



短纤针刺非织造土工布拉伸试验影响因素研究

熊荣军¹, 李恒², 孙爱国¹, 唐正涛¹

(1. 长江航道规划设计研究院, 湖北 武汉 430070; 2. 长江航务工程质量监督中心站, 湖北 武汉 430014)

摘要: 短纤针刺非织造土工布是长江南京以下12.5 m深水航道工程中最重要材料之一。为保证该材料拉伸试验结果的准确性, 通过理论分析和试验比较, 分析试验结果, 研究湿度、温度、试样宽度及拉伸速率对拉伸试验的影响, 提出在进行涤纶类短纤针刺非织造土工布拉伸试验时的注意事项。

关键词: 12.5 m深水航道; 土工合成材料; 拉伸试验; 影响因素

中图分类号: U 614

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2013)09-0006-04

Influential factors of tensile test for staple fibers and nonwoven geotextile

XIONG Rong-jun¹, LI Heng², SUN Ai-guo¹, TANG Zheng-tao¹

(1. Changjiang Waterway Planning Design and Research Institute, Wuhan 430070, China;

2. Changjiang Waterway Engineering Quality Supervision Center Station, Wuhan 430014, China)

Abstract: The staple fibers and nonwoven geotextile is one of the most important material in the 12.5-meter deepwater channel project in the Yangtze River at the downstream of Nanjing. To ensure the accuracy of the tensile test results, through theoretical analysis and experimental comparison, the paper studies the influential factors of tensile test in the aspects of humidity, temperature, the width of the specimen and the tensile rate, and puts forward the precautions during the tensile test of polyester staple fiber nonwoven geotextiles.

Key words: 12.5-meter deepwater channel; geosynthetics; tensile test; influential factors

长江南京以下12.5 m深水航道工程是我国“十二五”期投资规模最大、技术最复杂的国家重点内河水运工程。通过对长江太仓—南通约56 km河段实施通州沙尾—狼山沙尾左缘、白茆沙沙头中上段等守护工程并结合疏浚措施, 实现12.5 m深水航道由太仓(荡茜闸)上延至南通(天生港区)。土工合成材料作为航道整治工程中的重要材料之一, 在该工程中得到大量的应用。该工程的护底采用堤身砂肋排加两侧混凝土连锁块余排的混合型护底软体排结构。砂肋软体排排布采用350 g/m²机织布, 砂肋直径0.3 m, 间距1 m。混凝土连锁块排排布采用500 g/m²的针刺复合土工布(机织布+短纤针刺非织造土工布), 压载混凝土连锁块组成^[1-2]。

拉伸性能作为土工合成材料最基本的性能之一, 是表征土工合成材料力学性能最常用的方法。土工合成材料的拉伸强度和最大负荷下伸长率是各项工程设计中最基本的技术指标, 拉伸性能的好坏直接影响到工程质量^[3]。土工合成材料的拉伸性能通常采用JTG E 50—2006《公路工程土工合成材料试验规程》、SL 235—2010《土工合成材料测试规程》、GB/T 15788—2005《土工布及其有关产品宽条拉伸试验》或GB/T 3923.1—1997《纺织品 织物拉伸性能 第1部分断裂强力 and 断裂伸长率的测定 条样法》等标准进行试验^[4-5]。但是, 以上标准对土工合成材料拉伸试验的调温调湿、拉伸速率、样品宽度等均有不同的要求, 使得实验室在进行土工合成材料拉伸试验时存在

收稿日期: 2013-02-16

作者简介: 熊荣军(1980—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事岩土工程勘察及试验检测工作。

标准难以选取、方法难以统一等问题。为探讨以上问题,对12.5 m深水航道工程中用量较大的短纤针刺非织造土工布拉伸试验中可能的影响因素进行了研究,以便为试验检测工作提供帮助。

1 拉伸性能影响因素分析

该工程所用短纤针刺非织造土工布主要成分为涤纶,基本组成物质是聚对苯二甲酸乙二酯,也称聚酯纤维(PET),根据其组成原料高强、吸湿性差、熔点高等特性^[6],对短纤针刺非织造土工布拉伸性能影响因素进行理论探讨,可以得出以下定性的分析:

1) 湿度对拉伸性能的影响。

由于涤纶吸湿性差的特点,水与该类型材料基本不发生作用,因而湿度对拉伸性能无直接影响。

2) 温度对拉伸性能的影响。

虽然涤纶的熔点较高,达250~260℃,但是由于其具有热塑性,导致其极易受温度影响,当温度升高时,断裂强度将降低,断裂延伸率将升高。

3) 试样宽度对拉伸性能的影响。

土工合成材料的拉伸主要受到沿受力方向的拉力,在理想状态下,土工合成材料的宽度与测试的强度结果无直接关系,但是实际上由于土工合成材料的不均匀性,使得薄弱环节先出现破坏,造成局部受力不均,极易导致宽度大的试验实测值小于宽度小的试样。

4) 拉伸速率对拉伸性能的影响。

当拉伸速率较快时,高分子材料内部的各分子未能及时通过调整分子链结构来适应其拉伸变形即过了其屈服,导致该高分子材料的延伸率降低。同时,由于拉伸速度较快,同时被拉断的高分子数量较多,导致其强度偏高;反之,当拉伸速率较慢时,其延伸率较高,强度较低。

2 土工布拉伸性能试验

本试验所选用的材料为450 g/m²涤纶短纤针刺非织造土工布,该土工合成材料外表整洁、质量均匀、无明显外观缺陷,满足试验研究需要。该

试验主要是研究短纤针刺非织造土工布在进行拉伸试验时,湿度、温度、试样宽度及拉伸速率4个因素对其拉伸性能的影响,为了使试验结果具有可比性,在试验过程中对4个因素采用单一变量进行试验,夹持方式为钳口夹持等条件不变,且试验的样品均取自同一块、相近的部位,尽量保证试验样品的均一性。

2.1 湿度对拉伸性能的影响

在气压和温度相同的条件下,针对不同的湿度环境(表1)分别测定样品的纵向抗拉强度、纵向伸长率,并且每个试验样品取出后,确保在3 min内完成试验,以避免测试环境对样品的影响。

在5种不同湿度环境下分别调温调湿24 h,随后进行试验,并对试验数据进行了统计,结果如下(表2,图1)。

表1 不同湿度环境

测试环境	气压	温度	湿度
环境1	标准大气压	20℃ ± 2℃	25% ± 5%
环境2	标准大气压	20℃ ± 2℃	45% ± 5%
环境3	标准大气压	20℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境4	标准大气压	20℃ ± 2℃	85% ± 5%
环境5	标准大气压	20℃ ± 2℃	浸润在蒸馏水中

表2 湿度对拉伸性能影响试验结果

测试环境	纵向抗拉强度平均值/(kN·m ⁻¹)	纵向伸长率平均值/%
环境1	19.86	63.4
环境2	20.74	68.1
环境3	20.16	66.7
环境4	19.68	65.7
环境5	20.90	66.6

注:每组试验中样品数量:20块;样宽:200 mm。

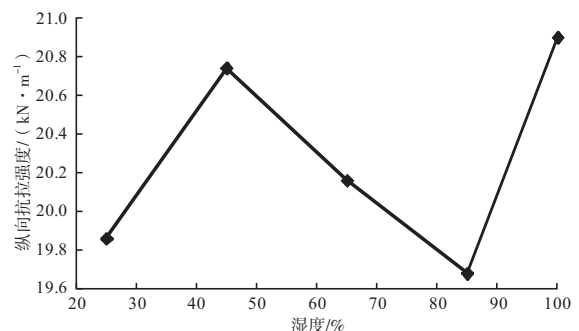


图1 湿度对纵向抗拉强度的影响

2.2 温度对拉伸性能的影响

在气压和调湿湿度相同的条件下,针对不同的温度环境(表3)分别测定样品的纵向抗拉强度、纵向伸长率,并且每个试验样品取出后,确保在3 min内完成试验,以避免测试环境对样品的影响。

在7个不同温度环境下调温调湿24 h,随后进行试验,对所有试验数据进行了统计,结果见表4、图2。

表3 不同温度环境

测试环境	气压	温度	湿度
环境1	标准大气压	0℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境2	标准大气压	10℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境3	标准大气压	20℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境4	标准大气压	25℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境5	标准大气压	30℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境6	标准大气压	40℃ ± 2℃	65% ± 5%
环境7	标准大气压	60℃ ± 2℃	65% ± 5%

表4 温度对拉伸性能影响试验结果

测试环境	纵向抗拉强度平均值/(kN · m ⁻¹)	纵向伸长率平均值/%
环境1	21.07	60.1
环境2	20.49	63.4
环境3	20.16	66.7
环境4	19.99	66.2
环境5	19.66	67.3
环境6	19.06	68.2
环境7	18.27	70.2

注:每组试验中样品数量:20块;样宽:200mm。

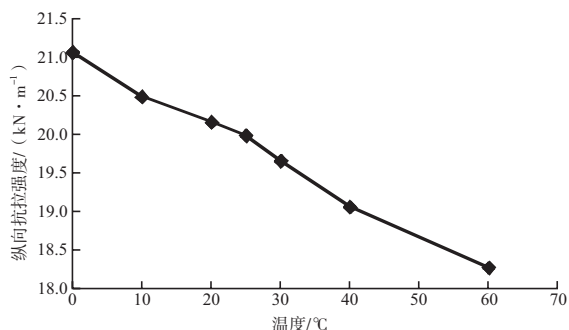


图2 温度对纵向抗拉强度的影响

2.3 试样宽度对拉伸性能的影响

试样在标准大气压、温度20℃ ± 2℃、相对湿度65% ± 5%条件下调温调湿24 h,对土工布沿纵向分别裁取不同宽度的试样20块,宽度分别为5,

10, 15, 20, 25 cm。实际夹持长度均为100 mm,拉伸速率均为20 mm/min。对5种不同宽度的样品进行了纵向拉伸试验,对所有试验数据进行统计,结果见表5、图3。

在进行拉伸试验时,试样还存在颈缩现象(图4),表现为试样中间窄、两端夹持部位宽,且不同宽度的试样其颈缩情况严重程度也不一致,试样越窄,颈缩情况越严重。

表5 试样宽度对拉伸性能影响试验结果

试样宽度/cm	纵向抗拉强度平均值/(kN · m ⁻¹)	纵向伸长率平均值/%	破坏情况描述
5	16.36	59.7	颈缩严重
10	19.10	64.4	颈缩较严重
15	19.22	66.1	存在颈缩
20	20.16	66.7	有颈缩现象
25	20.30	66.6	有颈缩现象

注:每组试验中样品数量:20块。

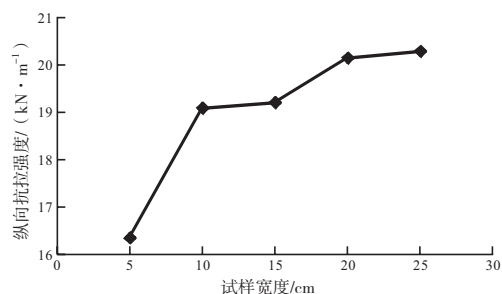


图3 纵向抗拉强度随试样宽度的变化

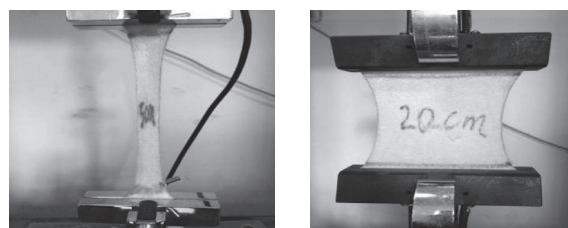


图4 不同宽度试样破坏时的颈缩情况

2.4 拉伸速率对拉伸性能的影响

不同的拉伸速率可能会导致不同的拉伸试验结果,为了探讨试验过程中拉伸速率对土工织物拉伸性能的影响,本次试验设定了6个不同的拉伸速率,分别为试样长度的5, 10, 20, 30, 40, 50 %/min,每个拉伸速率条件下各做20块拉伸试验,试样在标准大气压、温度20℃ ± 2℃、相对湿度为65% ± 5%条件下调温调湿24 h。试样的实际夹持宽度为200 mm,夹持长度为100 mm。

对该批试样分别在6种不同拉伸速率的情况下进行了拉伸试验,速率对所有试验数据进行了统计,结果见表6、图5。

表6 速率拉伸性能影响试验结果

拉伸速率/(%·min ⁻¹)	纵向抗拉强度 平均值/(kN·m ⁻¹)	纵向伸长率 平均值/%
5	19.46	64.2
10	19.57	65.4
20	20.16	66.7
30	20.49	66.4
40	21.33	68.3
50	21.55	67.9

注:每组试验中样品数量:20块;试样宽度200 mm;夹持长度100 mm。

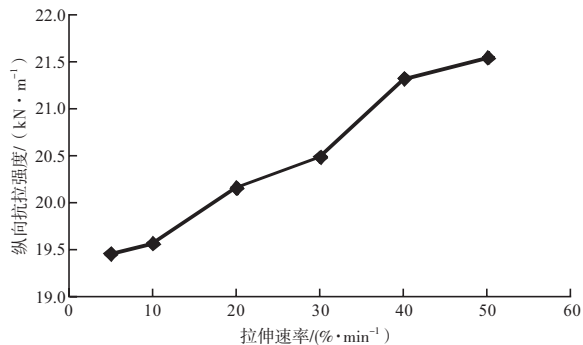


图5 纵向抗拉强度随拉伸速率的变化

从表6和图5可以看出,短纤针刺非织造土工布的纵向拉伸强度对拉伸速率的敏感程度也比较明显,拉伸速率越大,其强度越大,对应其断裂伸长率也越大。

3 试验结果分析

3.1 湿度对拉伸性能的影响

从试验数据分析来看,5种不同湿度环境下土工布的拉伸强度大小在一定幅度内变化,没有呈现出一定的规律性,两者关系不明显。因此,短期的湿度变化对短纤针刺非织造土工布的拉伸强度没有实质性的影响,或者短期的湿度变化对短纤针刺非织造土工布拉伸强度的影响程度小于土工布自身材料均匀性的影响程度。

究其原因,短纤针刺非织造土工布是由涤纶丝等高分子材料组成,总体而言该土工布保水性较强,但是涤纶丝材料本身不具备吸水性能,因

此水只能充填在涤纶丝间的缝隙中,对涤纶丝的成分及其力学性能影响不大。

3.2 温度对拉伸性能的影响

从试验数据分析来看,温度对短纤针刺非织造土工布的拉伸性能影响比较敏感,温度从0℃到60℃间,其纵向抗拉强度值呈线性降低了2.50 kN/m,变化量达到标准测试环境的12.4%。平均每10℃的强度变化率为2.1%,体现了涤纶丝的热塑性。

3.3 试样宽度对拉伸性能的影响

虽然SL 235—2010《土工合成材料试验规程》等标准中规定可采用50 mm窄条法进行拉伸试验,但是由于其测试结果与工程实际情况偏差较大,并且在进行拉伸试验时,试样存在颈缩现象,样品越窄,颈缩程度越严重,试样拉伸时所受的横向剪切力也越大,因此试样越容易破坏,导致其强度也越低。

3.4 拉伸速率对拉伸性能的影响

该土工布在拉伸过程中,伴着松弛现象的发生,拉伸速度越快,松弛时间越短,松弛引起的应力减小就越小,表现为拉伸强度越大,也是微观分子排列的宏观表现。所以拉伸速率越高,其拉伸强度越大。

在实际工程中,土工合成材料绝大部分处于缓慢受力变形过程,拉伸速率非常慢。因而,在实际测试过程中建议采取较低的拉伸速率,使测出的强度更接近于工程实际值。

4 结语

1) 短期的湿度变化对短纤针刺非织造土工布的拉伸强度没有实质性的影响。

2) 温度对短纤针刺非织造土工布的拉伸性能影响比较敏感。

3) 对于短纤针刺非织造土工布来说,样品越窄,颈缩程度越严重,拉伸强度也越低。

4) 拉伸速率越高,土工布的拉伸强度也越大。

因此,在进行长江南京以下12.5 m深水航道工程涤纶类短纤针刺非织造土工布拉伸试验时,应注意以下几方面内容: (下转第16页)