

文章编号:1006-2106(2006)05-0070-03

混凝土桥梁的病害处理*

陈刚**

(铁道第三勘察设计院, 天津 300142)

摘要:研究目的:交通工程中桥梁规模、数量在不断地增加,但在已经运营的线路上,有些桥梁却未达到其使用寿命而过早地发生损坏,研究混凝土桥梁病害发生的原因和处理、防治措施,为今后桥梁的结构设计和施工提供有益借鉴。

研究方法:通过对多处存在病害的混凝土桥梁进行实地考察,对其所处环境中的大气、地表水、地下水进行化验,根据侵蚀性介质类型的不同,分别进行物理、化学和结构分析。

研究结果:针对病害混凝土桥梁出现的混凝土保护层松动、剥落和钢筋锈蚀的现象,分析了原因,对存在病害的桥梁提出了加固改造措施,对设计、施工提出了建议。

研究结论:有害物质是以气体或水为载体,以混凝土的裂缝、毛细孔为通道在结构中扩散,和混凝土中的一些物质发生反应,使结构发生破坏。病害混凝土桥梁的处理措施包括提高混凝土密实度和防水抗渗性以及钢筋的耐蚀性,对防止病害的发生、提高桥梁的使用寿命有着重要的意义。

关键词:混凝土桥梁;病害;处理措施

中图分类号:U445 **文献标识码:**A

Disposal of Diseased Concrete Bridge

CHEN Gang

(The 3rd Railway Survey & Design Institute, Tianjin 300142, China)

Abstract: Research purposes: The scale and quantity of bridge is growing up in the traffic construction. But for the operational lines, some bridges damage is so early that they do not reach their lives for use. The paper studies the cause of disease in the concrete bridge, disposal and maintain measure, which makes some instructive suggestion for bridge structural design and construction in the future.

Research methods: By autoptical work to several diseased concrete bridges, the paper makes experiments about their atmosphere, surface water and groundwater. According to the type difference of corrosive mediator, the paper makes analysis of physics, chemistry and structure.

Research results: For the concrete protective layer's looseness, desquamation and rust-eaten of the reinforcement, the paper makes sure the cause, provides strengthening and reforming measure for the diseased bridge and makes suggestion for design and construction.

Research conclusions: By air and water, through concrete's crack and capillary porosity, corrosive matter diffuses and reacts with some matter in the concrete, makes damage to the structure. The disposal of the diseased concrete bridge includes enhancing the concrete indensity and waterproof impermeability, and stain resistance of the reinforcement. It has significant meaning to prevent from disease, lengthening the life of the bridge.

Key words: concrete bridge; disease; disposal measures

* 收稿日期:2006-06-15

** 作者简介:陈刚,1973年出生,男,工程师。

在桥梁工程中,混凝土作为主要的建筑材料而被广泛使用,它一直被认为是非常耐久的材料。近几年来,才逐渐发现它也会像天然石材在一定的条件下被风化变质一样,丧失原有强度而过早损坏,影响其正常使用。混凝土桥梁的设计寿命一般都为一百年,但遭受病害的桥梁其使用寿命将大大缩短,严重的在建成几年就会出现混凝土保护层剥落、钢筋锈蚀的现象,需要进行病害整治和加固维修。

1 病害发生的原因

桥梁的混凝土结构是以水泥的水化产物作为胶结料并结合一定级配的骨料或其它惰性材料和钢筋制成的一种复合材料。在这一复合结构中,钢筋提供了结构的抗拉强度,而混凝土则提供了结构抗压强度和对钢筋的保护作用。所以混凝土桥梁的病害包括混凝土的性能劣化和混凝土中钢筋的锈蚀两个方面,混凝土的劣化指在使用过程中,混凝土受周围环境的物理、化学、生物作用,使混凝土内的某些成分发生反应变性、溶解析出、结晶膨胀及基体开裂等,从而造成混凝土性能的下降,主要包括侵蚀性介质腐蚀、冻融破坏、混凝土裂缝、混凝土的碳化(中性化)、溶出性腐蚀等,混凝土的劣化不仅直接降低混凝土的性能,更主要的是它对混凝土中的钢筋失去保护作用,导致钢筋的锈蚀失效。

1.1 侵蚀性介质腐蚀

侵蚀性介质腐蚀主要指混凝土中含有的某些化学成分如 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $(3\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ 容易与侵蚀性介质发生化学反应,比较典型的是氯盐的腐蚀和硫酸盐的腐蚀。氯盐的腐蚀主要是环境中游离的 Cl^- 和混凝土中的 $(3\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O})$ 等发生反应,生成易溶的 CaCl_2 和大量的结晶水,使体积膨胀好几倍,造成混凝土的破坏,当 Cl^- 与钢筋接触,含量达到一定程度时,使该处的 PH 值迅速下降,钢筋的钝化膜发生破坏,使与完好的钝化膜区域之间构成了电位差,同时, Cl^- 具有导电作用,可以和 Fe^{2+} 发生反应生成 FeCl_2 ,加速了钢筋的腐蚀。硫酸盐的腐蚀可以出现钙矾石破坏和石膏膨胀破坏^[2]。

1.2 冻融破坏

主要表现在混凝土中存在大量的孔隙和裂缝,水份通过毛细作用进入,当温度降至冰点以下时,孔隙中的水冻结膨胀,体积可增大 10%,使孔壁受压变形,当温度升高冰融化后,使孔壁产生拉力,经过持续的反复冻融,使混凝土发生开裂,裂缝随着冻融次数的增多而增加,并逐渐扩展连接,以致逐渐降低混凝土的强度。

1.3 混凝土的碳化

在大气环境下,桥梁结构的破坏主要是钢筋的混

凝土保护层碳化,碱性降低,混凝土出现裂缝,大气中的氧气和水深入混凝土中到达钢筋表面,并发生化学反应,引起体积膨胀,使混凝土的裂缝加大,最终引起保护层的开裂、剥落。

1.4 钢筋的锈蚀

钢筋的锈蚀是电化学过程,除受其自身性能影响外,与混凝土的性能和外界环境有着密切的关系,在大气区当裂缝达到 0.3 mm 时,钢筋已经开始腐蚀。钢筋生锈后,使其本身有效截面缩小,生成的氧化铁体积比原来膨胀好几倍,使保护层的混凝土开裂,使有害物质更容易进入混凝土内部,加速对钢筋混凝土的腐蚀。

2 主要的病害处理措施

一般的混凝土桥梁病害是由几种破坏的组合,更加加速了侵蚀的程度,例如:化学腐蚀可以导致结构的破坏,而同时又有冰冻发生,对混凝土的破坏程度远远大于两者的代数相加,盐冻对混凝土路面造成的伤害使得东北地区一条高等级公路只经过一个冬天就大面积剥蚀。所以探求处理病害的处理措施应该全面的从共性的问题上去解决。

由以上几种主要的病害,可以看出混凝土的侵蚀与混凝土的强度无关,而与混凝土的密实度、孔隙特征和外界环境相关,钢筋混凝土结构的裂缝和毛细孔,是各种有害介质进行侵蚀的通道,如何致力于提高钢筋混凝土的密实度,切断与有害介质侵入的通道(即便是水和气体也会对钢筋混凝土具有一定的侵蚀性),对抑制混凝土桥梁各种病害的发生,提高结构的抗侵蚀能力和桥梁的使用寿命有着重要的意义。主要处理措施如下:

2.1 混凝土

2.1.1 选用适当的补强混凝土或砂浆

被侵蚀松动的混凝土,胶结结构已经遭到破坏,丧失了原有的强度和承载能力。在进行处理时,应剔除松动的混凝土,采用适当的混凝土或砂浆补强,侵蚀严重的应考虑增大原来结构的尺寸,降低混凝土表面的拉应力,抑制裂缝的发生,增强结构的承载能力。补强的混凝土或砂浆应具有以下性能:

(1) 和易性好,具有较好的弹性和低收缩率,使补强的混凝土不开裂。

(2) 与既有混凝土构件要有较高的粘接力,以及相一致的线膨胀系数,满足结构要求的抗弯强度或抗拉强度。

(3) 要有较高的密实度以及抗化学侵蚀的性能,满足抗渗、抗冻要求。

(4) 位于侵蚀环境水中的桥墩,应采用防水混凝土和适当的混合掺料或添加剂。

2.1.2 提高混凝土的密实度

一般病害的发生是以水为载体,通过裂缝或孔道到达混凝土内部和钢筋位置,而且裂缝越大,侵蚀的速度就越快,实验表明,桥梁结构要达到百年的使用寿命,裂缝宽度必须控制在 0.15 mm 以内。病害处理应包括改善结构材料的防水性能和提高密实度两个方面。对于既有结构混凝土的裂缝,可以通过埋设注浆嘴进行高压注浆的方法进行堵塞封堵;对于贯通的毛细孔,可以采用新型的渗透结晶型材料通过毛细孔进入混凝土内部,与混凝土本身的某些物质发生反应,生成凝胶,堵塞毛细孔,提高混凝土的密实度,增加抗渗性,从而提高混凝土的抗侵蚀能力和使用寿命。

2.1.3 适当增加混凝土保护层的厚度

在混凝土耐久性规范中,规定了最小保护层厚度,较原来的钢筋混凝土规范有了很大的提高,这是一条防止混凝土被侵蚀的重要手段,可以将延长有害物质到达钢筋的时间,延缓了钢筋的腐蚀,使钢筋混凝土的有效寿命得到提高。但在混凝土耐久性规范发布之前,混凝土钢筋的净保护层厚度仅为 15 mm,从结构受力的角度,使截面的有效高度和承载能力较大,而从抗侵蚀能力来讲,则正好相反,在恶劣的环境下,侵蚀很容易到达钢筋位置,引起钢筋的锈蚀和混凝土裂缝的进一步发展。所以对于侵蚀严重的结构应考虑适当增加混凝土保护层的厚度,补强的混凝土净保护层厚度满足《铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定》的要求。^[1]

2.2 钢筋

尽管混凝土具有较好的抗渗性,但由于施工条件、施工质量的不同以及在运营过程中养护的问题,难以避免存在微小的孔隙和裂缝,使有害物质容易侵入,造成钢筋的腐蚀。

对于侵蚀轻微的钢筋混凝土结构,在混凝土基面涂刷阻锈剂,通过渗透进入混凝土中,同时不妨碍混凝土的透气性及水散发,保护混凝土中的钢筋,防止其进一步锈蚀。阻锈剂的掺入量与有害物质的渗入总量有关,使结构在设计使用寿命内不会因钢筋锈蚀而发生破坏。

对于侵蚀严重的钢筋混凝土结构,应该在剔除松动的混凝土后,检查钢筋的锈蚀情况,如钢筋只是表面锈蚀,应作除锈处理后,在钢筋表面涂刷阻锈剂,如果钢筋的有效面积明显减小,应该采用同型号的钢筋进行绑焊。在混凝土补强后,在结构表面再喷涂阻锈剂。

2.3 混凝土表面的防护层

处于恶劣环境下的混凝土桥梁,应在混凝土表面增设防护层。在海洋及近海环境下,经过对多种混凝土表面防护层进行试验,表明采用防护层保护的混凝土

试件在探测深度范围内氯离子的渗入量比无涂层的低 7 倍以上,氯离子的含量值基本接近混凝土原有的初始浓度。钢筋混凝土结构设计按允许有裂缝设计考虑的,在正常使用状态是存在微小裂缝的,所以表面防护层宜采用渗透结晶型混凝土防水材料,其具有遇湿固化能力,不仅可以在混凝土表面形成一道防水屏障,而且其对混凝土的渗透性强,渗入混凝土中后,其活性物质可与混凝土中的物质进一步反应生成凝胶,堵塞已存在于混凝土中的空隙、裂缝及毛细孔,以增加基层混凝土的密实度,阻止了水和各种侵蚀性介质的渗入。当混凝土出现新的裂缝有水渗入时,在混凝土内部未反应的涂层颗粒还可与混凝土中的物质继续反应生成新的凝胶,对较小的裂缝可实现自身修复。

防护层除具有防水功能外,还应具有以下主要技术性能^[3]:

(1) 与混凝土基面要有足够的粘结力,最小应不小于 0.8 MPa。

(2) 耐碱性,混凝土表面是强碱性,涂层材料涂刷在混凝土表面上不允许有任何有害反应或变化。

(3) 具有足够的抗老化性,尤其是在大气区受阳光照射的干湿交替区域,在使用寿命内,不允许有起泡、开裂的现象发生。

(4) 具有较高密实性,阻止有害离子的渗透。

(5) 有良好的透气性和抗冲击性。

3 结 论

混凝土桥梁病害的发生,除环境因素外,大多数情况下是有害物质以结构中的裂缝或毛细孔为通道,以水或气体为载体,在结构中逐步扩散进行的。混凝土桥梁的病害处理措施应是针对结构裂缝或毛细孔道的处理,提高原结构的密实度和防水抗渗性能。位于环境恶劣地区的钢筋混凝土结构,除考虑结构刚度外,其设计混凝土桥梁不宜按允许裂缝出现的情况考虑。采用渗透结晶性防水材料作为结构表面的防护层较单纯防水材料更适合于耐久性要求。为提高结构耐久性和使用寿命,保证结构的使用安全性,应建立定期检测、维护和维修机制。

参考文献:

- [1] 铁建设[2005]157号,铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定[S].
- [2] 周以恪,张绍麟. 建筑材料[M]. 北京:中国铁道出版社,1994.
- [3] GB 50108-2001,地下工程防水技术规范[S].

(编辑 慕成娟 曹淑荣)

混凝土桥梁的病害处理

作者：[陈刚](#), [CHEN Gang](#)
作者单位：[铁道第三勘察设计院](#), 天津, 300142
刊名：[铁道工程学报](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名：[JOURNAL OF RAILWAY ENGINEERING SOCIETY](#)
年, 卷(期): 2006 (5)
被引用次数: 5次

参考文献(3条)

1. [铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定](#)
2. [周以恪](#); [张绍麟](#) [建筑材料](#) 1994
3. [GB 50108-2001. 地下工程防水技术规范](#)

本文读者也读过(9条)

1. [付春晓](#), [雷俊卿](#) [混凝土桥梁耐久性问题的初探](#)[期刊论文]-[公路](#)2003 (12)
2. [宋志芬](#), [王骅](#) [公路桥梁病害与防治](#)[期刊论文]-[内蒙古科技与经济](#)2007 (8)
3. [周立军](#) [浅谈如何防治高速公路桥梁的病害](#)[期刊论文]-[中小企业管理与科技](#)2009 (36)
4. [李刚](#) [高速公路桥梁桥面破损原因分析与处理](#)[期刊论文]-[中国科技博览](#)2011 (16)
5. [李兰勋](#) [桥梁病害防治措施的研究](#)[期刊论文]-[黑龙江交通科技](#)2010, 33 (7)
6. [张元泽](#), [刘浩吾](#), [蒋智勇](#), [ZHANG Yuan-ze](#), [LIU Hao-wu](#), [JIANG Zhi-yong](#) [成乐高速公路桥梁病害成因分析及对策](#)[期刊论文]-[山西建筑](#)2010, 36 (5)
7. [叶梅新](#), [阳发金](#), [YE Mei-xin](#), [YANG Fa-jin](#) [公路既有桥梁病害原因分析及处理方法](#)[期刊论文]-[中国西部科技](#) 2007 (3)
8. [吴云花](#), [张红兵](#), [李彬](#), [赵全生](#) [济青高速公路桥梁病害分析及防治措施](#)[期刊论文]-[山东交通科技](#)2005 (1)
9. [穆海玉](#) [低等级公路桥梁病害分析与防治](#)[期刊论文]-[科技风](#)2010 (8)

引证文献(5条)

1. [梁玉斌](#) [混凝土桥梁结构病害的分析与防治](#)[期刊论文]-[价值工程](#) 2011 (26)
2. [邢方义](#) [高速公路扩建工程桥梁拼接施工技术研究](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2011 (5)
3. [王延萍](#) [公路桥梁常见病害及防治](#)[期刊论文]-[科协论坛 \(下半月\)](#) 2008 (9)
4. [周浩新](#) [混凝土桥梁的坏化与病害问题探讨](#)[期刊论文]-[中国科技纵横](#) 2010 (11)
5. [马俊龙](#) [高速公路扩建工程桥梁拼接施工技术分析](#)[期刊论文]-[交通标准化](#) 2013 (21)

引用本文格式: [陈刚](#), [CHEN Gang](#) [混凝土桥梁的病害处理](#)[期刊论文]-[铁道工程学报](#) 2006 (5)