

ICS 03.220.20

R 04

DB13

河 北 省 地 方 标 准

DB 13/T 2194—2015

**桥涵混凝土腐蚀病害修复与防护工程
技术规程**

2015-05-20 发布

2015-07-01 实施

河北省质量技术监督局 发布

前　　言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由河北省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：河北省交通规划设计院、河北省高速公路石安管理处石家庄养护工区、河北省高速公路石黄管理处、河北路合交通科技有限公司。

本标准主要起草人：樊丽辉、陈淑华、党永强、张通贤、张贵香、刘巧珍、程园、种庚子、路建印、周荣华、张建伟、郭铁麟、林向楠、任泽、张志烨、梁蕴飞、张宏、李彤英、张耀武、姚斐、刘东敏、樊星、金凤温、张建立、高金虎、相宏伟、杨旭光、韩永红、李国清、王玮巍。

桥涵混凝土腐蚀病害修复与防护工程技术规程

1 范围

本标准规定了桥涵混凝土腐蚀类病害修复与防护工程的材料要求、设计、施工和质量检验等内容。本标准适用于在用钢筋混凝土桥涵腐蚀类病害的修复与防护，其它水泥混凝土结构可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法

GB 2958 合成胶乳总固物含量测定法

GB/T 14684 建筑用砂

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法

CECS 18 聚合物水泥砂浆防腐蚀工程技术规程

JG/T 157 建筑外墙腻子

JT/T 695 混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件

JC/T 984 聚合物水泥防水砂浆

DL/T 5126 聚合物改性水泥砂浆试验规程

DBJ 01-54 界面渗透型防水涂料质量检验评定标准

JTG H030 公路养护安全作业规程

3 术语和定义

下列术语及定义适用于本文件。

3. 1

桥涵混凝土腐蚀

桥涵混凝土与环境因素发生物理、化学或电化学作用，所呈现的渐进性损伤与破坏，主要包括冻融破坏、钢筋锈蚀、混凝土剥落、盐结晶膨胀、碱集料反应等形式。

3. 2

耐久性修复

将修复材料与原有结构材料成功结合在一起，形成一个整体，并能经受使用、环境和时间等各种因素作用的考验，在使用性能上保证修复后的混凝土结构具备整体耐久性。

3. 3

耐久性防护

采用一定的防护技术手段，维持混凝土结构耐久性达到期望水平的活动。

3. 4

聚合物乳液

由单体（同一种单体、两种及以上不同单体）经乳液聚合而成的聚合物乳液，并掺配了改善和提高水泥防水砂浆性能的各种添加剂。

3. 5

聚合物水泥防水砂浆

以水泥、细骨料为主要成分，掺配聚合物乳液改性剂，混合制成的水泥防水砂浆。

3. 6

高抗渗聚合物水泥防水砂浆

特指具有低吸水率性能指标的聚合物水泥防水砂浆。

3. 7

聚合物水泥防水腻子

以水泥、粉料为主要成分，掺配聚合物乳液改性剂，混合制成的水泥防水腻子。

3. 8

透明混凝土防护涂层

由底层、中间层和面层构成的透明防护涂层体系，每道涂层均承担一定的功能，并实现最优化的保护功能。

4 材料要求**4. 1 水泥**

应选用42.5级以上硅酸盐或普通硅酸盐水泥，其质量应符合GB175的规定。同一座桥梁宜采用同一厂家同一批号的水泥，严禁不同品种不同等级的水泥混合使用。

4. 2 细骨料

应选用石英砂、机制砂或河砂，符合GB/T14684的规定，其质量和颗粒级配应满足表1和表2的技术要求。

表1 细骨料的质量

项目	含泥量 (%)	云母含量 (%)	硫化物含量 (%)	有机物含量
指标	≤3	≤1	≤1	浅于标准色

表2 细骨料的颗粒级配

筛孔 (mm)	5.0	2.5	1.25	0.63	0.315	0.16
筛余量 (%)	0	0~25	10~50	41~70	70~92	90~100
注：细骨料的最大粒径不应超过砂浆层厚度的1/3。						

4. 3 粉料

选用硅灰石粉、绢云母粉或滑石粉，细度300目以上，应满足涂料级用途技术要求，宜选用同一批号产品。

4.4 聚合物乳液

聚合物乳液应满足表3规定的技术要求，其总固含量的测定方法应按GB2958的规定执行。

表3 聚合物乳液的技术要求

项目	技术要求
外观	乳白色无沉淀的均匀乳液
pH值	>8
总固含量(%)	应能满足聚合物水泥防水砂浆(或腻子)的技术要求
与水泥拌合试验	与水泥混合不发生不良反应
储存稳定性	0℃~38℃，保质期内无明显沉淀

4.5 聚合物水泥防水砂浆

聚合物水泥防水砂浆应满足表4规定的技术要求，其质量检验应按JC/T 984 的规定执行，相关试验方法应按DL/T 5126 的规定执行。

表4 聚合物水泥防水砂浆的技术要求

项目	技术要求
初凝时间(min)	≥45
终凝时间(h)	≤24
抗渗压力28d(MPa)	≥1.5
抗压强度(MPa)	≥24.0
抗折强度(MPa)	≥8.0
柔韧性(横向变形能力/mm)	≥1.0
粘结强度28d(MPa)	≥1.2
收缩率28d(%)	≤0.15
吸水率(%)	≤4.0
耐碱性：饱和Ca(OH) ₂ 溶液	无开裂、剥落
抗冻性：冻融循环-15℃~20℃，25次	无开裂、剥落
养生条件	自然养生、不能洒水
抗缩裂性	大面积薄层罩面时不出现缩裂
可施工性	不粘滞、易整平压光

4.6 高抗渗聚合物水泥防水砂浆

高抗渗聚合物水泥防水砂浆的“吸水率”技术要求为：≤3.0 %;

4.7 聚合物水泥防水腻子

聚合物水泥防水腻子应按照规定要求进行制备，其质量应符合JG/T 157的规定，其“吸水量”技术要求为：≤1.0g/min。

4.8 渗透型防水材料

渗透型防水材料是指涂刷于水泥混凝土或水泥砂浆表面，具有渗透性，使表面层密实并具有憎水性能的材料。其技术要求见表5。试验方法可参照DBJ01-54的规定执行。

表5 渗透型防水材料的技术要求

项目	技术要求
固体含量 (%)	企业指标 ±5%
抗压强度比 (%)	≥100
渗透深度 (mm)	≥2.0
48h吸水量比 (%)	≤65
抗透水压力比 (%)	≥200
抗冻性：冻融循环-20℃～20℃, 15次	表面无粉化、裂缝
耐碱性：饱和Ca(OH) ₂ 溶液，浸泡168h	表面无粉化、裂缝
耐酸性：1%盐酸溶液，浸泡168h	表面无粉化、裂缝
钢筋锈蚀	无锈蚀
遮盖性	不改变基面原貌和颜色

4.9 透明混凝土防护涂料

4.9.1 透明混凝土防护涂料宜选用水性涂料，应具备良好的水泥混凝土附着力、抗污染能力、耐候性和耐酸碱盐腐蚀性，同时，还应具有低温柔性和涂膜透明度。涂刷固化后形成无色透明有光泽的柔性防护涂层，能有效封闭混凝土表面。

4.9.2 透明混凝土防护涂层体系应包括三层：底层、中间层和面层。底层涂料应具有良好的渗透性，中间层涂料旨在增加涂层体系的厚度，面层涂料应具有良好的抗老化性能。其涂层体系的主要技术要求见表6。试验检验方法应按 JT/T 695 的规定执行。

表6 透明混凝土防护涂层体系的技术要求

项目	技术要求
低温柔性 (10mm棒)	-10℃无裂纹
耐水性 (240h)	不起泡、不剥落、不粉化
耐碱性 (10% NaOH, 72h)	无异常
耐酸性 (10% H ₂ SO ₄ , 72h)	无异常
耐盐性 (3.5%NaCl, 240h)	无异常
耐候性 (500h)	不起泡、不剥落、不粉化，允许2级变色

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 应详细勘察混凝土腐蚀和钢筋锈蚀的病害程度，包括部位、面积和深度等；锈蚀钢筋截面积残余量不应低于结构承载能力的要求。

5.1.2 受水浸雨淋或腐蚀较重的部位或构件，须采用高抗渗聚合物水泥防水砂浆进行修复与防护。

5.1.3 剥落部位修复完成后，应实施扩大罩面薄层防护，其覆盖面不宜小于坑洞修补外缘150mm~200mm。

5.1.4 因混凝土保护层偏薄（明显低于保护层设计厚度）而造成的钢筋锈蚀露筋病害，修复完成后，应实施加厚罩面薄层防护。其厚度要求应满足表7的规定。

表7 薄层防护的厚度要求

单位：mm

序号	防护层类型	一般防护	加厚防护
1	聚合物水泥防水砂浆层	10~15	15~20
2	高抗渗聚合物水泥防水砂浆层	8~10	10~15
3	聚合物水泥防水腻子层	2~3	3~5
4	高抗渗聚合物水泥防水腻子层	2~2.5	2.5~3.5

5.1.5 处于浸水区域的混凝土构件（包括水下区、水位变动区、浪溅区等），采用此标准修复后，宜附加其它防腐措施，可参照JT/T 695的规定执行。

5.1.6 桥梁梁体的整体防护应遵循“保持原貌及裂缝可见性”原则，不宜采用遮盖式涂层防护。

5.2 方案

5.2.1 桥涵混凝土腐蚀病害的修复与防护方案见表8。

表8 修复与防护方案

序号	项目描述	方案之一	方案之二
1	混凝土盐碱腐蚀、无剥落现象发生	1 基面处理，全部露新； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 高抗渗防水砂浆修复与薄层防护。	1 基面处理，全部露新； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 高抗渗防水腻子修复与薄层防护。
2	露筋病害，混凝土剥落	1 基面处理，全部露新，钢筋除锈； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 高抗渗防水砂浆修补坑洞； 4 高抗渗防水砂浆扩大面积薄层防护。	1 基面处理，全部露新，钢筋除锈； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 高抗渗防水砂浆修补坑洞； 4 高抗渗防水腻子扩大面积薄层防护。
3	对伴有裂缝的混凝土表面处理	缝宽小于0.3mm时： 1 基面处理，全部露新； 2 灌注涂刷渗透型防水材料，并加大用量； 3 沿裂缝走向，用聚合物乳液粘贴玻璃纤维布，布宽宜选用100mm； 4 然后进行防水砂浆或防水腻子修复防护。	缝宽大于0.3mm时： 1 基面处理，全部露新； 2 灌注涂刷渗透型防水材料，并加大用量； 3 灌注弹性防水胶； 4 沿裂缝走向，用聚合物乳液粘贴玻璃纤维布，布宽宜选用100mm； 5 然后进行防水砂浆或防水腻子修复防护。

表8 (续)

序号	项目描述	方案之一	方案之二
4	易受腐蚀破坏的部位和构件	1 基面处理，全部露新； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 高抗渗防水砂浆修复与罩面防护； （如需要，可继续实施下面两步） 4 刮涂高抗渗防水腻子； 5 防护涂料涂层（兼顾防护与装饰）。	1 基面处理，全部露新； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 聚合物乳液粘贴玻璃纤维布； 4 刮涂高抗渗防水腻子； 5 防护涂料涂层（兼顾防护与装饰）。
5	易受水浸雨淋的部位和构件	较轻时： 1 基面处理，清洁无污物； 2 涂刷渗透型防水材料3遍以上。	较重时： 1 基面处理，全部露新； 2 涂刷渗透型防水材料及界面材料； 3 高抗渗防水砂浆薄层防护，或 刮涂防水腻子+涂刷防护涂料。
6	梁体的防护	1 基面处理，清洁无污物； 2 涂刷渗透型防水材料3遍以上。	1 基面处理，全部露新； 2 涂刷渗透型防水材料3遍； 3 涂刷透明防护涂层。

注1：表中的“防水砂浆”为D类双组份，不得采用S类单组份聚合物砂浆。
 注2：表中的“防水腻子”为双组份，不得采用“可再分散乳胶腻子粉”配制的单组份耐水腻子替代。
 注3：表中第4项，适用于混凝土护栏下缘部位的防腐防护。
 注4：表中的“玻璃纤维布”应采用非石蜡乳液型的玻璃纤维平纹布。

5.2.2 桥涵混凝土结构所适用的预防性防护方案见表9。上部结构宜实施预防性防护的构件或部位包括伸缩缝混凝土、混凝土护栏、边梁、边板、空心板板底、翼板、腹板、泄水孔周边等；下部结构宜实施预防性防护的构件或部位包括桥台、盖梁、墩柱（外侧和浸水部位）等。

表9 预防性防护方案

序号	方 案	所适用的构件或部位
1	渗透型防水材料	全部构件
2	渗透型防水材料+透明式防护涂层	梁体
3	渗透型防水材料+遮盖式防护涂层 (水泥防水腻子+防护涂料)	混凝土护栏、下部结构各构件

5.3 配合比设计

5.3.1 聚合物水泥防水砂浆和防水腻子的配合比可参照表10进行试配。

表10 配合比（质量比）

项目	聚合物水泥防水砂浆	聚合物水泥防水腻子
水泥	100	100
砂子	150~300	—
粉料	—	硅灰石粉：30~60 云母粉（或滑石粉）：20~40
聚合物乳液或 高抗渗聚合物乳液	40~60 或根据适宜的砂浆和易性添加	70~100 或根据适宜的腻子稠稀度添加

5.3.2 配合比选择后，应进行各项试验，其性能指标满足表4的技术要求后，可用作施工实用配合比。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 施工期间，环境温度宜为10℃～35℃，当夜间温度低于5℃时，应停止施工；不宜在大风环境或气温较高的环境中施工。

6.1.2 施工现场，液料存放应避免阳光直射，并注意密封，防止泄露。粉料存放应注意遮盖，防止飞散。

6.1.3 施工作业安全及文明施工应按照相关规定执行。

6.2 施工准备

6.2.1 原材料

水泥、细骨料、粉料、聚合物乳液、渗透型防水材料、玻璃纤维布和涂料等。

6.2.2 机具

6.2.2.1 主要设备：小型发电机、电动角磨机、电动搅拌器、低压喷雾器、高速吹风机、（盘）台秤、数码照相机等。

6.2.2.2 安全标志：施工标志牌、锥形隔离帽、标志服、警示灯、彩旗等。

6.2.2.3 防护器具：护目镜、防尘口罩、手套、防护服等。

6.2.3 人员

6.2.3.1 施工单位应根据现场具体情况编制“施工组织设计”，并会同设计单位和主要材料供应商对施工人员进行技术培训。

6.2.3.2 大面积施工前应组织施工人员按照工序要求进行“小区”试验，小区试验宜选择具有代表性的部位或构件。

6.3 现场配制

6.3.1 施工现场先按照设计配合比进行材料配制和现场施工试验，满足要求后再进行施工。

6.3.2 聚合物水泥防水砂浆宜采用人工拌和，聚合物水泥防水腻子宜采用机械拌和，一次拌和量应掌握在45min内用完。

6.3.3 配制聚合物水泥防水砂浆时，先按照确定的水泥和砂子比例定量称取，并干拌均匀。拌制时，先将定量的水泥砂子倒入砂浆拌和缸，再缓慢加入定量的聚合物乳液，充分拌和均匀即可。

6.3.4 配制聚合物水泥防水腻子时，先按照确定的水泥和粉料比例定量称取，并干拌均匀。拌制时，先将定量的聚合物乳液倒入腻子搅拌桶，再缓慢加入定量的水泥和粉料，同时进行电动搅拌，充分搅拌成腻子状即可。

6.4 病害修复与防护

6.4.1 病害修复

6.4.1.1 表面处理：彻底凿除剥落酥松部位的混凝土，并用电动角磨机和钢丝刷对基面和钢筋锈蚀层进行打磨露新，然后，用高速吹风机吹扫干净。也可采用高压淡水（压力不小于 20MPa）进行处理。表面处理范围应大于防护层的尺寸面积要求。

6.4.1.2 在混凝土表面以及钢筋周围喷涂渗透型防水材料。在防水材料干燥前，均匀涂刷一遍聚合物乳液作为界面结合层，并随即抹压聚合物水泥防水砂浆。

6.4.1.3 聚合物水泥防水砂浆的单层抹压厚度不应大于 15mm，坑洞较深时应采取逐层抹压方式，必须等上一层防水砂浆干硬后，再抹压下一层。

6.4.1.4 对伴有裂缝的表面，顺裂缝走向，用聚合物乳液粘贴玻璃纤维布隔离层，玻璃纤维布宽为 100mm。粘贴后自然干燥不应少于 12h。

6.4.1.5 薄层防护施工必须在病害修复砂浆层实干后进行。

6.4.2 薄层防护

6.4.2.1 薄层防护施工前，应检查基面情况，要求混凝土表面基本平整、无污物、无裂缝、无露筋等。如有深度大于 5mm 的坑洞或凹陷，应先按 6.4.1 条进行修复。

6.4.2.2 用高速吹风机将表面吹扫干净，然后涂刷渗透型防水材料和聚合物乳液，已用聚合物水泥防水砂浆进行了修复的部位，不再涂刷。

6.4.2.3 聚合物水泥防水砂浆的薄层防护可多层抹压，单层厚度控制在 10mm 以内，应一次性抹压完成。必须等上一层防水砂浆干硬后，再抹压下一层。抹压面层时，应控制好平整度和坡度，并选择适当时机进行压光处理。

6.4.2.4 大面积薄层防护施工时，宜一次性抹压完成，不宜分段施工。

6.4.2.5 阴阳角部位修复时，应控制好平直度和垂直度。

6.4.2.6 施工完成后，应至少保证夏季 24h 冬季 48h 不受水浸雨淋。

6.4.2.7 对于需要考虑罩面砂浆层自重的大面积薄层防护，可刮涂聚合物水泥防水腻子，单层刮涂厚度宜为 1mm 左右，总厚度应不低于设计要求厚度。有装饰要求时，待水泥防水腻子层实干后，再涂刷混凝土防护涂料。

6.4.3 透明涂层防护

6.4.3.1 透明涂层涂装作业前，应检查梁体混凝土情况，梁体裂缝宽度应小于安全允许值。

6.4.3.2 表面处理：采用电动角磨机和钢丝刷进行打磨露新，并用高速吹风机吹扫干净。

6.4.3.3 表面打磨露新后，如有深度大于 5mm 的缺陷或坑洞，应按照 6.4.1 条进行修补修复；如表面裸露出较大或较深的气孔与麻面，应采用聚合物水泥防水腻子进行点部或局部小范围填补修平，严禁对裂缝部位进行填补遮盖。

6.4.3.4 修补部位实干后，重新进行一遍表面打磨和吹扫处理，然后喷涂渗透型防水材料。

6.4.3.5 透明涂层涂装作业时，应按照涂料使用要求，严格控制施工工序和涂装用量。首先进行第一道底层涂装作业，在底层未彻底实干前（可手触或依据材料要求）实施第二道中间层的涂装作业。第二道涂装方向，应与第一道方向垂直。相应地，适时进行第三道面层涂装作业。

6.4.3.6 应严格控制中间层涂装用量，保证中间层厚度。透明防护涂层总厚度应不低于 200 μm。

6.4.3.7 涂装方式可以采用喷涂或辊涂，涂装作业时应保持连续、均匀、无遗漏、无流挂。

6.4.3.8 整个涂层体系涂装完毕，应保证干燥成膜过程中不受雨淋水冲。

7 质量检验

7.1 修复层质量检验

7.1.1 外观质量检验：修复层、防护层与混凝土表面应粘结牢固；修复后的表面应均匀平整，无鼓包、脱层、裂纹和翘边等缺陷，边缘整齐美观，外观颜色一致。采用目测、手摸和敲击等方法检验。

7.1.2 抗渗性能检验：修复与防护层养生结束后，应具备良好的防水性能，其表面呈现挂水珠现象，水珠（或水印）边缘无渗透延展现象。采用滴水、喷水或淋水等方法检验，并观察15min以上。

7.1.3 平均厚度检验：平均厚度应不小于设计值，其最小厚度不应小于设计厚度的85%。采用量测方式检验。

7.1.4 表面质量检验：表面质量的一般性允许偏差与检验方法，见表11。

表11 表面质量的一般性检验要求

序号	项目	允许偏差（mm）	检验方法
1	表面平整度	5	用2m靠尺和塞尺检查
2	阴阳角方正	3	用直角检测尺检测

7.2 透明涂层质量检验

7.2.1 透明混凝土防护涂层的检验，宜在大气环境下自然养生15d后，涂层体系进入了一个比较稳定的状态后进行。

7.2.2 透明涂层检验项目包括：

- a) 外观检验：涂层应连续均匀透明，不得有遗漏、流挂、裂纹、气泡、脱皮和变色等缺陷；
- b) 厚度检验：采取抽样量测方式检验；
- c) 防水性能检验：可采用淋水喷雾方式，观察30min以上，挂水珠，涂膜不应泛白起皱。

7.3 质量检验频次

7.3.1 面积小于等于20 m²的修复施工，应抽检一次。

7.3.2 面积大于20 m²的修复施工，应每20 m²抽检一次。