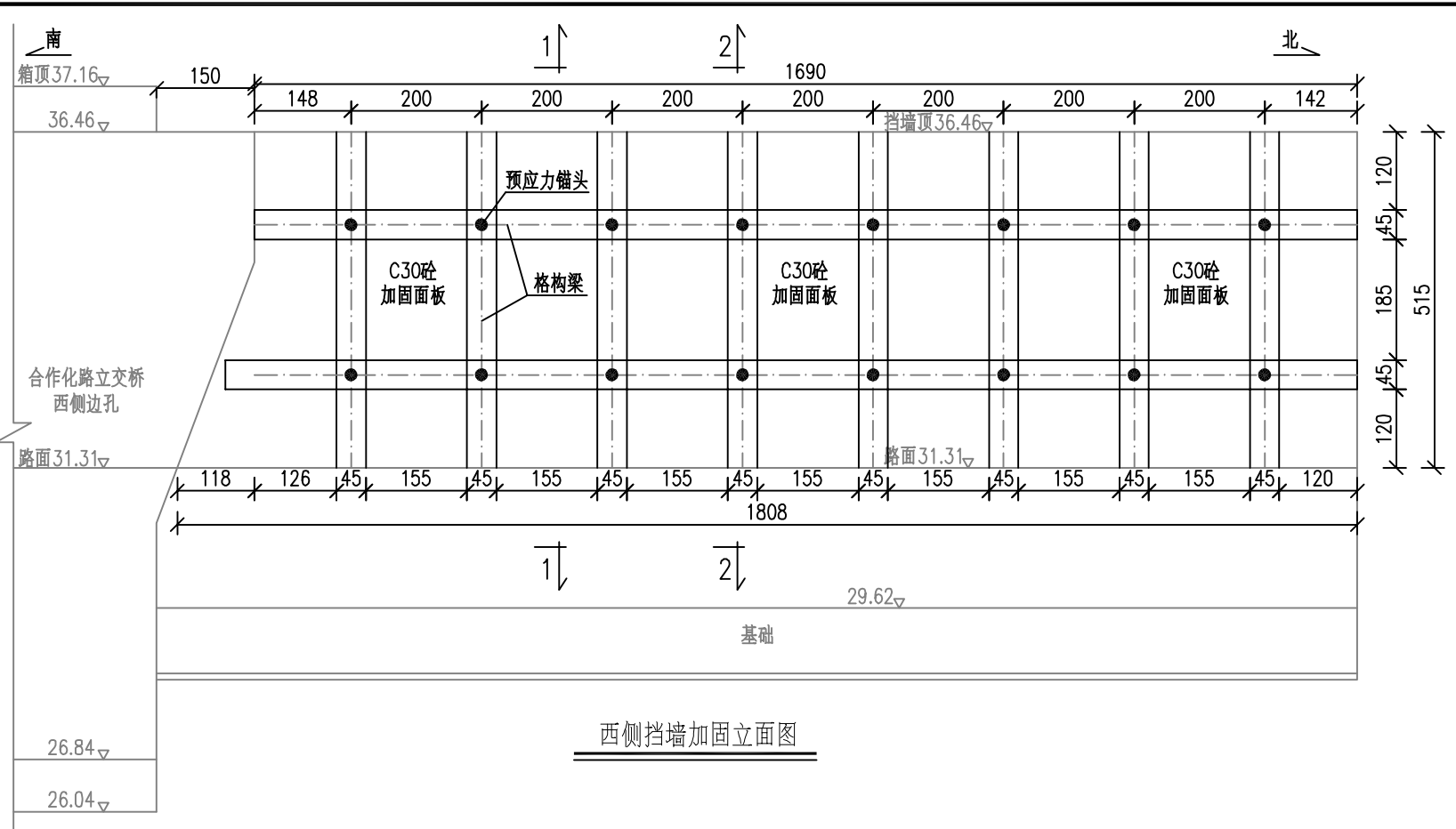
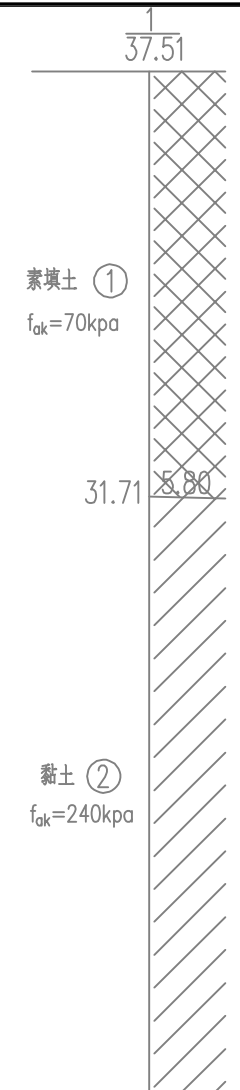
挡墙注浆加固剖面图
施工步骤一 1:100



施工C30砼加固面板 (1-1)
施工步骤二 1:100



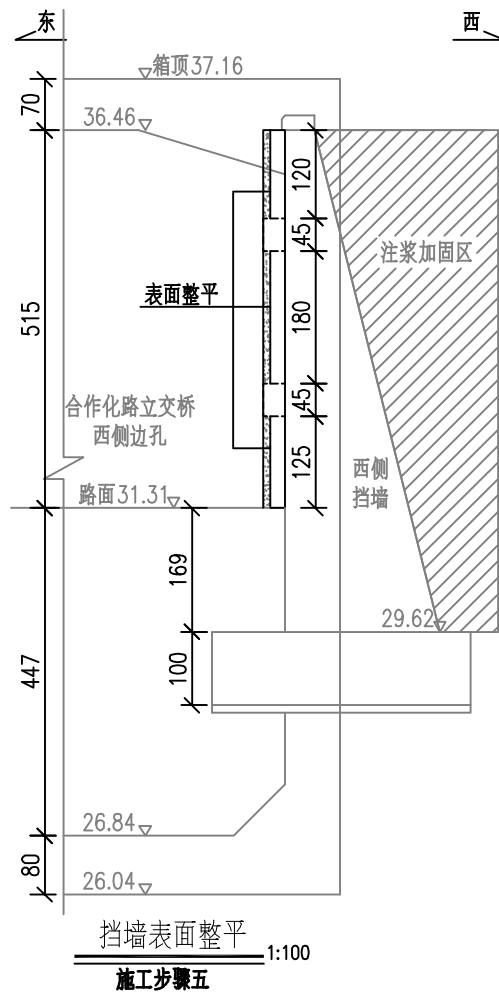
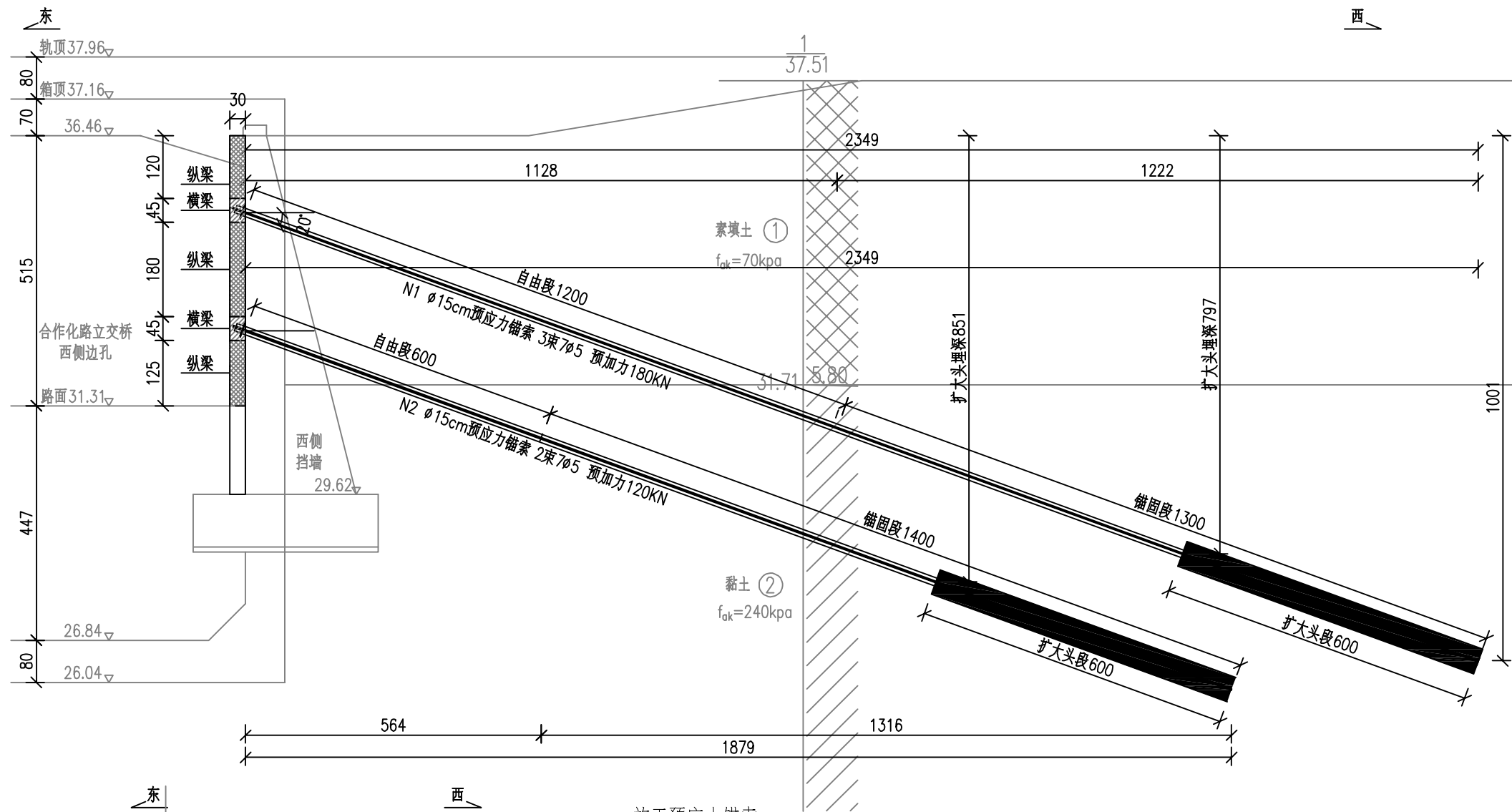
施工钢筋混凝土格构梁 (2-2)
施工步骤三 1:100



西侧挡墙加固立面图

附注：
1、本图除高程和里程以米计外，其余尺寸均以厘米计。
2、根据建设单位意见结合现场实际，对合作化路立交桥西侧挡墙采用格构式预应力锚索进行加固。首先对西侧挡墙后土体进行注浆加固，再采用格构式预应力锚索加固挡墙，格构梁的截面宽度和高度均为45cm。
3、具体加固步骤：(1)对挡墙墙后土体进行注浆加固。(2)挡墙表面挂网，施工C30砼加固面板，同步绑扎格构梁钢筋。(3)浇筑格构梁C50混凝土。(4)施工预应力锚索。(5)锚头封堵，加固面板外喷射10cm混凝土，墙面整平。(6)若有景观要求，墙面涂面漆等。

设计		 中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED	图号	20-dq-22 SQ25-07-02-01
复核			比例	如图
专业负责人			日期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审核				
审定				
		合作化路立交挡墙整治工程 西侧挡墙加固步骤图 (一)		

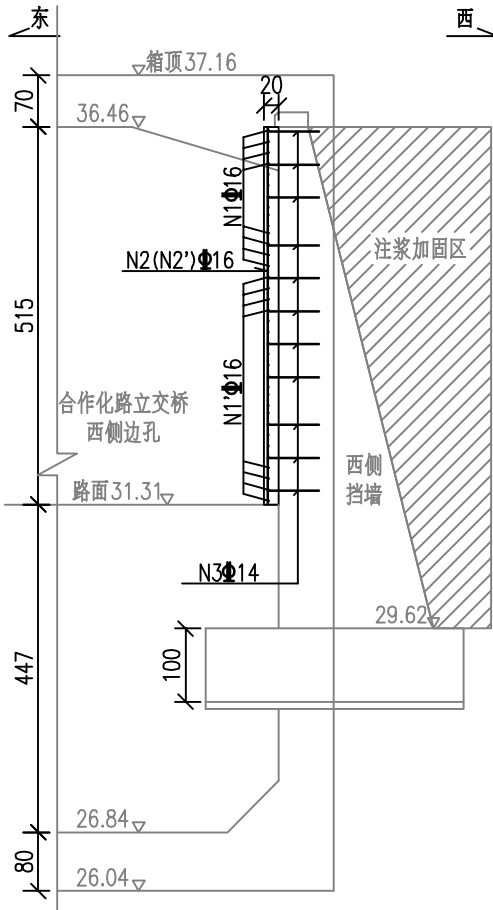


施工预应力锚索
施工步骤四

附注：

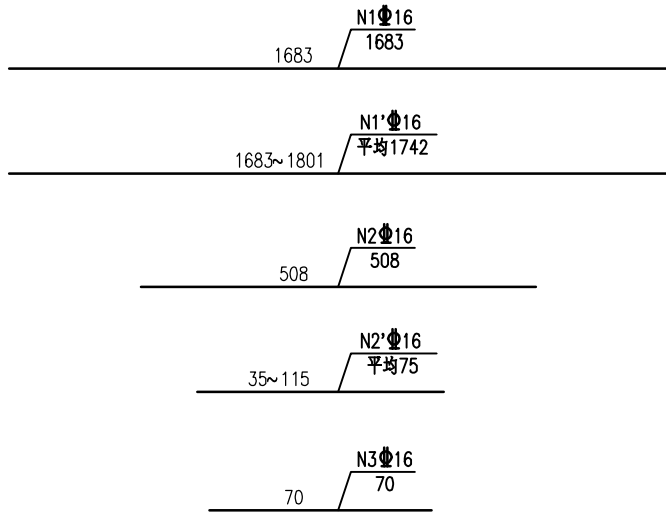
- 1、本图除高程和里程以米计外，其余尺寸均以厘米计。
- 2、高压喷射扩大头锚杆采用预应力锚索。锚索的倾角为20度。N1锚索采用3束7 ϕ 5，长度为25m，自由段长度为12m，锚固段(含扩大头长度)为13m，扩大头(直径0.5m)长度为6m。N2锚索采用2束7 ϕ 5，长度为20m，自由段长度为6m，锚固段(含扩大头长度)为14m，扩大头(直径0.6m)长度为6m。
- 3、锚杆的扩大头最小埋深为7.7m，埋置在强度较好黏土层中。锚杆的孔口及扩大头的水平间距为2m，竖向间距为2.5m。
- 4、高压喷射扩大头锚杆锚固段注浆体的抗压强度不应小于20MPa。传力结构应具有足够的强度和刚度。

设 计		 中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 西侧挡墙加固步骤图(二)	图 号	20-dq-22 SQ25-07-02-01
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 2 张 共 2 张	
审 核				
审 定				

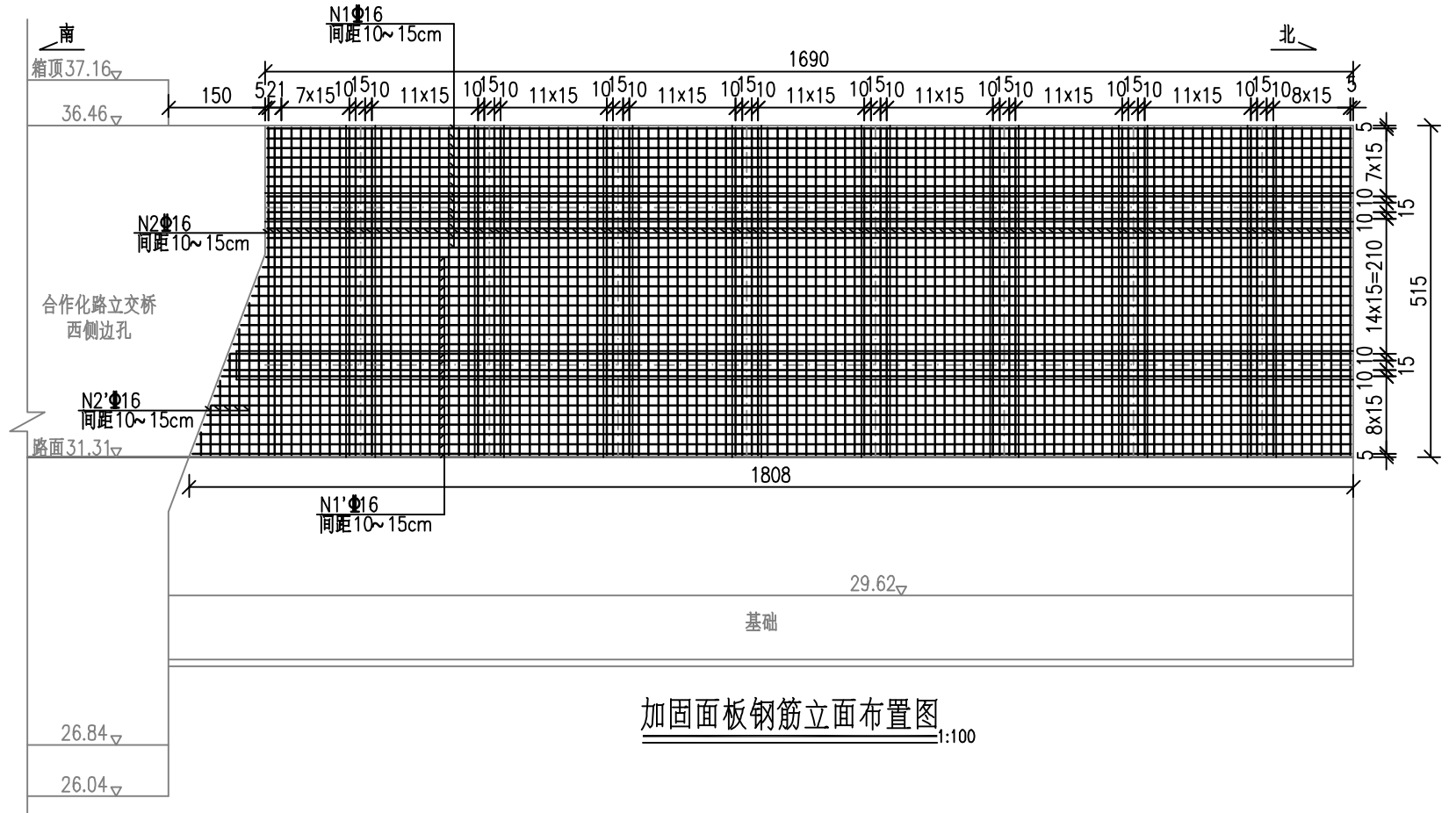


加固面板钢筋剖面布置图

1:100



钢筋大样图



加固面板钢筋立面布置图

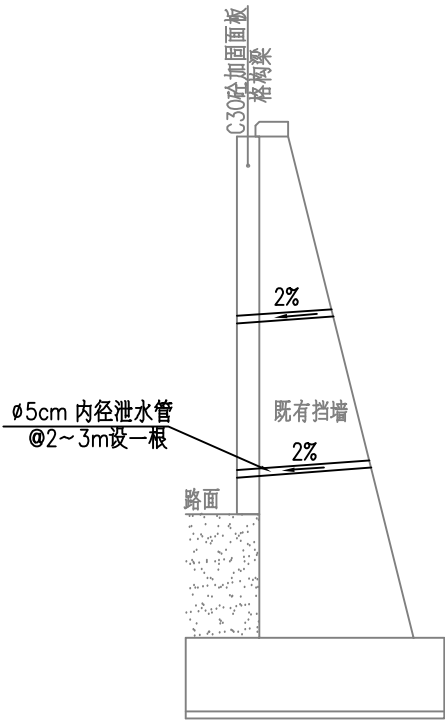
1:100

加固面板数量表

钢筋编号	直径 (mm)	每根长 (cm)	根数	总长 (m)	单位重 (Kg)	总重 (Kg)	合计 (Kg)
N1	Φ16	1683	14	235.62	1.58	372.28	1940.05
N1'	Φ16	平均1742	22	383.24	1.58	605.52	
N2	Φ16	508	119	604.52	1.58	955.14	
N2'	Φ16	75	6	4.5	1.58	7.11	
N3	Φ16	70	374	261.8	1.58	413.64	植筋413.64
		加固面板面积: 57.94m ²		C30混凝土: 17.38m ³		钢筋: 2353.69kg	

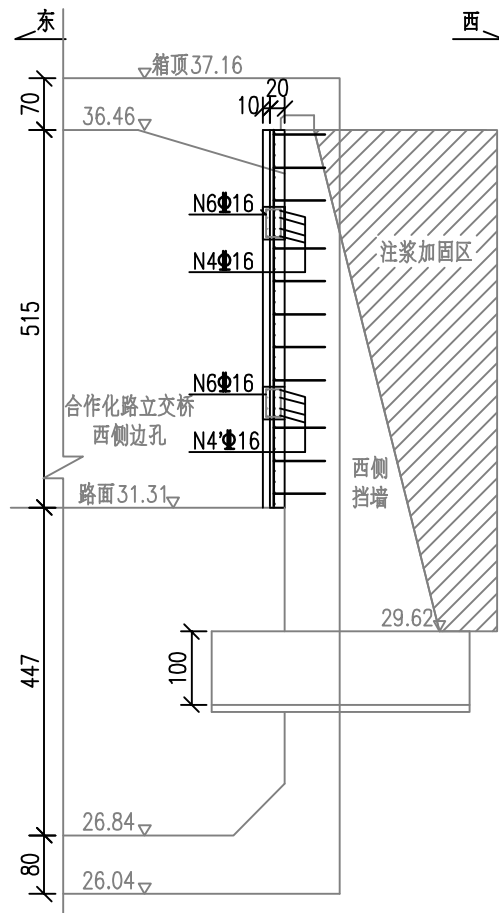
附注:

- 1、本图尺寸钢筋直径以毫米计，其余均以厘米为单位。
- 2、既有挡墙表面采用内置钢筋网浇筑混凝土面层即设置加固面板的防护措施，混凝土面层的厚度为20cm,混凝土等级为C30，钢筋网的纵向向间距为10~15cm。钢筋网通过植筋(N3)与墙体连接，植筋植筋为16mm，长度为70cm。N3筋间距30~45cm，现场施工时可根据浆砌片石缝隙调整。
- 3、植筋需满足《混凝土结构加固设计规范》GB50367-2005的要求，采用化学植筋。
- 4、挡墙设置内径φ5cmPVC泄水孔，泄水孔采用梅花状布置，间距2~3m，泄水孔长度1.2m~2m。

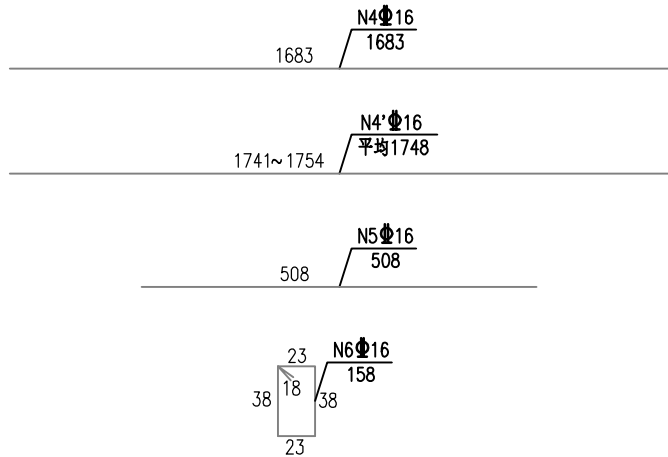


挡墙泄水孔布置图

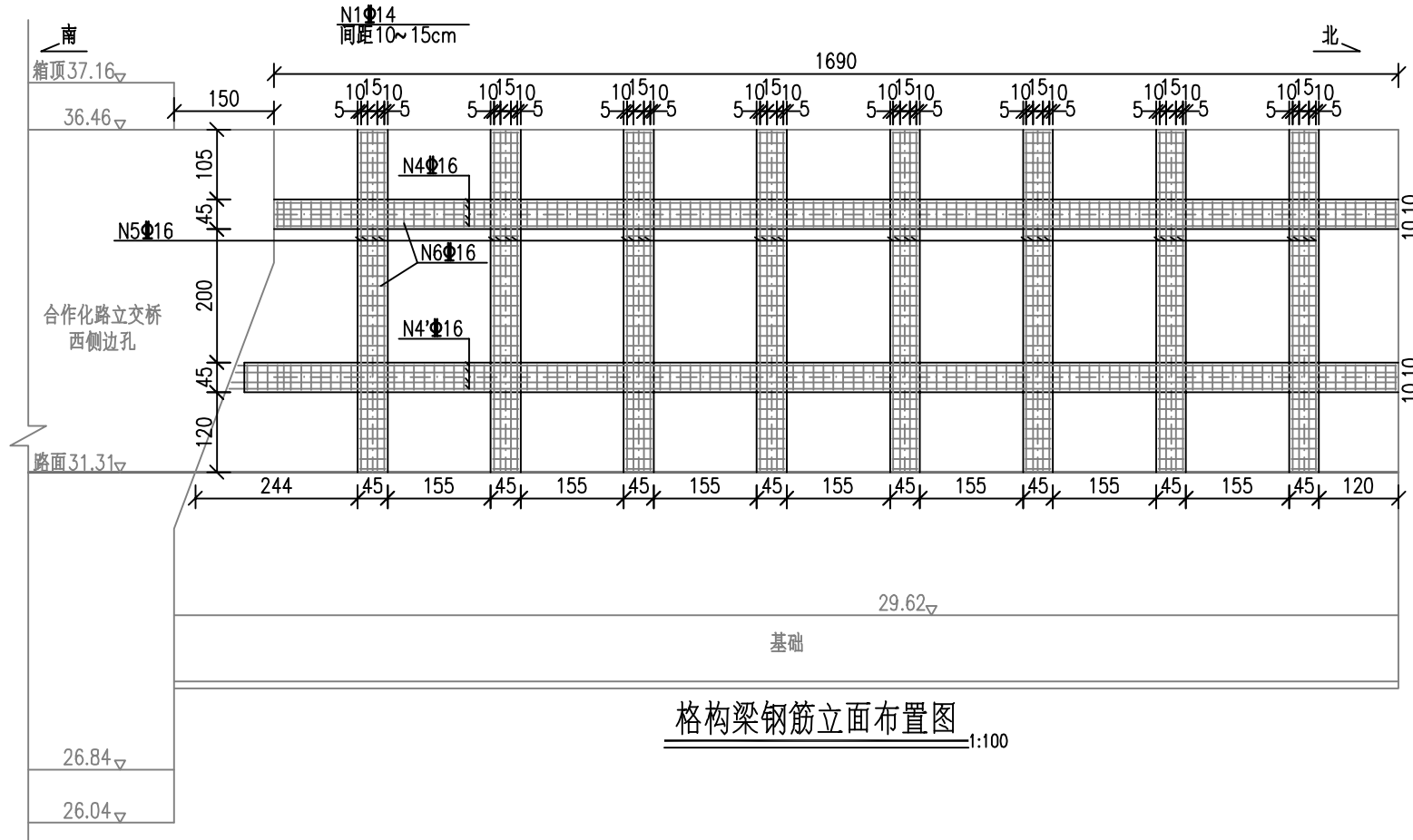
设 计		 中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 加固面板钢筋布置图	图 号	20-dq-22 SQ25-07-02-02
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				



格构梁钢筋剖面布置图
1:100



钢筋大样图



格构梁钢筋立面布置图
1:100

格构梁数量表

钢筋编号	直径 (mm)	每根长 (cm)	根数	总长 (m)	单位重 (Kg)	总重 (Kg)	合计 (Kg)
N4	Φ 16	1683	8	134.64	1.58	212.73	1948.43
N4'	Φ 16	平均1748	8	139.84	1.58	220.95	
N5	Φ 16	508	64	325.12	1.58	513.69	
N6	Φ 16	158	401	633.58	1.58	1001.06	
格构梁C50混凝土:9.24m ³ 钢筋: 1948.43kg							

附注:

- 1、本图尺寸钢筋直径以毫米计,其余均以厘米为单位。
- 2、图中Φ表示HRB400钢筋,Ø表示HPB300钢筋。

混凝土: C50混凝土。

设 计		 中铁上海设计院集团有限公司 CHINA RAILWAY SHANGHAI DESIGN INSTITUTE GROUP CORPORATION LIMITED 合作化路立交挡墙整治工程 格构梁钢筋布置图	图 号	20-dq-22 SQ25-07-02-03
复 核			比 例	如 图
专业负责人			日 期	2025.09
项目负责人			第 1 张 共 1 张	
审 核				
审 定				