

重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司

2019-2021 年养护工程勘察设计项目

# 路基护栏、桥梁伸缩缝应急更换及隧道二衬掉块、渗水、裂缝应急处治方案图设计



中国交建  
CHINA COMMUNICATIONS CONSTRUCTION

中交基础设施养护集团有限公司

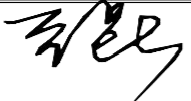
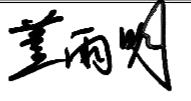


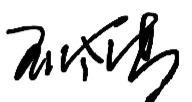
CCCC INFRASTRUCTURE MAINTENANCE GROUP CO., LTD

二〇二一年六月·北京

# 重庆高速公路集团有限公司东南营运分公司

## 2019~2021年养护工程勘察设计项目

### 路基护栏、桥梁伸缩缝应急更换及隧道二衬掉块、 渗水、裂缝应急处治方案图设计

项目负责人		主管项目总工		总工程师	
部门负责人		主管副总经理		总经理	
证书编号	工程设计：甲级 A111007685				
	工程勘察：甲级 B111007685				
编制单位	中交基础设施养护集团有限公司				
编制日期	二〇二一年六月				



# 路基护栏、桥梁伸缩缝应急更换及隧道二衬掉块、渗水、裂缝应急处治标准图设计说明

## 1、项目背景

G65包茂高速渝湘段黄草-洪安区间高速为双向四车道山区高速公路，设计时速80km/h，公路2010年建成通车。公路通车营运以来，时常发生交通事故，而事故的发生常影响高速公路的正常营运，并伴随人员、财产的重大损失。经对事故的分析，部分事故的发生与公路设施自身存在一定关联，部分事故的发生造成公路设施的损坏，例如：桥梁伸缩缝装置断裂突起，极大危及行车安全；隧道二衬表面剥落掉块、渗水影响行车安全；车辆碰撞防护栏，造成护栏损坏。公路设施自身的问题往往存在一个发展过程，且在发展过程中易发现，可提前进行应急干预处治，消除或控制隐患。

现受重庆高速集团东南营运分公司委托，由我中交基础设施养护集团有限公司针对路基护栏、桥梁伸缩缝应急更换及隧道二衬掉块、渗水、裂缝应急处治进行通用图设计，以指导应急处治施工。

## 2、设计内容及设计依据

### 2.1 设计内容

- 1、路基段路侧和中央分隔带护栏碰撞破损后应急更换标准图设计。
- 2、桥梁伸缩缝破损应急更换标准图设计。
- 3、隧道二衬剥落掉块、渗漏水及裂缝应急处治标准图设计。

### 2.2 设计依据

- 1、《公路工程技术标准》(JTG B01-2014)
- 2、《公路养护工程质量检验评定标准 第一册 土建工程》(JTG 5220-2020)
- 3、《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》(JTG D80-2006)
- 4、《公路交通安全设施设计规范》(JTG D81-2017)
- 5、《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81-2017)
- 6、《公路交通安全设施施工技术规范》(JTGF71-2006)

7、《公路护栏安全性能评价标准》(JTG B05-01—2013)

8、《三波形梁钢护栏》(GB/T 31439.2-2015)

9、《公路桥涵养护规范》(JTG H11-2004)

10、《公路桥涵设计通用规范》(JTG D60-2004)

11、《公路桥梁加固设计规范》(JTG/T J22-2008)

12、《公路隧道设计规范》(JTG D70-2004)；

13、《公路隧道施工技术规范》(JTG F60-2009)；

14、《公路隧道养护技术规范》(JTG H12-2015)；

15、《地下工程防水技术规范》(GB50108-2008)。

## 3、设计原则

1) 满足现行规范要求的原则

设计标准的选择满足现行规范要求。

2) 满足快速施工的要求原则

设计以应急性处治为出发点，缩短施工时间，尽量减少对交通的影响。

## 4、病害维修处治措施

### 4.1 路基段护栏

原有路基段防撞护栏为双波护栏，防护能力不足，其防撞等级不满足新规范的等级的要求，故防护栏在受损后应急更换设计按现行标准执行。

根据《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81-2017)中“表6.2.2-1 路侧护栏设置原则及防护等级选取条件，防护等级选定为SB级”和“6.2.2 条路侧护栏的设置及防护等级的选取应符合下列规定：设计交通量中，总质量大于或等于25t的车辆自然数所占比例大于20%时，导致事故发生可能性增加或后果更严重的路段，路侧护栏的防护等级宜在表6.2.2-1的基础上提高1个等级。”之规定，一般路基段路侧护栏防护等级为SB级，事故发生可能性增加或后果更严重的路段护栏防护等级为SA级。

根据《公路交通安全设施设计细则》(JTG/T D81-2017)中“表 6.2.3 中央分隔带护栏防护等级选取,防护等级选定为 SBm 级”和“6.2.3 条 中央分隔带护栏的设置及防护等级的选取应符合下列规定:设计交通量中,总质量大于或等于 25t 的车辆自然数所占比例大于 20%时,导致事故发生可能性增加或后果更严重的路段,中央分隔带护栏的防护等级宜在表 6.2.3 的基础上提高 1 个等级。”之规定,一般路基段路侧护栏防护等级为 SBm 级,事故发生可能性增加或后果更严重的路段护栏防护等级为 SAm 级。

## 4.2 桥梁伸缩缝

桥梁的伸缩缝主要受自然环境车辆冲击荷载作用,导致伸缩缝槽口混凝土开裂破损、伸缩缝装置变形断裂等问题。针对不同病害采取不同处治措施:仅槽口混凝土开裂破损,则凿除混凝土后重新浇筑;伸缩缝装置变形破坏,则更换伸缩缝装置,相应凿除和恢复槽口混凝土。本次设计主要涉及伸缩缝型号有:F80、DF160 两种类型。每座桥的实际铺装及结构情况对凿除伸缩缝区域混凝土的尺寸进行现场确定。

### 4.2.1 施工工艺

#### 4.2.1.1 施工前期准备工作

- ①熟悉施工设计图纸和安装操作规程,检查、验收伸缩缝异型边梁的平整度、顺直度和缝体间隙。
- ②机械设备、小型机具配备齐全,尤其是提供施工车辆过往的过桥板必须质量坚固、数量充足,以保证施工顺利进行。
- ③配齐备足防止污染路面的塑料布、胶带等材料及养护用的塑料薄膜、浇水工具等。

#### 4.2.2 开槽

- ①在桥面沥青砼铺装层施工完成后,根据各种类型伸缩缝施工设计图的要求进行准确放样以及确定开槽宽度,打上线以后用切割机切缝,切缝线以外的沥青砼路面必须仔细用塑料布覆盖并用胶带纸封好,以防切缝时产生的石粉污染沥青路面。切缝应整齐、顺直并注意把沥青砼切透,以免开槽时缝外沥青砼松动。
- ②用风镐开槽。开槽深度不得小于 9cm,开槽时要将槽内的沥青砼、松动的水泥砼凿除干净,应凿毛至坚硬层并用强力吹风机或高压水枪清除浮尘和杂物。开槽后禁止车辆通行,严禁施工人员踩踏槽两侧边缘,以免槽两侧沥青砼受损。

③梁端间隙内的杂物,尤其是砣块必须清理干净,然后用泡沫塑料填塞密实。如有梁板顶至背墙情形,须将梁端部分凿除。

④理顺、调整槽内预埋筋,对漏埋或折断的预埋筋应进行修复,统一采用植筋胶或环氧树脂进行钢筋补植,补植深度不小于 15cm,补植后的钢筋须请业主代表、监理人员共同验看。

⑤开槽后产生的所有弃料必须及时清理干净,确保施工现场整洁。

### 4.2.3 缝体安装

①安装伸缩装置时,上部构造端部间的空隙宽度及伸缩装置的安装预定宽度,均应与安装温度相适应,并应遵照图纸规定。伸缩装置的安装,应在伸缩装置制造商提供的夹具控制(将伸缩装置预置)下进行。伸缩装置一般应在+5℃~+20℃的温度范围内安装。当伸缩装置的安装温度不同于图纸规定时,应根据跨径、桥面连续长度、安装时温度等综合计算,并经有关程序确认后对各项安装参数予以调整。伸缩缝定位宽度误差为±2mm,要求误差为同一符号,不允许一条缝不同位置上同时出现正负误差。各种类型伸缩缝型钢伸缩间隙的确定与安装时温度有关,安装时按桥梁实际长度如伸缩余量充分,缝间隙可考虑适当收小。

②安装时伸缩缝的中心线要与梁端中心线相重合。如果伸缩缝较长,需将伸缩缝分段运输,到现场后再对接,对接时将两段伸缩缝上平面置于同一水平面上,使两段伸缩缝接口处紧密靠拢并校直调正。

③伸缩缝的标高控制与固定:采用角钢作定位角钢,使伸缩缝上顶面比两侧沥青砼面层的标高低约 2~3mm,同时控制伸缩缝的标高,然后对伸缩缝的纵向直线度也进行调整。伸缩缝的标高与直线度调整到符合设计要求后,可进行临时固定,固定时沿桥宽的一端向另一端依次将伸缩缝边梁上的锚固装置与预留槽内的预埋钢筋每隔 2-3 个锚固筋焊一个焊点,两侧对称施焊,以保证抄平后的伸缩缝不再发生变位,严禁从一端平移施焊,造成伸缩缝翘曲,绑扎钢筋用钢筋头垫好。

④模板安装。模板采用泡沫板、纤维板等,模板须坚固、严密,能确保在砣振捣时不出现移动并能防止沙浆流入伸缩缝内,以免影响伸缩。为防止砣从上部缝口进入型钢内侧沟槽内,型钢的上面必须要用胶布封好。

#### 4.2.4 砼浇注

①在进行砼浇注前，预先在缝两侧铺上塑料布，保证砼不污染沥青路面。

②砼振捣时应两侧同时进行，为保证砼密实，特别是型钢下砼的密实，用振捣棒振至不再有气泡为止。

③砼振捣密实后，用抹板搓出水泥浆，分 4-5 次按常规抹压平整为止。这道工序应特别注意平整度，砼面比沥青路面的顶面略低 1-2mm 为宜，过高或过低都会造成跳车现象。

#### 4.2.5 砼养生与交通管制情况

①水泥砼浇筑完成后，然后覆盖塑料薄膜，视天气情况进行洒水养生，养生期不少于 7 天，养生期间严禁车辆通行。

②伸缩缝锚固区混凝土不宜采用快干混凝土，在交通压力不大的情况下，尽量采用普通混凝土修复，在保证质量的情况下可适当调整合理的养护期。

③经过养生，水泥砼强度达到设计强度的 50%以上后，可安装橡胶密封条，安装前必须把缝内充当模板的泡沫板、纤维板、漏浆的砼硬块全部掏干净后，嵌入橡胶条。

④对于另一幅主体工程施工和后续标线工程施工造成无法通车的必须设置过桥板进行交通疏导。在施工桥梁两端和前后开口部设置明显的警示标志以示对交通进行管制，防止车辆误入，对伸缩缝平整度等造成无法修复的损伤。

#### 4.2.6 上胶条

首先检查横梁、位移控制箱（如果有）是否有混凝土渣，如有则应及时清除，然后检查是否有杂物落入间隙缝内，如有，则应及时清理，然后将胶条嵌入伸缩装置内，应确保无漏水、漏物、脱落现象。

#### 4.2.7 位移箱间距设定

标准路基宽度下位移箱的间距不小于 1200mm；对于宽桥梁（ $\geq 15\text{m}$ ），在工地对接的伸缩缝装置，对接处的位移箱间距不得大于 1000mm。

### 4.3 隧道二衬掉块、渗水、裂缝

#### 4.3.1 裂缝

根据裂缝走向，裂缝分为纵向裂缝、环向裂缝和斜向裂缝。病害成因：

①纵向裂缝：一是衬砌受拱背围岩压力挤压所产生的受力裂缝；二是由于隧道衬砌混凝土的干缩、热胀冷缩变形引起的裂缝。

②环向裂缝：一是由施工缝衍生的裂缝，与施工过程中不连续有很大关系；二是由于衬砌背后围岩对隧道结构断面产生偏压或局部压力过大，导致衬砌环向开裂。

裂缝病害处治根据裂缝宽度不同采用表面封闭处理法（宽度 $\leq 0.2\text{mm}$ 的裂缝）、压力注浆法（宽度 $0.2 < W < 0.5$ ）、刻槽注注射法（ $> 0.5\text{mm}$ 的裂缝）进行处理。

##### 1、 $W < 0.2\text{mm}$ 的裂缝

①用小铲刀将封缝胶刮抹到裂缝上，厚度 2mm 以上，宽度 10cm，抹胶时应防止产生小孔和气泡，保证平整可靠，表面封闭后要考虑梁体表面的美观。

②涂抹封闭胶时应顺一个方向尽量一次完成，避免反复涂抹。

③结构在养护期间应避免受振或受潮，以保证修补质量。

④本处治措施仅针对单一裂缝病害，若存在裂缝病害的同时存在其他病害，应根据实际情况，综合治理。

##### 2、 $0.2\text{mm} < W < 0.5\text{mm}$ 的裂缝

采用裂缝灌注胶进行灌注处理：裂缝灌注方法采用压力灌注法进行施工，采用其它材料及技术时，应得到设计人员及施工监理的批准。压力灌注法是在注入过程中始终保持一定压力，保证将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，从而确保修补质量。具体步骤如下：

1) 表面处理：①用钢丝刷沿裂缝走向清理宽约 5cm 范围的混凝土表面，使混凝土表面保持清洁；②用锤子和钢钎凿除两侧疏松的混凝土块和砂粒，露出坚实的混凝土面；③用略潮湿的抹布清除表面的浮尘，并彻底晾干，用丙酮除处表面的油污，如缝内潮湿，要等其充分干燥，必要时可用热风机烘干。

2) 粘结注入座和密封裂缝：①调制好封口胶，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用封口胶将裂缝密封,与注入座衔接的地方要特别注意。

3) 封口胶的固化: ①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;

②固化时间: 约 12 小时(气温 20℃时)、约 6 小时(气温 30℃时)。

### 3、 $0.6\text{mm} \leq W < 1\text{mm}$ 的裂缝

采用骑缝注浆的方式进行处治。通过骑缝钻孔、压注水泥砂浆封闭裂缝,阻止其进一步发展。骑缝钻孔注浆施工工艺如下:

①将待施工的混凝土表面及周围清洗干净,除去原装饰、泛碱、油漆、表面涂层及其他外来杂物,并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构,使表面彻底浸透,但要除去积水和明水。

②沿裂缝方向凿一矩形槽,宽 6cm,深 7cm。

③) 在槽内沿裂缝采用钻机钻孔,孔顶正对裂缝,钻孔直径不小于 3cm,钻孔间距 30~50cm,孔深为二次衬砌实际厚度的  $1/3 \sim 2/3$  之间,钻孔采用高压风清理干净后,埋入中 10 钢管,深度为 10cm。其周围空隙采用环氧砂浆封闭、固管。注浆管外露 5~8cm,以便与注浆设备连接。

④封缝:先在槽底充填 10mm 厚的堵漏剂,再在堵漏剂上填充,60mm 厚的环氧砂浆封缝。

⑤压水试验;封缝,砂浆固结后,进行压水试验,以检查封缝、固管强度,疏通裂缝,确定压浆参数。压水采用颜色鲜明的有色水(其压力维持在 0.4MPa 左右),测定水压及进水量,作为注浆的依据。

⑥注浆:用小型手动注浆泵注浆。由裂缝两端向裂缝中部注浆,对裂缝中有漏水,设置集中排水孔情况时,集中排水孔在相邻两孔注浆后,顶水注浆。⑦封孔:注浆结束后,用铁丝将注浆管外露部分反转绑扎,等浆液终凝后,割除外露部分,以环氧砂浆将孔口抹平。

### 4.3.2 衬砌渗漏水:

雨季在施工缝拱部位置存在地下水涌流现象,部分衬砌裂缝存在渗流、泛碱病害,此类病害形成原因分析如下:

①地质地形及水文情况:围岩节理发育、岩层破碎、呈碎石状松散结构,存在较大的渗水通道,隧道上方的水流极易沿着裂隙渗流到隧道衬砌外侧,一经下雨水就会往下渗入。

②防水系统失效:衬砌背后的排水系统已老化、失效,无法正常排水,且衬砌混凝土与围岩多处存在脱空,造成脱空区充填水,形成富水区段。

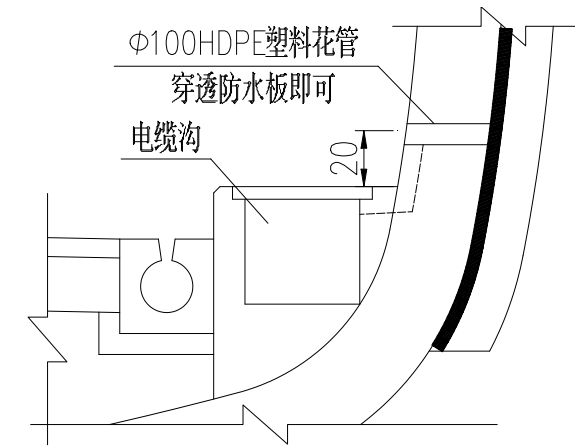
根据渗漏水量大小和渗漏水点位置分别采用降低水位法、导水法和止水法。

围岩含水、衬砌渗漏水病害

### 1、降低水位法

对于外观检测的衬砌渗漏水、泛碱和无损检测的衬砌背后围岩含水处理,拟采用降低水位法处治措施,以下部引排为主。

首先在墙角位置距检修道约 20cm 高位置(具体高度可根据施工机械适当调整),衬砌混凝土表面开凿一处 15cm 宽、15cm 深的矩形槽,在槽内向围岩内钻孔,孔的直径 12cm、斜向上 5~10 度,孔深为 40cm,然后向孔内插入直径 10cm 的 HDPE 塑料花管,将水引入电缆沟。



降低水位法处治措施示意图

### 2、导水法

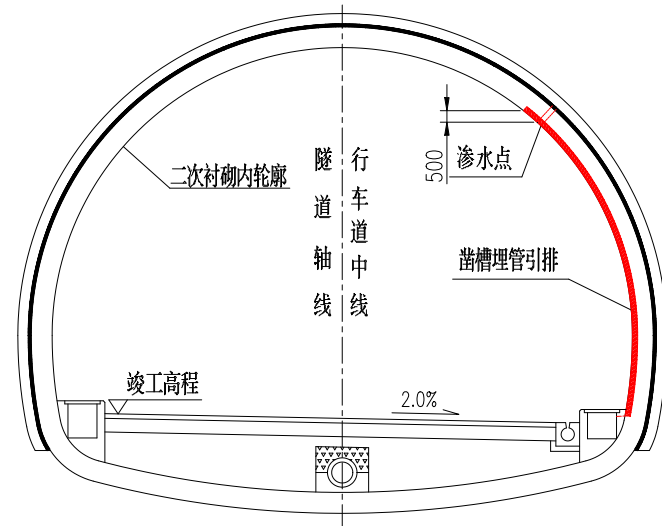
对采用降低水位法效果不明显的渗漏水裂缝,拟采用导水法处治措施,对渗漏水进行刻槽引排。

将待施工的混凝土表面及周围清洗干净,除去原表面反碱、尘土、薄膜、油漆、表面涂层及其它外来物,并铲除疏松、空鼓和蜂窝结构,使表面彻底浸透,但要除去积水和明水;

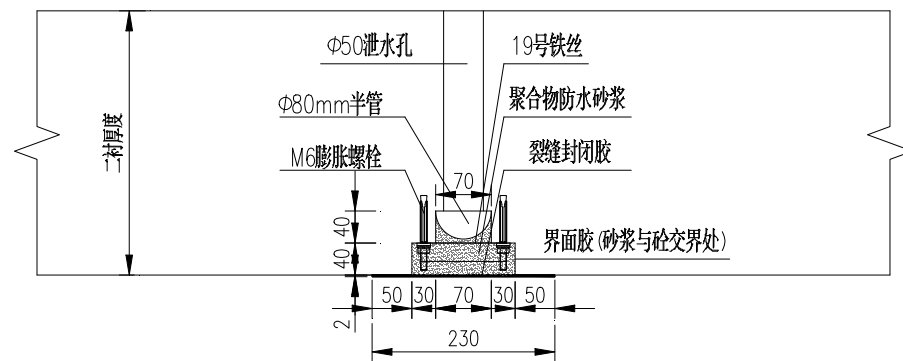
沿渗漏水凿环向槽,然后在槽内集中出水部位向衬砌内打  $\Phi 50$  泄水孔,泄水孔打至防水板即可。

在凿槽内埋设半剖  $\Phi 80\text{mm}$  HDPE 管排水,采用 M6 膨胀螺栓和 19 号铁丝固定排水管,环向间距 50cm,安装时应注意按照先拱部,后两侧的顺序进行,接茬部位是下节压上节,接茬长度为不小于 15cm;在两侧壁原二衬混凝土与聚合物防水砂浆交界处涂刷界面胶,安装好 HDPE 管后,在膨

胀螺栓的螺杆上绑扎 19 号铁丝，确保铁丝绑扎牢固后充填聚合物防水砂浆，抹至与衬砌混凝土表面齐平；采用裂缝封闭胶进行表面封闭，封闭胶沿槽口两侧各 5cm 涂刷，涂刷厚度为衬砌表面 2mm。



导水法处治措施示意图（一）



导水法处治措施示意图（二）

### 3、止水法

对于隧道采用降低水位法处治后不再渗漏水裂缝和泛碱裂缝，拟采用止水法进行处治。

①封口处理：注浆前对裂缝进行高压风清缝处理。

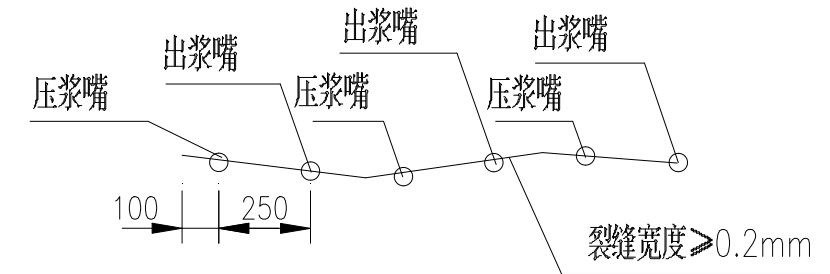
②埋设粘贴注胶嘴：采用针筒注胶嘴，间距约 25cm 一个每条裂缝至少有一个注胶嘴、排气嘴和出浆嘴；压浆嘴应设置在裂缝端部、交叉点和较宽处。

③裂缝封闭：采用封闭材料压抹平整封闭；粘贴压浆嘴和封缝前，应沿缝对混凝土表面进行处理，清除松散灰砂、油垢，使压浆嘴和封缝胶附于坚实平整的混凝土基面上。

裂缝封闭效果检查：裂缝封闭后进行压气试漏，检查密闭效果，压气试漏需待封缝胶泥或砂浆有一定强度时进行。试漏前可沿裂缝涂一层肥皂水，从注胶嘴通入压缩空气，对于漏气位置修补至不漏气为止。

⑤压力注胶：宜采用低压慢注方式，压力宜为 0.1~0.3MP，施工中可根据工程实际情况适当调整注胶压力；环向、斜向裂缝注胶应自下而上进行，当注胶速度小于 0.05L/min 时，在继续灌注 5min 后可停止压胶；或待最后一盒注胶嘴冒胶后，保持恒压继续压注，满足终压条件时停止注胶。

质量检查：注胶结束后检查补强效果和质量，发现缺陷应及时补救。



止水法处治措施示意图

### 4.3.3 衬砌掉块：

衬砌掉块根据成因不同表现不同，主要有表面剥落掉块、砌体断裂掉块。

①表面剥落掉块：衬砌受冻融交替部位的冻胀性裂损和干湿交替部位的盐类结晶性胀裂性损坏，导致衬砌内钢筋腐蚀、表面起皮剥落。此类掉块体积较小，对车行安全影响相对较小。

②砌体断裂掉块：隧道衬砌厚度不足导致衬砌结构承载能力降低，从而导致结构形变；当厚度严重不足时，在隧道围岩松弛、隧道偏压或蠕动等诱因下，衬砌发生断裂、掉块，甚至塌落。

#### 1、表面剥落掉块

1) 对于较大范围的松动破损等缺陷，可采用环氧树脂砂浆或聚合物进行修补，具体施工工艺为：①把构件中蜂窝或缺陷部位表层尽可能凿除，保留原结构的钢筋，保留长度 40d，同时对修补部位进行凿毛处理，并使混凝土表面保持湿润、清洁；②在修补面上涂抹一层混凝土界面剂或环氧胶液等，以增强新材料与老混凝土基面间的粘结；③在界面剂或环氧胶液涂抹后尚未凝固时，即可进行下一步修补工作；④当修补完成后，对新老混凝土接缝表面各 15cm 宽的范围内，必须用



钢丝刷将所有软弱浮浆除去，并冲洗干净，然后抹两层罩面封闭浆液。浆液可以是环氧树脂浆液或 1:0.4 的铝粉水泥浆液。涂液时，第二层的方向应与第一层相垂直；⑤修补工作全部结束后，还要加强养护。

2) 对于面积不大的缺陷，当损坏深度较浅时，可用封缝胶或环氧树脂材料修补。对于较深的混凝土缺陷，可用人工涂抹填压的方法使用聚合物砂浆修补。其施工工艺为：①做好修补面凿毛、清洁等准备工作；②将拌和好的砂浆用铁抹抹到修补部位，反复压实。当局部修补部位较深时，可在水泥砂浆中掺入适量的砾料，以增强砂浆强度和减少砂浆干缩；③在修复区域周围再涂上两层如前所述的环氧树脂胶液或铝粉水泥浆液等胶粘剂进行封闭罩面，以防后续出现收缩裂缝。

3) 环氧树脂材料修补法具体施工工艺如下：①修补表面的处理。混凝土表面应凿毛，且保持洁净、干燥、坚固、密实和平整。②涂抹环氧树脂基液。目的是使老混凝土表面能充分被环氧树脂基液所浸润，保持良好的粘结力，涂刷时，应力求薄而均匀，厚度不超过 1mm，可用毛刷人工涂抹，也可用喷枪喷射，为便于涂匀，还可以在基液中加入少量丙酮(3-5%)。已涂刷基液的表面，应注意保护，严防杂物、灰尘落入；③涂抹环氧砂浆。涂刷基液后，间隔一定时间(30-60 分钟)，将基液中的气泡清除后，再涂抹环氧砂浆。平面涂抹时应摊铺均匀，每层厚度不宜超过 1.0-1.5cm，底层厚度应在 0.5-1.0cm，并用铁抹反复压抹，使表面翻出浆液，如有气泡必须刺破压紧；④斜、立面涂抹时，由于砂浆流淌，应用铁抹子不断的压抹，并适当增加砂浆内的填料，使环氧砂浆稠度增大。厚度以 0.5-1.0cm 为宜，如过厚应分层涂抹，超过 4cm 时最好立模浇筑；⑤顶面涂抹时极易往下脱落，在涂抹底面基液时，可使用粘度较大的基液，并力求均匀。环氧砂浆涂层的厚度以 0.5cm 为宜，如超过 0.5cm 时，应分层涂抹，每层厚度可控制在 0.3-0.5cm，每次涂抹均需用力压紧；⑥对二衬拱腰及拱顶部环氧树脂修补完成后，再锚栓锚固玻纤板对其进行覆盖防护，防止脱落掉块。

## 2、砌体断裂掉块

对二衬砌体发生过断裂掉块或存在掉块风险的段落，采取“工字钢拱+钢筋网+土工布”防护加固方式处治。16#工字钢按二衬内侧弧度分节段加工成型，现场各节段间通过螺栓拼接成钢拱架，拱架沿隧道纵向间距 60cm/榀布置，相邻拱架间环向 20cm 间距设置 $\varnothing$  12 连接钢筋，再在连接筋上隧道环向 20cm 间距设置 $\varnothing$  10 钢筋，形成钢筋网片，并在其上铺设土工布防护。

## 5、材料要求

### 5.1 路基防护栏

(1) 波形梁护栏的护栏板、立柱、防阻块等护栏构件均采用 Q235 钢，均采用镀锌防腐，护栏板、立柱、垫板、过渡板、端头镀锌层重量为 600g/m<sup>2</sup>，防阻块、紧固件镀锌层重量为 350g/m<sup>2</sup>。护栏拼接螺栓、螺母等连接构件均采用 45 号高强度碳素结构钢。螺栓、螺母等紧固件在镀锌后，必须清理螺纹或进行离心分离处理。

(2) 护栏板拼接螺栓采用防盗高强螺栓；护栏板与立柱的连接螺栓采用防盗普通螺栓。

(3) 本设计仅为通用图设计，如遇特殊情况应根据本通用图设计方案进行单独深化施工图设计。

### 5.2 桥梁伸张缝

#### 5.2.1 主要材料及要求

C50 钢纤维砼：伸缩缝混凝土

砼外加剂：伸缩缝混凝土

粘合剂：植筋化学药剂

HRB400 级钢筋：伸缩缝锚固钢筋

改性环氧砂浆：伸缩缝混凝土结构破损修补

焊接材料：伸缩缝焊接

施工中所有进场材料除必须满足《公路桥涵施工技术规范》外，尚应满足如下要求：

1) 钢材：所有钢材的机械性能必须符合 GB1499 的规定，施工中进场的材料除必须具备厂方出具的技术鉴定书外，还应在工地分批抽样送检，以确保质量。

2) 水泥：采用 52.5 级硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其质量应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB175)的规定，且必须使用大厂水泥。工地上的水泥按存储条件及时间的不同，应定期抽样送检，确保水泥存储质量。

3) 砂、砾石、卵石、碎石、片石：按《公路桥涵施工技术规范》有关规定，严格选材，以确保质量。

4) 砼外加剂：混凝土外加剂应的品种应根据设计和施工要求选择，应采用减水率高、坍落度损失小，能明显改善混凝土性能的质量稳定产品。掺量及技术指标严格按照

《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T F50-2011) 相关规定。

#### 5) 植筋所用的胶粘剂:

胶粘剂须采用 A 级胶, 且须进行安全性能检验; 胶粘剂的钢-钢粘结抗剪性能还必须经 湿热老化检验合格, 不得以其它人工老化试验进行替代, 湿热老化检验应在 50℃ 的温度和 98% 的相对湿度环境条件下按《混凝土结构加固设计规范》(GB50367-2006) 规定的方法进行, 老化时间不得低于 90d, 经湿热老化后的试件, 应在常温条件下进行钢-钢拉伸抗剪试验, 其强度降低的百分率应不大于 10%; 胶粘剂同时应通过毒性检验, 对完全固化的胶粘剂, 其检验结果应符合实际无毒卫生等级的要求; 胶粘剂中严禁使用乙二胺作改性环氧树脂固化剂, 严禁掺加挥发性有害溶剂和非反应性稀释剂。由于桥梁结构受动载影响较大, 因此所采用胶粘剂还需提供耐疲劳测试报告。种植锚固件的胶粘剂必须采用专门配制的改性环氧树脂胶粘剂或乙烯基脂类胶粘剂(包括改性氨基甲酸酯胶粘剂), 且其填料必须在工厂制胶时添加, 严禁在施工现场掺入, 胶粘剂安全性能指标须符合下表规定:

胶粘剂安全性能指标表

性能项目		性能要求	试验方法标准	
胶体性能	劈裂抗拉强度 (MPa)	≥8.5	GB 50367	
	抗弯强度 (MPa)	≥50	GB/T 2570	
	抗压强度 (MPa)	≥60	GB/T 2569	
粘结能力	钢-钢 (钢套筒法) 拉伸抗剪强度标准值 (MPa)		GB 50367	
	约束拉拔条件下带肋钢筋与砼的粘结强度 (MPa)	C30、25、l=150mm		≥11
		C60、25、l=125mm		≥17
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥99	GB/T 2793	

#### 6) 钢纤维

铺装层中掺入的钢纤维等级需达到 600 级 (单丝钢纤维抗拉强度不小于 600MPa) 以上, 并应选用具有良好增强、增韧性能的碳钢或低合金钢异形钢纤维, 不得采用圆直钢丝切断型

和碳钢熔抽型等粘结性能差以及和易性得不到保证的钢纤维。

钢纤维一般可以选用铣削型碳素钢纤维, 表面应有明显的压痕, 保证钢纤维与混凝土基体的最佳粘结强度; 钢纤维长度为 40~45mm, 直径或等效直径为 0.6~0.9mm, 长径比约 5.5。成品钢纤维表面不得粘有油污和其他妨碍钢纤维与水泥基粘结的有害物质, 钢纤维内不得混有妨碍水泥硬化的化学成分;

钢纤维长度应与混凝土粗集料最大公称粒径相匹配, 最短长度宜大于粗集料最大公称粒径的 1/3; 最大长度不宜大于粗集料最大公称粒径的 2 倍; 钢纤维长度与标称值的偏差不应超过 ±10%。

应选用防锈蚀处理、且有锚固端的钢纤维, 钢纤维内含有的因加工造成的粘接连片、表面严重锈蚀的纤维、铁锈粉等杂质的总量, 不得超过钢纤维重量的 1%。

钢纤维长度、直径偏差不应超过长度直径公称值的 ±10%, 钢纤维长径比偏差不应超过 ±15%, 钢纤维每根重量不应超过公称重量值的 ±15%; 钢纤维应具有良好的外形, 形状合格率不应低于 90%;

钢纤维应具有良好的弯折性能, 能承受一次弯折 90° 不断裂; 保证钢纤维在混凝土中不变 “V” 形、不结团, 具有良好分散性。

由于市场中该产品品种较多, 材料性能各异, 设计时的砼铺装中掺量暂定为 80kg/m<sup>3</sup>, 实际掺量可根据选用产品的材料性能及厂家指导意见做适当调整, 并参照《纤维混凝土结构技术规程》(CECS 38:2004) 和《混凝土用钢纤维》(YB/T151) 执行。

其它所用材料均应严格选用, 并按现定进行质量检验, 以达到设计要求。

### 5.3 隧道材料

#### 5.3.1 裂缝封闭胶安全性能指标

根据《公路隧道加固技术规范》(JTG/T 5440-2018) 第 5.8.2 条: 裂缝封闭胶安全性能指标应符合粘贴纤维复合材料 A 级胶的相关规定

粘贴纤维复合材料用结构胶安全性能指标

性能项目		性能要求
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥38
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥2400
	抗弯强度 (MPa)	≥50, 且不得呈碎裂状破坏
	抗压强度 (MPa)	≥70
	伸长率 (%)	≥1.5
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥14
	钢-钢粘贴抗拉强度 (MPa)	≥40
	钢-C45 混凝土的正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏
不挥发物含量 (固体含量) (%)		≥99

5.3.2 裂缝修复胶安全性能指标

根据《公路隧道加固技术规范》(JTG/T 5440-2018) 第 5.8.3 条: 裂缝修复胶适用于注射法施工。

裂缝修复胶安全性能指标

性能项目		性能要求
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥25
	抗拉弹性模量 (MPa)	≥1500
	抗弯强度 (MPa)	≥30, 且不得呈碎裂状破坏
	抗压强度 (MPa)	≥50
黏结能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥15
	钢-干态混凝土正拉黏结强度 (MPa)	≥2.5, 且为混凝土内聚破坏
	钢-湿态混凝土正拉黏结强度 (MPa)	≥1.8, 且为混凝土内聚破坏
耐湿热老化性能		通过耐湿热老化性能试验, 与室温下短期试验结果相比其抗剪强度降低率不大于 12%

5.3.3 环氧砂浆的物理力学性能指标

环氧砂浆的物理力学性能指标

名称	环氧砂浆	
性能指标	含气量	≤5.8%
	可用时间	1 小时 (20℃)
	孔隙率	≤2.5%
	抗压强度 (28d)	≥被修补衬砌混凝土的强度
	抗折强度 (28d)	≥6.0MPa
	粘结强度 (28d)	≥2.5MPa
	抗渗压力 (7d)	≥1.5MPa
	透水量	<20g
	吸水系数	<0.5Kg2h0.5

5.3.4 堵漏材料力学性能指标

堵漏材料主要物理力学性能指标

性能项目	速凝型	
凝结时间	初凝/min	≤5
	终凝/min	≤10
抗压强度/MPa	1h	≥4.5
	3d	≥15
抗折强度/MPa	1h	≥1.5
	3d	≥4.0
涂层抗渗压力/MPa (7d)	-	
试件抗渗压力/MPa (7d)	≥1.5	
粘结强度/MPa (7d)	≥0.6	

## 6、施工注意事项

### 6.1 护栏应急更换

(1) 施工之前应根据设计图纸进行立柱放样，应以桥梁的端部、互通匝道鼻端，并以桥梁、涵洞、通道、立体交叉等为控制点，进行测距定位。放样后应调查每根立柱下的地基状况，如遇地下管线、泄水管等或涵洞顶部埋土深度不足时，应改变立柱固定方式或调整立柱位置。立柱放样时可利用调整段调整间距，利用分配方法处理间距零头数。

(2) 护栏立柱埋深应严格按照设计图纸要求进行，立柱在纵向和横向都应垂直竖立，间距应准确，使在架设护栏时无需为对孔或其他任何原因而移动立柱。

(3) 护栏拼接应保持线形和高度的顺适。

(4) 护栏施工应与交叉施工项目相配合、协调，在护栏施工时不得破坏道路设施和污染路面。

(5) 两护栏板之间的调节段采用调节板，调节段应逐渐过渡。

(6) 因轮廓标、百米标等均附着于护栏上，故轮廓标、百米标最好与护栏同时施工。护栏板安装时应特别注意搭接顺序。

(7) 在施工过程中，若构造物有增减或改移，护栏布置应现场核实，计量应以施工监理签认的实际数量为依据。

(8) 质量要求

波形梁钢护栏更换、增设实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1△	波形梁板基底板厚 (mm)	符合 GB/T 31439.1、GB/T 31439.2 的规定	板厚千分尺：抽检 5 %
2△	镀(涂)层厚度 (μm)	符合设计要求	涂层测厚仪：抽检 5 %
3	立柱埋入深度 (mm)	不小于设计值	钢卷尺、过程检查：抽检 5 %
4	立柱中距 (mm)	±40	钢卷尺：每 20m 每侧检查 1 处
5	立柱竖直度 (mm/m)	±10	靠尺、垂线：每 200m 每侧检查 16
6	处立柱外边缘距路肩边缘线距离 (mm)	≥250	钢卷尺：每 200m 每侧检查 1 处

7△	横梁中线高度 (mm)	±20	钢卷尺：每 200m 每侧检查 1 处
8	螺栓终拧扭矩 (N·m)	±10%	扭力扳手：每 200m 每侧检查 1 处

### 6.2 桥梁伸缩缝应急更换

(1) 更换伸缩装置时不仅要考虑伸缩量的大小、结构形式的优劣，还应考虑原有伸缩装置的结构类型破坏原因、施工难易程度、使用效果以及经济合理性，必须具体分析，综合考虑，因地制宜选择适当的伸缩装置；

(2) 伸缩缝在不同温度下的安装宽度可根据规范《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004) 第 8.6.2 及 8.6.3 条计算。安装伸缩装置时，上部构造端部间的空隙宽度及伸缩装置的安装预定宽度，均应与安装温度相适应，并应遵照图纸规定。

(3) 植筋钻孔应可导向定位、震动小、不损坏结构表面、成孔快速、孔径孔深准确的，不容许冲击钻孔，钻孔应达到设计要求的深度。植筋钻孔时，应尽量确保钻孔方位。植筋后初凝时间内不得扰动钢筋。所有钢筋不允许损坏原钢筋，设计布设的孔位可作适当的调整。

(4) 为确保加固施工质量，减小焊接对植筋影响，植筋施工应严格按《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ 145-2013) 设计要求进行。植筋钻孔前，探明预应力钢束和梁顶钢筋的位置，不得损坏原结构钢筋和预应力，如有冲突，合理避让。另外，对植筋的焊接施工应采取以下措施：a) 植筋的焊点离胶面距离不小于 10cm；b) 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；c) 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。

(5) 当新更换的伸缩装置结构类型与原伸缩装置不同时，对预留槽尺寸要求也不同，如需改变预留槽尺寸，尤其是需要加大预留槽尺寸时，就可能影响到梁(板)的预应力筋，需对预留槽口进行加固后方可安装伸缩装置。

(6) 质量要求

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法 和频率
1△	锚固区 混凝土强度 (MPa)		在合格标准内	按附录 D 检查
2	长度 (mm)		±5	钢卷尺：每道
3△	缝宽 (mm)		±2	尺量：每道测 5 处
4	与桥面高差 (mm)		2	尺量：伸缩装置两侧各测 5 处
5	纵坡 (%)	一般	±0.5	水准仪：每道测纵向锚固区混凝土 5 处
		大型	±0.2	
6	平整度 (mm)		≤3	3m 直尺：每道顺长度方向检查伸缩装置及锚固区混凝土各 2 尺
7	焊缝尺寸 (mm)		满足设计要求满足设计要求：设计未要求时按焊缝质量二级	量规：检查全部，每条焊缝检查 2 处
8△	焊缝探伤		按焊缝质量二级	超声法：检查全部，每条焊缝全长探伤

### 6.3 隧道应急处治

(1) 施工单位在施工前，应仔细阅读设计文件，包括图纸和说明，领会设计意图，精心编制施工组织设计，严格按图纸及规范施工。

(2) 导水法渗漏水处治，不得进行纵向刻槽处治。施工过程中，应对本次处治的所以病害进行标记，并做好相应的记录，以便对病害情况进行观测，为以后彻底根治提供必要的依据。

(3) 维修整治施工，隧道内应加强交通管制，限速行驶，确保交通安全。

(4) 施工应确保施工及行车，作业平台（脚手架）应果用可拆装移动式，作业平台内净空尺

(5) 注浆参数在施工过程中通过实验调整，注浆应严格控制压力，并在加压过程中对衬砌密观察，防止对衬砌造成损坏。

(6) 加强施工管理，对施工中渗漏水情况出现的变化应调整工程处治措施。

(7) 质量要求

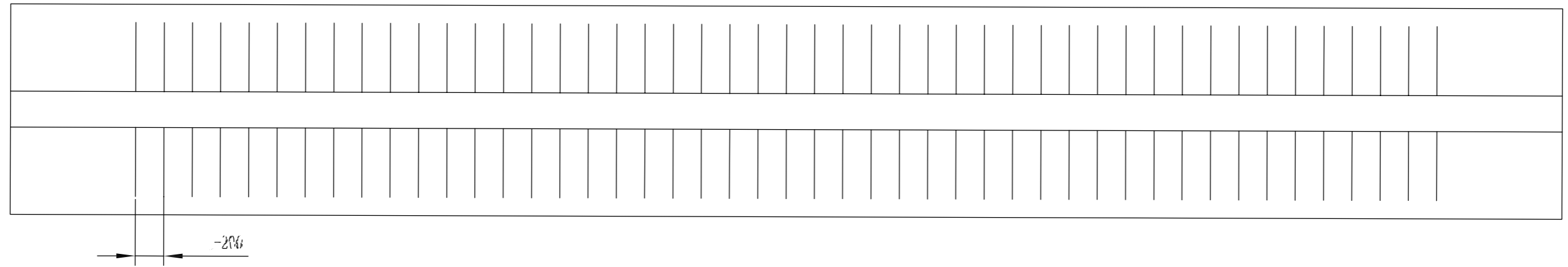
埋管引排水实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	管槽尺寸 (mm)	不小于设计值	尺量：每 10m 检查 2 处
2	管槽间距 (mm)	±20	尺量：每 10m 检查 2 处
3	水管理设位置 (mm)	±20	尺量：每 10m 检查 2 处
4	连接固定点间距 (mm)	±20	尺量：每管检查 3 处

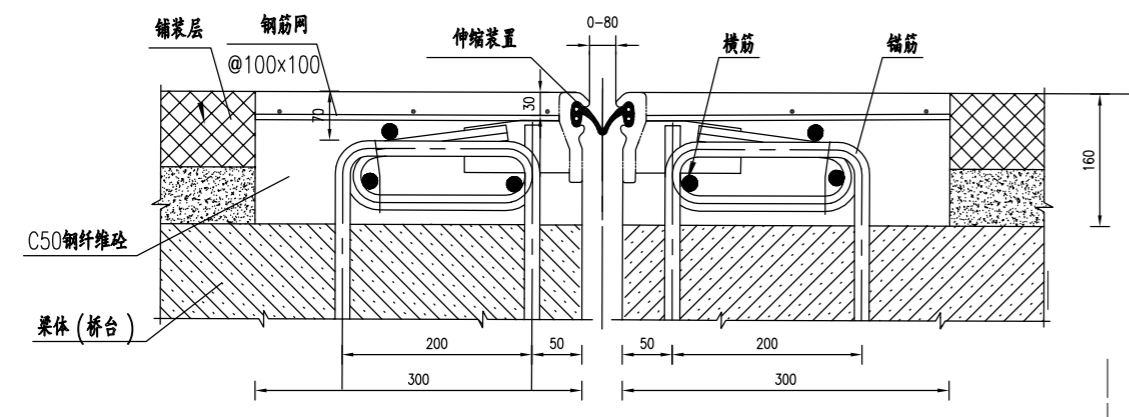
止水实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	平面尺寸 (mm)	不小于设计值	尺量：每 10m 检查 1 个断面
2	止水层厚度 (mm)	平均厚度 ≥ 设计值，最小厚度 ≥ 0.85 设计值	尺量：每 40m 检查 5 处

平面图



截面图



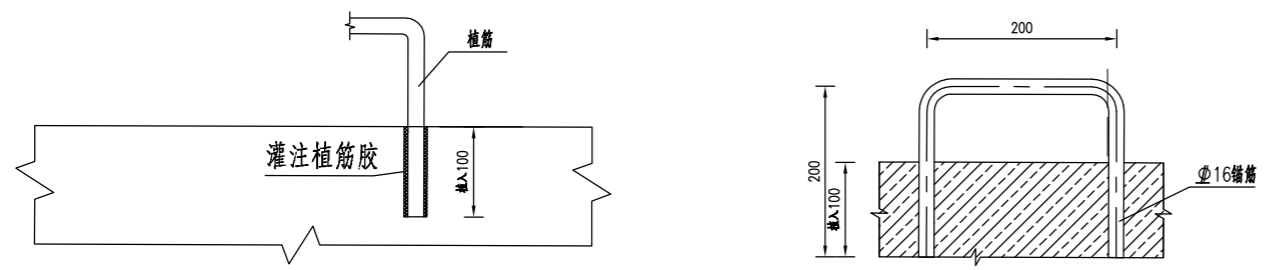
每延米材料用量表

材料名称	伸缩装置	锚筋	横筋	钢筋网	钢纤维	混凝土	植筋胶	植筋孔
规格	F80	Φ16	Φ16	Φ8		(C50)		Φ18
每米用量	1m	6m	6根通长	4.74Kg	7.2Kg	0.1立方	0.26L	20个/m

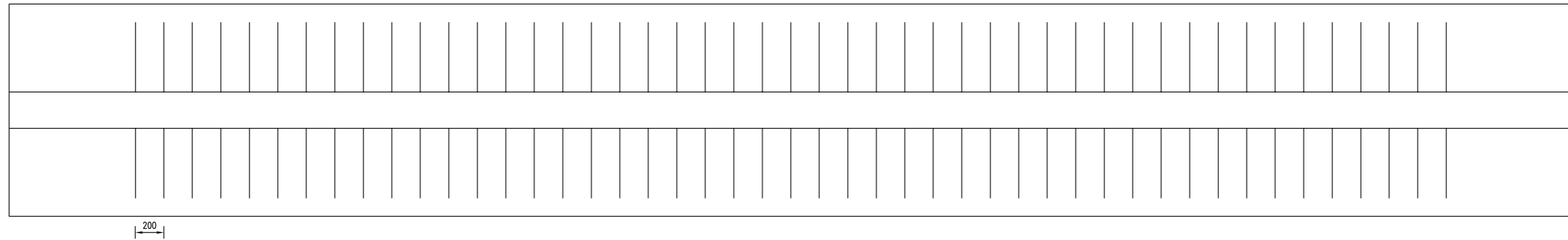
说明:

- 1、本图尺寸均以m计;
- 2、维修时将锚筋植入梁体, 间距 $e=200$ mm;
- 3、先铺路面后开槽, 伸缩装置与路面调平, 用3m直尺检查高差, 高差 $\leq 2$ mm;
- 4、伸缩装置锚筋与横穿钢筋、锚筋焊牢, 搭接钢筋焊缝长度 $> 5d$ ;
- 5、采用钢纤维砼浇筑槽区, 按第3条控制平整度;
- 6、槽区砼养生达钢纤维混凝土强度的80%, 开放交通;
- 7、横向通长钢筋中, 最上面两根钢筋原则上按照图示安装, 如果由于混凝土保护层厚度得不到满足, 可适当调整最上层两根横向通长钢筋的位置。
- 8、植筋深度原则上为100mm, 如果空心板桥梁, 探明梁端尺寸, 及钢筋、预应力锚固位置后; 注意不得损伤梁体及各种钢筋和预应力, 如果确实有冲突, 植筋深度可适当调整, 由拉力控制;
- 9、原则上要求焊接为双面焊, 如果施工有难度, 双面焊可以改为单面焊, 但是得保证焊接长度满足规范要求;
- 10、钢纤维用量为 $80\text{Kg}/\text{m}^3$ ;
- 11、括号内数据用于混凝土凿除区域尺寸的调整, 首先尽量满足确定尺寸值;
- 12、伸缩装置一般在年平均气温附近安装, 即 $18^\circ\text{C}$ 左右, 且安装宽度根据不同跨径和连续段长度由规范确定。当伸缩装置的安装温度不同于设计温度时, 应根据跨径、桥面连续长度、安装时温度等综合计算, 并经有关程序确认后对各项安装参数予以调整。

钻孔植筋大样图

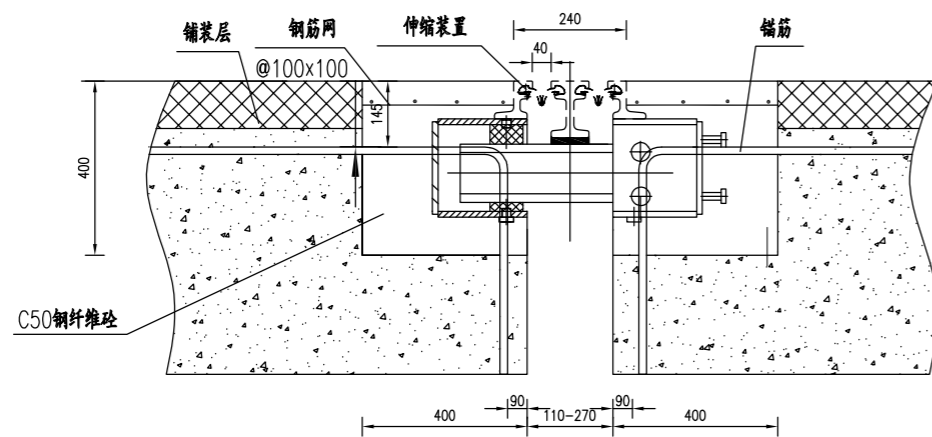


平面图



200

截面图



每延米材料用量表

材料名称	伸缩装置	锚筋	横筋	钢筋网	钢纤维	混凝土	植筋胶	植筋孔
规格	DF80	Φ16	Φ16	Φ8		(C50)		Φ18
每米用量	1m	7.5m	8根通长	6Kg	25.6Kg	0.32立方	0.26L	20个/m

说明:

1. 本图尺寸均以mm计。
2. 维修时将锚筋植入兼体，间距 $e=200\text{mm}$ 。
3. 先铺路面后开槽，伸缩装置与路面调平，用3m直尺检查高差，高差 $<2\text{mm}$ 。
4. 伸缩装置锚筋与横穿钢筋、锚筋焊牢，搭接钢筋焊缝长度 $>5d$ 。
5. 采用钢纤维砼浇筑槽区，按第3条控制平整度。
6. 槽区砼养生达钢纤维混凝土强度的80%，开放交通。
7. 槽区钢纤维砼不宜采用快干型砼，建议在交通压力不大的情况下，尽量采用普通混凝土恢复。
8. 横向通长射筋中，最上面两根钢筋原则上按照图示安装，如果由于混凝土保护厚度得不到满足，可适当调整上息两根钢筋向通长钢筋的位置。
9. 植筋深度原则上为100mm，如果空心板桥梁，探明梁墙尺寸，及钢筋、预应力锚固位置后；注意不得损伤梁体及各种钢筋和预应力，如果确实有冲突，植筋深度可适当调整，由拉拔力控制。
10. 原则上要求焊接为双面焊，如果施工有难度，双面焊可以改为单面焊，但是得保证焊接长度满足规范要求。
11. 钢纤维用量为 $80\text{Kg}/\text{m}^3$ 。
12. 括号内数据用于混凝土蓄除区域尺寸的调整，首先尽量满足确定尺寸值。
13. 伸缩装置一般在年平均气温附近安装，即 $18^\circ\text{C}$ 左右，且安装宽度根据不同跨径和连续段长度由规范确定。当伸缩装置的安装温度不同于设计温度时，应根据跨径、桥面连续长度、安装时温度等综合计算，并经有关程序确认后对各项安装参数予以调整。

钻孔植筋大样图

