

DOI:10.3880/j.issn.1006-7647.2008.04.015

加荷方式与填料密度对筋带摩擦特性的影响

乐茂华¹,高长胜²,赵维炳²,顾培¹

(1. 深圳市治理深圳河办公室, 广东 深圳 517300; 2. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029)

摘要 针对加筋土挡土墙工程中确定筋带摩阻力试验方法与影响因素,对筋带在不同拉拔加荷方式和不同密度填料中的摩阻力进行试验。试验结果表明,对于钢质筋带,当拉拔速率控制在 1.5 mm/min 左右时,连续加荷拉拔与分级加荷拉拔所得到的筋带摩阻力大小基本相等,密度大的填料中的筋带摩阻力明显大于密度小的填料中的筋带摩阻力。

关键词 加筋土挡土墙;筋带;填料;摩阻力

中图分类号: TU476⁺.4; TU411.93 文献标识码: B 文章编号: 1006-7647(2008)04-0052-03

Influence of pullout test method and fill material density on friction between reinforcement strip and fill material//YUE Mao-hua¹, GAO Chang-sheng², ZHAO Wei-bing², GU Pei¹(1. Shenzhen Regulation of Shenzhen River Office, Shenzhen 517300, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

Abstract: In order to study the friction between the reinforcement strips and fill material of a reinforced earth wall, model tests were carried out using different pullout test methods and fill material densities. Test results show that, when the pullout speed is about 1.5 mm/min and the fill material density is identical, the friction of the reinforcement strip under continuous loading conditions is almost the same as that under staged loading conditions. It also can be concluded that the friction of the reinforcement strip with high fill material density is significantly higher than that with low fill material density.

Key words: reinforced earth wall; reinforcement strip; fill material; friction

加筋土挡土墙由基础、面板、筋带和填料等组成,其中对稳定性起决定作用的是由筋带和填料所构成的加筋复合体。筋带作用主要是通过筋带与填料之间的摩擦作用来实现,在设计计算中为确定填料与加筋材料之间的界面特性与界面参数,必须进行界面摩擦特性试验,对于加筋土挡土墙一般是通过拉拔试验来确定筋带与填料之间的摩擦特性。

国内外一些学者^[1-5]利用拉拔试验研究加筋材料与填料的界面作用特性,得到了一些有意义的研究成果。但目前国内外尚未有一种标准的拉拔试验方法与试验设备^[6-8],相关的试验机理、试验设备和试验方法等均处于探索阶段,试验方法的不同可能会对试验结果产生显著影响。为了探索不同拉拔试验方法对试验结果的影响,为设计计算及相关试验标准与方法的制定提供相关基础资料,本文采用不同的拉拔荷载施加方式和填料密度对筋带与填料之间的摩擦特性进行研究。

1 试验模型及方法

为了进行筋带抗拔力试验,研制了一套试验装

置,如图 1 所示。它由模型槽、筋带上覆荷载系统、拉拔荷载系统和测量系统等部分组成。

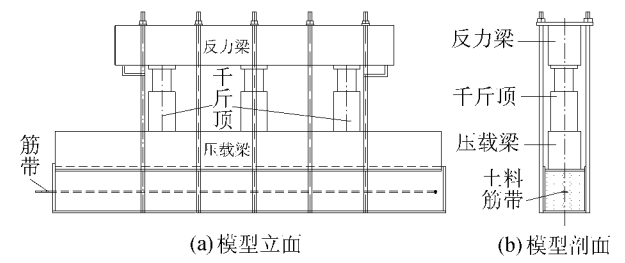


图 1 筋带拉拔试验模型示意图

1.1 模型槽

制作半封闭盒状模型槽,模型槽内尺寸为 280 cm×25 cm×50 cm(长×宽×高)。模型槽宽度为筋带试样宽度的 5 倍以上,筋带上下填筑土料厚度均大于加筋带厚度的 25 倍,以尽可能消除模型槽边界对筋带的约束影响。

1.2 筋带上覆荷载系统

为了模拟挡土墙不同高度条件下筋带的工作情况,研制了内力转换系统,将千斤顶出力转换为筋带的覆土荷载。采用同一型号的 3 个千斤顶,均匀安

置在压载梁和反力梁之间。压载梁底面尺寸与模型槽内平面尺寸基本相同。用同一台油泵按并联方式同时给 3 个千斤顶加压,以确保荷载分布均匀。通过油压力控制荷载的大小,并保持试验过程中压力恒定。

1.3 拉拔荷载系统

研制专门的拉拔荷载系统,拉拔荷载系统的反力作用在模型槽端部,与筋带对模型槽的力相互平衡,拉拔速率可根据试验需要进行调整。

1.4 测量系统

该试验的测量分 3 个步骤进行:①由千斤顶的输出压力换算出筋带面上覆荷载;②将应变式拉力传感器串装在筋带和牵引装置之间;③在筋带端部平行安装位移传感器进行测量。

1.5 试验材料

试验采用的筋带为镀锌钢带,筋带断面尺寸为 $46\text{ mm} \times 7\text{ mm}$,上下面分别有横向的凸起窄条,凸条分布变化规律以约 53.5 cm 长为一个周期。试验时采用的筋带长度由凸条的变化周期确定,加筋带的长度为 213.5 cm 。填料为粒径小于 5 mm 的建筑用中粗砂。

1.6 试验方法

a. 填料密度控制:采取分层夯实的方法初步控制密度,然后以 290 kPa 的压力预压(最大试验荷重为 160 kPa),预压 30 min 使填料在预压荷载下的沉降稳定,力求在变换其他试验条件时保持同一种土料模型土的填筑密度基本一致。

b. 拉拔加荷方式:通常情况下,在进行土与结构物共同作用的试验研究中,对被测物体极限抗力的测试一般采用连续加荷拉拔或分级加荷拉拔的方法来实施。前一种方法的试验时间短,比较便捷;后者承受荷载的过程比较接近工程实际,测试结果具有充分的可靠性。该试验采用连续加荷与分级加荷拉拔的方式,连续加荷拉拔试验中控制筋带的拉拔速率在 1.5 mm/min 左右,分级加荷拉拔试验中以保

持拉拔力不变作为控制拉拔速率的标准,测读每级拉拔力下的位移随时间的变化过程,直至该级荷载下的位移趋于相对稳定。位移稳定的控制标准为 0.01 mm/min ,分级级数控制为 $8 \sim 12$ 级达到极限拉拔力。

c. 测量读数:试验过程中,前期每间隔 1 min 测读拉拔力和拔出位移,后期当拉拔力变化缓慢时间隔 2 min 读数。

d. 试验终止:连续加荷拉拔试验中,当拉拔力不再增长并持续一定时间后终止试验。分级加荷拉拔试验中,在每级荷载作用下拉拔很难保持稳定时终止试验。

2 试验结果与分析

2.1 拉拔荷载施加方式的影响

图 2 为上覆压力分别是 40 kPa 、 80 kPa 与 160 kPa 作用下进行的连续加荷与分级加荷拉拔试验所得到的试验结果。从图 2 中可以看出,在密度相同的中粗砂填料中,2 种不同加荷方式所得到的拉拔力~筋带位移关系曲线基本一致。

将筋带的拉拔力转化为单位面积上的摩阻力(拉拔力/筋带摩擦面积),同一上覆压力条件下筋带摩阻力随位移的变化过程见图 3。从图 3 中可以看出,在 2 种加荷方式的试验条件下,筋带的摩阻力随位移的变化过程和极限值都基本相同,同时也可以看出随筋带上覆压力的增大,其筋带的摩阻力也相应增大。这表明,若采用本文的试验方法,在其他条件相同的情况下,采用分级加荷与连续加荷拉拔方式对筋带摩阻力特性的影响不大,实际操作中可以选择比较便捷可行的试验方法来作为确定设计计算参数的依据。

2.2 填料密度的影响

采用分层夯实的控制方法制备好砂样后,若不施加 290 kPa 荷载预压 30 min ,其制备试样的密度相对较松,而施加 290 kPa 荷载预压 30 min 后制备的试

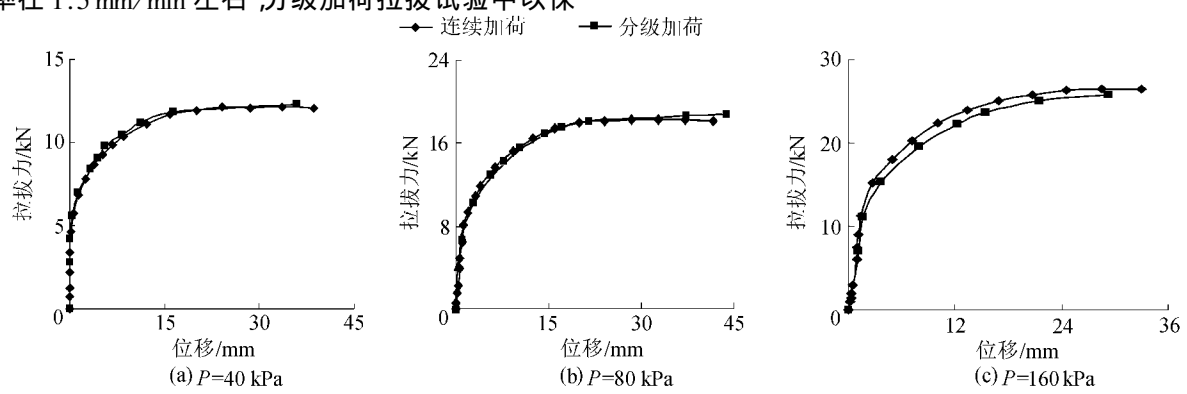


图 2 不同加荷方式下拉拔试验曲线

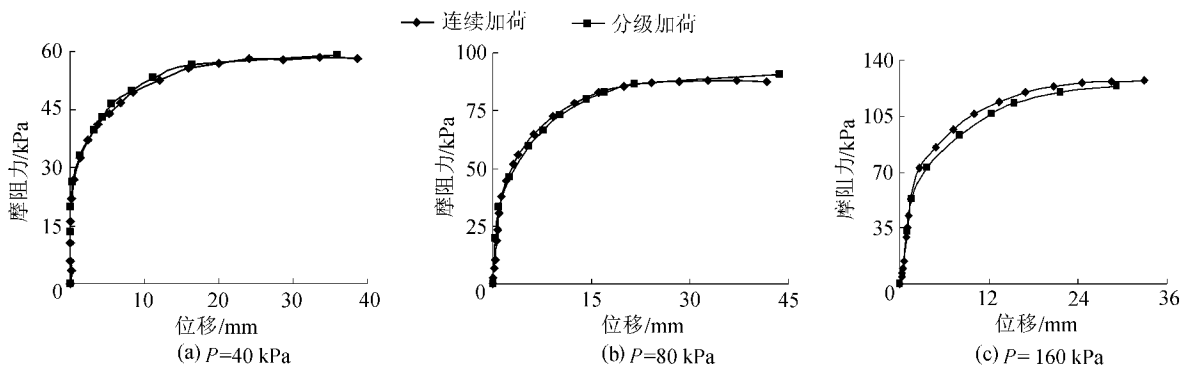


图3 不同加荷方式下摩阻力~位移曲线

样则相对较密,分别称之为密砂和松砂。图4为2种不同上覆压力(40 kPa和80 kPa)下筋带在上述2个不同密度填料中的拉拔力随拔出位移的变化过程曲线。从对比试验结果可见,填料密度对筋带抗拔阻力的影响十分明显,尽管填料成分、试验的上覆压力等其他条件完全相同,不同填料密度可导致其拉拔力相差数倍,但是随着上覆压力的增大,试样密度对试验结果影响的差异性相对减小。因此,采用拉拔试验来确定筋带拉拔力参数时,试验中的填料密度应与实际工程保持一致,这同样也说明在实际施工过程中若填料的密度达不到设计密度,会降低填料与筋带之间的加筋作用,将严重影响建设工程的安全。

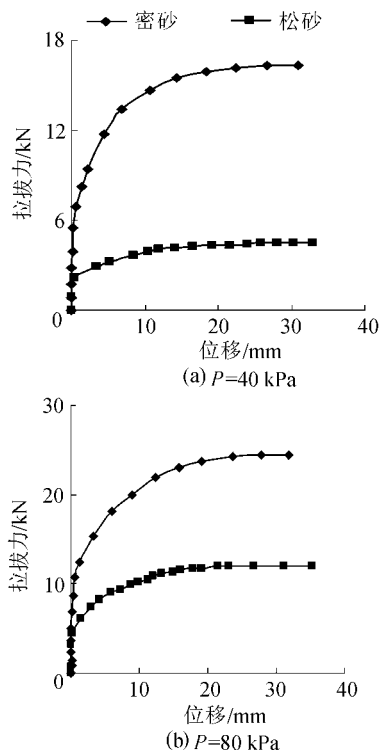


图4 不同密度下拉拔试验曲线

3 结论

a. 针对筋带拉拔力测试所研制的室内模型拉

拔试验装置便捷可行,采用该装置进行筋带拉拔试验,可获得可靠的加筋土筋带摩阻力参数作为工程设计计算的依据。

b. 对于试验钢质条形加筋带,当控制拉拔速率在1.5 mm/min左右时,连续加荷和分级加荷拉拔试验结果基本一致,试验时可以选择比较便捷可行的试验方法作为确定设计计算参数的依据。

c. 填料密度对筋带摩阻力影响较大,试验中必须确保模型填料与实际工程中的填料密度相符,才能得到比较可靠的测试结果,同时在实际工程施工中要保持填料密度达到设计要求,以免出现工程事故。

d. 研究表明,随筋带上覆压力的增大,其摩阻力也相应增大,这就要求试验时上覆压力必须与实际工程相一致,否则得到的相关指标与实际相差较大。

参考文献:

- [1] OCHIAI H, HAYASHI S, OTANI J, et al. Evaluation of pull out resistance of geogrid reinforced soils[C]//YAGI N. Proc on Earth Reinforcement Practice. Kyushu, Japan: Balkema A A, 1992: 141-146.
- [2] BERGADO D T, CHAI J C, BALASUBRAMANIAM A S. Interaction between grid reinforcement and cohesive-friction soil[C]//YAGI N. Proc on Earth Reinforcement Practice: Vol 1. Kyushu, Japan: Balkema A A, 1992: 29-34.
- [3] 李海芳,李敏芝.土工织物摩擦特性的初步研究[C]//全国第二届土工合成材料学术会议论文集.沈阳: [出版者不详], 1990: 459-462.
- [4] 王吉力,马时冬.土与土工织物接触界面间摩擦特性的试验研究[J].岩土力学, 1992, 13(4): 55-58.
- [5] 张凌,高长胜,朱群峰,等.加筋土筋带摩擦特性模型试验研究[R].南京:南京水利科学研究所, 2006.
- [6] 张师德,吴邦颖.加筋土结构原理及应用[M].北京:中国铁道出版社, 1986.
- [7] 何光春.加筋土工程设计与施工[M].北京:人民交通出版社, 2004.
- [8] 山西省交通厅.公路加筋土工程设计与施工规范汇编[G].北京:人民交通出版社, 1993.

(收稿日期: 2007-08-02 编辑: 方宇彤)