公路与城市道路工程混凝土结构
表层渗透防护技术规程
(征求意见稿)
编制说明

标准起草组
2022年6月

目录

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人.....	3
二、制订标准的必要性和意义.....	3
三、主要工作过程.....	3
四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系.....	4
五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述.....	7
六、重大意见分歧的处理依据及结果.....	10
七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况.....	10
八、作为推荐性标准建议及其理由.....	10
九、贯彻标准的措施建议.....	10
十、其他应说明的事项.....	11

一、任务来源、起草单位、协作单位、主要起草人

根据中国交通运输协会发布的“2021年度第四批团体标准项目立项的公告”（中交协秘字〔2021〕34号）要求，由北京市市政工程设计研究总院有限公司联合多家单位作为起草单位，负责本规程的编制工作。

起草单位：北京市市政工程设计研究总院有限公司、中铁投资集团有限公司、中铁京西（北京）高速公路发展有限公司、北京建工集团有限责任公司、中铁十局集团有限公司、北京国道通公路设计研究院股份有限公司、中铁一局集团有限公司、中铁北京工程局集团有限公司、北京住总基础设施建设集团有限责任公司、北京市政路桥股份有限公司、北京中地交科新材料技术研究有限公司、北京市政路桥管理养护集团有限公司、北京路桥瑞通科技发展有限公司、扬州大学、交通部公路科学研究院、哈尔滨工业大学、广州珠江黄埔大桥建设有限公司等。

主要起草人：宋凯、刘宇、潘可明、张宇宁、郝标、张少锦、邬惠娟、谭忆秋、王旭东、吴金刚、田波、杨仲会、雷晓刚、吕飞、杜宪武、王岩、张小华、高海飞、陈作银、陈鹏、宿利平、张松、刘景生、郑远松、张彬、陈代昆、郭家文、田纲、陈鸿博、朱雪光、孟均、杜连杰、曹元义、李春跃、亓凤龙、何福军、郭宝君、李彬伟、贺文文、卢开艳、王勇、赵超、陈胜

二、制订标准的必要性和意义

本规程的制订，是为了提高公路与城市道路工程混凝土结构表层质量，延长混凝土结构使用耐久性，降低全寿命周期混凝土综合养护成本，指导混凝土结构表层防护技术应用。

三、主要工作过程

本规程通过收集既有工程应用经验，以及相关研究成果、试验检测结果及使用单位反馈信息，确定标准编制方向。

经中国交通运输协会立项和大纲审批通过，根据评审会专家意见，形成征求意见稿，报中国交通运输协会评审。

再根据评审会专家意见进行补充、修改，经中国交通运输协会同意，挂网征求意见。针对反馈意见，提出处理办法，进行补充、修改，形成送审稿。

经中国交通运输协会同意，进行专家审查。

根据专家审查会形成的专家意见进行修改，形成报批稿，上报审批。

四、制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

本规程制订的基本原则是以现有混凝土结构表层防护技术为基础，参照国家规范、标准，依据《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310-2019)的基本规定要求，针对公路与城市道路工程混凝土结构表层防护技术的特点进行定义、描述和规范。

本规程编制过程中，查阅了下列规范、标准和技术规程：

GB 50367 混凝土结构加固设计规程

GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范

GB/T 176 色漆和清漆耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料不挥发物含量的测定

GB/T 1728 漆膜、腻子干燥时间测定法

GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法

GB/T 1771 色漆和清漆耐中性盐雾能的测定

GB/T 2567 树脂浇铸体性能试验方法

GB/T 3354 定向纤维增强聚合物基复合材料 拉伸性能试验方法

GB/T 5210 色漆和清漆拉开法附着力试验

GB/T 6739 色漆和清漆铅笔法测定漆膜硬度

GB/T 6742 色漆和清漆弯曲试验（圆柱轴）

GB/T 7123.1 多组分胶粘剂可操作时间的规定

GB/T 7124 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)

GB/T 9914.1 增强制品试验方法 第1部分：含水率的测定

GB/T 9914.2 增强制品试验方法 第2部分：玻璃纤维可燃物含量的测定

GB/T 9914.3 增强制品试验方法 第3部分：单位面积质量的测定

GB/T 16777 建筑防水涂料试验方法

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）

GB/T 25045 玄武岩纤维无捻粗纱

GB/T 50476-2019 混凝土结构耐久性设计标准

GB/T 51355 既有混凝土结构耐久性评定标准

JGJ 80 建筑施工高处作业安全技术规范

JTS 153-2015 水运工程结构耐久性设计标准
JT/T 532-2019 桥梁结构用碳纤维片材
JT/T 991-2015 桥梁混凝土表面防护用硅烷膏体材料
JT/T 1168 公路桥梁用氟碳面漆
JG/T 264 混凝土裂缝修复灌浆树脂
JG/T 336 混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆
JG/T 337 混凝土结构防护用渗透型涂料
JC/T 2217 环氧树脂防水涂料
JTG/T 3310-2019 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
JB/T 11699 高处作业吊篮安装、拆卸使用技术规程
T-CCES 12 混凝土结构用有机硅渗透型防护剂应用技术规程

现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》(GB 50550-2010)和行业标准《公路桥梁加固设计规范》(JTG TJ22-2008)对小于 0.05m (行业标准为小于 0.15mm)的裂缝采用了封闭法进行处理,虽然一定程度上阻止了外部有害物质的侵入,但对裂缝并没有封闭,一旦封闭材料出现破损或体积变形(如收缩),依旧会造成有害物质的侵入,造成混凝土和钢筋的损害。因此,仍有必要对小于 0.05m 和 0.15mm 的裂缝进行渗透性补强,然后再采用粘贴纤维布的方式处理,以全方位保护开裂混凝土和内部钢筋,这也是本项目着重解决的问题之一。

对于新浇筑的混凝土,为使混凝土充分完成水化反应,以保证混凝土防护体系的耐久性,故规定渗透防护技术应在混凝土浇筑完成 28d 后进行。龄期参照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》JTT 695-2007 中的相关规定。

混凝土结构的环境分类、作用等级的划分以及耐久性调查、检测与评定,应符合现行国家标准《既有混凝土结构耐久性评定标准》(GB/T51355)的要求。

耐候性表面防护漆的最小厚度及技术指标选择应根据工程所属腐蚀环境、腐蚀部位以及防腐寿命的要求,参照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JTT 695-2007)执行。

本项目技术相较现行《混凝土裂缝修复灌浆树脂》(JG/T 264)和现行《混凝土结构防护用渗透型涂料》(JG/T 337)相关标准,提升树脂可操作时间,有利于现场作业施工,有利于渗透固结剂的渗透加深,避免不同季节温度及湿度条件下施工质量的波动。现行的《混凝土结构防护用渗透型涂料》(JG/T 337)提出的普通环境条件下渗透深度

不低于 2mm，有盐环境条件下渗透深度不低于 6mm，本渗透固结剂在有盐和无盐环境条件下渗透深度均不低于 6mm，在混凝土内体反应固结后能够封闭毛细孔和微裂纹，同时封闭粗、细裂缝和大孔洞内壁，阻断水分、空气和其它有害物质侵蚀混凝土。

本项目技术参照《既有混凝土结构耐久性评定标准》(GB/T51355)和《混凝土结构加固设计规程》(GB 50367)基本规定的基础上部分优化提升；

本项目技术符合并部分高于《混凝土桥梁结构表面用防腐涂料 第 1 部分：溶剂型涂料》(JT/T 821.1-2011)、《混凝土结构防护用渗透型涂料》(JG/T 337)、《公路桥梁用氟碳面漆》(JT/T1168)的防护体系要求；

本项目技术符合并部分高于《多组分胶粘剂可操作时间的规定》(GB/T 7123.1-2015)、《混凝土裂缝修复灌浆树脂》(JG/T 264)、《建筑防水涂料试验方法》(GB/T 16777-2008)、《环氧树脂防水涂料》(JC/T 2217-2014)、《树脂浇铸体性能试验方法》(GB/T 2567-2008)、《拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》(GBT 7124-2008)、《胶粘剂—不均匀扯离强度试验方法(金属与金属)》(GJB-94-1986)、《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》(JG/T 336-2011)、《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》(GB/T 17671-1999)、《增强制品试验方法 第 3 部分：单位面积质量的测定》(GB/T 9914.3)、《玄武岩纤维无捻粗纱》(GB/T 25045-2010)、《增强材料 机织物试验方法 第 5 部分：玻璃纤维拉伸断裂强力和断裂伸长的测定》(GB/T 7689.5-2013)、《色漆、清漆和印刷油墨研磨细度的测定》(GB/T 6753.1)、《交联型氟树脂涂料》(HG/T3792-2014 附录 A)、《色漆和清漆弯曲试验(圆柱轴)》(GB/T 6742-2007)、《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》(GB/T 1728-1979)、《色漆和清漆 拉开法附着力试验》(GB/T 5210-2006)、《漆膜耐冲击测定法》(GB/T 1732-1993)、《色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度》(GB/T 6739-2006)、《色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定》(GB/T 1771-2007)、《色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法》(GB/T 1768-2006)、《色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定》(GB/T 1725-2007)、《色漆和清漆涂层老化的评级方法》(GB/T 1766-2008)的材料要求；

本项目技术符合《建筑施工高处作业安全技术规范》(JGJ 80)、《高处作业吊篮安装、拆卸、使用技术规程》(JBT 11699)、《建筑结构加固工程施工质量验收规范》(GB 50550)施工要求；

质量验收方面：过程检查参考《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JTT 695-2007)；纤维专业布与混凝土之间的粘结质量参照《建筑结构加固工程施工质量验收规范》(GB 50550-2010)规定；涂膜湿膜厚度可采用《色漆和清漆漆膜厚度的测定》

(GB / T 13452. 2-2008) 规定的检测方法；涂层粘结强度的检验方法则按照《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JTT 695-2007) 的规定执行。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、实验验证的论述

1 范围

本规程规定了公路与城市道路混凝土结构表层渗透防护技术的术语和定义、基本规定、材料、设计、施工、质量检验和养护管理。

本规程适用于公路与城市道路工程新建和在役混凝土结构的表层渗透防护。

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 基本规定

本规程适用于考虑环境作用的公路与城市道路工程混凝土结构的耐久性防护。涉及的环境作用包括：碳化、冻融循环、氯盐侵蚀、盐结晶环境、化学腐蚀环境、磨蚀环境。

混凝土结构的环境分类、作用等级的划分以及防护调查、检测与评定，除应符合本标准的要求外，尚应符合现行行业标准《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310-2019) 的要求。

本规程的防护技术是对现行行业标准《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310-2019) 中“8 防腐蚀附加措施”的延伸和细化，对 M3-1 表面涂层和 M3-2 表面憎水技术进行系统性规定。

公路与城市道路工程混凝土结构表层渗透防护包括环氧渗透防护涂层体系和硅烷浸渍防护体系。

根据结构所处的环境类别、作用等级及结构或构件所在部位，合理选择环氧渗透防护涂层体系和硅烷浸渍防护体系。

5 材料

渗透型固结剂是混凝土结构表层渗透防护技术体系的关键材料，渗透性强是其突出特点，同时应具有良好的固结增强作用，提高混凝土表层密实度和抗压强度，故称其为渗透固结剂。环氧渗透固结剂作为混凝土表层防护材料，须具备一定的强度与模量，才能在混凝土不断轻微变形中保持防护效果，为此本规程提出断裂伸长率、拉伸强度及模量、对混凝土黏结强度、压缩强度和弯曲强度等做了明确规定。

环氧修补砂浆抗压强度及抗折强度符合现行《混凝土结构修复用聚合物水泥砂浆》

（JG-T 336）要求；根据现行《环氧树脂防水涂料》（JC/T 2217）要求，试件采取干基面/潮湿基面两种不同基面以及试件采取浸水处理/热处理 2 种不同处理方式，对混凝土黏结强度要求分别为 $\geq 3.0\text{MPa}$ 、 $\geq 2.5\text{MPa}$ 、 $\geq 2.5\text{MPa}$ 、 $\geq 2.5\text{MPa}$ ，本规程要求对混凝土黏结强度 $\geq 3.5\text{MPa}$ 或混凝土内聚破坏，能满足不同基面不同处理方式的混凝土对于黏结强度的要求。

结合施工可操作性，纤维粘贴胶具有高粘触变，不流挂性特性，可很好的起到初始固定作用，纤维粘贴胶具有粘结强度高，操作方便，与纤维有很好的适配性，具有渗透力强，耐老化性、耐水性和耐化学腐蚀性能优点。材料主要用于混凝土表层结构防护与增强，非进行整体结构加固；相较现行《混凝土结构加固设计规程》（GB 50367）要求，提升纤维粘贴胶的断裂伸长率，降低材料的弹性模量，有利于改善纤维粘贴层的与混凝土表层随变性。

表面保护漆优先选用耐久性能优异的氟碳面漆或丙烯酸聚氨酯面漆，现行《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695）和《公路桥梁用氟碳面漆》（JT/T1168）中细度要求 $\leq 35\ \mu\text{m}$ ，本规程进一步规定氟碳面漆细度 $\leq 30\ \mu\text{m}$ ，低细度氟碳面漆具有更好的光泽度、附着力、硬度、耐溶剂擦拭性、耐酸碱性、耐湿热老化性，同时低细度面漆由于比表面积大，表面能增加，表面吸附能力增强，使得涂层的交联固化反应更加充分，涂层致密性提高，也可减少水汽侵入；现行《公路桥梁用氟碳面漆》（JT/T1168）中混凝土表面附着力 $\geq 3\text{MPa}$ ，本规程提升混凝土表面附着力至 $\geq 5\text{MPa}$ ，高附着力减少了面漆后期老化脱落的风险，水汽的入侵，减轻对内层结构破坏。现行《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》（JT/T 695）和《JT/T1168 公路桥梁用氟碳面漆》标准中，基料中氟含量 $\geq 22\%$ ，本规程氟碳面漆基料中氟含量提升至 $\geq 24\%$ ，具有更高的耐酸性、耐碱性、防锈防腐性、耐候性。

硅烷浸渍材料可选择硅烷浸渍液或硅烷浸渍膏。

6 设计

混凝土是现代土木工程领域应用量最大、应用范围最为广泛的建筑材料。然而混凝土大多长期暴露在室外环境，且其自身为多孔结构，水和离子可通过其孔隙渗入其内部，引起混凝土霉化、碳化、开裂等病害，进一步导致钢筋锈蚀，严重影响混凝土结构的正常使用，降低混凝土结构承载能力，更甚者可能导致混凝土的结构破坏。目前国内桥梁、港口等基础设施工程的混凝土耐久性问题尤为突出，许多工程建成后几年就出现钢筋锈蚀、混凝土开裂问题，所需维修费用或重建费用巨大。

近年来，有关单位在广东、江苏、北京等地区依托实施的混凝土预防性养护工程，研发了混凝土结构表层渗透防护技术体系，实现了混凝土的缺陷修复和耐久保护。本规程对混凝土结构表层渗透防护技术所涉材料、施工、质量控制等方面进行全面系统的规定。

混凝土结构表层渗透防护技术体系提升混凝土表层密实度和抗压强度，修复混凝土蜂窝、麻面、坑洞等缺陷病害；实现混凝土与外界环境完全隔离，有效阻断外界环境的侵蚀，大幅提升混凝土耐久性能，延长混凝土使用寿命；并通过粘贴纤维布实现混凝土裂缝位置的加固。

设计应包括确定混凝土结构耐久性防护的设计使用年限；明确待防护工程结构和构件的类别，即属于新建工程或既有结构的养护、维修工程；划分工程结构和构件的环境类别及作用等级；选择采用有利于减轻环境作用的混凝土表面涂层防腐蚀方法：环氧渗透防护涂层体系和硅烷浸渍防护体系；混凝土结构耐久性表层防护设计应考虑结构或构件所处环境，要求涂装色调与周边景观和谐匹配；面漆一般推荐采用建筑色卡系列。

应根据构件所处局部环境条件，应分区、分部位进行表面防护的耐久性设计。混凝土结构耐久性设计与结构所处环境类别和环境对不同结构的作用程度有直接关系，本规程参照 JTG/T 3310-2019 标准。根据结构所处的环境类别、作用等级及结构或构件所在部位，规定了混凝土结构表层渗透防护体系选用流程。

7 施工

施工内容包括一般规定、试验段实施、施工准备、混凝土基面处理、渗透固结剂施工、混凝土缺陷修补、玄武岩纤维专业布粘贴施工、表面保护漆施工。

为保证渗透固结剂在混凝土结构表层内部的充分渗透，提高混凝土表层密实度和抗压强度，渗透固结剂应分 2 遍施工，第 1 遍使渗透固结剂充分渗透进入混凝土结构表层；第 2 遍是在充分渗透的基础上在混凝土表面形成固结防护层，实现混凝土基面的完全封闭。

纤维粘贴胶分多次施工，是为了避免材料用量过多造成浪费，且过量材料在固结过程中受重力作用，在结构表面形成流挂，影响后续施工效果。

表面保护漆涂覆前下层渗透固结剂、修补砂胶、纤维粘贴胶一定要完全固化，渗透固结剂完全固化时间为 7d，环氧修补砂胶、纤维粘贴胶完全固化时间为 3d。温度较低时，固结时间会有所延长。

8 质量验收

重点对最终涂层质量实测项目和工程验收做出规定。

9 养护管理

提出定期巡检与修复，以及设计年限期满后的处置原则。

六、重大意见分歧的处理依据及结果

本规程制订过程中尚未发生过重大意见分歧。

七、采用国际标准和国外先进标准的，说明采标程度，以及与国内外同类标准水平的对比情况

本规程未采用国际标准和国外先进标准。

八、作为推荐性标准建议及其理由

目前的混凝土结构防护技术体系种类繁多：有成膜型和非成膜型、渗入型和表面涂覆型、采用新型材料增设防腐面层等。各类表面防护技术标准、施工工艺、质量验收、检测方法、养护管理等尚未得到系统的解决梳理和规范化，导致新建或维护工程实施后的防护效果的差异也比较大，很多项目难以达到设计要求。

《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》（JTG/T 3310-2019）对公路工程混凝土结构耐久性设计做出了指导性规定，但完整的技术体系、施工工艺、质量验收、检测方法、养护管理等方面的规定还需技术规程进行深化和补充，以全面指导不同环境作用等级及影响程度的工程项目。

该技术规程结合工程实际，系统性提出涵盖设计技术指标、材料性能要求、施工工艺、检测方法、质量验收、养护管理等方面的具体要求，实现标准化和规范化，能全面指导公路工程混凝土结构耐久性防护的实施。本规程的编制，对于提升混凝土防护工程质量、保证施工安全、降低工程成本、提高资源利用率，推动技术进步与道路高质量发展具有非常重大的意义。

九、贯彻标准的措施建议

（1）精心组织安排，开展宣贯培训。建议由行业主管部门统一安排，召开标准宣贯会，对涉及的交通建设、监理、设计、施工等单位开展标准实施培训和宣贯普及。明确混凝土结构表层防护的设计技术指标、材料性能要求、施工工艺、检测方法、质量验收、养护管理等方面的具体要求，指导公路与城市道路工程混凝土结构耐久性防护的实

施，有效推动贯标工作的开展及落实。

(2) 组织相关人员到施工现场参观学习，直观展示混凝土结构表层防护技术的工程效果及具体施工工艺；

(3) 定期组织科研、生产、应用、检验各环节人员进行技术交流，不断对混凝土表层防护技术进行改进，保持技术领先、性能优化、价格合理。

十、其他应说明的事项

无。