

深基坑桩锚支护体系主动区土压力试验研究

吴文 吴玉山

(中国科学院武汉岩土力学研究所,武汉 430071)

【摘要】 通过现场试验,研究了深基坑桩锚支护体系主动区土压力的分布规律。结合有限元和离心模型试验,提出了中等硬度粘土的深基坑桩锚支护体系主动区土压力设计计算模式。

【关键词】 深基坑;桩锚支护体系;主动区土压力

【Abstract】 Through the in-situ test, the active area soil pressure distribution of pile-anchor system for deep pit is studied in this paper. Based on the finite element method and centrifugal test, the design-calculation model of active area soil pressure is given for moderate hard clay in deep excavation

【Key words】 deep pit; pile-anchor protection; soil pressure in active area

0 引言

深基坑中土压力是一个极为复杂的和重要的参数。①经典土压力理论:悬壁桩支护结构的土压力近似为朗肯或库伦土压力的分布形式,基坑上部小下部大的三角形分布,只是在数值的大小上有一定的差异而已;②经验土压力理论:桩或墙与内支撑的支护体系的土压力分布形式有用太沙基-佩克土压力包络线,亦有用泰西勃特奥夫(Teshebotari-off)土压力分布形式。

库伦和朗肯土压力理论均为挡土墙而建立的,而与深基坑支护的桩墙是有差别的。经典土压力理论用于深基坑计算存在下列一些问题:①库伦、朗肯理论计算公式是针对先有墙,后填土的挡土结构,而深基坑支护则是先在地面打桩或筑墙,存在静止土压力,当基坑内挖土,支护桩有一面临空,随着挖土深度的增加,桩承受的土压力随桩的变形逐渐发生变化,由静止土压力向主动土压力变化;②库伦和朗肯土压力理论均假设为墙后填土为均质无粘性土,或有粘性土则看成散粒体,而

基坑开挖的土层一般为杂填土、粘土、粉土、砂土等固结的原状土,一般情况下桩土之间存在摩擦力;③土压力值与桩侧向变形关系十分密切,一般认为达到主动极限平衡状态所需的位移量很小,为桩开挖高度的1‰~8‰,但桩前达到被动土压力极限平衡状态,需要桩的位移比主动区要多十几倍,一般情况下不易达到;④库伦和朗肯土压力理论所解决的问题是按平面问题考虑的,而深基坑实际上应考虑时空效应。实践中对闭合挡土桩测试其位移,证明不是平面现象,基坑的滑动面受相邻边的制约,与挡土墙的边界条件不同,支护桩的位移不但与开挖深度有关,而且与宽度有关。基坑位移监测结果表明,基坑四角的桩顶位移最小或没有,而中部位移最大,说明中部桩受力最大;⑤对于桩锚支护的基坑,库伦和朗肯土压力理论均无法考虑土锚的作用。经验土压力分布是在基坑边开挖边支护板桩和内支撑情况下测定而进行的经验总结。在用到桩锚支护的深基坑土压力计算,将无法考虑土锚的作用及桩的嵌固段

作者简介:吴文,男,高级工程师。1987年毕业于重庆大学采矿工程系。1993年调入中国科学院武汉岩土力学研究所。现为在读硕士生,致力于深基坑支理论的研究和岩土工程测试研究工作。

的影响。

桩锚支护的深基坑土压力分布如何,采用何种计算模式值得研究。有采用经典土压力理论计算并乘以一个折减系数,有采用经验土压力分布包络图进行计算。上述计算方法均没有考虑桩锚土的相互作用和支护桩变形对土压力的影响,为了确定桩锚支护的深基坑中主动土压力随桩锚位移变形的相互影响和分布规律、大小,选择了一个有代表性的深基坑进行为期三个月的土压力测试。

1 试验基坑的基本情况

试验基坑面积约为 $45.0\text{m} \times 34.0\text{m} = 1530.0\text{m}^2$ 。基坑开挖深度为 $12.24 \sim 15.44\text{m}$ (地面标高略有差别),三层地下室。基坑支护采用桩锚结合的支护型式。采用 $\phi 1.0\text{m}$ 的人工挖孔桩作为支护桩,一桩一锚,2~3层锚杆,锚杆长度 $19.0 \sim 23.0\text{m}$,倾角 15° 。地层特征见表1。由表1可知基坑内土层属于中等硬度粘土,基坑支护及开挖工况见图1。

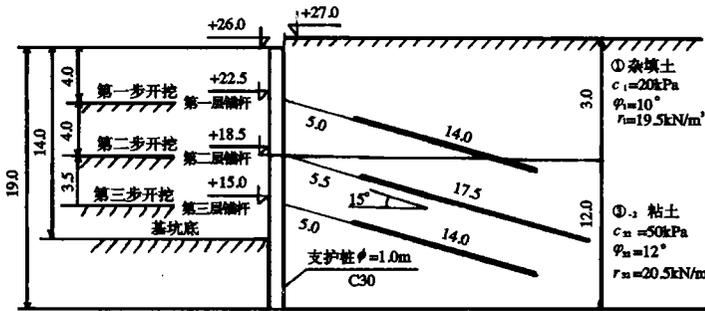


图1 基坑支护及开挖工况图

表1 基坑地层特征表

层号	土层名称	厚度 H/m	土的重度 $\gamma/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-3})$	土的粘聚力 c/kPa	土的内摩擦角 $\varphi/(\text{度})$	土的压缩模量 E_s/MPa
①	杂填土	2.3	19.5	20.0	10.0	
②	粉质粘土	1.9	20.4	36.0	14.0	10.7
③-1	粉质粘土	4.7	20.5	50.0	15.0	26.5
③-2	粘土	10.7	20.5	50.0	12.0	22.5
④	粉质粘土夹砾砂	2.9	20.7	30.0	15.0	10.9
⑤-1	粉细砂	9.4	19.9	16.0	15.0	9.7

试验使用的土压力盒是由中国科学院武汉岩土力学研究所研制的 DPT5-1 型油腔式双膜土压力盒,其量程 0.5MPa 。土压力盒埋设在 S-3 监测点正护坡桩后 1.0m 处,由钻孔开孔,用两根钢筋和圆盒固定土压力盒埋设于钻孔中预定位置,并用干砂回填密实。其埋设位置见图2、3。

2 土压力实测结果及分析

采用电阻应变仪对基坑主动区土压力进

行现场观测。首次观测时间为 1997-03-11,结束时间 1997-06-04,历经基坑未开挖,一层

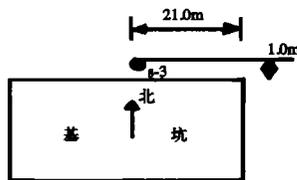


图2 土压力盒平面位置

的回填砂的密实性比原状土差,故实测值比计算值小,随着基坑的逐渐开挖,护坡桩逐渐被暴露出来,护坡桩在悬臂状态下产生位移,形成主动土压力,显然这时的主动土压力一般小于静止土压力。随着土锚施工和土锚预应力的施加,土压力发生明显的变化,形成了上小、下小、中间大的三角形分布的土压力的变化规律。最大值随土锚增加而往下移,当基坑开挖到底后的5月16日和6月4日土压力基本上趋于稳定。图5是实测土压力随时间的变化规律。

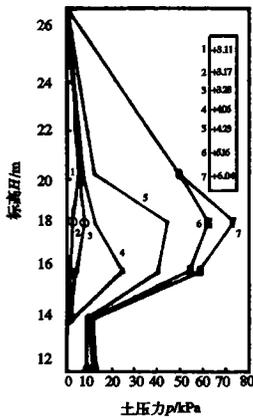


图5 实测土压力随时间的变化规律

3 有限元分析结果

粘性土的土压力问题许多学者作了大量的研究,四川省建筑科学研究所的“重力式挡土墙与土压力的试验研究”(1982),岳祖润等(1992)的离心模型试验研究^[1]及本文的现场试验研究都得出了土压力分布呈上下小的三角形分布形式。由于土锚的作用,使锚杆附近的土压力增大,而基坑底部的土压力接近零。利用岩土非线性有限元考虑桩锚土的相互作用后,计算得到的土压力见图6。从图中可以看出,预应力土锚改变了土压力的分布,基坑支护桩后的土压力分布趋势为上、下小,中间大,计算土压力与实测土压力分布具有相同的趋势,且最大土压力值发生在第二层土锚中下部。对中等硬度粘土的深基坑桩

锚支护体系主动区土压力,设计计算模式可采用文献[2]提供的方法,即泰西勃特奥夫的修正模式,见图7。

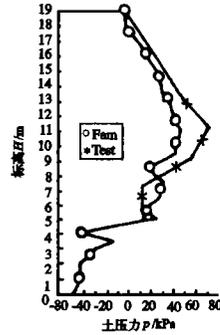


图6 非线性有限元分析土压力分布图

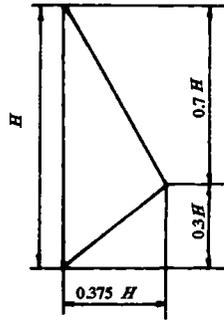


图7 中等硬度粘土泰西勃特奥夫修正模式

4 结语

通过现场试验,获得了对中等硬度粘土的深基坑桩锚支护体系主动区土压力分布规律,即上下小中间大的三角形分布的土压力分布规律。设计计算时可采用泰西勃特奥夫的修正模式。

参 考 文 献

- 1 岳祖润等. 压实粘性填土挡土墙土压力离心模型试验. 岩土工程学报, 1992, 14(6)
- 2 吴文. 深基坑桩锚支护体系的支护机理、现场试验及数值分析研究:[学位论文]. 武汉:中国科学院武汉岩土力学研究所, 1998

收稿日期:1998-12-07