

利用土工格栅减小桥台桩土压力和桩体位移的研究

叶建东 王保田 张福海 张文慧

(河海大学岩土工程研究所,江苏 南京 210098)

摘要 江苏省高速公路施工工艺普遍采用先进行桥台桩的施工,后进行桥台台背填土施工的工艺,造成部分桥台桩受到较大的土压力作用而发生较大的位移,给工程带来不良的后果.针对此现象采用在桥台桩后土体内铺设土工格栅的方法,以减小土体对桥台桩的土压力并减小桥台桩的位移.根据现场实测的结果,该施工工艺效果良好.

关键词 桥台桩;土压力;位移;土工格栅

中图分类号 :TU473 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-1980(2007)02-0209-04

1963 年法国工程师 Vidal 提出了加筋土的概念,并且给出了土的加筋方法和设计理论^[1].从此以后,加筋工程发展很快.在我国,加筋土工程也得到了广泛的应用,大量的填方工程都使用了加筋土^[2].

对于桥台、涵洞和人行通道等穿堤建筑物,按照高速公路设计规范,施工工序为先修筑路堤,后施工桩基、桥台结构和穿堤建筑物^[3].在该施工顺序下,桥台台背和涵洞侧墙等建筑物所受的土压力为主动土压力.但是由于建设工期的限制,江苏省高速公路建设中大量采用了先施工桩基、桥台结构和穿堤建筑物,然后再进行路堤填土施工的工艺.这种施工工艺在填土和碾压过程中,桥台台背和穿堤建筑物侧壁可能会受到比主动土压力大得多的土压力作用,危及桥台和涵洞的安全.特别是对于高填方的桥台,由于填土的侧向挤压作用,地基中的桥台桩可能发生明显的水平位移,过大的水平位移一方面减小了桩的承载力,另一方面使承台位置发生变化,影响桥梁上部结构施工和梁板安装,而且桥台由轴心受压结构变为压弯受力结构,改变了桩基结构的内力分布,危及结构安全.

1 研究内容

为了研究先施工桥台等穿堤建筑物,后进行桥台台背填土时桥台等挡土结构所承受的土压力及其位移情况,在现场设置土压力传感器,测试填土期间挡土结构上的土压力随填土过程的变化规律.研究表明^[1],填土中分层铺设土工格栅,能够提高土体的抗剪强度,限制土体变形.本文探讨了桥头区填土中分层铺设土工格栅对桥台填土引起的土压力和桥台位移的控制作用.

2 现场试验设计及成果分析

在桥台台背填土中分层铺设土工格栅后,在碾压过程中限制了土体的侧向挤压作用,从而可以减小土压力.同时,随着土工织物设置层数的增加,破坏时偏应力也明显增加,且加筋土的有效内摩擦角 φ 有所增大,相应的侧向静止土压力系数 K_0 值减小,这些都会减小土压力的作用^[4].摩擦加筋原理认为:加筋材料是土体中的受拉构件,填土和加筋材料的摩擦力既可将加筋材料的拉力传递到土体中,又可阻止土体侧向变形发展^[5-6],并且土工格栅是高分子聚合物,具有较高的抗腐蚀、抗老化和较低的蠕变特征,成本低廉,在保证工程质量的前提下可以取得良好的经济效益^[7].为了解决在在建结构物后填土的施工工艺下,桥台桩位移过大问题,选择土工格栅作为筋材,在宁淮高速公路施工段,选择了 2 个填土高度 5 m 以上的桥台(洪金公路东、西侧桥头)进行试验.西侧不铺设土工格栅,东侧分层铺设长 10 m 的土工格栅,每层间隔 0.6 m.考虑到桥台较高,填土到较高位置后会造成桥台桩位移比较大,因此在距填土顶面 3 m 以内的填土中土工格栅的铺设间距

改为40 cm.在桥台背后与填土接触面上不同高度安装土压力计,观测桥台侧壁不同位置的土压力,比较两边土压力的变化趋势.图1为现场压力表埋设位置和桥台位移测点布置图.

现场试验是研究加筋土的重要手段,现场采集的数据能够很好地反映现场工况.通过现场的实时数据采集,可以了解现场施工过程中土压力的变化情况,对研究施工过程中土压力分布、加筋土作用机理起到了重要的作用.但是现场试验的主要问题是测量数据并不十分精确^[8].

在试验中发现,土压力计埋设时,土体高程刚刚高过土压力计,开始两侧桥台的土压力相同.由于土压力计是在土体碾压完成之后再开挖埋入土体内的,会造成土压力计周围的土体不均匀、压实度偏小等问题,加上土压力计刚度与混凝土刚度的差别,这些均导致了实测土压力的误差.为了消除试验中仪器测量的绝对值误差,较好地反映土压力的变化趋势,引入土压力增量百分比 ξ 来表示土压力随填土高度增加的变化^①:

$$\xi = \frac{p_i - p_0}{p_0} \times 100\%$$

(1)

式中: p_0 ——埋设完成时土压力的实测初始值; p_i ——填筑到第*i*层土时测得的土压力值.

引入 ξ 有2个作用:(a)消除试验中测量的绝对误差;(b)由于实际上两侧桥台初始土压力相同,所以该值可以用来比较铺设格栅对两侧土压力的影响程度.

图2(a)是洪金公路东西侧桥头区填土中埋设在原地面以下80 cm处土压力计的土压力增量百分比随填土高度增量的变化曲线.由图2(a)可知,铺设土工格栅后,土压力增量比未铺设土工格栅的土压力增量要大,这是因为原地面以下原状土中没有铺设土工格栅.根据现场观测结果来看,填土高度大于2 m时,铺设土工格栅桥台水平位移比没有铺设土工格栅后桥台水平位移要小得多,其土压力消减程度比没有铺设土工格栅要小得多,因此铺设土工格栅后土压力增量百分比随着填土高度增量的增加比未铺设土工格栅的土压力增量百分比要大.图2(b)是原地面以上70 cm处的土压力增量成果,显示在该位置,格栅对土压力增量几乎——铺设土工格栅 -----未铺设土工格栅

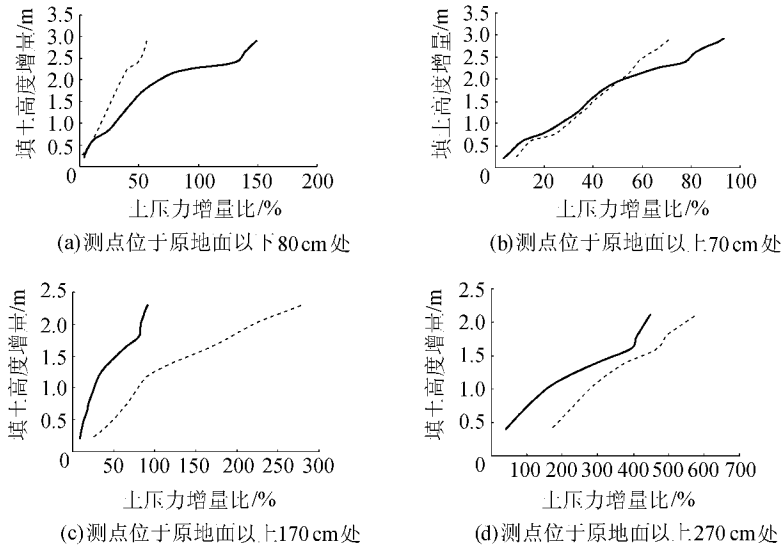


图2 洪金公路东西侧肋台台背土压力增量比

Fig.2 Comparison of percentages of earth pressure increment at the back of east and west abutments of Hongjin Road

① 王保田,王永安,张文慧,等.路基施工工艺对结构物的影响研究报告.2006.3.

没有影响,这其实是格栅作用与天然地基作用的共同反映.

图 2 c)和 2 d)为洪金公路东西侧桥头区填土中埋设在距原地面以上 170 cm、270 cm 处的土压力增量百分比随填土高度增量的变化曲线.由图 2 c)和 2 d)可知,在这 2 个高程处铺设土工格栅后对降低土压力增量百分比效果明显,这主要是因为填土高度越高,桥台的水平位移量越大,土工格栅应变越大,土工格栅对土体的摩阻力也越大.在填土完成(95 区第二层,高程为 15.2 m)时,铺设土工格栅后比未铺设土工格栅的土压力增量百分比降低可达到 130%~190%.因此可以看出,在铺设土工格栅后可以有效降低填土和碾压过程中桥台背上的土压力.

洪金公路东侧和西侧桥台肋台各测点水平向位移随填土高度变化情况见图 3.从图 3 中可以看出,在桥头区填土施工初期,由于填土厚度较小,东侧和西侧肋台的水平向位移基本相同.当填土厚度较大(大于 2.0 m)时,西侧肋台的水平位移比东侧肋台的水平位移大 50%~100%.

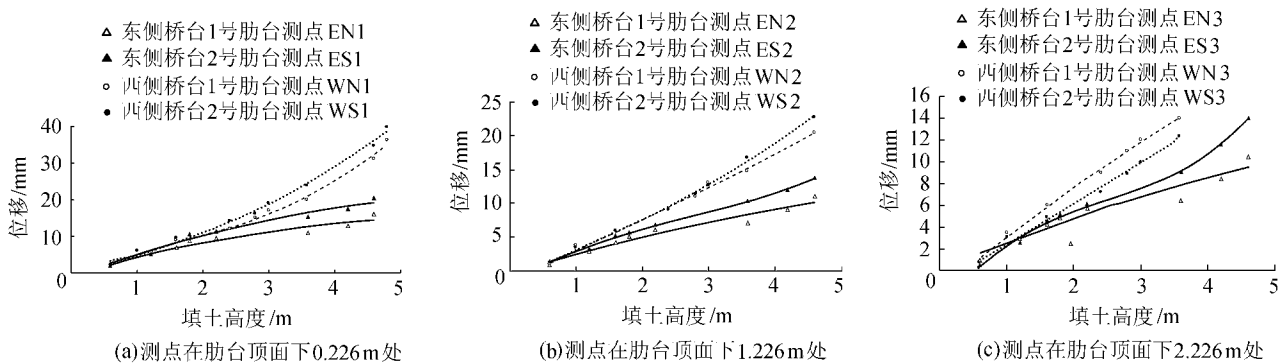


图 3 肋台各测点水平向位移随填土高度变化

Fig.3 Variation of horizontal displacement at each monitoring points of abutments with the height of soil filling

洪金公路东侧桥台(铺设土工格栅)和西侧桥台(未铺设土工格栅)肋台不同填土高度下水平向位移随深度的变化见图 4.从图 4 可以看出,随着桥头区填土施工的进行,肋台不同高度水平位移逐渐增大,肋台整体呈弯曲变形.铺设土工格栅后肋台水平位移明显减小.

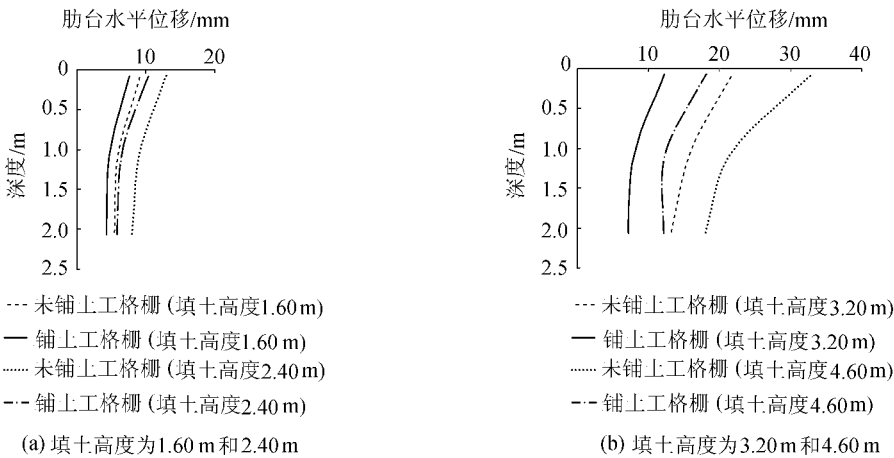


图 4 不同填土高度下水平向位移随深度的变化

Fig.4 Variation of horizontal displacement with depth of abutments at different heights of soil filling

3 结 论

- a. 土压力增量百分比对比图和水平位移对比图相互吻合,能够客观地反映土压力的发展状况,证明使用土压力增量百分比来反映土压力发展的趋势是比较准确的,有效地弥补了现场试验中误差较大的缺点.
- b. 在桥台背后填土中埋设土工格栅后,随着填土高度的增加,土压力增量比未铺设土工格栅明显要小.
- c. 土工格栅控制土压力的增量,大小取决于土工格栅的拉伸程度.距地面以上较高处的格栅拉伸较充分,对于降低桥台台背土压力的作用比较明显.

d. 采用在填土中铺设土工格栅的措施对减小肋台水平位移有良好的效果,避免了桥台桩发生较大的位移而引起的不良后果,并且可以防止桥台台背由于土体发生过大的位移而破坏。

参考文献：

[1] 吴景海.土工合成材料加筋的试验研究和有限元分析[D].天津:天津大学,2003.

[2] 吴景海,王德群,王玲娟,等.土工合成材料加筋的试验研究[J].土木工程学报,2002,35(6):1-2.

[3] 中华人民共和国交通部.JTJ033—95 公路路基施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,1995.

[4] 廖红建.土工织物加筋土的土压力减轻作用试验研究[J].工程勘察,2003(3):1-3.

[5] 吕立强.加筋土高路堤的静力变形计算分析与动力模型试验研究[D].西安:西安理工大学,2003.

[6] 罗志强,黄云生.土工织物的作用机理及其分析计算[J].广东工学院学报,1995,12(3):1-3.

[7] 刘宗耀,杨灿文,王正宏,等.土工合成材料工程应用手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1994:48-51.

[8] 陈周与.土工合成材料加筋土技术现场试验研究及优化反演分析[D].福建:华侨大学,2002.

Decrease of earth pressure and displacement of
abutment piles by buried geo-textile

YE Jian-dong , WANG Bao-tian , ZHANG Fu-hai , ZHANG Wen-hui
(*Geotechnical Research Institute of Hohai University , Nanjing 210098 , China*)

Abstract :The abutment pile technique combined with soil filling at the back of abutments was widely applied to expressway construction in Jiangsu Province. It caused large displacement of some abutment piles induced by large earth pressure and resulted in some bad consequences. In consideration of the fact mentioned above , the geo-textile was buried in soil at the back of the piles to decrease the earth pressure on abutment piles and their displacement. According to the measured data , satisfactory result was achieved.

Key words :abutment pile ; earth pressure ; displacement ; geo-textile