

近距离基坑间悬臂式围护结构设计浅析

胡 玉 银

(同济大学 上海 210009)

【摘要】 本文论述了悬臂式结构围护下, 近距离基坑间土体变形破坏特征, 分析了这类围护结构失稳的力学机制。分析表明, 这类围护结构的失稳与基坑间距过小有密切关系。

【Abstract】 The deformation and failure characteristics of soil mass between close-set excavation braced by cantilever retaining wall was described in this paper. The failure mechanism of this kind of bracing is analysed. It is shown that the failure relates to that the distance between excavation too small.

0 前言

随着城市建设的飞速发展, 建筑用地日益紧张, 建筑物密度不断增大, 这就不可避免地使基坑间距过小。基坑间距过小给围护结构的设计和施工带来了新的问题。由于对这一问题重视不够, 研究不深, 近距离基坑失稳事故时有发生。出现这类失稳事故的基坑有一个共同点: 围护结构都为悬臂式。上海浦东就有这样两个近距离基坑, 它们的围护结构都为悬臂式混凝土灌注桩, 基坑的规模, 所处的工程地质条件以及围护结构设计所依据的理论也基本相同, 但在施工过程中两基坑围护结构的稳定性却有很大差异。先施工的基坑围护结构稳定性良好, 而后施工的基坑围护结构却发生了如图 1 所示的破坏, 破坏发生在两基坑交接地段后施工基坑的一侧。上海已经发生了多起类似的基坑围护结构失稳事故, 造成了很大损失, 因此, 引起了设计和科研人员的重视。但在分析这类事故时, 多从围护结构施工质量方面找原因。

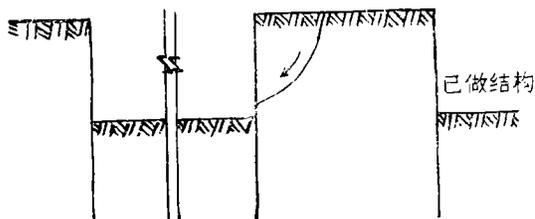


图 1 围护结构破坏示意图

本文从悬臂式结构围护下近距离基坑间土体的变形破坏力学机制入手, 分析了事故发生的真正原因。

1 基坑间土体变形破坏力学机制分析

1.1 土体变形破坏过程

在悬臂式结构围护下, 独立基坑土体的变形破坏具有如图 2 所示的形式。土体向基坑内移动和向下移动, 其中以顶部变形最大。土体变形是随着基坑开挖不断深入而逐步发展的。在土体变形过程中, 基坑附近地面将发生张拉破坏, 出现张裂缝。地面张裂缝是随基坑开挖深度增大而由坑缘向外按一定间距依次出现的。

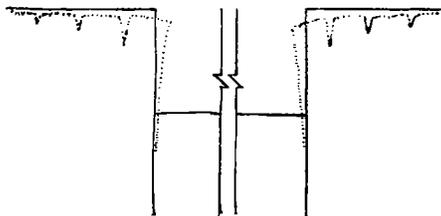


图 2 独立基坑土体变形破坏示意图

在已有基坑附近开挖另一基坑时, 在悬臂式结构围护下, 土体也会发生上述的变形破坏。但在两基坑交接地段, 土体的变形破坏受基坑间距的影响。当两基坑间距过小时, 两基坑开挖对土体的影响将发生重叠, 表现在后施工的基坑开挖使前一个基坑开挖产生的张裂缝进一步下延, 如图 3 所示。

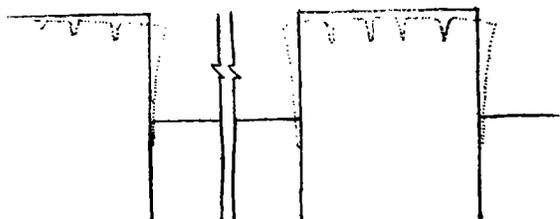


图 3 近距离基坑土体变形破坏示意图

1.2 土体变形破坏的力学机制

在悬臂式结构围护下,基坑开挖过程中,土体中的应力将发生重分布,在基坑边缘附近地表出现拉应力区。由于土体的抗拉能力很低,在拉应力作用下,极易发生拉断破坏,地表因而出现张裂缝。张裂缝是随着基坑开挖深度的增大而向下延伸的,但其最大延伸深度受土体强度控制,即不大于粘性土的最大直立度高 $Z_0 = 2c / \gamma \tan(45^\circ - \frac{\varphi}{2})$ 。在已有张裂缝延伸达到最大深度时,如果基坑继续开挖,土体地表拉应力区即向基坑外迁移。当拉应力集度大于土体抗拉强度时,地表又出现新的张裂缝。基坑开挖结束后,最后产生的张裂缝的深度一般都小于前面产生的张裂缝的深度,未达到粘性土的最大直立高度。

2 近距离基坑悬臂式围护结构失稳的力学机制

由于两基坑相距很近,往往使人产生这样的错觉:两基坑对对方围护结构具有卸荷作用,在两基坑相邻地段,作用于围护结构的土压力小于其它部位围护结构所受的土压力。设计人员也就乐观地认为,按常规设计的近距离基坑邻接地段围护结构较其它部位的更安全。显然,人们把这一情况与工程中常见的围护结构后卸荷混同起来了。事实并非如此,近距离基坑悬臂式围护结构的破坏说明以上认识与实际情况有很大出入。在这类基坑失稳中,围护结构破坏往往发生在两基坑的交接地段,而基坑其它部位的围护结构却完好无损,这说明在近距离基坑交接地

段,围护结构所受的主动土压力非但不比其它部位围护结构所受的主动土压力小,反而比其大。

上述现象的产生是与围护结构的类型和基坑间距过小分不开的。在悬臂式结构围护下,当相邻基坑间距过小时,两基坑间土体的变形破坏较其它部位的要强烈,这使基坑间土体的强度有更明显的下降,无疑这会显著地增加作用在该地段围护结构上的主动土压力。这时,如果仍按常规计算土压力,并以此为依据设计悬臂式围护结构,则两基坑间相邻地段围护结构的稳定性系数小于其它部位围护结构的,达不到规范要求,因而使这一地段围护结构失稳的可能性增大。

3 算例分析

前面的分析表明相邻基坑距离过小会增大交接地段悬臂式围护结构所受的主动压力,降低围护结构的稳定性,这是目前近距离基坑交接地段悬臂式围护结构频繁失稳的一个重要原因。下面结合一算例来说明这一问题。

有如图4所示两相邻基坑,间距为12.0m,深度都为7.0m,围护结构为悬臂式板桩。土体的物理力学性质指标为:重度 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$,内聚力 $c = 10 \text{ kPa}$,内摩擦角 $\varphi = 10^\circ$ 。土与板桩之间的摩擦角 $\varphi_0 = 5^\circ$ 。按库仑图解法计算围护结构所受的主动土压力。

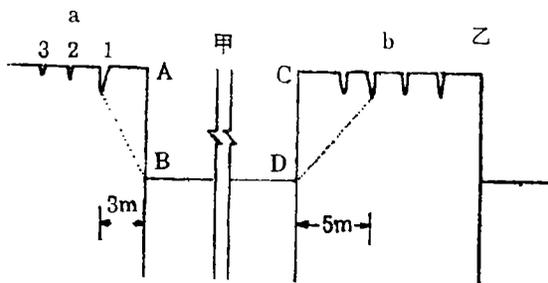


图 4 土压力计算简图

在甲基坑的a侧,土体的变形破坏仅与甲基坑有关,乙基坑的施工对它没有影响。在甲基坑开挖过程中,a侧土体中先后出现了

1、2、3号张裂缝。至开挖结束时止,仅有1号张裂缝的延伸达到了粘性土的最大直立高度,并在土体中形成如图4所示的潜在滑动面。作用在围护结构AB段上的主动土压力即是由该潜在滑动面以上的土体产生的。运用库仑图解法可得作用在围护结构AB段上的土压力 $P_{AB} = 169\text{kN/m}$ 。

在甲基坑b侧,由于受乙基坑施工的影响,土体的变形破坏更强烈,深达粘性土最大直立高度的张裂缝就不只一条,并在土体中形成如图4所示的潜在滑动面。运用库仑图解法可得作用在围护结构CD段上的土压力 $P_{CD} = 188\text{kN/m}$ 。

计算结果表明,近距离基坑的相互影响加剧了其交接地段土体的变形破坏,作用在该地段围护结构上的主动土压力较其它部位的有明显的增大。这说明,如果不考虑近距离基坑间的相互影响,按常规进行围护结构设计,则其交接地段围护结构的稳定性较其它地段的低,该地段围护结构更容易发生失稳。



(上接第32页)

义。但该系统的出发点主要着重于动测成果的数据储存和检索以及低应变动力检测动静对比资料的积累等,尚缺乏高应变动力检测中地区性经验系数的资料积累。系统本身还缺少“动测数据文件名数据库”,尚不能直接调用原始动测曲线,缺少对动测曲线自动判译的专家系统。软件的结构也有待于进一步优化。

本系统开发过程中,曾得到张炜、郑建国、王喻安高工的指导,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 刘金砺,李大展,黄强. 桩基工程检测技术. 中国建材工业出版社, 1993

4 结论与建议

(1) 在悬臂式围护结构支护下,土体变形破坏具有一定的特殊性,基坑附近地表存在拉应力区及由此而产生的张裂缝;

(2) 由于相邻基坑过近,两基坑的施工对其邻接地段土体的影响具有叠加效应,加剧了这一地段土体的变形破坏,因此,作用在该地段悬臂式围护结构上的主动土压力较其它部位的要大;

(3) 在近距离基坑围护结构设计中,必须根据围护结构的类型考虑基坑过近对围护结构所受主动土压力大小的影响,尤其应当注意在悬臂式围护结构支护下其不利影响。

参 考 文 献

- 1 朱百里,沈珠江等. 计算土力学. 上海: 上海科学技术出版社, 1990
- 2 钱家欢主编. 土力学. 南京: 河海大学出版社, 1988
- 3 Joseph E. Bowles. Foundation Analysis and Design. 3rd ed. New York: Mcgraw-Hill Book Company, 1982
- 2 徐攸在,刘兴满. 桩的动测新技术. 中国建筑工业出版社, 1989
- 3 李德庆. PDA动力测桩技术的原理和在中国的应用. EARTH PRODUCTS CHINA LIMITED. 西安展示会会议资料, 1993
- 4 张国焯等. 汉字FOXBASE+程序设计. 陕西电子编辑部, 1990
- 5 唐常杰,韩仲清. 实用数据库技术. 四川大学出版社, 1988
- 6 吴晓军. 2.13系列汉字系统用户手册. 北京晓军电脑工程部, 1991
- 7 同济大学编. 统计土力学(岩土工程进修教材,研究生班教学参考书). 内部资料, 1985
- 8 刘万恩等. 稳态激振刚度与单桩承载力之间的相关特征. 全国桩基工程检测交流会议论文, 1993