

溧阳市团结水库坝体防渗处理工程

实施方案图册

溧阳市安澜水利规划设计有限公司

二〇二四年七月

设计总说明

一、设计基本资料

(一) 工程规模

本工程为溧阳市团结水库坝体防渗处理工程，位于溧阳市上兴镇，主要工程内容包括：团结水库坝体新建双排多头小直径搅拌桩防渗墙长363米，坝顶道路拆除恢复为沥青道路长363米，两侧路牙新建水泡水饰面，上坝道路加铺沥青路面长约635米，大坝背水坡平台处新建纵向排水沟长约290米。

(二) 设计依据

1、本工程采用的主要标准、规范及规程：

- 1) 《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252-2017)；
- 2) 《小型水利水电工程碾压式土石坝设计规范》(SL 189-2013)；
- 3) 《水利水电工程高压喷射灌浆技术规范》(DL/T 5200-2019)；
- 4) 《水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范》(SL 174-2014)；
- 5) 《水利工程混凝土耐久性技术规范》(江苏省地方标准 DB 32/T-2013)；
- 6) 其他有关的规范或地区性规定。

2、图示尺寸单位：

本工程设计图纸均采用吴淞高程基准系,单位以米计,其余单位均为毫米。

二、材料

1、混凝土：道路拆除恢复采用C25混凝土，新建排水沟采用C30混凝土；

2、多头小直径深搅搅拌桩防渗墙：沿坝轴线布置，施工机械布置于坝顶，最小成墙有效厚度0.50m。防渗墙伸入坝基相对不透水土层(1层土)内不少于1m。

固化剂：主剂采用不低于42.5级的普通硅酸盐水泥，水泥掺入量(占天然土重的百分比)不小于15%。
水灰比：一般来说水灰比为0.8~1.5。

墙体材料技术指标要求：墙体28d无侧抗压强度不小于1.0MPa；渗透系数小于 1×10^{-5} cm/s。

相邻墙施工间歇不超过24h，墙体的厚度不得小于0.50m，成墙深度10~14m，墙体的垂直度误差不大于H/300(H为设计墙深)，墙顶中心线允许误差为±20mm，墙深偏差不大于200mm。

3、高压旋喷桩防渗墙：沿坝轴线布置，施工机械布置于坝顶，最小成墙有效厚度0.33m。防渗墙伸入坝基相对不透水土层内不少于1.0m。

墙体：渗透系数 $k < 10^{-6}$ cm/s，抗压强度 $R_{28} \geq 2.0$ MPa。

钻孔：钻孔孔位与设计孔位偏差 ≤ 50 mm，钻孔垂直度 $\leq 0.5\%$ 。钻孔的有效深度应超过设计墙底深度0.3m。

桩体：桩位与设计桩位偏差 $\leq 0.2D$ ，即120mm；桩径允许偏差 ≥ -50 mm，即桩径 ≥ 550 mm；桩顶标高不小于设计高程，最上部500mm 浮浆层及劣质桩体不计入。

灌浆材料：水泥浆，42.5级及以上普通硅酸盐水泥，可根据需要加入适量的外加剂及掺合料，外加剂和掺合料的用量应通过试验确定；水泥浆液水灰比为0.6:1~1.5:1。

灌浆材料：水泥浆，42.5级及以上普通硅酸盐水泥，可根据需要加入适量的外加剂及掺合料，外加剂和掺合料的用量应通过试验确定；水泥浆液水灰比为0.6:1~1.5:1。

灌浆材料：水泥浆，42.5级及以上普通硅酸盐水泥，可根据需要加入适量的外加剂及掺合料，外加剂和掺合料的用量应通过试验确定；水泥浆液水灰比为0.6:1~1.5:1。

施工参数：空气压力0.7MPa，流量1~2m³/min，喷嘴间距及个数1~2mm(1~2)；浆液压力不小于25MPa，流量80~120L/min，喷嘴孔径及个数2~3mm(1~2)；灌浆管外径 $\Phi 42$ 、 $\Phi 50$ 或 $\Phi 75$ ，提升速度7~20cm/min，旋转速度5~16r/min。

- 4、放水涵洞处处理：涵洞周围采用高压旋喷桩与多头小直径搅拌桩衔接，防渗墙施工时机械需与现状涵洞保持安全距离至少1.0m。
- 5、溢洪道处处理：多头小直径深搅桩防渗墙延伸入溢洪道周围回填的灰土(或水泥土)内，与溢洪道形成防渗封闭。
- 6、山体结合部处理：山体结合部防渗墙施工时机械需往两侧尽可能多打设防渗墙。

三、施工主要注意事项

1、土方开挖

机械结合人工开挖。

2、土方回填

本工程土方回填时采用人工平整、小型机械夯实，禁止使用大型机械回填。铺土厚度每层不得大于30cm。回填土压实度不应小于95%。

3、砼工程施工技术要求

(1) 模板

- 1) 模板及支架材料应符合有关施工规范，其结构应具有足够的稳定性、刚度和强度，以保证浇筑混凝土的结构形状尺寸和相互位置符合设计规定；
- 2) 模板表面应光滑平整、接缝严密、不漏浆。

(2) 骨料

- 1) 混凝土粗骨料粒径不得大于结构截面最小尺寸的0.25倍，其含泥量应不大于1%，吸水率应不大于1.5%。
- 2) 混凝土细骨料宜采用中粗砂，其含泥量不应大于3%，泥块含量应不大于1%。

(3) 混凝土浇筑

- 1) 混凝土的生产和原材料的质量均应符合有关规范规定；
- 2) 混凝土的水灰比应通过试验确定。钢筋混凝土结构混凝土的水灰比要求不大于0.50，素混凝土的最大水灰比不大于0.55；

溧阳市安澜水利规划设计有限公司

工程名称	溧阳市团结水库坝体防渗处理工程	设计编号	实施方案
图纸名称	工程设计总说明(一)	设计阶段	水工
核定		专业负责	见图
审核		校核	01-1
项目负责		设计	2024.7
设计证号	A232014545	制图	

设计总说明

3) 新老混凝土结合面的处理措施须严格按施工规范执行;

4) 混凝土浇筑应连续进行, 其间歇时间不得超过2小时, 严禁在途中和仓内加水。混凝土的自由倾落高度不得超过2m, 应随浇随平, 不得使用振捣器平仓; 捣固混凝土应以使用振捣器为主, 对无法使用振捣器或浇注困难的部位, 方可采用或辅以人工捣固, 做到无蜂窝麻面;

5) 施工单位应采取有效措施, 控制砼温度裂缝;

6) 混凝土连续湿润养护时间, 对普通硅酸盐水泥、硅酸盐水泥不少于10天, 矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥不少于15天;

4、多头小直径深层搅拌桩防渗墙施工技术要求

(1) 成墙工艺流程

- 1) 按设计图纸测量放线, 确定水泥土连续墙的轴线。
- 2) 对将要施工的连接墙段开挖导向沟, 导向沟深 0.5~1.0m, 宽约 1.0m。在挖导流沟的过程中, 遇到地下障碍物须及时清除。
- 3) 确定机械行走的作业路面的承载力, 然后作出相应的处理。
- 4) 设置钻孔标志, 确定每一钻的位置。并用平面几何方法确定每次移位桩机底盘的平面位置。
- 5) 移动主机至设计钻孔位置, 并把桩机调正、水平, 对准孔位。
- 6) 搅拌机送浆, 钻头触地, 开动钻机, 钻进过程中要保证孔口有翻滚的水泥浆。
- 7) 钻头到达桩底高程后提钻搅拌、喷浆至孔口, 但必须保证孔口有翻滚的水泥浆。
- 8) 关闭浆泵完成第一组桩施工; 桩机横移就位调平, 然后重复上述过程, 完成下一组桩施工。
- 9) 重复(8), 完成一个单元墙的施工; 重复上述(1)~(8)步骤即可完成整个施工注浆。

(2) 施工技术要求

交通: 进出场道路及桥梁应能通过10t卡车。

施工场地: 施工场地平整, 坝顶宽度不小于4m, 场地内地下无大块石、树根、地下管线等障碍物, 空中建筑物和高压线横跨跨施22工场地时, 距地面不小于25m。

固化剂: 主剂采用42.5级普通硅酸盐水泥或矿渣水泥, 水泥掺入量(占天然土重的百分比)不小于15%。

水灰比: 可根据地质报告反映的土层性质, 土的孔隙率、孔隙裂隙情况, 土层含水量及室内试验数据初步确定, 然后再根据现场施工情况修正, 水灰比采用0.8~1.5。

桩头直径: 35cm, 两钻孔中心距25cm。

搭接: 搭接处理最小成墙厚度不小于50cm, 桩与桩之间搭接长度为10cm, 随墙深增加而应增加搭接长度

垂直度: 施工前应使桩机水平, 使钻杆保持垂直, 垂直度误差不大于1/300。

桩间接头处理: 对于要求搭接的桩孔, 桩与桩的搭接口间歇时间不应大于24h, 如因特殊原因超过上述时间, 应对最后一根桩搭接处进行空钻留出榫头以待下一批桩搭接; 如间歇时间过长(如停电等)与后续桩无法搭接, 应在设计和监理单位认可后, 采取局部补桩或注浆措施。

(3) 技术指标要求

抗压强度大于1.0MPa; 渗透系数小于 $A \times 10^{-5}$ cm/s ($1 < A < 10$)。

(4) 施工质量保证措施

1) 保证成墙垂直双动力多头深层搅拌桩机在施工前必须用水准仪配合经纬仪校正机身的水平和塔架的垂直度, 使塔架垂直度控制在千分之一以内。为了确保钻进过程中塔架和钻杆的垂直度, 桩机设有偏斜自动报警系统。钻机在调平及施钻过程中如果偏斜超过千分之二, 则报警系统自动报警, 施工人员可以及时调整。

2) 保证墙体有效搭接厚度增大钻头直径, 确保有效墙体厚度。孔位放线必须准确, 桩机钻头对位也必须准确, 通过平面几何对位确保钻孔偏位误差在2cm内。

3) 保证墙体结构质量采用了个并列的挤压泵, 确保浆液正常有效输送。配备浆液记录仪, 自动记录打印, 减少人为影响。当地层有缺陷, 喷浆压力衰减较大或孔口不返浆时, 需通过或停止提升、静压回灌, 或者增大泵的排量来解决。

(5) 质量检验

搅拌桩体的施工作业过程质量检验包括桩位、桩顶、桩底高程、桩身垂直度、桩身水泥掺入比、搅拌头上提喷浆的速度、浆液水灰比等每桩施工作业全过程的检验。

搅拌桩防渗墙墙体的质量检验方法主要采用钻孔取芯检查, 开挖检查和围井检查。

钻孔取芯检查在施工28天后, 采用钻机抽芯取样检验水泥土的单轴抗压强度, 渗透系数及抽芯样的完整性评价。坝轴线每100m抽检一孔, 并回填水泥砂浆封口。

开挖检查与围井试验: 沿坝轴线每隔0.3km开挖一处, 每处长10m, 深2~3m。合格标准: 墙体的外观质量好, 无蜂窝、孔洞; 防渗墙桩与桩间搭接、墙厚满足设计要求; 防渗墙整体性强。

若开挖检查发现水泥土强度不足, 应将软弱部分挖深, 回填混凝土或砂浆。

在各开挖部位作围井注水试验, 围井深按检测人员指示, 检测渗透系数。合格标准: 渗透系数小于 $A \times 10^{-5}$ cm/s, 抗压强度大于1MPa。

溧阳市安澜水利规划设计有限公司

工程名称	溧阳市团结水库坝体防渗处理工程	设计编号	实施方案
图纸名称	工程设计总说明(二)	设计阶段	水工
核定		专业负责	见图
审核		校核	01-2
项目负责人		设计	2024.7
设计证号	A232014545	日期	
		归档编号	
		归档日期	

设计总说明

5、高压旋喷桩防渗墙施工技术要求

(1) 施工程序

高压旋喷桩施工可采用二序施工（如遇串浆可跳孔施工）。总程序为：施工平台修筑→施工临建（包括水管、电缆铺设、排污系统和集中制浆站建造）→高压注浆试验→高压钻孔高压注浆→墙体检查。单孔施工程序为：孔位测放→钻机就位及水平垂直度调整→钻孔及喷体冲洗→孔深测定→自下而上旋喷至设计顶高→孔口静压补浆、回灌→钻台车移位→重复上道工序（钻机就位及水平垂直度调整）。

(2) 试验区布置与施工

高压喷射注浆作业开始前，须先选择地质条件具有代表性的区段进行试验；试验按选定的配合比进行高压工艺试验，布置10个高压孔构成一道墙体，采用双管双喷嘴直接喷射水泥浆，喷嘴直径2mm，拟于不同的孔距、喷射压力、提升速度、浆液浓度等进行试验；试验完成后通过开挖检查检测喷射墙体质量。

(3) 高压连续墙施工工艺

1) 工艺参数：施工时具体参数根据现场试验及所选机型确定。提钻旋喷注浆时一律采用低挡操作，提升速度不得大于15cm/min，旋喷转速为提升速度的0.8~1.0倍。喷浆压力25~40MPa。

2) 主要设备：施工中常用设备有：XY.A型旋喷机，XPL.20型高压台车，GZB.40B型高压注浆泵，ZJ.400A型高速搅拌机，JBT.1立式搅拌机，XY.2型地质钻机，高压胶管（ $\phi 20$ ），120KW的柴油发电机组等。

3) 钻孔方法：钻进方法采用硬质合金回转钻进方法成孔。冲洗液选用清水做为冲洗液。

钻孔基本要求：孔径：高压钻孔孔径应大于喷射管外径不小于20mm并不小于 $\phi 60$ mm；孔深：终孔深度大于设计要求30cm；钻杆或喷射管的垂直度误差 $\leq 0.5\%$ ；孔斜：孔斜偏斜率控制在 $\leq 1\%$ 以内；孔位：中心允误差不大于5cm。

4) 料和浆液制备

水泥：采用的普通硅酸盐水泥，强度等级42.5级以上，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》（GB175-2007）的规定，不得使用过期和受潮结块的水泥，宜用散装水泥。

水：高压灌浆用水应符合现行行业标准《水工混凝土施工规范》（SL677-2014）的规定。

高压浆液应选用普通硅酸盐水泥配制，浆液制浆材料的称量误差不应大于5%。浆液采用高速搅拌机搅拌，纯拌和时间不应少于30s，水泥浆液符合设计要求后通过高速搅拌机将浆液泵送储浆桶，在进入高压泥浆泵施喷前，进行严格过滤防止水泥结块和杂物堵塞喷嘴和管路。已制成待用的浆液应采用低速搅拌机搅拌，以防止沉淀；制成浆液当环境温度 10°C 以下时，不超过5小时，当环境温度 10°C 以上时，不超过3小时，浆液存放时间超过有效时间时，应予以废弃。

5) 高压喷射作业高压旋喷连续墙施工采用钻机直接成孔，当喷嘴达到设计标高时，喷射注浆各种参数达到规定值后，即可喷射注浆。孔口返浆正常后，再按要求进行正常提升喷射。水泥浆通过高压注浆泵形成高压喷射流，借助高压喷射流，钻杆边旋转，边向上提升，喷射的水泥浆切削四周土体，进行混合、搅拌、置换、充填渗透形成圆柱状的水泥与砂混合的加固体即旋喷桩。喷射作业完成后，通过送浆管路及时向喷射孔内补充地层漏失的浆液，进行静压补浆（回灌），直至孔内浆液面稳定和不在下沉为止。回灌可用喷射浆液，也

可用砂层喷射作业时孔口返浆进行补浆。

6) 高压连续墙墙体质量检查高压连续墙属于隐蔽工程，不能直接观察到墙体质量，采用开挖检查和钻孔检查。为了保证墙体有一定强度及完整性，高压连续墙施工结束后墙体取芯应在墙体施工结束28d后进行。进行钻孔取芯及压水试验，对施工质量进行检查。检验点的位置和数量可根据相关规范和现场施工情况确定。墙体开挖揭露直观检查，墙体厚度、外观平整度应满足设计要求。

6、请按图及现行有关施工验收规范严格执行，未尽事宜，另行协商解决。

7、实施方案审查意见落实情况

(1) 进一步完善文本方案编制。

落实情况：实施方案完善并优化了整体章节。

(2) 进一步优化细部结构设计。

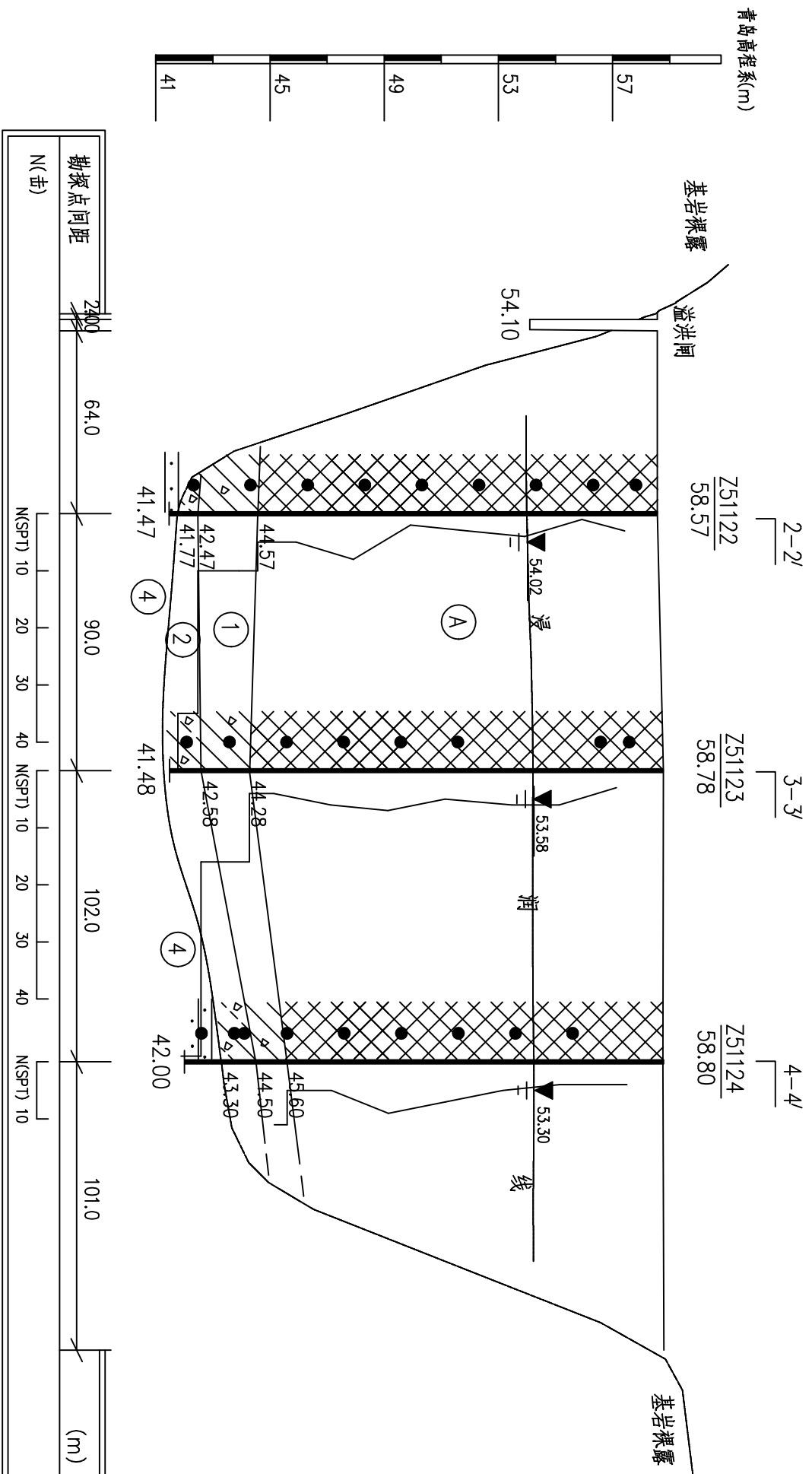
落实情况：实施方案图册优化了设计总说明、道路恢复断面方案等。

溧阳市安澜水利规划设计有限公司

工程名称	溧阳市团结水库坝体防渗处理工程	设计编号	实施方案
图纸名称	工程设计总说明（三）	专业	水工
核定		校核	见图
审查		设计	01-3
项目负责人		日期	2024.7
设计证号	A232014545	归档编号	
		归档日期	

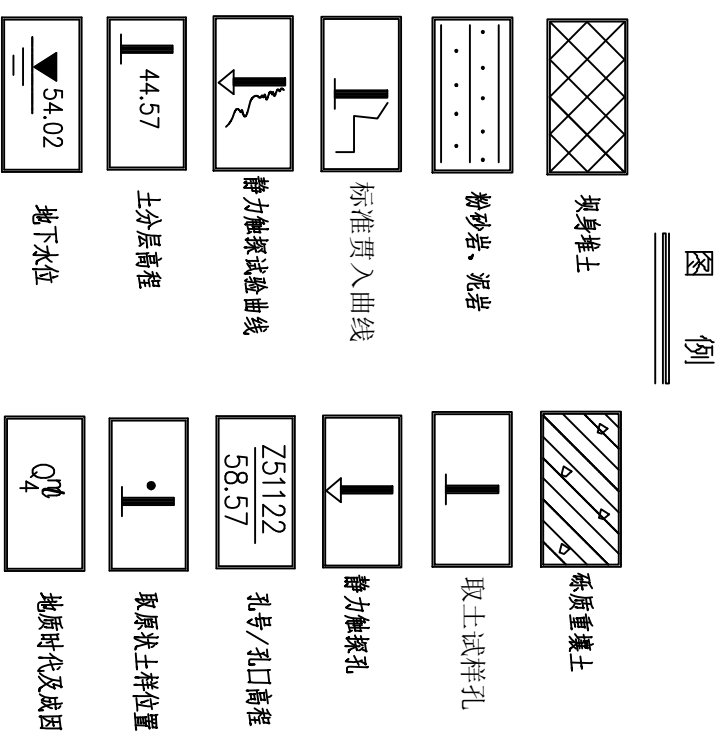
溧阳市上兴镇团结水库安全鉴定工程地质纵剖面图

比例尺 水平 1:2000
垂直 1:200



土层土质说明

- Q₄^m ① 棕红、棕黄、灰黄色粉质粘土，含铁锰质结核及细砂粒、砾石等，上部杂碎石，土质杂乱，软硬不均，为坝身堆土
- Q₄^{pl} ② 灰、褐黄、浅灰色砾质重壤土，砾石直径1~2cm，含少量铁锰质结核
- Q₃^{pl} ③ 灰黄、褐黄色砾质重壤土，砾石直径1~4cm
- D_{1~2} ms ④ 褐黄色强风化粉砂岩、泥岩



溧阳市安澜水利规划设计有限公司	
工程名称	溧阳市团结水库坝体防渗处理工程
设计阶段	实施方案
图纸名称	团结水库工程地质剖面图
专业	水工
比例	见图
图号	04
日期	2024.7
审核	校核
项目负责	设计
设计证号	A232014545
制图	
归档日期	

工程地质勘察综合成果建议值表

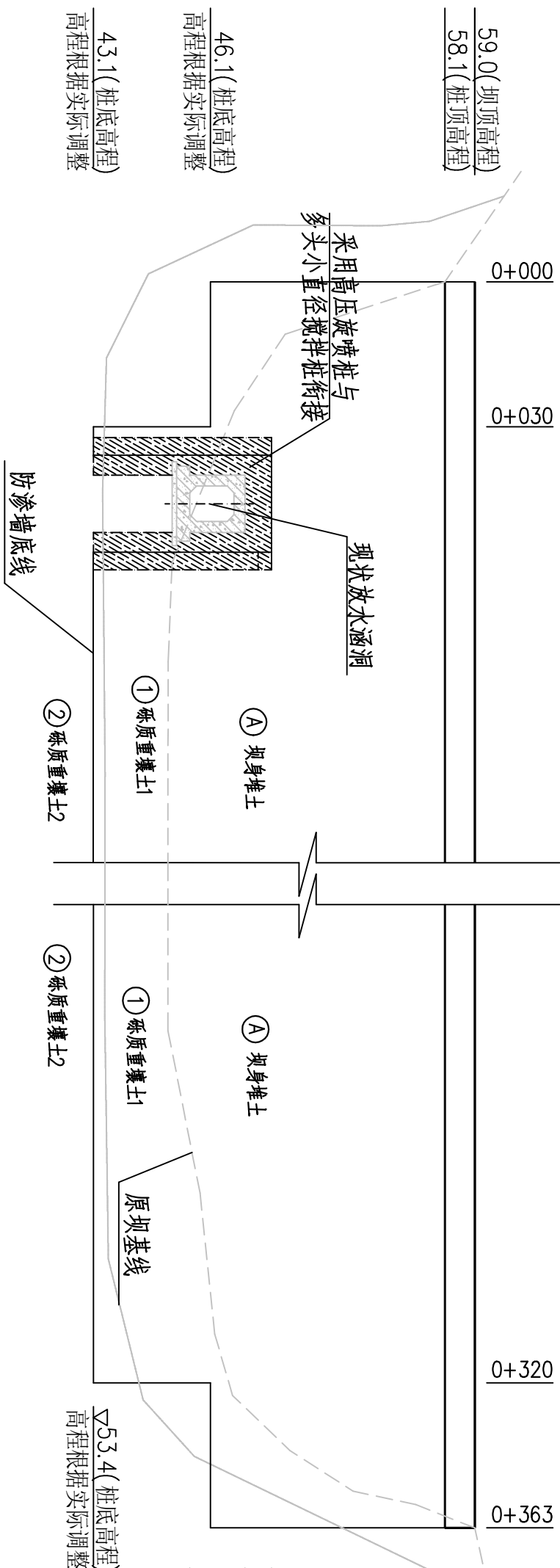
工程名称：溧阳市上兴镇团结水库安全鉴定

高程系统：青岛高程系 (m)

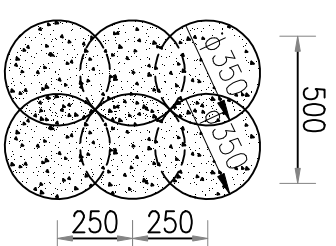
层号	土层描述	比贯入阻力 Ps MPa	标准贯入 击数 N _{63.5}	含水率 W %	湿密度 ρ g/cm ³	土粒比重 Gs	干密度 ρ _d g/cm ³	孔隙比 e	饱和度 Sr %	液塑限				颗粒组成							土分类	直接快剪		固结快剪		固结试验		渗透系数		地基 允许 承载力 [R] kPa			
										液限 W _L %	塑限 W _p %	塑性 指数 Ip	液性 指数 I _L	20 μm %	2 μm %	0.5 μm %	0.25 μm %	0.075 μm %	75 μm %	<5 μm %		有效 粒径 d ₁₀ mm	限制 粒径 d ₆₀ mm	不均 系数 Cu	凝聚力 c _q kPa	内摩擦角 φ _q 度	凝聚力 c _{eq} kPa	内摩擦角 φ _{eq} 度	压缩 系数 a _{1/0.2} MPa ⁻¹		压缩 模量 E _s MPa	室内垂 直向渗 透试验 k cm/s 20℃	现场 注水 试验 k cm/s
①	棕红、棕黄、灰黄色粉质粘土，含铁锰质结核及细砂粒、砾石，土质杂乱，软硬不均，为填身堆土	0.7	5	24.2	1.98	2.74	1.59	0.72	92	33.1	17.9	15.2	0.41	2	1	1	10	47	38												1.3E-2 ~ 3.9E-4	120	
②	灰、褐黄、浅灰、灰黄色粉质粘土，含少量铁锰结核	2.0	13	19.5	2.10	2.72	1.76	0.55	97	29.0	16.0	13.0	0.27	34	8	4	12	25	17												1.0E-5	3.4E-5	160
③	灰黄、褐黄色砂质重粘土	7.0	48	21.6	2.05	2.72	1.69	0.61	96	25.0	14.7	10.3	0.67	33	6	4	20	22	15												1.7E-5	1.7E-5	220
④	褐黄色强风化粉砂岩、泥岩	14.0	>50																												1.0E-6		300
备注		1. 标准贯入击数未经杆长修正； 2. ③层渗透系数为经验建议值。																															

溧阳市安澜水利规划设计有限公司

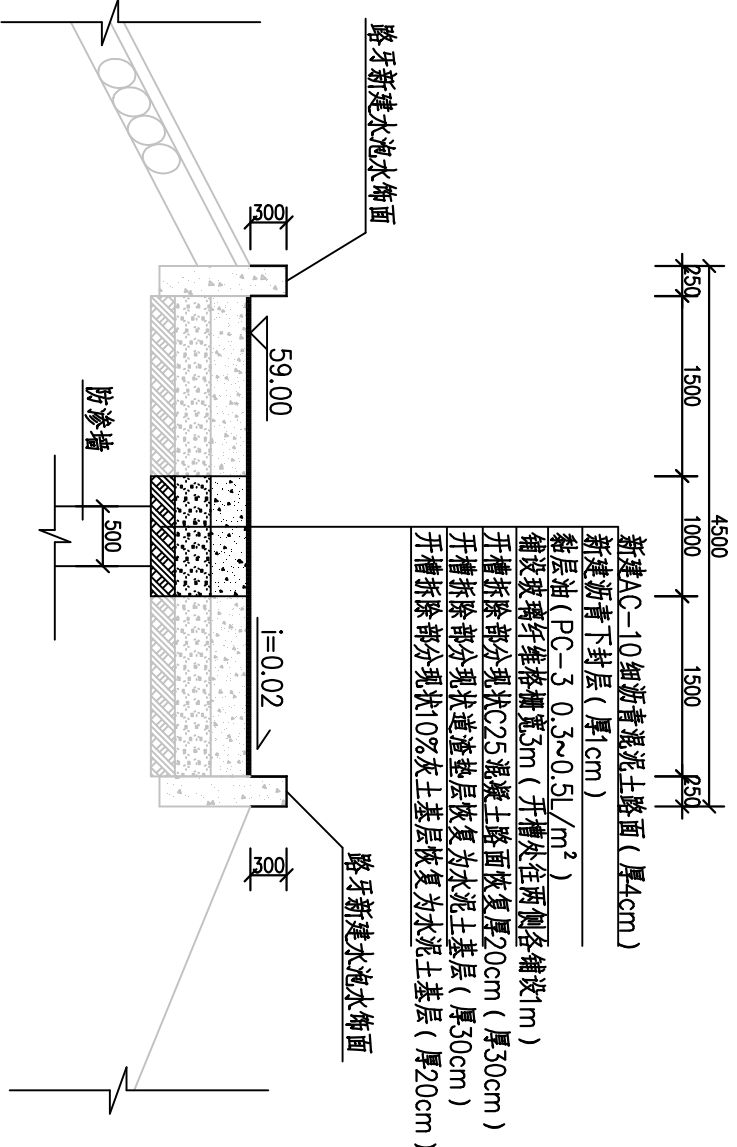
工程名称	溧阳市团结水库坝体防渗处理工程	设计编号	实施阶段
图纸名称	团结水库地质勘测值表	设计阶段	专业
核定		专业负责	图号
审核		校核	日期
项目负责人		设计	日期
设计证号	A232014545	制图	日期



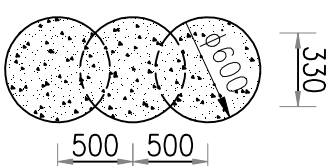
多头小直径搅拌桩防渗墙纵剖视图



多头小直径搅拌桩大样图 1:20



高压旋喷桩大样图 1:50



- 说明: 1、图中单位: 高程以米计(青岛高程), 其它单位为毫米。
 2、道路回填土压实度 $\geq 95\%$ 。
 3、路面开槽处恢复前需冲洗干净再浇筑路面。
 4、多头小直径搅拌桩实际深度为施工时机械打桩打到不动为止。
 5、现状涵洞底板高程及顶部高程可钻孔确定, 以实际高程为准。

坝顶道路修复断面图 1:50

桩号0+000~0+073(L=73m)

工程名称		溧阳市团结水库坝体防渗处理工程		设计编号	实施方案
图纸名称		团结水库工程细部结构图(一)		设计阶段	水工
核定	专业负责	校核	设计	图例	见图
审查	设计	设计	设计	日期	2024.7
设计证号	A232014545	制	图	归档日期	

溧阳市安澜水利规划设计有限公司

