

土工袋柔性挡土墙土压力试验

薛向华, 刘斯宏, 张奕泽

(河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098)

摘要 进行土工袋柔性挡土墙模型试验, 观测了土工袋挡土墙在其后土压力作用下水平方向的位移, 分析了土工袋挡土墙后的土压力在竖向和水平方向的分布规律。试验证明柔性土工袋对土压力具有削减效应。

关键词 土工袋; 柔性挡土墙; 土压力; 模型试验

中图分类号 :TU432 ;TU476⁺.4 **文献标志码** :A **文章编号** :1006-7647(2012)S1-0029-02

土体作用在挡土墙上的压力称为土压力^[1], 其大小和分布规律与许多因素有关, 包括填土的性质、挡土墙的高度及挡土墙的刚度及位移。太沙基通过挡土墙的模型试验, 研究了土压力与墙体位移之间的关系曲线^[2]。从该曲线可以看出, 主动土压力比被动土压力小得多, 且达到极限平衡状态时, 达到主动土压力所需的墙体位移比达到被动土压力所需的墙体位移小得多。近年来, 刘斯宏等^[3-4]研究开发了一项土工袋加固地基新技术, 并将该技术广泛应用于房屋地基加固、堤防建设、公路路基加固及挡墙构筑等工程中。研究与工程实践表明: 土工袋和土工袋组合体具有质量轻、体积小、装运方便、可就地取材的特点, 土工袋能很好地约束袋内土体的变形, 可起到加筋的作用。另外, 土工袋具有造价低廉、施工简单等优点。

在挡土墙施工中, 可将现场开挖的土直接装入一定规格的编织袋, 形成土工袋, 然后按一定组合方式将其组合起来, 形成土工袋柔性挡土墙。与刚性挡土墙不同, 土工袋挡土墙可作为一个柔性介质, 受墙背填土压力后能在自身允许范围内背离填土方向有一定的变形, 从而使作用在挡土墙上的土压力接近于主动土压力^[5]。本文通过一个土工袋柔性挡土墙模型试验, 研究土工袋挡土墙在其后土压力作用下水平方向的位移及土压力的分布。

1 土工袋柔性挡土墙模型试验

试验模型如图 1 所示, 试验在一个铁制的模型

箱内进行, 模型箱的内部尺寸为 200 cm × 100 cm × 100 cm(长 × 宽 × 高, 下同)。在模型箱内用 2 种规格的土工袋交错排列垂直堆放成一个土工袋挡土墙模型, 其尺寸为 100 cm × 60 cm × 85 cm。2 种规格的土工袋大小分别为 20 cm × 20 cm × 5 cm 与 20 cm × 10 cm × 5 cm。所用土工袋的原材料为聚丙烯, 克重为 110 g/m², 经纬密为 75 × 44 条/m, 袋内材料为与墙后填土相同的天然河砂(细砂)。在墙后填土顶面放置一个尺寸为 90 cm × 90 cm × 3 cm 的加载板, 采用千斤顶在墙后土体顶面施加一定的均布荷载。

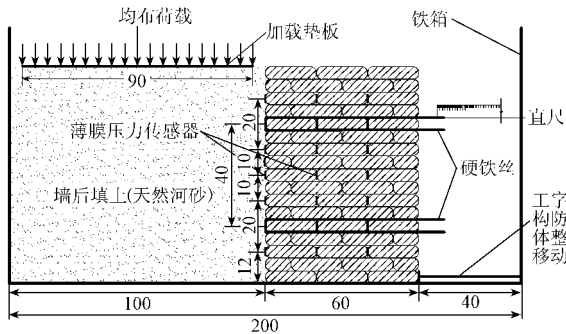


图 1 土工袋柔性挡土墙试验模型(单位: cm)

土压力采用薄膜压力传感器量测。沿第 3, 7, 9, 11, 15 层土工袋高程在土工袋挡土墙与填土交界面、土工袋挡土墙内部各设置 3 个薄膜压力传感器(图 1); 用 Instrunet 动态数据采集仪记录土压力量测值; 为了观测土工袋挡土墙在水平方向的变形, 在挡土墙第 5, 13 层土工袋的内侧边缘设置 1 块尺寸为 5 cm × 5 cm 的薄木板, 在木板上固定 1 根硬铁丝, 铁丝绕过土工袋, 铁丝外套上 1 根细长硬质管, 然后沿

水平方向一直穿过挡土墙并伸出一定长度,通过量测铁丝在套管中的伸缩变化求得土工袋的变形。另外,为防止墙体的整体移动,在挡土墙的底部设置了一个工字形结构(图1)。本次试验对模型箱两侧内壁未进行处理,忽略了模型箱侧壁摩擦的影响^[6]。

试验时,在墙后填土顶部利用千斤顶进行分级加载,每级加载 5kN 左右。对应于每级荷载,用 Instronet 动态数据采集仪记录 15 个薄膜压力传感器读数,用直尺量测每根铁丝端部的伸缩变形。

2 试验成果

2.1 土压力的竖向分布

根据试验结果,绘出土工袋挡土墙在不同竖向荷载作用下土压力在竖向的分布,如图2所示。图中曲线 C1,C2,C3 分别表示挡土墙第 3,9,11,15 层内、中、外 3 列土工袋的竖向压力分布。

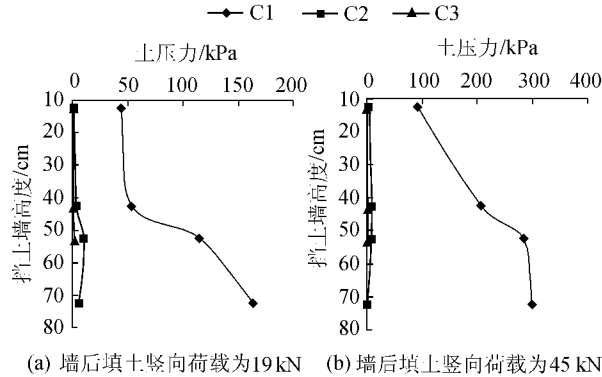


图2 土工袋挡土墙模型土压力竖向分布

从图2可以看出,在不同竖向荷载作用下土压力在竖向的分布趋势基本没有发生变化:从上到下逐步增大,且增大的幅度逐渐减少,但单从这一次试验还无法总结出规律。从图2还可以明显看出:从C1到C3数值递减,也就说明从内到外土压力在递减,这体现了土工袋挡土墙在水平方向的消减作用,这正是本试验所要验证的结论。

2.2 土压力的水平分布

试验中记录第 3,7,9,11,15 层土工袋上薄膜压力传感器的读数,绘制每层土工袋从内到外水平方向土压力的分布,如图3所示。据此研究土压力在土工袋间的水平传递过程和趋势。图中7~9号曲线、10~12号曲线分别表示从内层土工袋到外层土工袋不同层次的土压力分布;7~12号为薄膜压力传感器的编号。图中还给出了每个土压力分布曲线的趋势线,为三次多项式曲线。

从图3可以明显看出,土工袋所受土压力从内层到外层依次递减,外层土压力远小于内层土压力,这再次说明了土工袋对于土压力的缓冲消减作用。

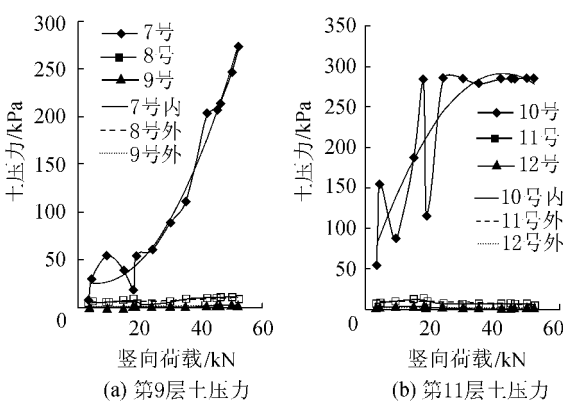


图3 土工袋挡土墙模型土压力水平方向分布

另外,随着竖向荷载的增加,土工袋挡土墙所受的土压力也逐渐增加,单从曲线增长的趋势线来看,是符合规律的,但是土压力~竖向荷载曲线并非线性或者抛物线,而是起伏不定无规则的,这可能是测定过程中薄膜压力传感器与土工袋之间接触不良导致。

2.3 土工袋的位移和形变

根据求出的上下铁丝的位移平均值,绘制第5层3根铁丝的位移,如图4所示。从图4中可以看出,内层土工袋的位移比外层的大,这可以从内层土工袋所受土压力较大来解释,但也存在内层土工袋位移小于外层土工袋位移的情况,一方面可能是测量误差造成的,另一方面可以从土工袋的饱满程度来分析。若土工袋装土较少,则在受力下变形较大,位移会较大。根据位移情况可以求出内层和中间层土工袋的形变。当竖向荷载为 9.5 kN,15 kN,46 kN 时,内层土工袋的形变量分别为 0.5 mm,2.5 mm,4.5 mm;中间层土工袋的形变量分别为 1 mm,1.5 mm,5 mm。

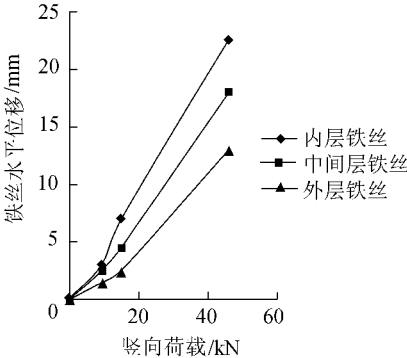


图4 第5层铁丝位移

研究发现,土工袋的形变有大有小,甚至第13层土工袋的形变还出现了负值,这说明数据的测量存在误差。笔者认为可能是由于旁边土工袋的带动,使得2层土工袋之间出现了缝隙,从而使外层土工袋位移超过了内层土工袋位移。另外可以看出,挡土墙下部的土工袋整体位移小于上层部分土工袋的位移,而其形变大于上部的土工袋,这是符合常理的。

(下转第38页)

数值模拟以及现场监测结果显示,在板桩码头墙后采用土工格栅回填土,能够有效降低板桩码头胸墙上的荷载作用,减小了码头前沿位移,从而优化整个结构。随着科技的进步,土工格栅生产工艺已日渐成熟,土工格栅以其良好的提高复合土体强度的性能,在土木工程和其他领域的应用会越来越广泛。

参考文献:

[1] 戴天棋.土工合成材料在湄洲湾码头工程中的应用[J].福建建设科技, 2003(1): 45-47.
[2] 张福贵,朱庆华.土工格栅在板桩码头工程中的应用[J].河海大学学报:自然科学版, 2009, 37(6): 712-715.
[3] 王祺,韩道均,陈仕周.土工格栅加筋挡墙的设计方法及应用[J].重庆交通学院学报, 2006, 25(3): 65-68.
[4] 胡建东.加筋土挡墙设计及其在水电工程中的应用[J].水利水电科技进展, 2000, 20(5): 60-63.
[5] 何光春.加筋土结构设计与施工[M].北京:人民交通出版社, 2000.

(上接第 30 页)

3 结 论

- a. 土工袋在水平方向对土压力确实具有缓冲和削减作用,这对于工程减振隔震具有现实意义。
- b. 通过试验得出了土工袋柔性挡土墙土压力竖向分布的曲线,虽然该曲线的正确性需要进一步的试验校核,但对今后的试验仍具有一定的参考价值。
- c. 土工袋挡土墙在竖向荷载增加情况下,所受土压力增长较缓慢,特别是外层土工袋,这与土工袋的受力形变有很大的关系。

参考文献:

[1] 刘畅,张海波.重力式挡土墙的设计与应用[J].建筑, 2009(9): 52-53.
[2] 卢廷浩.土力学[M].南京:河海大学出版社, 2005: 192-217.
[3] 刘斯宏,汪易森.土工袋技术及其应用前景[J].水利学报, 2007, 38(S1): 644-648.
[4] 刘斯宏,汪易森.土工袋加固地基原理及其工程应用[J].岩土工程技术, 2007, 21(5): 221-225.
[5] MATSUOKA H, LIU Si-hong. A new earth reinforcement method using soilbags[M]. Netherlands: Taylor & Francis, 2006: 55-100.
[6] 王艳巧,刘斯宏,杨俊杰,等.土工袋加固砂性土质边坡模型试验与上解解[J].岩石力学与工程学报, 28(S2): 4006-4013.

(收稿日期 2011-09-06 编辑 骆超)

版社, 2000.
[6] 《土工合成材料工程应用手册》编写委员会.土工合成材料工程应用手册[M].北京:中国建筑工业出版社, 2000.
[7] Itasca Consulting Group. Fast lagrangian analysis of continua in 3 dimension[M]. MN, USA: Itasca Consulting Group, Minneapolis, 2002.
[8] 陈育民,刘汉龙,邓肯-张本构模型在 FLAC^{3D}中的开发与实现[J].岩土力学, 2007, 28(10): 2123-2126.
[9] SUGIMOTO M, ALAGIYAWANNA A M N, KADOGUCHI K. Influence of rigid and flexible face on geogrid pullout tests[J]. Geotextiles and Geomembranes, 2001, 19: 257-277.
[10] 杨广庆,李广信,张保俭.土工格栅界面摩擦特性试验研究[J].岩土工程学报, 2006, 28(8): 948-952.
[11] 周春儿,何光春,龙丽吉.台阶式土工格栅加筋土挡墙结构优化设计[J].河海大学学报:自然科学版, 2008, 36(5): 713-717.

(收稿日期 2011-09-09 编辑 熊水斌)

(上接第 35 页)

4 结 语

为解决地基处理后的工后沉降,通过分析金钟罩铁布衫的力学原理,设计开发出金钟罩复合地基。采用金钟罩复合地基后,荷载从由桩体承担改为由加筋土和桩体共同承担,加筋体产生正拱效应,形成有效的复合地基,可提高地基的回弹模量;立体土工格栅可以改变动荷载产生的震荡频率的方向,从而使沉降减小;下卧区可提高土体固结度,让其承担上部土体产生的荷载,同时通过及时封闭排水通道,可减少水体对地基产生的影响。

金钟罩复合地基还需进行以下几方面的研究^[2-3]: ①各类地基载荷规律、应力场和位移场特性研究; ②各类复合地基承载力和沉降计算方法及计算参数研究; ③按沉降控制的复合地基设计理论; ④各类复合地基优化设计理论; ⑤动力载荷和周期载荷作用下各类复合地基性状; ⑥复合地基测试技术等。

参考文献:

[1] 姚建平,蔡德钧,闫宏业,等.我国高速铁路地基处理综述[C]//第十一届全国地基处理学术讨论会论文集.海口:南海出版社, 2000: 15-19.
[2] 李一雯,周建,龚晓南.高速铁路大直径薄壁筒桩网复合地基沉降计算方法探讨[C]//第十一届全国地基处理学术讨论会论文集.海口:南海出版社, 2000: 351-352.
[3] 刘维正,魏荣亮,陈迎,等.城市道路局部桥头沉降分析[C]//第十一届全国地基处理学术讨论会论文集.海口:南海出版社, 2000: 500-502.

(收稿日期 2011-09-15 编辑 骆超)