

文章编号: 0451—0712(2006)06—0163—03

中图分类号: U414.6

文献标识码: B

桥梁水泥混凝土防腐蚀环氧封闭漆的研究

谢星英, 罗 涛

(北京华宏路桥咨询监理公司 北京市 101113)

摘 要: 通过分析封闭漆的特性, 介绍配方的选择, 重点研究 881 环氧封闭漆的性能并进行分析。

关键词: 环氧封闭漆; 防腐特点; 性能分析

当今的桥梁绝大多数是由钢筋混凝土建成。由于水泥水化作用, 在水泥混凝土内部呈高碱性, 可使钢筋周围形成钝化层, 从而保护钢筋不受腐蚀。水泥是多孔性物质, 在外界酸性物质作用下水泥混凝土会发生中性化, 造成钝化层破坏, 从而引起钢筋腐蚀。在空气和环境中富含氯离子的沿海地区和使用去冰盐化冰的北方地区, 氯离子是造成水泥混凝土破坏的主要因素之一。氯离子对混凝土的破坏: 一方面体现在氯离子可在水泥混凝土中成盐结晶, 体积膨胀, 从而使水泥混凝土开裂; 另一方面, 氯离子可破坏钝化层, 对钢筋形成点蚀。硫酸盐主要是在水泥混凝土中形成结晶物, 体积膨胀, 造成水泥混凝土开裂, 使钢筋失去保护层而锈蚀。另外, 氧、水、冻融交替、干湿交替等都会对水泥混凝土造成破坏并促使钢筋锈蚀。

为了延长桥梁的使用寿命, 可以通过增加水泥混凝土结构本身的密实性(添加混合物如缓蚀剂)、钢筋表面处理、阴极保护、水泥混凝土结构表面的防护以及替代的增强材料(如碳纤维)来进行。其中, 混凝土表面防护可以有效隔绝混凝土及钢筋与有害物质接触, 从而起到防护作用, 同时也避免引起桥梁结构的变化, 封闭漆就是其中的一种。作为混凝土表面的防护体系, 应考虑桥板之间的移动, 因此, 要求表面保护层有良好的柔韧性能; 对于沿海地区或者需要使用去冰盐的桥梁要考虑氯离子的锈蚀; 对于深水桥墩要求保护层有良好的抗静水压的能力; 对于浪溅区, 要考虑到耐磨性; 对于北方冻融耐久性必须重视; 在工业污染较严重地区必须考虑到耐化学制剂等。

1 封闭漆的特性分析

(1) 具有良好的渗透性能。

具有良好的渗透性能, 才能将多孔的混凝土微孔堵住, 从而阻挡水分、 CO_2 、 O_2 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 侵入; 同时, 具有良好的渗透性能, 可以增加防护体系和混凝土之间的结合力, 防止保护层从混凝土上剥离; 具有良好的渗透性能, 可以在防护涂层甚至混凝土表面遭受一定损害的时候, 仍能够有效地防止有害物质的侵入。

(2) 具有致密的结构。

因为对混凝土造成损害的水蒸气、 CO_2 、 O_2 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等的分子或离子非常小, 如果封闭漆的结构致密性不够, 即使具有很好的渗透性能, 也不能有效地阻挡这些小分子或离子的入侵。

(3) 具有良好的耐碱性。

由于混凝土是高碱性物质, 内部的碱性可以高达 pH 值 12.5~13.5, 即使混凝土表面的 pH 值已经降到 10 以下, 在防护体系施工完成后, 内部的高碱性物质仍可以迁移到混凝土的表面。所以, 耐碱性是封闭漆能否长期使用和保持与混凝土良好结合力的重要指标。

(4) 具有良好的柔韧性。

桥梁的桥墩和大梁由于温度的变化和外力的变化始终处在不断的形变中, 需要封闭漆也能够有良好的变形能力。

(5) 与复合体系的其他部分具有良好的结合力。

(6) 便于施工。

因桥梁混凝土结构体积庞大, 而且暴露在户外,

因此必须对施工条件具有相当的宽容性,如常温固化、对环境温度和湿度的变化不敏感等。

2 环氧树脂的性质分析

环氧树脂形态上非常致密,透气系数在 $10^{-17}/\text{m}^2$ 以下;由于分子中羟基的作用,对水泥等极性物质的附着力非常好;因带有醚键,耐水性和耐化学药品性能很好,机械强度、柔韧性也很好;适合于作混凝土表层涂装的封闭层。环氧树脂的种类很多,分子量从低到高、形态从液体到固体、环氧当量从低到高,选择余地较大(表1)。

表1 代表性的双份A型环氧树脂及其性质

分子量	环氧当量	羟基值 当量/100 g	平均聚合度 n	软化点 ℃	相对密度
330	183~193	0.25	—	液体	1.230 4
380	184~194	0.08	0	液体	1.167 6
470	230~270	0.18	0.4	液体	1.164 8
900	450~500	0.32	2.0	64~76	1.204 1
1 400	500~900	0.34	5.0	96~104	1.154
2 900	1 750~2 100	0.36	11.0	122~131	1.146
3 750	2 400~3 300	0.40	19.0	144~158	1.189

环氧树脂不能够单独使用,必须配合固化剂。常用的固化剂有胺类、酸酐类、酮亚胺、双氰胺类、卤代硼络合物、有机金属络合物、咪唑类等。其中聚酰胺模拟脂肪族胺适用期长,柔韧性能、耐水性、耐碱性和附着力优良(表2)。聚酰胺可以有不同分子量范围可以进行选择(表3)。

表2 聚酰胺胺类和脂肪族多胺的特性比较

项 目	聚酰胺胺类	脂肪族多胺	脂肪族多胺— 环氧树脂加成物
毒性	几乎没有	大	小
配方比例	要求不严	要求非常严	比较不严
泛白	难	易	难
适用期	长	短	较短
固化反应活性	高	非常高	很高
固化物的柔韧性	优	差	良
耐冲击性能	优	差	良
耐化学制剂性能	良	优	良
耐冷热交替性能	良	差	可
耐碱性	优	优	优

表3 聚酰胺胺类的分子量和物性的关系

分子量	低→高
胺值	高→低
粘度	低→高
反应活性	高→低
适用期	短→长
柔韧性	差→良

3 配方的选择

(1)粘度和渗透深度的关系。

目前测量渗透深度的原理主要是利用已经渗入渗透剂(封闭漆)的混凝土不能够吸水的特点进行的。树脂体系中的分子量越小,粘度越小,就越容易渗入混凝土的空隙中去,因此渗透深度越深。对于封闭漆来讲,渗透深度越深越好,但高的渗透深度所要求的低分子量、低粘度却会损害封闭层的物理机械性能。

(2)不同配方所形成涂层的机械性能。

在涂料的检验中,物理机械性能的检测主要包括抗冲击性、柔韧性等。抗冲击性能测试涂层内聚能大小的外在表现,柔韧性表征涂层的变形能力。从试验来看,环氧树脂和聚酰胺树脂的分子量越大,所形成的涂层的物理机械性能就越好。

(3)不同配方适用期的差别。

当双组份的环氧封闭漆配好后,它的粘度在不断地增大,达到一定程度就不能再施工。同时,由于封闭漆需要有渗透性,所以相对于一般涂层来讲适用期的要求更加严格。当环氧树脂和聚酰胺树脂的分子量越小,其环氧值和胺值就越大,反应的活性也越大,适用期也就越短。适用期也受到聚酰胺改性剂和其他助剂的影响。

(4)与配套材料的附着力。

封闭层作为混凝土与涂层体系中间的一环,既要保持对混凝土良好的附着力,也要保持对涂层体系良好的附着力。

4 881 环氧封闭漆的性能及分析

(1)881 环氧封闭漆的主要性能(见表4)。

(2)抗渗性能。

881 环氧封闭漆能够有效地阻止水浸入混凝土,对于防止冻融和钢筋的腐蚀均有积极的作用。检测结果表明,使用了该封闭漆的混凝土试样抗渗等级大于S15。

表 4 881 环氧封闭漆的主要性能

序号	项 目	测 量 值	试验方法
1	附着力(拉开法)/MPa	>3.5	参照 GB/T1728
2	固体含量/%	50±2	GB/T1725
3	干燥时间(23+2℃)/h		GB/T1728
	表干	2	
	实干	24	
	完全固化	168	
4	柔韧性/mm	1	GB/T1731
5	抗冲击性/cm	50	GB/T1732
6	适用期(23+2℃)/h	≥8	
7	耐盐水性(3%NaCl, (23+2)℃,72 h)	漆膜不起泡、不脱落、不生锈、不起皱	GB/T1763
8	耐湿热性((47±1)℃, RH95%,72 h)	同上7	GB/T1740
9	耐水性((23±2)℃,72 h)	同上7	GB/T1733

(3)透气性能。

封闭漆必须对 CO₂ 和 O₂ 两种气体具有良好的隔离作用。经试验检测,经 881 环氧封闭漆处理后,混凝土试样的透气系数远远下降到未处理的混凝土透气系数的 1/100 以下,可以有效地防止混凝土的碳化和钢筋的锈蚀。

(4)渗透深度。

渗透深度是封闭漆对混凝土表面保护作用耐久性的表征。由于混凝土是多孔性的物质,因此如果封闭漆的分子量足够小的话,在毛细作用下,它就可以渗入混凝土内部。881 环氧封闭漆的渗透深度在 2~3 mm 之间。一般来讲,封闭漆的渗透深度越高越好,但对于环氧聚酰胺体系来讲,很难做到渗透深度

和封闭漆的柔韧性以及抗冲击性能兼顾,只能在他们之间找到平衡点。

(5)孔隙模拟液浸渍试验。

由于水泥混凝土为高碱性物质,pH 值可高达 12.5~13.5。尤其是对大型水泥混凝土构件,当进行了表面防护后,由于可引起中性化的 CO₂、SO₂、SO₃ 等被部分或全部隔离,因此已经降低了碱度的混凝土与防护层接口的 pH 值会重新变高。如果封闭漆的耐碱性不好,就会影响到整个涂层体系的长期防护作用。为了检验 881 封闭漆及 881 混凝土防护涂层体系的长期耐碱性能,进行了孔隙模拟液浸渍试验(见表 5)。

表 5 孔隙模拟液浸渍试验结果

试验时间/h	100	400	800	4 000
混凝土与涂层结合强度/MPa	5.8	5.5	5.3	5.0
外观	无变化	无变化	无变化	无变化

5 结语

桥梁作为现代交通一个重要的组成部分,不仅受到应力应变的作用,由于常年暴露在户外和汽车尾气的污染中,受到外界腐蚀性介质如 CO₂、Cl⁻、SO₂、NO_x 等的侵蚀,桥梁的耐久性是个非常重要的问题。桥梁混凝土防腐蚀技术的研究领域非常广泛,环氧封闭漆涂装防腐技术实用有效,应当拥有非常好的应用前景。

参考文献:

[1] 虞兆年. 涂料工艺(第二分册)[M]. 化学工业出版社, 1996.

[2] 周子昌,吴振琰. 北京地区水工混凝土老化病害修补防护研究[J]. 北京水利,1998,(6).

山西今年新开建 4 条高速公路

2006 年山西将开工建设 4 条高速公路项目,即忻州—阜平、阳城—关门、太原—古交、运城南环 4 个项目。这 4 个项目的建设工期均为 3 年,其中,忻阜高速公路是“九横九环”的重要组成部分,是山西省通向京津唐环渤海湾经济区的关键通道,是山西省的出海口。其他 3 个项目,运城绕城高速公路南环项目全长 41.53 km,估算投资 12.17 亿元;阳城至关门项目,是在建的晋侯高速公路项目的二期工程,全长 64.79 km,概算投资 36.12 亿元;太原至古交高速公路起点设于太原市万柏林区袁家庄,终点设于古交市河口镇,全长 20.73 km,估算投资 23.34 亿元。