

市政石材人行道安全性能研究

于斌斌

(上海林李城市规划建筑设计有限公司, 上海市 200437)

摘要:随着近年来人行道石材铺装应用的逐渐增多,在雨雪等恶劣天气条件下引发的行人滑倒、摔伤等安全事故时有发生。然而,目前市政行业无相应标准来明确石材人行道的安全性能指标,导致目前建成的石材人行道的安全性能良莠不齐。如何满足行人安全行走的需要,是本次课题研究的重点。

关键词:石材铺面;安全指标;安全性能;人行道

中图分类号: U414

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0073-02

0 引言

随着现代化城市的快速建设与发展,人们对人行道的铺装要求越来越高,常规的同质砖已不能满足人们日益增长的物质与文化需要,于是石材铺面在人行道中的应用越来越多,尤其是一些高端商业/住宅地块。对于人行道而言,除了通行的交通功能外,安全指标也不容忽视,尤其是一些雨雪等恶劣天气,行人滑倒、摔伤的事故时有发生。而市政行业的相关规范中,从未提及石材人行道的安全性能指标(主要为防滑性能),该内容一直处于空白状态^[1]。

1 研究路线

本课题将理论与试验相结合,并应用于工程实例中进行验证。

理论方面,通过建立物理模型,对其进行分析和计算,得出相关数据。

试验方面,通过进行物理试验,将采集到的相关数据进行分析 and 整理。

工程实例方面,将研究结论应用于实际的工程项目中,并对其使用情况进行回访调查。

2 指标选取

目前,石材在其他行业,如建筑行业、建材行业等的安全性能指标众多,有防滑等级、防滑安全程度、摩擦系数、抗滑值、横向力系数、静摩擦系数等。本次结合市政工程的特点,考虑到本课题研究对象

的适用范围、使用功能和应用特点均比较明确,主要应用于户外道路、桥隧等市政人行道防滑安全。本课题选取较为常用且易于测量的指标摩擦系数 μ 进行研究。

3 理论研究

人走路利用的是人与地面处于静摩擦的状态,当超过静摩擦力的最大值时,人就会滑倒。这时,人与地面处于滑动摩擦状态。本次课题研究中的摩擦力相关描述均为静摩擦力。

人行走过程中,摩擦力 $f = \mu N$ (N 表示物体对该接触面的正压力,即体重)。

4 实验实践

本次实验按照《地面石材防滑性能等级划分及试验方法》(JCT 1050—2007)^[2]中测量摩擦系数的方法,分别对干态和湿态的石材进行摩擦系数数据的收集与整理(见图1~图3、表1、表2)。石材选用市政人行道较常用的花岗岩。

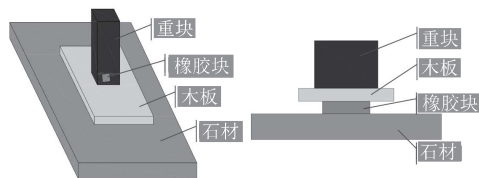


图1 摩擦系数测试方法示意图

摩擦系数测定^[3]:将测试样品置于水平工作台上,将滑块组件(橡胶块粘于木板上)置于测试面上,滑块上方的中心位置放置一个50 N的重块。固定测试样品,拉动拉力计,3 s内缓慢拉动拉力计至滑块刚好发生移动,记录此时拉力值。每个测试面拉动4次,记录

收稿日期: 2021-01-17

作者简介: 于斌斌(1987—),男,硕士,工程师,从事道路设计工作。

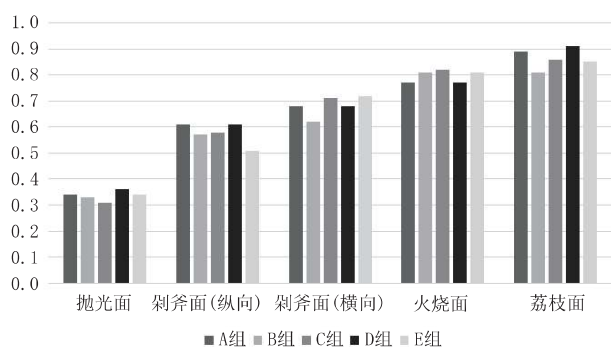


图2 干态测量数据分布图

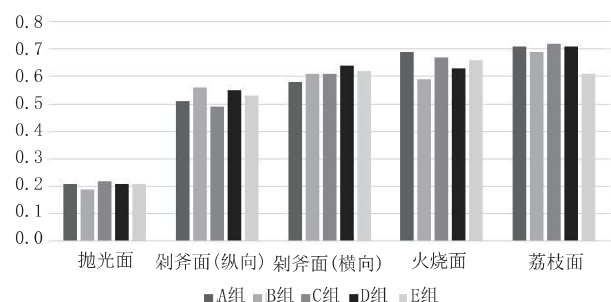


图3 湿态测量数据分布图

表1 干态测量数据分析(摩擦系数) 单位: %

类别	A组	B组	C组	D组	E组	均值	C.V
抛光面	0.34	0.33	0.31	0.36	0.34	0.336	4.84
剁斧面(纵向)	0.61	0.57	0.58	0.61	0.51	0.576	6.36
剁斧面(横向)	0.68	0.62	0.71	0.68	0.72	0.682	5.11
火烧面	0.77	0.81	0.82	0.77	0.81	0.796	2.71
荔枝面	0.89	0.81	0.86	0.91	0.85	0.864	3.98

表2 湿态测量数据分析(摩擦系数) 单位: %

类别	A组	B组	C组	D组	E组	均值	C.V
抛光面	0.21	0.19	0.22	0.21	0.21	0.208	4.71
剁斧面(纵向)	0.51	0.56	0.49	0.55	0.53	0.528	4.85
剁斧面(横向)	0.58	0.61	0.61	0.64	0.62	0.612	3.17
火烧面	0.69	0.59	0.67	0.63	0.66	0.648	5.38
荔枝面	0.71	0.69	0.72	0.71	0.61	0.688	5.84

所有读数。

$$Cd = Rd/nG$$

式中: Cd 为表面测试的摩擦系数值; Rd 为测试 4 次拉力读数之和, N ; n 为拉动次数 (4); G 为滑块组件加上 50 N 重块的总重力, N 。

以一组试验的平均值作为实验结果, 保留两位有效数字。

将收集到的实验数据进行整理和计算, 并引入统计学当中的常用统计指标——变异系数的计算,

可以得出其测度数据统计分布程度, 获得组内个体数据间的离散程度, 从而确认数据的可信程度。

变异系数:

$$C.V = (SD \div MN) \times 100\%$$

式中: SD 为标准偏差; MN 为平均值 $\bar{X}$ 。

在数据分析过程中, 若变异系数大于 15%, 则考虑该数据可能存在问题。本次将实验所得数据分析后, 其变异系数均在可控范围内, 说明数据的离散程度不大, 较可靠、可信。

从表 1、表 2 的数据计算和分析可以发现, 抛光面无论是干测还是湿测, 其数据较低, 难以满足行人安全通行的需要; 剁斧面(纵向)的数据略低于剁斧面(横向), 基本可以满足安全需要; 火烧面和荔枝面的干湿测数据较优秀。

剁斧面(横向)、火烧面和荔枝面的干测数据基本在 0.68 以上, 湿测数据基本在 0.61 以上。其中, 剁斧面(横向)干湿测数据有约 20% 未达到均值, 在做好出厂检测的情况下, 可以达到试验均值。

通过试验实测, 可以确保理论计算结果在工程应用中的可达性和可行性。

5 研究成果

在通过理论计算与试验分析后, 并参考其他行业标准, 建议市政行业石材人行道安全标准见表 3。

表3 成果汇总

指标	取值标准	测量状态
摩擦系数 $\mu/\%$	≥ 0.68	干测
	≥ 0.60	湿测

从市政石材人行道的适用范围、使用功能和应用特点来看, 比较适宜采用剁斧面(横向)、火烧面和荔枝面等防滑性能较好的石材表面处理工艺。

6 工程应用

扬州 461 省道于 2018 年年底建成通车。由于道路两侧为村庄, 正值雨雪天气较多, 村民反映人行天桥所用石材铺面极易打滑, 给村民出行带来不便。然而, 市政行业并无相关验收标准。为解决该问题, 本课题在理论与实践相互验证的基础上, 将该研究成果提供给施工单位进行检测, 并更换符合安全要求的石材面砖。

人行道在更换石材面砖并运营一年多以来, 再未接到村民投诉或上访, 较好地实现了其使用功能。

(下转第 106 页)

实体模型 A、模型 C 为窄湿接缝的不同钢筋构造,其计算所得的竖向集中力-跨中挠度关系曲线对比如图 14 所示。

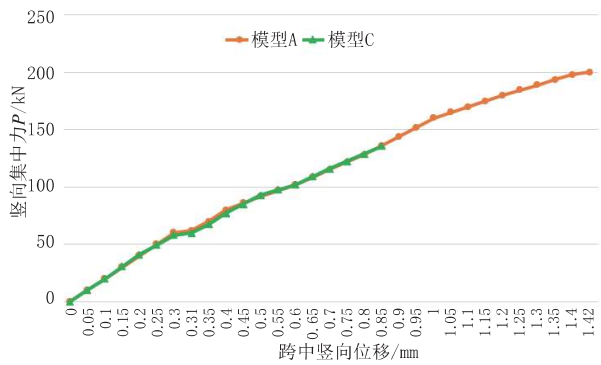


图 14 模型 A、模型 C 计算结果对比

模型 C 为少横栓窄湿接缝构造,其两侧 U 形筋之间横栓比较少,除 U 形筋角点处外,内侧没有设置横向钢筋。

计算结果显示,模型 C 的竖向集中力-跨中挠度关系曲线与模型 A 的前半段基本一致,但是模型 C 的极限荷载仅为 135.5 kN,是设置横栓钢筋的模型 A 极限荷载的 0.68 倍。这说明,在窄湿接缝的 U 形钢筋铰接构造中,横向栓筋的加强作用特别明显,可以显著提高湿接缝的承载力。

另外,模型 C 的极限荷载值也小于理论计算值,是理论计算值的 0.89 倍。这更加表明横向栓筋的重要性,在少横向钢筋的情况下,窄湿接缝的 U 形钢筋铰接构造是达不到常规湿接缝做法的承载力的。

实体模型 A、模型 B、模型 C 极限荷载实体模型计算值与理论计算值见表 3。

表 3 极限荷载计算结果与理论值对比

计算模型	极限荷载 /kN		
	计算值	理论值	计算 / 理论
模型 A	200.2	151.5	1.321
模型 B	150.1	151.5	0.991
模型 C	135.5	151.5	0.894

4 结 语

本文计算对比了窄湿接缝与常规湿接缝的构造和受力情况,主要得到以下结论:

- (1)窄湿接缝的 U 形钢筋铰接构造无法用杆单元模拟,可用实体单元模型进行计算。
- (2)在保证混凝土密实、新旧混凝土结合稳固、钢筋与混凝土无滑移的情况下,混凝土窄湿接缝的 U 形筋铰接构造比一般常规湿接缝做法更可靠,可以保证桥面板的承载力。
- (3)在窄湿接缝的 U 形钢筋铰接构造中,横向栓筋的加强作用特别明显,可以显著提高湿接缝的承载力。若不设横向栓筋,湿接缝承载力比常规做法要小。

参考文献:

[1] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
[2] JTG D60—2015,公路桥涵设计通用规范[S].
[3] 王新敏.ANSYS 工程结构数值分析[M].北京:人民交通出版社,2011.
[4] GB 50010—2010,混凝土结构设计规范[S].
[5] 江怀雁,赵志强.预制拼装板湿接缝 U 形钢筋连接构造受弯性能对比分析[J].施工技术,2019(2):32-35.

(上接第 74 页)

7 结 语

从整个市政行业发展来看,本课题完善了石材人行道安全性能研究的相关内容,填补了市政行业相关性能标准的空白,将理论与实践相结合,并应用于工程实例,对人行道石材的应用具有积极的指导意义和参考价值。建议在相关规范更新时,增补相关

条目,以完善市政行业石材人行道安全性能指标。

参考文献:

[1] 潘施.我国应推出石材地面防滑检测标准 [J]. 石材,2004(7): 35-37.
[2] JCT 1050—2007,地面石材防滑性能等级划分及试验方法[S].
[3] 王柏生,尹毅颖.橡胶-地面石材摩擦性能的研究 [J]. 材料导报, 2009(18):117-119,121.