

灌浆技术在处治高速公路混凝土路面病害中的应用

房保华

(中铁四局集团第一工程有限公司, 安徽 合肥 230041)

摘 要: 通过对安徽广祠高速公路水泥混凝土路面脱空、断板、唧泥、破碎及桥头跳车、路基沉降等主要病害的分析, 提出采用灌浆技术解决此类病害, 可达到较好的治理效果。

关键词: 灌浆技术; 水泥混凝土路面; 病害

中图分类号: U418.6

文献标识码: B

文章编号: 1007-7359(2007)01-0078-03

Grouting Technique Applied in Treating the Failures of Expressway's Concrete Pavement

Fang Baohua

(The First Engineering Co., Ltd. of CTCE Group, Hefei 230041, China)

Abstract: Through the analysis of the main failures such as staggering, slab cracking, pumping, smashing, bump at bridge head and roadbase settlement in the pavement of expressway Guangde- Cishan in Anhui Province, the grouting technique, which can reach good treating effect, is preferred to remedy the above mentioned failures.

Key words: grouting technique; cement concrete pavement; failure

1 概 述

水泥混凝土路面具有强度高、刚度大、受温度影响小、使用寿命长等优点, 是我国高速公路路面的主要形式之一。但是高速公路在运营到一定时期后由于汽车超载、水泥混凝土路面接缝较多, 从而导致脱空、唧泥、裂缝等先期病害, 以及由于填土碾压不均匀沉降造成的桥头跳车, 若不及时处治最终将导致路面的破损。本文结合广祠高速公路水泥混凝土路面处治工程的施工过程, 并借鉴其他水泥混凝土路面改造工程试验路段的施工经验, 阐述了运用灌浆技术处治原水泥混凝土路面先期病害问题。

运用灌浆技术对搞好高速公路的路面养护、延长其使用寿命、改善其通行能力都具有十分重要的意义, 该技术已在广祠高速公路上取得了良好的应用效果。

2 路面病害检测方法

众所周知, 高速公路的破损大都是由于先期的病害未得到及时的防治而造成的。如何检测出混凝土路面的先期病害是灌浆技术的前提条件。

2.1 目测法

目测法是通过肉眼观察混凝土板块的接缝、裂缝、唧泥等情况, 当重车通过时, 能感到混凝土板有竖直位移时, 或下雨之后, 有明显唧泥现象, 可以初步判定为脱空。但是这种方法的缺点是主观性强, 即便是有经验的工程师也不能避免错判、漏判, 且对路面的早期病害不能全部检测到。

2.2 弯沉测定法

弯沉测定法是测试板角弯沉, 如果超过某一限值, 即认为存在脱空。我国交通部行业标准《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ073.1-2001)(以下简称《规范》)中也明确规定水泥混凝土面板脱空位置的确定可采用弯沉测定法。

弯沉测定法就是采用双指标控制, 即是主点测点弯沉值和主副测点弯沉值之差作为板块是否脱空的标准。主点位于板横缝前 10cm, 加卸载, 副点在横缝后 10cm, 无荷载(正常行车方向为前)。将 1 台弯沉仪置于主点, 即测定车的轮隙中间; 另 1 台弯沉仪置于副点处。分别测定主、副点弯沉(按前进方向右轮测试)。根据我国高速公路修建标准和检测仪器的实际情况, 依据《规范》凡弯沉值超过 0.2mm 或差异弯沉(主点 - 副点)大于 0.06mm 的, 应确定为面板脱空。

3 路面病害的形成原因

3.1 路面病害的内在因素

3.1.1 基(垫)层的塑性变形

我国路面基(垫)层材料一般都选用稳定类集料, 其模量远小于混凝土面层的模量。水泥混凝土路面在重车荷载的反复作用下, 板下基(垫)层将产生累积塑性变形, 导致基(垫)层与面板之间形成脱空。

3.1.2 基(垫)层的施工质量

基层本身的配合比和施工质量也是直接导致脱空的主要原因之一, 同时由于温度、湿度的变化, 以及板内温度的非线性分布, 引起板向上或向下的翘曲, 加速了板与基础之间的分离,

收稿日期: 2006-10-30

作者简介: 房保华(1972-), 男, 安徽界首人, 毕业于北方交通大学交通土建专业, 工程师。

形成板底脱空。

3.2 路面病害的外在因素

汽车超载是造成路面病害的外在主要原因之一。目前的大多数货车单轴承重都超过了高速公路的设计要求,汽车荷载和气候变化,使混凝土板的局部范围不再与基层保持连续接触,导致水泥混凝土路面板底与基(垫)层之间将出现微小的空隙,即出现了板下局部脱空,或称为原始脱空区。脱空的出现又为水的浸入创造了条件。唧泥的出现进一步加剧了板底的脱空。这样周而复始,恶性循环,最终导致路面的损坏。超载导致基(垫)层产生累积的塑性变形而脱空。

特殊区域的不均匀沉降。在桥头等区域由于填土碾压的原因造成不均匀沉降形成脱空。

维护不及时。当路面接缝或裂缝养护不及时,雨水从破损处侵入基层,渗入的水将在板下形成积水(自由水)。积水与基层材料中的细料形成泥浆,并沿面板接缝缝隙处喷溅出来,形成唧泥,基垫层就会受雨水的侵蚀影响,导致填料收缩而引起的路面下沉,从而造成混凝土路面板脱空。

4 灌浆处理

4.1 灌浆加固原理

混凝土路面面板是一种准脆性材料,具有抗压强度高、抗弯拉性能差的特点。在正常情况下,面板与地基间是完全接触、均匀支承时,无论荷载作用位置,应力都较小。而一旦脱空,板角处由于基础支撑的丧失处于悬臂状态,板内将产生过大的应力和剪力,混凝土板很快达到极限寿命。水泥混凝土面板灌浆是通过注浆管,施加一定压力将浆液均匀注入板底空隙、板下基(垫)层中,以充填、渗透、挤密等方式,赶走板底、基层裂隙中的积水与空气后并占据其位置,经人工控制一段时间后,浆液将原来的松散颗粒或裂隙胶结为整体,形成一个良好的“结石体”。灌浆改善了板底原有受力状态,恢复了板体与地基的连续性,达到加固基础、治理病害的目的。

4.2 浆液材料的实验室要求

常用的水泥浆材料组成有水泥、粉煤灰、水、外加剂等。浆体要求应具有良好的可泵性、和易性、保水性,浆体过稠,则不能均匀布满板底空隙;浆体过稀,则干缩性大。流动度是影响可灌性的主要因素,一般流动度越高,可灌性就越好。浆液的强度要求,将浆体制成 $7.07 \times 7.07 \times 7.07 \text{cm}^3$ 立方体试件,标准养护 7d,其抗压强度应到 5MPa 以上。经验表明:在浆液中掺加一定量膨胀剂,能很好地防止浆体的干缩。由于在现行规范中未对此做明确规定,参照预制梁板压浆施工经验,采用水泥浆稠度试验漏斗(体积 $1725 \text{ml} \pm 5 \text{ml}$),以浆体自由全部流完的时间作

为流动度来控制(详见《公路桥涵施工技术规范》(JTJ041-2000))。其中,在室温条件下,纯水的流出时间为 8s(室内试验结果)。表 1 列出了在标准条件下,不同水灰比、不同材料配比之间的流动度结果及试件强度。从表 1 中可发现,水泥净浆不论掺或不掺减水剂,其流动性都比相同条件下水泥粉煤灰浆体的流动性要好。因此,可以看出,二级粉煤灰单位体积的需水量要大于水泥。在施工中,笔者认为浆体流动度不宜过小,宜控制在 20s~30s,否则会产生泌水现象。

浆液流动度及力学实验指标表 表 1

浆液配合比 (水泥:粉煤灰:水)	水灰比 (W/C)	流动度 (s)	7d 强度 (MPa)	28d 强度 (MPa)
1:0.0:0.4	0.4	96.97	21.58	51.25
1:0.5:0.7	0.47	85	10.41	23.65
1:0.5:0.75	0.5	32.53	6.97	
1:0.7:0.8	0.47	79.20	7.95	19.13
1:0.7:0.9	0.53	21.75	8.08	17.18
1:1.0:1.0	0.5	47.51	5.93	
1:0.5:(0.4+0.5)%SN- II	0.4	16.5	18.42	42.1
1:0.5:(0.65+0.5)%SN- II	0.43	42.94	17.11	
1:0.5:(0.7+0.5)%SN- II	0.46	21.99	11.86	27.27
1:0.7:(0.8+0.5)%SN- II	0.47	32.16	10.54	24.51
1:0.7:(0.8+0.75)%SN- II	0.48	29.5	10.56	

4.3 广祠公路的灌浆试验资料

从表 1 中可看出,在相同水灰比的情况下,流动性随着水泥与粉煤灰的比例产生变化。同时,粉煤灰比例也影响水泥浆的后期强度。在相同条件下,水灰比越大,则浆体的强度越低,因此,不宜采用过大的水灰比。根据上述试验结果,在施工中采用的浆液配比为:水泥:粉煤灰:水:早强剂=1:0.5:(0.7+0.5)%。在取得大流动性的前提下,保证了浆液的强度。

4.4 灌浆操作

根据脱空板混凝土面板尺寸、裂缝状况以及灌浆机械等确定孔位情况。孔位一般每块布设为 3~5 孔。灌浆孔大小应和灌注嘴大小一致,一般约为 5cm。灌浆顺序从沉降量大的地方开始,由远到近,由大到小。灌浆压力的控制应视混凝土板的损坏及脱空情况具体确定。当浆液从接缝处或另一注浆孔冒出,就可认为完成该孔注浆,即停止注浆,迅速移至另一注孔继续作业。压力一般控制在 1MPa~4MPa,并停留 3min~5min,效果较好。

5 质量效果评定

灌浆后,应在 7d 龄期后,再次测量主点弯沉值和副点弯沉值。当主点或差异弯沉值均低于设计要求值时,可认为灌浆效果已经达到。广祠试验段灌浆前后弯沉资料见表 2。表 2 中灌浆

试验段灌浆前后弯沉对照表

表 2 (单位:mm)

桩	灌浆前值		灌浆后值		主点比较	
	主点弯沉	差异弯沉	主点弯沉	差异弯沉	前-后	前-后
K4+723	0.34	0.12	0.24	0.04	0.1	0.08
K4+752	0.36	0.16	0.18	0.04	0.18	0.12
K4+834	0.34	0.08	0.18	0.04	0.16	0.04
K4+851	0.34	0.08	0.24	0.02	0.1	0.06
K4+857	0.32	0.16	0.2	0.04	0.12	0.12
K5+002	0.44	0.18	0.34	0.08	0.1	0.1
K5+018	0.42	0.22	0.22	0.02	0.2	0.2
K5+022	0.32	0.08	0.18	0.02	0.14	0.06
K5+035	0.28	0.06	0.24	0.02	0.04	0.04
K5+067	0.36	0.22	0.2	0.02	0.16	0.2
K5+123	0.3	0.1	0.2	0.04	0.1	0.06
K5+127	0.6	0.38	0.26	0.06	0.34	0.32
K5+456	0.3	0.08	0.22	0.08	0.08	0
K5+472	0.3	0.1	0.2	0.06	0.1	0.04
K5+477	0.22	0.02	0.16	0.02	0.06	0

前数值均大于控制指标,认为板底出现脱空,需灌浆处治。从检测资料可看出,原混凝土面板通过灌浆提高了板底承载力。

(上接第 77 页)

下。桥台采用扩大基础时,台身一般选用重力式。为使受力更为合理,降低尺寸,节约造价,当台高 8m 以上时,台身前墙设置 10:1 的前倾斜坡。横向地面变化大的重力式桥台宜设置阶梯式。对于采用“U”型台的扩大基础,其前墙尺寸与台身高度和地基承载力有关。笔者就几年的设计经验列出在一般情况下前墙的最小尺寸,当承载力较大时可适当减小。表 2 中所列“U”型桥台台身前墙底宽 A 值均为垂直宽度,当斜交时应为 $A/\cos \phi$ (台身材料采用片石混凝土)。当桥台台身材料采用 7.5# 浆砌块石时尺寸宜加大 30cm。值得说明的是当桥台前墙设置斜坡时,前墙宽度应当增加斜坡投影的 1/2 尺寸(斜交时为斜投影值)。

表 2

桥台高度 (m)	8m~13m 跨径前墙底宽 (m)	16m~20m 跨径前墙底宽 (m)	备注
4	2.0	2.1	
5	2.4	2.5	表中未示出台高的
6	2.9	3.0	A 值采用内插法
7	3.5	3.6	计算
8	4.0	4.1	

扩基襟边尺寸:台高 9m 以下二层 0.4×0.75

台高 9m~12m 以下二层 0.6×1.0

台高 12m~15m 三层 0.6×1.0

3 下部钢筋设计

上部结构的配筋较复杂,需根据实际的受力情况进行配筋。对于下部配筋,笔者根据设计经验总结出部分标准跨径的下部部分形式桥墩一般性的配筋规律供大家参考。

6 经济效益评估

灌浆处治旧水泥混凝土路面早中期破坏与“换板”相比最大的优点就是不破坏原有路面板,且维修成本低(大约 25 元/ m^2),费用约为“换板”翻修混凝土路面的 20%。灌浆作为一种治理混凝土路面病害、及时可行的科学养护技术,还具有施工周期短,操作简便,对车辆行驶干扰小,受自然因素影响小等优点。在公路施工和养护工程中,可实现良好的经济效益和社会效益。

7 结束语

灌浆技术作为路面修补中的一种新型加固技术,可广泛地使用到土建施工的其他方面,如:高速公路桥头跳车、软土地基处理、机场路加固、河堤的加固等,正是由于其施工具有优越的特点,因此灌浆技术有着广阔的应用前景。

参考文献

- [1] GBJ97-87,水泥混凝土路面施工及验收规范[S].北京:中国计划出版社,1987.
- [2] 黄 彭.现有水泥混凝土路面整治、补强措施实施要点[J].路苑,2003(29).

3.1 桩柱式桥墩

桩柱式桥墩配筋见表 3,括号内为桩基。柱内主筋中心至构件外缘为 5.5cm,柱内主筋中心至构件外缘为 7.5cm。以上配筋适用于墩高 $<10\text{m}$ (含盖梁)的桥墩,其余按计算进行。13m~20m 跨径的桥墩墩高 $>15\text{m}$ 宜设置系梁,25m、30m 跨径的桥墩墩高 $>12\text{m}$ 宜设置系梁。软土地段视情况而定。桩柱加强钢筋直径同主筋,定位钢筋直径采用 $\phi 16$ 。相同跨径、相同角度的桥梁宜采用相同的柱间距。

表 3

类型	13m空心板	16m空心板	20m空心板	30m组合箱梁
双柱式	22 ϕ 20 (22 ϕ 22)	24 ϕ 20 (24 ϕ 22)	24 ϕ 22 (24 ϕ 22)	32 ϕ 22 (32 ϕ 25)
三柱式	20 ϕ 20 (20 ϕ 22)	22 ϕ 20 (22 ϕ 22)	22 ϕ 22 (22 ϕ 22)	28 ϕ 22 (28 ϕ 25)

3.2 柱式桥台

对于 13m~20m 跨径空心板:盖梁宽采用 1.4m,盖梁高度=桥墩盖梁-0.1m。盖梁配筋按计算进行,钢筋构造尽量同桥墩盖梁。耳背墙采用牛腿式,背墙顶宽 0.3m,牛腿顶宽 0.25m。背墙主筋 $\phi 12@200\text{mm}$ 。耳墙长度结合锥坡高度及地形拟定,不宜过长。耳墙长度 $>3.5\text{m}$ 时,厚度为 0.35m;耳墙长度 $<3.5\text{m}$ 时,厚度为 0.3m。内侧主筋为 $\phi 16$,外侧为 $\phi 12$,设置间距 0.15m。柱式桥台施工时,按先完成锥坡,后钻孔进行。结构按桩基直接连盖梁设计,桩长计算时应扣除锥坡内的桩基高度。桩基配筋及抗震构造同桥墩,桩基配筋根数同桥墩桩基,直径比桥墩桩基提高一级。

对于 25m、30m 跨径组合箱梁:盖梁宽为 1.7m,盖梁高度=桥墩盖梁-0.1m。盖梁配筋按计算进行,钢筋构造尽量同桥墩盖梁。耳背墙采用牛腿式,背墙顶宽 0.4m,牛腿顶宽 0.25m。背墙主筋 $\phi 12@150\text{mm}$ 。耳墙及桩基的构造同 13m~20m 空心板桥。