

荷载偏心对单桩受力的影响

The effect of eccentric load on bearing capacity of single pile

吴广苏

(淮阴市建筑工程检测中心, 淮阴, 223001)

中图法分类号 TU 473.1

作者简介 吴广苏, 男, 1960 年生, 工程师, 1985 年毕业于华东工学院, 现从事建筑工程质量检测工作。

1 前言*

在建筑工程中, 当某一工程桩或试验桩成桩后, 许多人都认为用静载试验方法确定其极限承载力的值是可靠的、准确的。然而, 了解工程实际和熟悉单桩试验规范的人, 只要深入进行理论分析就不难发现: 在单桩静载试验过程中, 由于载荷的偏心使单桩试验结果具有一定的随机性。下面本文就这个问题展开讨论。

2 偏心荷载下的桩身应力

为了说明单桩试验极限承载力的随机性, 首先计算偏心荷载作用下的桩身应力。由材料力学可知, 由于偏心的存在, 单桩试验时, 桩身除了受轴向力 p 的作用外, 还有附加力弯矩 $M_0 = pe$ 作用(如图 1 所示)。对不同横截面形式的桩, 轴向力 p 和附加弯矩 M_0 所引起的桩身最大应力和它们的比值分别列于表 1, 表 2 中。

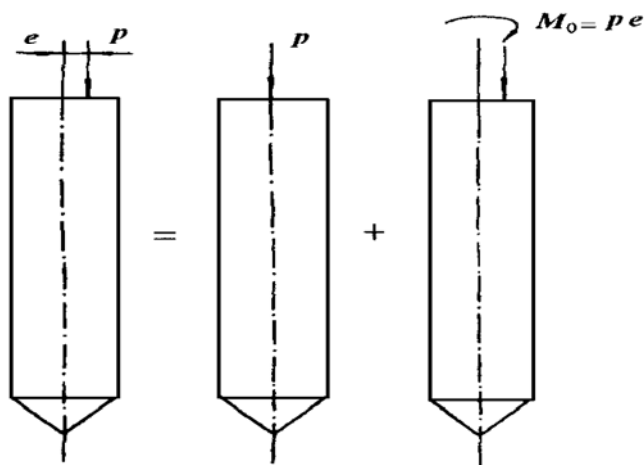


图 1 桩身受力图

Fig. 1 The force acting on pile

需要指出的是这里研究的是指桩身上部的应力情况, 没有考虑桩周土体弹性抗力的影响, 这与实际情况是相接近的, 而事实上也正是桩身上部最容易引起破坏。

表 1 轴向力 p 和附加弯矩 M_0 的最大应力比

Table 1 Ratio of axial force(p) to applied moment M_0

桩身横截面	轴向力 p 引起的应力 δ_p	附加弯矩引起的最大应力 δ_m	应力比 $\mu = \delta_m / \delta_p$
圆形(直径 d)	$\frac{4p}{\pi d^2}$	$\frac{32pe}{\pi d^3}$	$\frac{8e}{d}$
矩形(边长 b)	$\frac{p}{b^2}$	$\frac{6pe}{b^3}$	$\frac{6e}{b}$

表 2 e 取不同值时相应的 μ 值

Table 2 Value of μ corresponding to various value of e

截面	圆形(直径 d)			矩形(边长 b)		
e	$\frac{1}{10d}$	$\frac{1}{5d}$	$\frac{1}{3d}$	$\frac{1}{10b}$	$\frac{1}{5b}$	$\frac{1}{3b}$
μ	0.8	1.6	2.7	0.6	1.2	2.0

3 偏心荷载作用对桩身破坏的影响

对表 1、表 2 所列公式和计算结果的分析可得 $\oplus$

(1) μ 的变化规律

桩身横截面上附加弯矩产生的应力最大值及轴向力引起的应力比 μ , 与偏心量 e 的大小成正比与桩身截面尺寸 d (或 b) 的大小成反比。因此, 偏心对小截面尺寸桩的承载力影响很大。

(2) 偏心量 e 的临界值

当偏心量 $e > d/8$ (或 $b/6$) 时, 桩身横截面上就产生拉应力。我们知道, 混凝土抗拉力很弱, 当拉应力大于混凝土的抗拉力强度时, 桩身就产生裂纹, 甚至断裂破坏。因此, 由表 1 应力比公式可得 $e = d/8$ (或 $b/6$) 是允许荷载偏心的极限量, 任何大于此值的偏心都可能造成桩身的破坏。

(3) 桩身破坏的重要原因

偏心量 e 在 $(1/10 \sim 1/3)d$ (或 b) 之间变化时(此情况在现场中极易出现), 桩身上附加应力与轴向应力比值 μ 在 $0.8 \sim 2.7$ (或 $0.6 \sim 2.0$) 取值。此时桩身一侧混凝土可能有拉应力存在, 另一侧的混凝土压应力

成几倍地增加,对混凝土质量低劣的单桩(尤其是偏心量较大时)就很容易发生断裂或过压而破坏。由此可见,荷载偏心是造成桩身破坏的重要原因,从单桩试验时承载力的丧失都是突发的现象中可证实这个结论的正确性。

例如在1997年底,笔者对淮阴新华书店发行大楼工程的试桩进行了试验,在确定极限承载力时,由于施工时试桩1的桩头处理不善,严重偏心,当荷载加至1 MN时,突然丧失承载力(见图2(a)),千斤顶偏向一边,说明桩身发生破坏。这在开挖时也得到了证实,而试桩2、试桩3的极限承载力均在1.3 MN以上(见图2(b))。

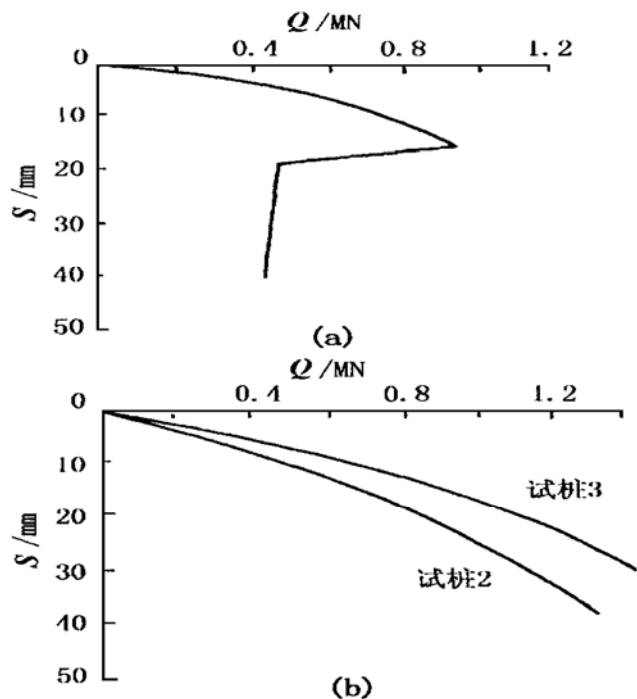


图2 Q-S 曲线

Fig. 2 Q-S curve

4 单桩极限承载力的随机性

上述分析得到,单桩破坏的重要原因是试验荷载的偏心。这里再探讨一下,造成偏心的各种原因和偏心的性质。

4.1 造成荷载偏心的几个原因

(1) 桩头处理

单桩试验都要对桩头进行处理,处理的方法根据情况有如下几种:①在破好的桩头上浇筑钢筋混凝土承台;②切割桩头后磨平切割面;③凿平桩头后用高强度水泥砂浆抹面。这三种方法中无论哪一种,要做到桩头很平整是困难的,因此桩顶不平是造成偏心的原因之一。此外,还有事先作为试桩施工的,有时未能一次灌注到试桩标高,然后进行桩头处理,这种情况更易

造成桩头偏心,前面所举事例即是如此。

(2) 加载对中不准

千斤顶加载时一般都不把千斤顶直接放在桩头上,而用一块厚度较大的钢板先置于桩头上,然后将一个或多个千斤顶置于钢板上,此时要做到千斤顶合力作用线与桩身轴线重合是困难的,尤其是用多个千斤顶时,这是造成荷载偏心的原因之二。

(3) 用多个千斤顶加载时不同步

用多个千斤顶加载时往往不易做到荷载同步增加,使荷载合力作用线不断来回移动,这是造成荷载偏心的又一原因。

4.2 荷载偏心的性质

上面所列3种原因,是人们力图避免而无法避免的。偏心的位置不是人为设定的,因此单桩试验荷载偏心量具有如下性质:①随机性(e 是个随机变量,应该有它的概率分布);②在单桩试验中,对缺陷桩的极限荷载的影响具有方向性。

假设桩身在A-A截面有缩径(见图3),点 O 和 O' 分别是桩身正常截面的缩径处截面的形心, O'' 和 O' 点是以 O 点为中心的对称点。显而易见,荷载作用在 O 点时,测得的单桩破坏荷载 p_0 即为定义的单桩极限荷载。当荷载偏心,分别作用于 O' 和 O'' 点时,使单桩破坏的荷载应不相同,假设为 p'_0 和 p''_0 ,由上述分析可知, p_0 , p'_0 和 p''_0 三者的关系应为: $p'_0 > p_0 > p''_0$,即 p'_0 和 p''_0 的大小不一样。当桩身缺陷较严重时, p'_0 远大于 p''_0 。因此,对于缺陷桩,荷载偏心对单桩极限荷载的影响具有方向性。

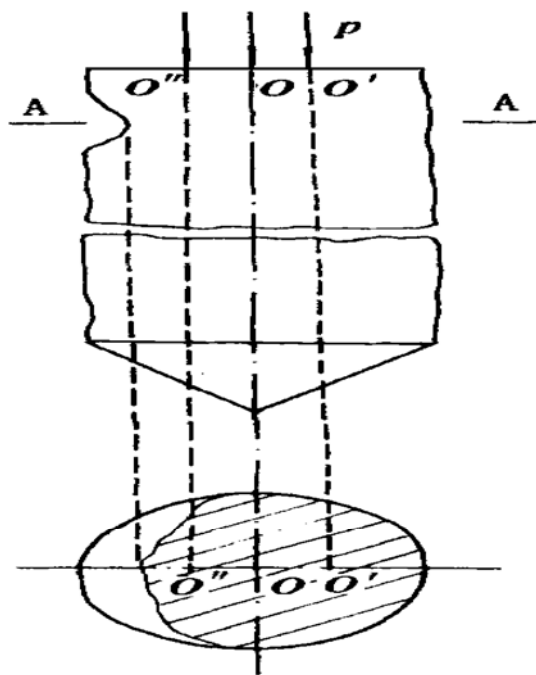


图3 缺陷桩示意图

Fig. 3 Defective pile

综上所述, 由于荷载的偏心是造成桩身破坏的重要原因, 而偏心量具有数量上和方向上的随机性, 因此单桩极限承载力是随机变量函数。

5 关于单桩承载力随机性的结论

(1) 荷载偏心作用对单桩承载力有重要影响, 是造成桩身薄弱截面被破坏的重要原因, 因此, 单桩静载荷试验时, 一定要设法减小荷载偏心量。

(2) 荷载偏心是人们想避免而无法避免的, 其性质是随机的。因此, 单桩静载试验的极限承载力是个随机变量函数, 而不是一个确定函数, 在这个随机变量的概率分

布还没有被认识之前, 要掌握它的统计规律是困难的。

(3) 每次单桩静载试验结果得到的极限承载力, 只是承载力作为一个随机变量函数的一个现实(可能值), 因此对评价工程桩的承载力不能将它视为一个确定性的数。

6 结 语

对单桩静载试验结果有更全面的、科学的、符合实际的看法是: 不应以少数一两根桩的试验结果就对整个工程单桩质量作出好或不好的结论, 因为, 这样处理犯错误的可能性是很大的。

高原与生态敏感地区环境岩土工程国际学术讨论会在南京召开

由南京大学地球环境计算工程研究所(ACEI)和美国麻省大学环境工程科学技术中心(CEEST)联合主持的“高原和生态敏感地区环境岩土工程国际学术讨论会”于1999年8月24~27日在南京状元楼酒店召开。来自美国、加拿大、日本、芬兰、巴西和国内90名代表参加了会议。

环境岩土工程学自1985年由美国麻省大学方晓阳先生创立以来, 国际上每2年举行一次学术讨论会, 到目前为止已召开了4届。这次会议是上届会议以来召开的一次就高原和生态敏感地区环境岩土工程为主题的专门学术讨论会。会议选择在中国召开, 主要由于中国是一个幅员辽阔的国家, 高原与生态敏感地区面积约占全国陆地面积的1/3以上。近年来, 随着经济的飞速发展, 人口的不断增长, 我国西部高原地区及其它生态敏感地区的环境岩土工程问题日益突出, 沙漠化、水土流失、泥石流、滑坡、垃圾填埋处理、生态和地质环境的变迁、放射性核废料的处置和名胜古迹的保护等环境岩土工程课题越来越引起人们的重视。因此这次会议的召开将推动我国这一学科的深入发展, 同时也将对中国西部及生态敏感地区的社会 and 经济发展作出贡献。

大会共收到论文65篇, 其中国内47篇, 国外18篇。内容涉及21世纪环境岩土工程展望、垃圾填埋及处理、地质环境变化与边坡稳定性、矿区环境岩土工程、特殊土环境岩土工程性质及新技术和新方法等6个方面的议题。有52篇论文在大会上进行了广泛和热烈的交流, 进行了6场大会讲演和6场主题报告。

美国麻省大学方晓阳先生以21世纪环境岩土工程展望为主题, 进一步阐述了他提出的粒子能量场理论, 重点介绍了该理论在敏感生态区环境岩土工程方面的应用。

会议期间, 开展了丰富多彩的学术活动。26日下午南京大学副校长谢立教授代表南京大学向方晓阳教授、英阳(H. I. Inyang)教授颁发了南京大学兼职教授证书。英阳(H. I. Inyang)教授和施斌教授分别代表美国麻省大学CEEST中心和南京大学ACEI研究所签订了两所科研合作协议书。25日下午举行了第二次台湾海峡通道技术委员会会议, 对台湾海峡的地质、地貌、构造和通道方式等进行了热烈讨论。26日上午美国伟世敦环保顾问公司副总裁杨靖亚博士作了题为环境岩土工程发展趋势的报告, 受到与会者热烈欢迎。

(大会秘书张 凌 供稿)