

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyf.2024.03.058

不同养生方式下的水稳材料关键力学性能试验研究

马 琴

(四川省交通建设集团有限责任公司,四川 成都 610041)

摘 要: 根据久马高速公路的情况,选取了PE薄膜密封养护、养护土工布覆盖滴灌节水保湿养护、可降解保湿膜养护三种常见养生方式,并辅以室内外养生作为环境条件。其中水稳材料的关键力学性能指标为无限制抗压强度、劈裂强度和回弹模量,按照要求进行检测和比较研究。结果显示,在核心技术指标即7d力学性能试验中,PE薄膜和可降解保湿膜效果均表现优异,劈裂强度相差无几,相对而言土工布的方式的效果较差,在长期关键力学性能增长的过程中,可降解保湿膜效果均表现更为突出。说明可降解可降解保湿养生膜具有积极意义,一定程度上提升了水泥稳定碎石劈裂强度,同时这类塑膜还保持了可降解的特性,具备了较好环保特性,因此在有条件的情况下,环境脆弱或少水地区推荐采用可降解可降解保湿养生膜养生。

关键词: 水稳碎石;养生方式;可降解保湿膜;无侧限抗压强度;劈裂强度;回弹模量

中图分类号: U414

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)03-0245-03

0 引 言

水泥稳定碎石材料组成一定的情况下,水泥稳定碎石健康度成为一项重要的影响因素^[1]。久马高速公路位于高原生态脆弱环境区,为了确定合理的养护方式,提高水泥稳定碎石的抗压强度,课题组以路面基层建设工程为依托,根据文献[2]设计的方案,根据本项目的情况,选取了PE薄膜密封养护、养护土工布覆盖滴灌节水保湿养护、可降解保湿膜养护三种常见养生方式,并辅以室内养生作为对比。选取无限制抗压强度、劈裂强度和回弹模量进行比较研究。其中可降解养生膜是专门针对高原高速公路的水稳层建设而特别遴选,目的是节省水资源的消耗,并通过自然降解减少人工的工作量,同时达到环保的效果。然而其效果如何,将通过基于现场原材料和试验研究确定。

1 混凝土可降解保湿养生膜工作原理

可降解保湿养生和混凝土膜主要建立在水化原理基础上^[3],应用了可控高分子吸水材料,采用一定加工工艺将其与塑料薄膜结合,最终可获取该材料^[4]。芯材具有特殊功能基团,可吸收重量数百至数千倍的水,可达到 $600 \sim 900 \text{ g/m}^2$ ^[5],而且热容量与水没有明显差异。芯材吸水后,能够构成“水房”。养生

膜具有特殊性质,能够与混凝土结合。吸水后,水的形态出现变化,可获取固态水^[6]。它不能流动或被挤出很难蒸发,现象传递到混凝土表面并渗透,为了使混凝土硬化,需要使用大量的水,同时需要及时收集蒸发水分。因此,补浇水工作只会在硬化时间内进行一次,混凝土可始终保持湿润^[7],见图1。本工作根据该原理采用可降解保湿膜来保持水泥稳定砂石的湿润,详细分析了该材料的养生保湿功能,且最终膜可自然分解。

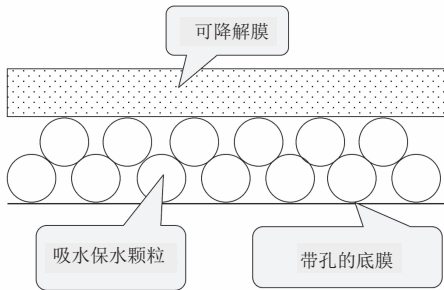


图1 可降解保湿养生膜的吸水保水原理示意图

2 原材料性质与试验

2.1 原材料性质

(1)水泥。依据水泥混凝土试验规程^[7],设置相关试验分析各项因素,包括水泥细度、安定性等,结果见表1。

(2)集料及级配。本文应用了不同集料,分别为 $26.5 \sim 9.5 \text{ mm}$ 、 $9.5 \sim 4.75 \text{ mm}$ 、 $4.75 \sim 2.36 \text{ mm}$ 和石屑。按照试验规程要求,设置了试验分析集料的应用情况,详细数据见表2。集料级配,见表3,与水泥稳定

收稿日期:2023-05-06

作者简介:马琴(1983—),女,本科,高级工程师,从事道路工程及其机械设备管理工作。

表 1 水泥性质

标号	细度 /%	初凝时间 / min	终凝时间 / min	抗压强度 /MPa	
				3 d	28 d
P.O32.5	1.5	301	398	15.8	36.2

碎石性能存在一定联系,本文主要选择技术规范中表 3.2.2 的 3 号级配范围中值进行试验。

表 2 集料的基本性质

各规格集料密度 /(g·cm ⁻³)				30 min 吸水率 /%	压碎值 /%	针片状 含量 /%
26.5~ 9.5 mm	9.5~ 4.75 mm	4.75~ 2.36 mm	石屑			
2.785	2.743	2.722	2.68	0.14	8.8	9.7

表 3 级配组成

筛孔尺寸 /mm	31.5	26.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
通过百分率 /%	100	95.0	80.5	57.0	39.0	26.0	15.0	3.5

(3)可降解保湿养生膜。其基本性质见表 4。

表 4 可降解保湿养生膜的基本性质

有效保 水率 /%	固水量 / (g·m ⁻²)	28d 后固水 量 /(g·m ⁻²)	保温 性能 /℃	磨耗量 / (kg·m ⁻²)
92	800~1 000	≥200	≥4	≤3

2.2 养生方式和条件

针对工程中常用的无机粘结稳定材料,为了确定其抗压强度,本文设置了相应的试验,即 T0805-1994 试验方法^[8]。形成 150 mm(直径)×150 mm(高度)的圆柱形样品。定型后应用不同方式处理,即保湿养生膜、养生土工布、聚乙烯膜(下称 PE 薄膜)三种养生方式进行养生、包裹养生,养生条件为 20℃ 的恒温室温。需要将标本置于合适位置,即标准病房,其中温度 20℃,相对湿度 96%以上。7 d 后将四种不同的养生法放在外面,不再包裹养生法,分别维持 28 d 和 90 d 的养生效果。三个龄期试件养生贮存的最后一天,将全部试件置于水中,水面应超过试件,超出部分达到 2.5 cm,持续 24 h,之后晾干处理。

采用路面材料强度试验机处理材料,运行速度为 1 mm/min,保持该速度行驶,之后查看材料情况,分析无侧限抗压性能。其中劈裂试验采用静压法压成圆柱形试样,紧密度保持在 98%以上。以 1 mm/min 的恒定速度对器件进行负载和裂纹测试。回弹模量试验采用顶面法,用于确定室内压缩弹性模量。

3 养生方式对水稳碎石力学性能的影响

3.1 无侧限抗压强度

对水泥稳定碎石处理时,应用了多种硬化方式,

设置试验分析抗压强度(每组试验选取平行试验的 3 次数,变异率大于 10%的数据舍弃并补做一次,下同),详细情况见图 2,7 d 无侧限抗压强度见表 5。

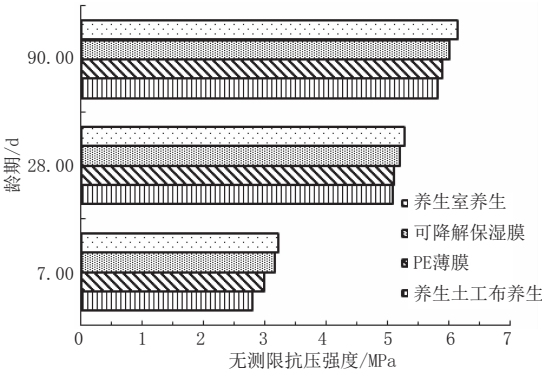


图 2 三个龄期下抗压强度随龄期增长情况

表 5 相对养生室养生的 7 d 无侧限抗压强度

养生方式	养生土工布	PE 薄膜	可降解保湿膜	养生室养生
检测结果	2.78	3.01	3.18	3.23

从试验过程可以看出,水泥稳定碎石的性能与养生方式存在一定联系,变化趋势大致相同,龄期为 7~28 d 时,无侧限抗压强度出现明显变化,且不断增加。28~90 d,无限侧抗压强度变化不明显,但仍有增加趋势,其中可降解养生膜长期效果最佳。

无侧限抗压强度 7 d,显然超过其他养护方式;保湿养生膜的无限抗压强度也较高。聚乙烯薄膜比土工布防水性更优秀。土工布的自由抗压强度大于土工布的抗压强度。7 d 后,在室外环境养护条件下水泥稳定碎石的无侧限抗压强度符合上述条件,说明初期养护方式对水泥稳定碎石无侧限抗压强度的提高影响较大。此外,发现不同养护方式对水泥稳定碎石 7 d 的无侧限抗压强度影响较大,可降解可降解保湿养生膜的无侧限抗压强度最佳。

3.2 劈裂强度

对水泥稳定碎石处理时,应用了多种硬化方式,设置试验分析抗裂强度,详细情况见图 3。

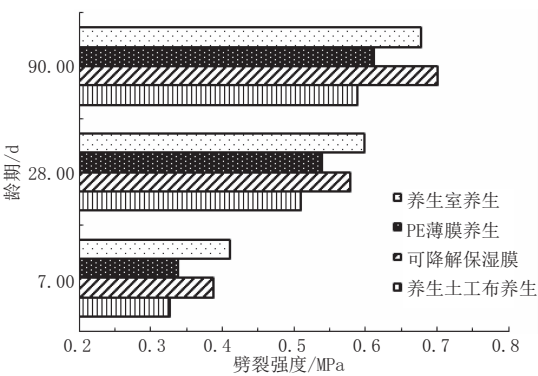


图 3 三个龄期下劈裂强度随龄期增长情况

可以看出,应用不同养生方式的情况下,劈裂强度变化趋势没有明显差异。当龄期为7~28 d时,劈裂强度出现明显变化,且不断增加。90 d时,抗裂强度变化不明显,但仍呈增加趋势。

7 d 抗裂强度水泥稳定碎石具有良好的性能,显著优于其它养生方法;且具有良好的劈裂强度;聚乙烯薄膜比土工布有更好的性能。封水作用,所以其固化时的撕裂强度高于袋固化。7 d 后,在室外环保条件下,水泥稳定碎石的劈裂强度仍满足上述规律,说明初硬化方法对提高水泥稳定碎石的劈裂强度效果是明显的。表 6 中养生方式会导致水泥稳定碎石 7d 劈裂强度出现明显变化,PE 薄膜和可降解保湿膜效果均良好,劈裂强度相差无几,土工布的方式的效果较差。说明可降解保湿养生膜具有良好的应用效果,能够显著提升劈裂强度,其中可降解养生膜长期效果最佳。

表 6 相对养生室养生的 7 d 劈裂强度				
养生方式	养生土工布	PE 薄膜	可降解保湿膜	养生室养生
检测结果	0.326	0.388	0.381	0.410

3.3 回弹模量

回弹模量随龄期增加出现变化,详细情况见图 4。

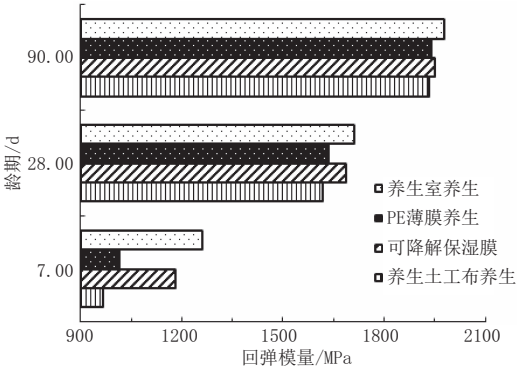


图 4 三个龄期下回弹模量随龄期增长情况

可以看出,应用不同养生方式的情况下,压缩回弹模量变化趋势没有明显差异,当龄期为7~28 d时,压缩回弹模量出现明显变化,且不断增加。28~90 d,压缩回弹模量变化不明显,但仍有上升趋势,其中可降解养生膜长期效果最佳。

7 d 压缩回弹模量水泥稳定碎石具有良好的性能,显著优于其它养生方法;且具有较高的压缩回弹

模量;其次是聚乙烯薄膜,所以它的压缩回弹模量比土工布高。7 d 后,室外养护条件下水泥稳定碎石压缩回弹模量仍然呈现出上述变化趋势,表明初期养护过程与压缩回弹模量这项参数存在一定联系。

从表 7 可以看出,养生方式存在差异的情况下,水泥稳定碎石 7 d 回弹模量也会有所不同,而且两者存在明显联系,PE 薄膜和可降解保湿膜效果均良好,模量相差无几,土工布的方式的效果较差。

表 7 相对养生室养生的 7 d 回弹模量				
养生方式	养生土工布	PE 薄膜	可降解保湿膜	养生室养生
检测结果	947	1 192	1 184	1 255

4 结 论

本研究依托久马高速建设项目选取并比较了不同类型的养生方式,并分析了水泥稳定碎石的各项性能,探讨两者的具体联系,尤其验证了可降解保湿膜的效果。结论如下:

(1)在水泥稳定碎石 7 d 无侧限抗压强度,劈裂强度和回弹模量的性能指标测试结果中,PE 膜养生略优,而可降解保湿养生膜与之相差无几。

(2)对于水泥稳定碎石 28~90 d 的长期强度增长情况而言,无侧限抗压强度,劈裂强度和回弹模量这三项性能指标测试结果中,可降解保湿养生膜则表现更为优异。

参考文献:

[1] 张鹏.高等级公路半刚性基层材料的抗裂性能研究[D].大连:大连理工大学,2007.

[2] 周若来,鄢光宇,王建章.保湿养生膜养生下水稳碎石力学性能研究[J].公路交通科技(应用技术版),2016,12(5):205-206.

[3] 万鸣华,赖焕枫,温兰花,等.可控高分子材料节水保湿膜养护混凝土应用研究[J].中外公路,2015,35(4):292-295.

[4] 周梦龙.路面水稳碎石层双层连铺质量控制[J].建筑技术开发,2022,49(18):148-150.

[5] 史殿瑞,黄小芬.聚丙烯纤维改善再生水稳碎石力学性能研究[J].江西建材,2020,259(8):21-22.

[6] 张伟.沥青路面水稳碎石基层就地再生技术应用研究[J].技术与市场,2020,27(2):110-111.

[7] 谷恒亮,岳传德.混凝土保湿养生膜在明哈高速公路的应用[J].中国西部科技,2011,10(19):14+21.

[8] JTG E51—2009,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].