

文章编号:1671-7619(2004)01-0013-04

DBI 技术在汕汾高速公路的应用

姚伟忠¹, 陈銮发²

(1. 广东省长大公路工程有限公司, 广州 510620 2. 广东晶通公路工程建设集团有限公司, 广州 510635)

摘要: DBI 是 Dowel - bar inserter 的缩写, 意为“传力杆自动置放机”。汕汾高速公路在水泥混凝土路面施工中应用 DBI 技术施工全缩缝传力杆, 总结介绍了 DBI 技术在实际操作中应注意的事项。实践表明, 使用 DBI 技术施工全缩缝传力杆具有速度快、质量好、成本低等特点。

关键词: 高速公路; 水泥砼路面; DBI 技术; 施工工艺

中图分类号: U416.216 **文献标识码:** B

1 概述

错台、唧泥等病害主要发生在水泥混凝土路面的横接缝处, 横接缝的质量好坏, 将直接影响行车质量。解决路面接缝问题的方法, 一是尽量少设接缝, 如钢筋混凝土或预应力钢筋混凝土路面; 另一种方法是按常规的混凝土路面分缝, 但需在横向接缝处设传力杆, 提高混凝土板块间的整体性, 从而达到消除或尽量减少接缝病害的目的。

对于第一种方法, 少设接缝但造价较高, 施工难度大, 目前尚难以推广应用。对于全缩缝布设传力杆, 目前已在欧美等国使用, 而在我国则还未被广泛使用。迄今为止, 我国已建成的高速公路中, 仅有约 200km 采用全缩缝设传力杆。而且除了河北宣大高速公路有 20km 用 DBI 技术施工外, 其余全部采用预制传力杆钢筋支架施工。全缩缝设传力杆在我国未被广泛应用的原因主要有:

(1) 由于传力杆的施工采用预制钢筋支架设置传力杆的方式, 增加的支架钢筋用量几乎与传力杆等量, 使得路面造价较高。

(2) 由于国内修建全缩缝设传力杆的水泥混凝土路面少, 资料缺乏, 对这种路面结构在各种荷载和环境条件下的工作性能缺少必要的评价。

(3) 由于施工工艺的原因, 影响了施工进度和传力杆的设置精度。

70 年代后期和 80 年代初, 水泥混凝土路面全缩缝设传力杆在一些欧美国家已开始应用。目前在比利时、丹麦、美国、芬兰、法国、德国等国家已得到较广泛的使用, 尤其是在使用了传力杆自动打入技术(即 DBI 技术)以后, 这种应用更加广泛。

2000 年, 汕汾高速公路作为综合试验路段, 在广东省高速公路水泥混凝土路面施工中首次应用 DBI 技术施工全缩缝传力杆。

本文简要总结该路段的施工体会, 并参考有关技术资料, 谈谈 DBI 技术的使用及其质量控制。

2 DBI 技术

2.1 DBI 技术简介

DBI 是 Dowel - bar inserter 的缩写, 意为“传力杆自动置放机”。DBI 技术就是在滑模摊铺机上配备 DBI, 为全缩缝布设传力杆的高等级公路实现高质量快速施工的技术。

目前, 滑模摊铺机上配备的 DBI 有两种型式。一种是 DBI 自带动力的, 如美国 GOMACO 公司生产的滑模摊铺机带 DBI; 另一种是 DBI 不带动力的, 即 DBI 所需的动力由滑模摊铺机主机提供, 如德国的 Wirtgen 公司生产的滑模摊铺机带 DBI。这两种 DBI 均可以独立于滑模摊铺机, 也就是不使用 DBI 时可以将其拆卸下来。

2.2 DBI 构造

DBI 的构造见图 1 所示。

2.3 DBI 技术的施工工艺

DBI 位于振捣仓和挤压底板之后。当滑模摊铺机行走至预先标识好置放传力杆的位置时, 操作人员按动开关, 使 DBI 上的传力杆托盘锁紧装置松开, 将传力杆按设定的平面位置放落于已挤压成型的水泥混凝土面上。紧接着传力杆压入器将传力杆压入水泥混凝土内至设计深度, 然后收回压入器, DBI 恢复原位。

在上述操作过程中, 从按动 DBI 开关开始至

DBI 恢复原位,整套 DBI 系统相对于滑模摊铺机向后移动。也就是在打入传力杆过程中,摊铺机可以继续往前摊铺,而 DBI 则相对于路面静止,保证了传力杆置入的准确性和在压入传力杆过程中不

会扰动已经成型的混凝土。

DBI 完成操作后,紧跟着 DBI 的搓平梁和后面的自动抹平器即对因压入传力杆而产生的洞隙进行修复、抹平,保证了路面的平整度。

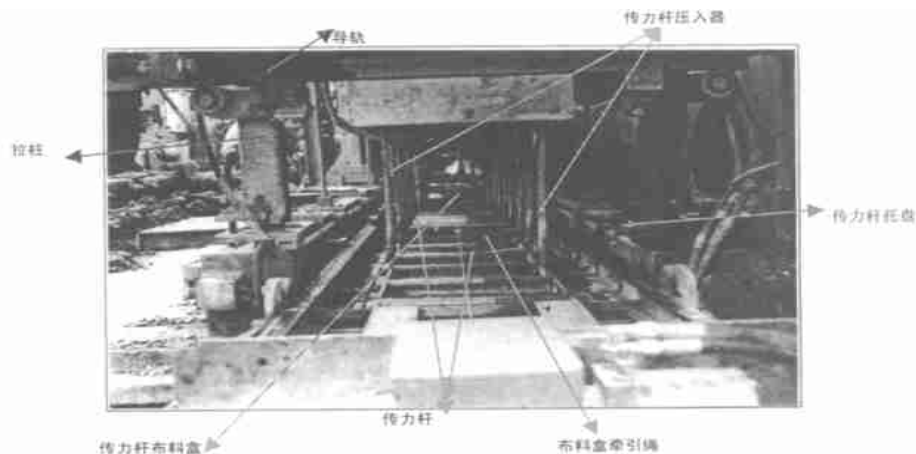


图 1 DBI 构造图

3 应用 DBI 技术的要求

3.1 对传力杆的要求

3.1.1 传力杆的材料及规格

传力杆用 I 级钢筋,用于缩缝传力杆一般长 50cm,直径 $\phi 25\text{mm} \sim \phi 30\text{mm}$ 。美国则采用 $\phi 38\text{mm} \sim \phi 46\text{mm}$,甚至 $\phi 50\text{mm}$ 。

3.1.2 传力杆的位置设计

传力杆一般设计位于 $1/2$ 板深处。传力杆在板中的压入深度可以通过事先设定,由电脑控制、调整 DBI 压入传力杆的深度,因此在施工路段的水泥混凝土路面中,如有不同板厚需调整传力杆的压入深度时,可以通过电脑随时调整。

传力杆沿横向方向的分布,目前一般采用等距布设,设计间距为 30mm。但国外有研究认为,在轮迹迹密集带可较密布设传力杆,而在轮迹较少处则较疏布设传力杆,这样可以更有效地发挥传力杆的作用。不等距布设传力杆可通过相应调整传力杆压入器的距离来解决。

3.1.3 传力杆的加工

传力杆在加工时必须采用锯断的方式,或由厂家直接成型生产,而不能采用挤压切断,形成偏头,否则将影响传力杆在混凝土板中的滑动。传力杆长度在加工时应略短于传力杆布料盒的宽度,一般短 5mm 左右,以免传力杆在分配时卡在布料盒中。此外,应在传力杆一端不少于 $1/2$ 杆长加 10cm 范围内做涂层,用于防锈和滑动用。涂层可

用沥青、环氧涂层或聚氯乙烯薄膜等,有的国家甚至采用电镀的方式。电镀方式在我国暂时还未有采用。在较高温度施工时最好不要使用沥青涂层,以避免传力杆在 DBI 上的布料盒内堆放时互相粘接,影响布料盒将传力杆送入传力杆托盘中。根据汕汾高速公路施工经验,最好在传力杆中间 20cm 范围涂防锈漆后,再在传力杆 $1/2$ 杆长套上 2 层聚氯乙烯薄膜。

3.2 对水泥混凝土的要求

3.2.1 混凝土的坍落度

用于滑模摊铺的水泥混凝土除了要满足强度、耐久性、经济性的要求外,其工作性也相当重要,尤其对使用 DBI 技术的水泥混凝土的工作性要求更高。

如坍落度太小,则不易于振捣密实,容易产生蜂窝、麻面和拉裂。尤其是在使用 DBI 打入传力杆后,如坍落度太小,当压入传力杆后,搓平梁和抹平板将不能完全修复混凝土表面洞隙,需用人工作辅助修复而影响平整度。如坍落度太大,将难以使混凝土振捣后形成密实的骨架结构,压入传力杆后,可能会由于骨架承载力不均而使传力杆产生倾斜、偏差,影响传力杆的布设精度。

根据汕汾高速公路水泥混凝土路面的施工经验,最佳的水泥混凝土坍落度为 $2 \sim 4\text{cm}$ 。

3.2.2 混凝土的可滑性

混凝土的可滑性主要有两项要求:一是新拌

混凝土排气密实的振动粘度系数要适宜,并应与摊铺速度和振捣频率形成最佳匹配;二是摊铺施工后,表面砂浆厚度 4mm 左右。表面砂浆不能太薄,否则难以修复因打入传力杆而形成的洞隙。但路表面砂浆也不能太厚,否则振捣后软混凝土路面边缘不稳定,易溜角塌边。较理想的砂浆厚度是在搓平梁前面能形成一条直径约 20cm 的砂浆条。

3.3 施工操作的要求

(1)滑模摊铺速度不应过快,以保证 DBI 打入传力杆过程中不扰动已成型的水泥混凝土。因为 DBI 启动操作后,即沿着导轨与摊铺机相对移动,而导轨长是一定的,如果摊铺机移动过快,在 DBI 还未完成操作时导轨已走完,此时摊铺机将带动 DBI 向前移动,使压入混凝土的传力杆压入器拖动混凝土向前移动。

(2)操作人员应及时启动 DBI 开关,保证传力杆准确布设于设计位置。如个别传力杆打入位置与原设计位置有差别,应及时重新标出传力杆的打入位置,使切缝准确位于传力杆中间。

(3)加工好的传力杆在搬运过程中应防止变形,以及防止用于传力杆滑动用的包装薄膜脱落。

(4)打入传力杆后,辅助工人应尽量不要踩在刚成型的水泥混凝土路面上做修复工作,以免扰动传力杆,影响其布设精度。

(5)每天作业完成后应及时清洗,保养 DBI 的构件,保持其良好的工作状态。

4 使用 DBI 技术施工与用支架法施工比较

4.1 施工速度

根据汕汾高速公路的施工经验,使用 DBI 技术,可以根据摊铺速度和天气条件用自卸车纵向预先布料 20~50m,保证滑模摊铺机可以基本匀速施工。每天的施工速度一般可摊铺 600~800m 全缩缝布设传力杆的水泥混凝土路面。

采用支架法施工时,如采用自卸车纵向布料,则每布料 5m(设计缩缝距离),就要停下来安装、固定传力杆支架,然后再布料。布料和安装传力杆支架交替进行,常常造成摊铺机停机,影响施工速度。而如果采用布料机或其他机具侧向布料,虽然可以提前安装好一定数量的传力杆支架,但由于布料程序复杂,也往往引起摊铺机停机待料。根据经验,不管采用哪一种方式布料,使用支架法

一般每天只能施工 300~500m 全缩缝设传力杆的水泥混凝土路面。

4.2 施工质量

4.2.1 平整度

使用滑模摊铺时,如摊铺机停机,尤其在长时间停机熄火时,摊铺机的相当一部分重量将由软水泥混凝土承载,在已基本成型的路面上压出坎痕来。尽管事后可用人工修复,但还是会影响路面平整度。因此使用滑模摊铺时,停机越多,对平整度的影响就越大。

使用 DBI 技术施工,因为一般不受安装传力杆支架和布料的影响,滑模摊铺机能大致保持连续作业,停机情况少,路面平整度较好。汕汾高速公路水泥混凝土路面的平整度经质检部门检测,合格率达到 99.6%,就是一个很好的例子。

采用支架法施工,由于 4.1 所述滑模摊铺机停机情况较多,其平整度将不如使用 DBI 技术施工的好。

4.2.2 传力杆设置精度

使用支架法施工,因传力杆由人工绑扎,传力杆两端的水平度、绑扎高度以及在纵向的位置将难以做到整齐划一,传力杆的设置精度较难控制。尤其是滑模摊铺机设置的前仰角挤推混凝土前进摊铺时,对预先置放的传力杆钢筋支架产生较大的推力,从而使固定不太稳固的支架或传力杆产生位移、倾斜,对传力杆的设置精度影响较大。严重倾斜的传力杆还将造成在车辆的振动下,顶破混凝土而危及行车安全。

汕汾高速公路采用支架法施工的胀缝,后来发现部分胀缝旁边有不规则裂缝。经挖开检查,发现就是因为摊铺机推动胀缝传力杆支架位移,引起胀缝板的不规则位移,造成切缝对不准胀缝板而引起。

而采用 DBI 技术施工,传力杆的置放精度由机械保证,没有上述采用支架法施工的弊端。只要传力杆压入器不变形,压入时间准确,传力杆压入后不要人为扰动,传力杆的置放精度是完全有保证的。

汕汾高速公路施工后共挖开了 17 道缩缝和 9 道胀缝,经检测传力杆的置放精度,表明用 DBI 施工的传力杆比用支架法施工的胀缝传力杆精度高(表 1)。

表 1 使用 DBI 技术施工与用支架法施工比较表

施工方法	施工速度 (m/d)	工程质量				成 本
		项 目	平均值	最大值	技术要求平均值	
DBI 技术	600 ~ 800	D/ mm	6	11	10	单幅双车道 (8.5m)
		Z/ mm	13	20	20	7.1 万元/ km
		L/ mm	12	23	30	
支架法	300 ~ 500	D/ mm	7	12	10	单幅双车道 (8.5m)
		Z/ mm	15	22	20	9.3 万元/ km
		L/ mm	21	45	30	

注: D—传力杆端上下左右偏斜误差; Z—传力杆在板中心上下左右误差; L—传力杆沿路面纵向向前后偏位。

4.2.3 对缩缝的影响

采用支架法施工,由于钢筋支架都要稳固地锚固于基层以上,而支架又与水泥混凝土路面浇筑成一体,从而影响了混凝土板块的自由伸缩,使缩缝无法正常裂开。有的甚至是面板伸缩时通过钢筋支架带动基层开裂,而基层又反射回来引起面板开裂,给路面留下了较大的质量隐患。而用 DBI 技术施工则不存在此问题。

4.3 成本比较

用 DBI 技术施工全缩缝传力杆的成本主要是:DBI 台班费、DBI 辅助操作人员人工费。按每天施工单幅双车道 (8.5m) 700m 计算,大约每 km (单幅双车道) 的费用是 7.1 万元。

用支架法施工全缩缝传力杆,其成本组成是支架钢筋、支架的制作安装费。支架钢筋按有关的设计图纸计算,每单幅双车道 (8.5m) 约需用 90kg,包括支架的制作安装费每 km (单幅双车道) 的成本费用大约是 9.3 万元。如果采用侧向布料

还要增加布料设备的台班费用。

5 结语

汕汾高速公路水泥混凝土路面宽度 21m,双向四车道,厚度 26cm (主线),滑模摊铺里程 34km,平整度合格率 99.6%, $\min = 0.79$,交工验收单位工程优良率 100%。汕汾高速公路水泥混凝土路面的施工实践表明,该工程试验采用 DBI 技术施工全缩缝传力杆是成功的,与支架法相比较,使用 DBI 技术施工全缩缝传力杆速度快、质量好、成本低。笔者认为,应用 DBI 技术施工全缩缝设传力杆的高等级公路,对提高水泥混凝土路面寿命、平整度的保持性和行车舒适性具有较大的作用。

参考文献:

- [1] 傅智. 水泥混凝土路面滑模施工技术 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [2] 王嫻, 查旭东, 韩春华 (美) 译. 水泥混凝土公路技术——实践与展望 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.

(收稿日期: 2003 - 06 - 21)

(上接第 7 页)

[8] 黄卫. 高等沥青路面设计理论与方法 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.

[9] 林绣贤. 柔性路面结构设计方法 [M]. 北京: 人民

交通出版社, 1988.

[10] 公路沥青路面养护技术规范 JTJ073.2 - 2001 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2002.

(收稿日期: 2003 - 12 - 09)

Asphalt Pavement Reconstruction of Guangfo Highway and Research on Asphalt Reclamation

TAN Ji - qing

(Research Center of Guangdong Province Communication Group, Guangzhou 510420, China)

Abstract: Guangfo highway is the first highway of Guangdong Province, and is one of highway which has the greatest traffic volume in Guangdong Province. This paper analyzed the present condition of the asphalt pavement and reason for damage, introduced reconstruction design, construction management and traffic organization, and also simply introduced the item of asphalt reclamation research which is supported by this project.

Key words: Guangfo highway; pavement; reconstruction; asphalt reclamation