

Repair of Surface Defects in Old Concrete Bridges

Ni Yang

Chongqing Urban Investment Infrastructure Construction Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract

After a certain service life, concrete bridges will experience varying degrees of defects on the surface due to factors such as aging of the concrete itself and external loads. The aging of bridges leads to defects in concrete, including surface wear, surface cracks, peeling, corrosion, and other issues. The causes of surface defects on bridges are multifaceted. In addition to the inevitable aging during the service life of concrete, there are also defects caused by inadequate design considerations, improper construction, and poor maintenance management. Although surface defects in bridge concrete do not cause accidents such as bridge collapse, cracks in the surface can have an impact on its internal structure, causing the concrete protection layer of steel bars and other prestressed components to become thinner. These components may be exposed to the air, leading to steel corrosion and seriously affecting the service life of the bridge. So when defects appear on the surface of the bridge structure, they should be repaired in a timely manner to prevent further expansion of surface damage and avoid more serious consequences.

Keywords

concrete; surface defects; old bridge maintenance

混凝土旧桥梁的表面缺陷修复

杨妮

重庆城投基础设施建设有限公司, 中国 · 重庆 400000

摘要

混凝土桥梁在服役一定使用年限后由于混凝土本身老化以及由于外界荷载作用等方面的因素, 混凝土桥梁的表层将出现不同程度的缺陷。桥梁老化导致混凝土出现缺陷, 包括表层磨损、表面裂缝、剥落、腐蚀等问题。造成桥梁表面缺陷的原因是多方面的, 除了混凝土服役年限中不可避免的老化外, 还有设计考虑不周、施工不当以及养护管理不善等形成的缺陷。桥梁混凝土表层缺陷虽然不会造成桥梁倒塌等事故, 但表层的裂缝会对其内部结构造成影响, 导致钢筋和其他预应力构件的混凝土保护层变薄。这些构件有可能会暴露在空气中, 导致钢筋锈蚀, 严重影响了桥梁的使用寿命。所以在桥梁结构表面出现缺陷时应及时维修, 以防表层损坏的进一步扩大, 避免造成更严重的后果。

关键词

混凝土; 表面缺陷; 旧桥梁维修

1 引言

混凝土桥梁结构在长期使用过程中会受到各种因素的影响, 桥梁不可避免地遭受损伤, 表层缺陷虽然不会立即影响到结构的稳定性和正常使用, 但是可能会引起桥梁更严重破坏以及缩短结构的使用年限^[1]。表层缺陷有蜂窝、漏筋、麻面、空洞、磨损、老化、剥落、混凝土表面裂缝等。为保证桥梁的长期使用性能, 延长其寿命, 应及时修复混凝土旧桥梁结构表层中出现的各种缺陷。对需维修的旧桥梁结构进行检查、测试和评估, 制定合理的维修方案, 方案应满足相关规定和管理部门提出的要求。其目的在于恢复混凝土旧桥梁的整体使用效能和延长其使用年限。不管采用何种办法对表层缺陷进行修补, 都应当尽可能地把已损坏的混凝土去

除, 将缺陷补齐后需将漏出钢筋再次完全封闭。混凝土桥梁结构表层修复从经济和适用性上考虑, 常采用混凝土、水泥砂浆以及高分子材料等对混凝土旧桥梁进行修复。由于这些材料硬化后强度较高, 通过它们与裂缝周围受损的混凝土粘合为一体, 以此起到修补的作用。混凝土旧桥缺陷的修补和加固是保证道路安全的必要要求, 也是减少成本的手段, 通过加固和维护旧桥, 延长桥梁的使用寿命, 可减少重建桥梁造成的经济损失和浪费。

2 混凝土旧桥梁表层维修的意义

随着公路桥梁通车量的不断提高, 为保证桥梁达到正常的使用年限, 必须经常对旧桥梁进行检查和修复。桥梁结构由于遭受风、水的侵蚀以及温度、混凝土收缩以及不均匀沉降会对桥梁造成一定的破坏, 产生裂缝^[2]。所以, 长期使用的桥梁难免不发生损伤或表面缺陷, 在桥梁出现病害时, 为了避免小损伤或者表面缺陷对桥梁的进一步破坏, 应及时

【作者简介】杨妮(1980-), 女, 中国重庆人, 硕士, 高级工程师, 从事工程管理研究。

对其进行维修。经常检测，随时修复，确保旧桥梁的安全，防止缺陷进一步扩大。如果放任不管，可能会导致混凝土桥梁不能达到预定使用年限，提前破坏，甚至更严重的可能发生坍塌事故。对交通运输和人民的安全造成巨大隐患，造成重大经济损失。

混凝土结构的加固涉及提高结构构件的强度和刚度，修复过程涉及重建受损构件的强度与功能。桥梁结构构件的加固可以通过用质量更好的材料代替质量差或有缺陷的材料^[3]。新的修复材料通常是高质量的混凝土、砂浆、高分子材料(如环氧树脂、聚氨酯、烯类聚合物等)以及这些材料的各种组合。将钢筋混凝土桥梁加固至所需强度可通过更换受损钢筋(钢筋腐蚀)、在旧横截面中机械绑扎额外钢筋并在额外的混凝土层中更换^[4]，以及使用环氧树脂粘结钢板来实现。

中国近代修建的有些混凝土旧桥梁已经出现表面缺陷，如图 1、图 2 所示。桥梁混凝土保护层的脱落导致钢筋的外漏，使得暴露在空气中的混凝土遭到锈蚀，削弱桥梁结构的强度和刚度，危及结构的安全，影响桥梁的正常使用。旧桥梁混凝土的表面缺陷可能会导致如下问题：



图 1 桥墩和墩帽混凝土脱落



图 2 墩帽梁混凝土表面缺陷

第一，钢筋混凝土保护层脱落，导致钢筋锈蚀引起剥落。使得缺陷进一步向桥梁内部扩张，裂缝由表面向内部贯通，降低桥的耐久性和强度。

第二，混凝土表面缺陷会加速冻融循环对桥梁的破坏。混凝土出现裂缝后，水分侵入混凝土，在温度降低至冰点后，孔隙中的水结冰膨胀导致裂缝进一步扩大。重复以此，旧桥的表面缺陷劣化至深部缺陷，降低了桥梁的承重能力。

第三，影响桥梁的外观。桥面出现麻面、蜂窝、磨损等混凝土不平整问题，大大降低了桥梁的外观质量。

3 混凝土旧桥梁表层维修的材料

3.1 混凝土修补法

对于混凝土桥梁结构中出现大范围、深度较深的裂缝

时，通常采用混凝土修补法。用于修补的混凝土应具有良好的和易性，才能充分确保与旧混凝土之间的胶结，减少施工难度并且提高修补质量。混凝土胶结材料根据不同要求分为净浆、砂浆和混凝土 3 种形式，参考配合比如表 1 所示。其为了提高修补工作的质量，应清理缺陷部位周围破损混凝土，保证老混凝土与修复混凝土黏结界面的湿润，此举可提高新老混凝土之间的黏结性能。在修补大面积缺陷时，在浇筑之前应支起模板，以确保修补质量。在施工过程中，有直接浇筑、喷射、压浆等方法。在浇筑结束后，捣实新浇混凝土，对修复部分混凝土进行养护至其完全硬化。

表 1 混凝土胶结剂参考配合比

名称	矿粉	硅酸钠	黄砂	碎石	氢硅酸铝	膨胀剂
净浆	1	0.5~0.6	0	0	0.1	0.01
砂浆	1	0.8~1	2	0	0.1	0.01
混凝土	1	0.9~1.1	1	1.3~2	0.1	0.01

3.2 水泥砂浆修补法

在修补小面积和缺陷深度不深的桥梁表面病害时，水泥砂浆人工涂抹修补法是一种简单实用的修补方法。将拌和好的和易性良好的砂浆或填充或抹到修复部位，使用抹子将砂浆压实抹平。若未施加较大压力使用抹子压实修复砂浆，在养护完成硬化后砂浆会收缩导致出现凹陷，影响修补效果。使用此方法修补，虽然操作简单、原料便宜，但是在水泥砂浆硬化后常出现小裂缝，所以需要二次封闭，避免水分和空气侵入内部扩宽裂缝。

在旧桥梁混凝土大面积表面缺陷时，喷浆修补法更为适合的方法之一。喷浆修补法是将水泥、砂、水等混合物经高压喷嘴泵送至修补部位的一种方法。此法修补缺陷的效率高，工时短，但消耗的原料较多，当喷射工艺不达标时，硬化后容易出现裂缝。喷嘴在喷射时应该与修复面保持合适的距离，距离太远会导致喷浆力度不够，砂浆与老旧混凝土黏聚力不足，距离太近会增加回弹量。在施工时，应分层喷浆，为了保证各个喷射层直接的黏结，在前一层未完全硬化凝固时对其洒水润湿后开始下一层的喷射。喷浆后，使用抹子对喷射层找平后进行养护^[5]。

3.3 高分子材料修补法

某些高分子材料(环氧树脂、聚氨酯、烯类聚合物等)有很强的稳定性、抗渗透性、抗腐蚀性且具有一定的强度，与混凝土具有较好的黏结性。所以高分子材料可以被用作桥梁混凝土修复工程。环氧树脂具有很强的稳定性，但与碱性固化剂反应后生成的羟基和醚键有很强的黏聚力，与混凝土能够有效地结合。液体聚硫橡胶与环氧树脂混合后有很好的延性和抗拉强度，既利用了环氧树脂的高强度，又改善了其脆性。

因聚氨酯有很好的耐寒性和抗疲劳性能，不同温度下几种胶结剂的抗剪强度如表 2 所示。在高纬度地区可使用聚氨酯作为修补材料，在低温情况下，聚氨酯较其他材料而言，

有着更高的抗剪强度，所以在常年低温环境下，常常使用聚氨酯作为修补材料。聚氨酯胶结剂作为旧桥梁混凝土表面缺陷修复材料，在固化后和混凝土材料具有极高的黏附性能，因此一般不会产生胶结层裂缝。

表 2 不同温度下胶结剂抗剪强度 (MPa)

胶结剂	温度 (°C)				
	-196	-100	25	82	121
聚酰胺环氧	18.7	22.2	26.8	3.6	1.6
柔性环氧	19.2	20.6	16.0	4.1	3.4
聚氨酯	50.2	40.4	10.6	2.7	3.0

丙烯酸酯树脂胶黏剂收缩率高、耐热性、抗老化性能、强度高等优点，故它可适用于旧桥梁混凝土的裂缝修复工程。但丙烯酸酯树脂胶黏剂制备困难，为了优化其结构和性能，可以加入其他聚合物材料一起修补混凝土裂缝和边角修补。

高分子材料作为修补旧桥梁混凝土材料在室温下固化快，短时间之内就与混凝土很好黏合且具有一定的抗拉强度，稳定性、抗渗透性能好等优良性能。缺点就是价格较为昂贵，在修复大面积混凝土损伤时不经济。如何减少其成本来推广大面积使用是目前修复面临的问题之一。

4 表面缺陷修复的步骤

4.1 表面缺陷的检查

当对混凝土旧桥梁进行检测时，应对缺陷进行仔细的调查，确定缺陷的发展变化，有助于对不同的缺陷情况采取相应的处理方案。在确定方案之前应对桥梁结构的材料取样检测以及收集原始资料，施工前收集、整理缺陷的位置、深度、宽度、走向等资料。

最为简便的方法是目测法，首先通过观察确定缺陷位置及其走向，使用钢尺或者游标卡尺量测其宽度和深度。目前可以采用红外热成像检测识别技术来探测混凝土旧桥的缺陷^[5]，对桥梁结构混凝土的缺陷实现了无损检测，能够快速且有效地识别表层病害。图像识别技术也能精确找到混凝土

脱离区域，对于一些人无法直接观测到的区域，可以使用无人机拍照识别定位缺陷。

4.2 修补裂缝

使用涂抹法和浇灌法修复小面积裂缝，根据桥梁所处环境以及修复部位，选择上文提高的修复材料。在修补之前，须处理修补部位周围破旧混凝土，直至露出完好混凝土。清理完后用水浸湿混凝土表面，再使用新修复材料修补混凝土缺陷。

使用灌浆法修补大面积裂缝之前，也需清理修补部位的混凝土，通过配置好的胶结剂通过喷头以一定的压力将修复材料喷入裂缝内。待其固化后，起到填充孔隙以及恢复强度的作用。在灌浆时，应控制好灌浆速率和灌浆压力，使得修复材料以一定压力在孔隙内固化，确保修复效果。无论涂抹法、浇灌法还是灌浆法，在施工完成后都需对修复材料进行养护。

5 结语

桥梁结构损坏的主要原因是长期维修和耐久性差。因此，需要对受损的桥梁结构构件进行加固和修复，以保证桥梁服务的安全。混凝土腐蚀和剥落。这些损伤影响了桥梁结构构件的强度和耐久性。千里之堤，毁于蚁穴，桥梁结构的混凝土出现表面缺陷时，为了避免缺陷渗入内部造成更严重的破坏，应对结构的表层缺陷及时进行维修。

参考文献

- [1] 邓坚平.公路旧桥寿命预测与维修加固决策研究[D].重庆:重庆交通大学,2008.
- [2] 王宝春,钟超,安庆会.旧桥裂缝产生原因分析及维修方法研究[J].公路,2012(10):6.
- [3] Decker B R. A method of strengthening monitored deficient bridges[J]. Fiber Rnforced Plastics, 2007.
- [4] 湛润水,胡钊芳,帅长斌.公路旧桥加固技术与实例[M].北京:人民交通出版社,2002.
- [5] 马晔.混凝土结构缺陷的红外成像检测识别技术[J].公路交通科技,2017,34(12):59-65.