

也不能满足非柔性筋材加筋土强度参数粘聚力为 $c + \Delta c$, 内摩擦角为 $\varphi + \Delta\varphi$ 的假设”的提法不妥。因为原文中并无错误之

处, 两者仅仅是使用不同的推导方法, 得到相差甚小的公式, 并不存在谁是谁非的问题。

关于“水平荷载桩桩土共同作用全过程分析”的讨论

吴恒立

(重庆交通学院, 重庆 400074)

中图分类号: TU 473.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2002)01-0118-01

作者简介: 吴恒立(1932-), 男, 江苏常州人, 重庆交通学院资深教授, 主要从事力学、桩基、悬索结构、拱系稳定性和边坡稳定的研究。

《岩土工程学报》2001 年第 4 期发表的“水平荷载桩桩土共同作用全过程分析”(以下简称原文)^[1], 考虑钢筋砼桩的非线性损伤, 对桩土体系共同作用进行了全过程的模拟计算和分析。但其结果看来还不够完整, 现讨论如下: *

(1) 原文依托的实例分析是扶余松花江大桥[#] IV 试桩(1973), 分析得到的桩的刚度-弯矩全过程曲线示于原文图 4, 在弯矩 $\leq 750 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 时, 刚度 $EI = 7 \text{ GN}\cdot\text{m}^2$, 而弯矩 = (760~3000) $\text{kN}\cdot\text{m}$ 时, EI 下降到 (2~1) $\text{GN}\cdot\text{m}^2$ 。

扶余[#] IV 桩的实际桩身刚度 $E_p I_p \approx 6.3 \text{ GN}\cdot\text{m}^2$, 试验时做了 $Q_0 = 300, 400, 500, 600 \text{ kN}$ 4 级载荷, 并且 $e = M_0/Q_0 = 0.25 \text{ m}$ 。与 4 级载荷相应的桩身最大弯矩的实测值为 319.5, 496.8, 886.1, 1130 $\text{kN}\cdot\text{m}$ 。试验报告中没有 $Q_0 > 600 \text{ kN}$ 时的测量数据。

为了桩在地面处的挠度 y_0 , 转角 φ_0 及桩身最大弯矩 $M_{\max}$ 能与实例值符合, 用计算推力桩的综合刚度原理和双参数法反算得扶余[#] IV 桩在 $Q_0 = 600 \text{ kN}$ 时考虑桩土共同工作综合刚度 $EI = 6.41(\text{GN}\cdot\text{m}^2) \approx E_p I_p$, 而 $Q_0 < 600 \text{ kN}$ 时, EI 均远大于 $E_p I_p$ ^[2~6]。

显然, 全过程分析应将前破坏的各级载荷均考虑在内, 而且对桩已测不到结果的后破坏阶段的分析, 是没有意义的。

考虑桩土共同工作, 综合刚度 EI 由大于桩身实际刚度 $E_p I_p$ 开始, 随载荷 Q_0 增加非线性减小(可小于 $E_p I_p$)的规律, 先由吴恒立(1985)得到^[2~7]。这点, 参见用综合刚度原理和双参数法对广湛公路九江大桥 H_1 试桩(1986)所作的分析^[2~6], 将更为明晰。

(2) 原文没有考虑水平荷载桩在地面处的挠度和转角能否同时与实测值符合, 这也是原文的缺点, 因有时地面处转角对变形的控制更重要。而计算推力桩的综合刚度原理和双参数法, 对这两个指标以及桩身最大弯矩及其位置, 是能同时与实测值符合得很好的。

(3) 原文所列参考文献[3](见《岩土工程学报》, 1993 年第 3 期第 101~105 页), 共有三位作者, 该文实际上是以第三作者提出的基本理论和思想为基础, 并在他指导下完成。希望原文作者能更重视科学继承和发展的关系问题。

参考文献:

- [1] 王成, 邓安福. 水平荷载桩桩土共同作用全过程分析[J]. 岩土工程学报, 2001, 23(4): 476-480.
- [2] 吴恒立. 推力桩非线性全过程分析及控制性设计——综合刚度原理和双参数法[J]. 重庆交通学院学报, 2001, 20(建校 50 周年增刊): 77-82.
- [3] 吴恒立. 计算推力桩的综合刚度原理和双参数法[M]. 北京: 人民交通出版社, 1990.
- [4] 吴恒立. 计算推力桩的综合刚度原理和双参数法[M]. 第 2 版. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [5] Wu Hengli, Chao Zhengzhou. The numerical method of the nonlinear calculation models for laterally loaded pile[A]. Proceedings of the international conference on structural engineering and computation[C]. Beijing: Peking university press, 1990. 283-289.
- [6] 吴恒立. 横向受载桩的非线性计算模型及其解[A]. 中国土木工程学会第六届土力学及基础工程学术会议论文集[C]. 上海: 同济大学出版社, 1991. 319-322.
- [7] 吴恒立. 计算推力桩的综合刚度原理和双参数法[A]. 中国土木工程学会桥梁及结构工程学会第六届全国桥梁学术会议论文集[C]. 无锡, 1985. 51-56.

收稿日期: 2001-10-25

对“水平荷载桩桩土共同作用全过程分析”讨论的答复

王成

(重庆交通学院隧道及基础工程研究所, 重庆 400074)

中图分类号: TU 473.1

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2002)01-0118-02

作者简介: 王成(1962-), 男, 重庆人, 工学博士, 教授, 隧道及基础工程研究所所长, 主要从事桥梁、隧道及岩土工程方面的科研与教学工作。

笔者的论文“水平荷载桩桩土共同作用全过程分析”(以下简称原文)引起了吴恒立教授的关注, 笔者感到很高兴, 对吴恒立教授提出的问题答复如下:

(1) 原文的研究主要基于以下原因^[1]: ①水平荷载作用下

* 收稿日期: 2001-11-13

钢筋混凝土桩与土的共同作用研究长期限于弹性范围,即或者考虑了桩侧土的非线性抗力表现,桩身依然为弹性(例如,弹性地基反力法),桩土接触界面基本上未专门研究。事实上,桩身、桩土界面及桩侧土在较大变形下均呈现明显的非线性,由于现行规范对桩承受水平力有较严格的限制^[2],采用上述弹性分析可以基本满足工程要求,而深入的全过程分析由于其复杂性和计算手段的困难长期未有显著推进。②大型工程及高重结构的不断涌现以及对建筑物可靠度估计要求的提高,研究桩在极限状态下抵抗水平力的性状就成为重要的问题。③大直径桩的水平荷载现场试验加载的困难。

(2) 原文的桩土共同作用全过程分析是以钢筋混凝土桩的极限弯矩作为桩受荷全过程的终点^[1],必须完全放弃线弹性地基反力法^[3](包括计算推力桩的综合刚度和双参数法)对桩身线弹性和土抗力模数格式的全部假定。将承受水平荷载的桩土系统建立三维空间计算模型,利用有限元、无限元和界面单元耦合的数值计算技术,即钢筋混凝土桩体和桩周近域土体采用三维实体有限元模拟,原文的计算模型包括了三种材料(钢筋、混凝土和土体)和4种非线性本构关系(钢筋的理想弹塑性模型、混凝土的非线性损伤本构模型、土体本构模型和桩土接触面的非线性本构关系)融为一体的桩土耦合数值模型。因此,原文的分析方法与线弹性地基反力法(包括计算推力桩的综合刚度和双参数法)的基本假定和出发点是截然不同的,前者是求解空间问题的数值解,后者是求梁理论问题的解析解。两种方法对同一实例进行计算,其结果应该有差别。

(3) 原文的实例分析中,计算的桩的刚度-弯矩全过程曲线包含了钢筋的理想弹塑性本构关系和混凝土的损伤本构关系,可以通过改变混凝土的损伤演化律及其参数来调整桩的刚度-弯矩全过程曲线的形状和规律。用计算推力桩的综合刚度和双参数法反算得到, $Q_0 = 600 \text{ kN}$ 时综合刚度为 $EI = 6.41 \text{ GN}\cdot\text{m}^2 \approx E_p I_p$ ($E_p I_p$ 为没有桩周土体时桩本身的刚度),而原文得出的刚度小于桩未受弯的本身刚度 $E_p I_p$,结果很明显,原文

考虑了桩身混凝土受弯的非线性损伤,刚度应当减小,而双参数法计算的综合刚度却与桩未受水平荷载时的刚度相同,显然不合理。

(4) 对于扶余松花江大桥[#] IV 试桩,水平荷载加至 $Q_0 = 600 \text{ kN}$ 时,地面水平位移为 4 mm ,离通常建筑结构桩基容许的水平位移 6 mm 或 10 mm 还相差较远,另一方面,当水平荷载 $Q_0 = 600 \text{ kN}$ 时实测桩身最大弯矩是 $1130 \text{ kN}\cdot\text{m}$,离该桩的极限弯矩(考虑钢筋) $3290 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 也相差较远,原文的目的之一是拟弥补大直径桩荷载试验加载困难这一不足。因此,吴恒立教授提出该桩在水平荷载 $Q_0 > 600 \text{ kN}$ 的后破坏阶段的分析是没有意义的说法欠妥。

(5) 原文的分析方法属于桩土共同作用的“正分析”方法,计算模型中考虑的桩土参数较多,计算表明,桩在地面处的位移和转角随着桩土模型及其参数的变化而改变;而综合刚度和双参数法是建立在梁理论基础上的线弹性地基反力法,属于“反分析”方法,考虑的参数较少,这种“反分析”方法必须要有桩在地面处的挠度 y_0 和转角 φ_0 以及 Q_0, M_0 的实测数据输入才能进行计算^[4],因此,该方法的适用范围是有限的。

(6) 原文所列参考文献[3]主要是引用或参考其中的与实测分析有关的实测数据,原文内容与其他无关。

参考文献:

- [1] 王成. 水平荷载作用下钢筋混凝土桩的损伤断裂研究及其桩土共同作用全过程分析[D]. 重庆: 重庆建筑大学, 2000.
- [2] JGJ 94-94, 建筑桩基技术规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1995.
- [3] 卢世深, 林亚超译. 桩基础的计算和分析[M]. 北京: 人民交通出版社, 1987.
- [4] 王成, 陈志刚, 等. 钻孔灌注桩土参数取值范围的研究[J]. 岩土工程学报, 1993, 15(3): 101-105.

关于“钻孔灌注桩承载力异常现象分析”的讨论

陈如连

(杭州文二路64号, 浙江 杭州 310012)

中图分类号: TU 473.13

文献标识码: A

文章编号: 1000-4548(2002)01-0119-02

作者简介: 陈如连(1930-), 男, 重庆人, 退休高工, 电话: (0571) 88832109。

《岩土工程学报》2001年第5期刊登的“钻孔灌注桩承载力异常现象分析”一文(以下简称原文, 作者楼晓明等)详细分析了桩的施工对承载力的影响, 可以开扩思路, 指导未来。现提出以下几点意见与原文作讨论。^{*}

(1) 钻孔灌注桩的承载力仍遵循预制桩的特性, 只是影响值小。笔者经验: 计算单桩承载力时, 桩端承载力 Q_{pk} 必须考虑以下两个关键因素, 才能减小目前计算的偏差。

a) 进入持力层的厚度效应 h_p 。原文作者陈强华先生是研究的先行者, 分析与应用却与笔者有异。对预制桩桩尖持力层上为淤泥质土, 持力层为 $I_L < 0.4$ 的粘性土、中密以上的粉土

和粉砂, 桩尖进入持力层厚度 $h = 1d$ (桩径或边长) 的 q_{pk} , 与 $h = 10d$ 的 q_{pk} 相比, 后者是前者的两倍以上。

b) 桩尖持力层上覆土层的厚度效应 H_p (1988年建筑学会地基基础重庆会议提出)。以持力层以上为软土作为基本条件, 它们的 h 相同时, 上覆为其它土层的 q_{pk} 大于上覆为软土的 q_{pk} 。两者比值最大值在 1.8~2.2。

为便于理解, 假设上覆土层的性质与持力层一致, 上覆土层的厚度则为增加的进入厚度, h 大 q_{pk} 必然大。