

文章编号: 0451-0712(2005)09-0033-04

中图分类号: U443.154

文献标识码: B

微型桩在路桥工程中的应用

杨继强

(广州市公路勘察设计院 广州市 510500)

摘 要: 介绍了微型桩的构造、施工方法及在建筑行业应用的概况, 并通过杨河大桥基础加固实例, 对用微型桩加固桩基的设计和施工做了介绍, 微型桩在路桥建设及基础加固中具有推广价值。

关键词: 微型桩; 杨河大桥; 基础加固; 设计与施工

1 微型桩概况

微型桩是一种较小口径的钻孔灌注桩。微型桩的直径一般在 10~30 cm, 桩体由压力灌注的水泥砂浆或小石子混凝土与加劲材料所组成。根据不同的用途, 用于微型桩的加劲材料可以是钢筋、钢管或其他型钢。微型桩可以是垂直布置, 也可以倾斜布置; 可以成排配置, 也可交叉成网状配置形如树根。因此微型桩又称为树根桩。

早在 20 世纪 30 年代, 微型桩就在欧洲开始应用, 我国于 80 年代开始研究, 并于上海首先使用。最初的微型桩主要用于老旧建筑的基础补强和托换等。由于微型桩的技术较为简单, 施工方便, 近年来迅速发展, 已广泛运用于各种土木建筑工程, 尤其用于楼房基础的托换, 深开挖基坑支护, 地下连续墙壁的稳定及滑坡的防治等方面, 均取得了很大的成功。

2 微型桩施工方法和特点

与普通钻孔灌注桩相比, 所不同的是, 由于微型桩口径较小, 须用不同的钻机机具成孔, 而且, 微型桩须采用压力灌浆。与普通钻孔灌注桩相比, 微型桩更为灵活方便, 可根据使用的目的不同而灵活布置。

微型桩的施工方法一般如下。

(1) 成孔: 一般可采用地质钻机进行钻孔, 根据不同的工程地质情况, 可以采用干成孔或循环泥浆护壁成孔。

(2) 清孔: 如采用循环泥浆成孔, 则钻至所需深度后, 用冲水清孔; 如采用干成孔时, 则需反复提钻取土清孔。

(3) 植入加劲钢材及注浆管: 清孔完成后, 须立即植入加劲钢材和注浆导管, 其中加劲钢材, 可以根据设计使用的不同目的, 而采用钢筋笼(孔径较大时)、单根钢筋(孔径较小时)、钢管或其他型钢。

(4) 压力灌浆: 可以先向孔内投入粒径为 1~3 cm 的碎石, 然后, 向孔内灌注纯水泥浆或水泥砂浆, 也可以不投入碎石而直接向孔内用压力灌注水泥砂浆。若采用套管灌浆时, 在拔除套管的同时, 施加压力将浆液压入土层中, 直到满溢为止。注浆的压力一般可采用 0.3~0.5 MPa, 视具体的工程地质情况做适当的调整。

3 微型桩的主要特点

(1) 施工迅速安全, 施工机具小, 用普通的地质钻机甚至是手摇钻就能成孔。

(2) 所需施工场地较小, 在平面尺寸为 1.1 m × 2.5 m 和净空高度 2.5 m, 即可施工, 且桩孔距构造物边缘最近距离小, 仅为 35 cm。

(3) 布置灵活方便, 可根据需要或垂直或斜布, 也可成排布置或交叉成网状布置。

(4) 网状布置的微型桩群桩体系具有较好的承载能力, 群桩中的单桩可以承受拉应力、压应力、剪力和弯曲应力。

(5) 竖向承载力高, 根据有关文献的研究结果, 一根直径为 14 cm 长度为 4.7 m, 桩端进入密实中砂层的微型桩的极限承载力为 835 kN; 完全埋入土中的微型桩, 能提供 910 kN 的安全工作荷载。当微型桩支承在岩层中时, 能够承受的安全工作荷载可高达 2 720 kN。

(6) 竖直受荷沉降量小, 根据有关方面的单桩静载试验结果, 一根桩端进入硬塑粘性土长为 7 m 的微型桩, 当荷载加至 314 kN 时, 桩顶沉降仅为 3.8 mm; 而一根桩端进入砂状强风化岩长度为 11 m 的微型桩, 当荷载加至 648 kN 时, 桩顶沉降仅为 2.2 mm。

(7) 桩孔孔径小, 因而对基础和地土产生的附加应力甚微, 施工时对原有基础影响小, 不干扰构造物的正常使用。

(8) 能穿透各种障碍物, 适用于各种不同的土质条件。

(9) 渗透性压力灌浆对桩周土壤产生固结效果, 且立竿见影。

综上所述, 微型桩的主要特点是: 工作场地要求低, 承载力高, 沉降量小, 施工时对构造物的正常使用影响较小, 是建筑物基础加固的好方法。多年来, 微型桩在土建工程中应用的成功实例不胜枚举。但是, 微型桩用于桥梁加固的案例尚不多见。本文试图通过杨河大桥基础的加固实例, 说明微型桩不仅在土建工程中能发挥效用, 在路桥工程中也大有作为。

4 工程实例

4.1 杨河大桥概述

杨河大桥是省道 118 线太平路路段的一座大桥, 桥宽为 23 m, 上部构造为 9×16 m 等跨钢筋混凝土 T 形梁桥, 总长为 148.04 m。下部构造为 3 柱式墩、台, 钻孔灌注桩基础。设计荷载为: 汽车—20 级, 挂车—100。该桥建于 20 世纪 90 年代初, 建成后, 由于上下游河床长期人工取砂, 经多年的水流冲刷, 河床下降严重。

据实地调查, 除 1 号、8 号墩因位于河岸上, 未见严重冲刷外, 该桥 2~7 号桥墩均有不同程度的冲刷现象, 尤其 6 号、7 号墩冲刷最为严重, 与原施工图比较, 河床位置下降近 4 m。该桥原设计的桥墩桩基横系梁是埋于河床下的, 现横系梁已普遍露出河床 2~4 m。被冲刷后外露的桩基, 部分表面混凝土剥落, 钢筋外露锈蚀。较早前, 经有关部门检测, 该桥上部构造及总体承载力尚可。但是, 由于该桥河床下 4~5 m 为易于冲刷的砂砾层, 若河床进一步冲刷, 桩基钢筋进一步氧化锈蚀, 势必严重削弱桥梁的承载能力, 进而影响桥梁的整体稳定。为保证桥梁的正常使用, 必须对桥墩进行加固。

4.2 加固方案

杨河大桥, 交通量较大, 加固维修时不便中断交

通。该桥的病害主要是由于河床降低造成桩基外露和钢筋锈蚀, 导致承载能力降低。也就是说, 该桥的加固目的是要提高桩基的承载能力, 并防止水流对桩周的冲刷, 保持桩基的稳定。但是, 必须在不中断交通的情况下, 并在仅有 6 m 净空的桥下, 进行桩基加固作业。

在这种情况下, 若采用浅基础加固方案, 则难以遏止河床继续冲刷后的淘空; 而深基础中的普通钻孔灌注桩、打入桩等加固方案, 就算忽略在已有桥墩旁钻掘出过大的孔洞或打桩时过大的震动对原结构造成不良影响, 也无法在高度有限的桥下进行施工。经过分析比较, 微型桩加固方案就成了必然的选择。

微型桩加固方案, 不但可以在不中断交通的情况下施工, 而且可以在加固施工对地基及原桥墩产生的不利影响降至最小的前提下, 达到加固的目的。具体措施是: 桥墩每个桩采用 4 根 $\phi 30$ cm 的微型桩, 对 2~7 号桥墩进行加固。

4.3 加固设计

杨河大桥桥墩原设计的桩基, 为 3 柱式单排钻孔灌注桩, 单桩直径为 1.2 m, 桩身穿过 2~4 m 的粉质粘土层和 4~5 m 砂砾层, 桩尖支承于风化泥岩之中。桩基平均长度为 14 m, 每个桥墩均设置了横系梁。

(1) 原桥墩受力分析。

单跨 T 形梁恒载为 289.3 t, 二期恒载为 99.9 t, 控制设计的活载反力为 210.5 t, 盖梁恒载 84.5 t, 系梁恒载为 48.2 t, 单根 $\phi 1.0$ m 的立柱恒载为 8 t。则原桥墩平均每根桩应承受的竖向外力为:

$$P_F = (289.3 + 99.9 + 210.5 + 84.5 + 48.2) / 3 + 8 = 252.1 \text{ t}.$$

考虑到桥墩的偏载, 单桩须承受的最大竖向荷载为: $P_{\max} = 352.9 \text{ t}.$

(2) 现桥墩单桩竖向容许承载力分析。

按河床冲刷较为严重的 7 号桥墩考虑, 原设计桩长为 14.4 m, 已被冲刷 4 m, 按继续冲刷 3 m 计算, 现有桩基入土长度 $L = 14.4 - 7 = 7.4 \text{ m}$, 按《公路桥涵地基与基础设计规范》(以下简称“桥基规”)的摩擦桩公式计算, 则:

$$[P]_{\text{E}} = 0.5(U \cdot L \cdot \tau_p + A \cdot \sigma_R)$$

式中: U 为桩周长度; τ_p 为桩侧土平均极限摩阻力; L 为桩的有效入土长度。

根据桥位地质情况, 按“桥基规”的规定取值并计算得 $U = 3.77 \text{ m}$, $A = 1.13 \text{ m}^2$,

$\sigma_R = 662.48 \text{ kPa}$, $\tau_P = 100.54 \text{ kPa}$, 则:

$$[P]_{\text{桩}} = 0.5 \times (3.77 \times 7.4 \times 100.54 + 1.13 \times 662.48) = 1776 \text{ kN} \approx 178 \text{ t}.$$

(3) 微型桩设计。

考虑用微型桩补充原桥墩桩基的不足, 并使原桩基与微型桩共同承受桥墩竖向荷载。按桥墩单桩最大外力和最不利冲刷情况考虑, 原桥墩每根桩设置4根微型桩, 若平均每根微型桩要承担的外荷载为 P' , 则有:

$$P' = (P_{\text{max}} - [P]_{\text{桩}}) / 4 = (352.9 - 178) / 4 = 43.72 \text{ t}, \text{ 考虑偏载后 } P'_{\text{max}} = 61.2 \text{ t}.$$

微型桩的桩径采用 $\phi 30 \text{ cm}$, 考虑到微型桩的口径较小, 忽略桩尖承载力, 按摩擦桩计算, 若每根微型桩的有效入土深度为 L' , 则有:

$$L' = 2 P'_{\text{max}} / U \cdot \tau_P$$

因微型桩施工是采用压力注浆, 尤其对于砂砾土及风化岩而言, 实际注浆量与理论注浆量之比可达2.1~3.5, 这意味着微型桩注浆后, 多余的浆液将在桩周形成“桩瘤”, 或进入桩周土层, 对土层起固结作用, 使桩周土的极限摩擦力增大。根据河床工程地质情况, 按规范中关于摩擦桩的有关规定, 并取大值计算得 $\tau_P = 168.8 \text{ kPa}$, $U = 0.942 \text{ m}$, 则可算得微型桩的有效长度:

$$L' = 7.7 \text{ m}, \text{ 取 } 8 \text{ m}.$$

考虑3 m的冲刷深度, 则微型桩的实际施工长度为12 m。采用 $\phi 20 \text{ cm}$ 的钢管作微型桩的加劲骨架。

(4) 承台及传力锚设计。

承台平面尺寸为 $2.6 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$, 厚度为 1.4 m , 承台顶面基本与河床平。微型桩伸入承台20 cm, 微型桩的钢管骨架伸入承台50 cm。承台构造见图1所示。

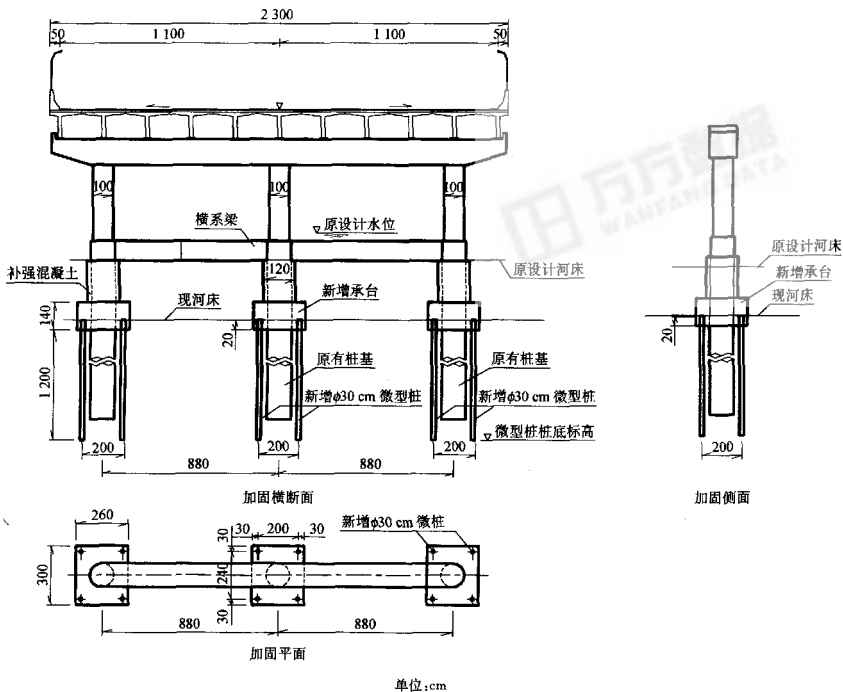


图1 微型桩基础加固构造

考虑到微型桩通过承台与旧桩一起共同承担桥墩荷载,为使微型桩与旧桩基能够紧密合作,承台与旧桩相接处,旧桩四周植入钢筋,并与承台底和承台顶的钢筋焊接,此外,承台至原桩基横系梁之间的高度段,将桩径1.2 m的旧桩扩大至1.6 m,并在桩周

按普通钻孔灌注桩配置钢筋,纵向钢筋伸入承台内,在原桩的四周植入钢筋并与新设的纵向钢筋相接。使新增纵筋、旧桩植筋和承台钢筋一起,形成锚块骨架。新增截面混凝土与承台浇筑成整体,形成锚块。锚块构造见图2所示。

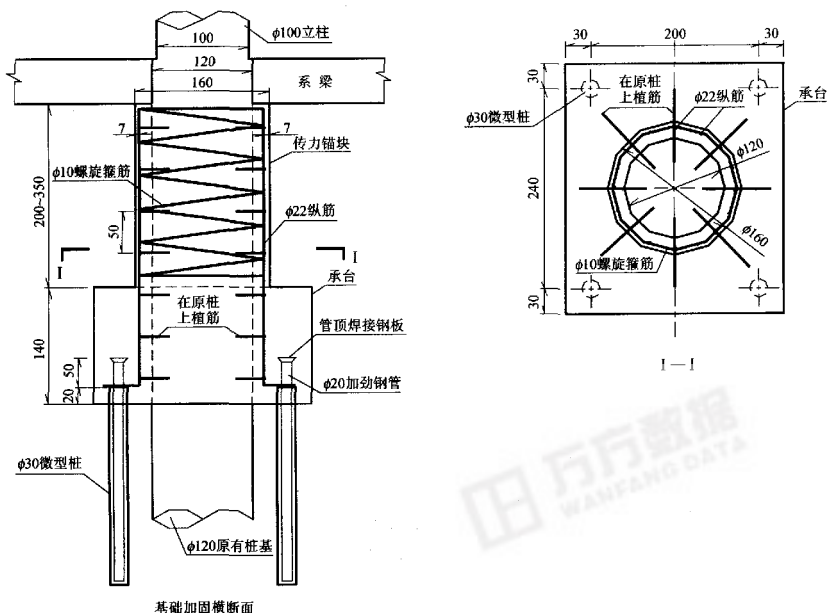


图2 微型桩与原有桩基的连接锚块构造

4.4 微型桩的施工

微型桩的施工工序为:围堰→成孔→清孔→安放 $\phi 20$ 钢管→压浆成桩→安放微型桩顶板→植筋和设置承台及锚块钢筋→浇筑承台与锚块。

(1)围堰:采用双层草袋围堰。

(2)成孔:采用地质钻泥浆循环护壁成孔,穿过砂砾层采用钢护筒护孔。

(3)清孔:水冲清孔。

(4)安放 $\phi 20$ 钢管:由于桥下净空的限制,钢管须分3节安放。第1节、第2节长4.5~5 m,第3节视各桩实际长度而定。先将第1节放入孔内,然后与第2节焊接…。第1节钢管在底端2 m范围内,四周钻出 $\phi 2$ cm的压浆孔,间距为30 cm,用气密密封胶密封

封;钢管底端与桩孔底留出5 cm的间隙,以保证浆液顺利地通过管底向上翻出。

(5)压浆成桩:先向孔内抛入粒径为1~3 cm的小石子,然后向钢管内注入水泥砂浆,直到满溢为止。注浆压力不小于0.3 MPa,水灰比采用1.7。为了尽可能地减少钻孔对原桩基的不良影响,同一桩基的4根微型桩,应逐根施工,待先完成的桩达到一定强度后,再行第2根桩的施工。

(6)浇筑承台与锚块:微型桩加固成功与否,承台与锚块是关键,它是新老桩紧密合作的保证。为了加强微桩与承台的联结,在钢管的顶部焊接 $\phi 40$ 厚为3 mm的钢板,并在钢管的四周焊接4块耳板以加强钢板的刚度。另外,在布设承台钢筋的同时,布设

文章编号: 0451-0712(2005)09-0037-04

中图分类号: U445.55

文献标识码: B

拱肋复合基础在软土地区 中小跨径桥梁中的应用

田安国, 姚锦文

(淮海工学院土木工程系 连云港市 222005)

摘要: 钢筋混凝土拱肋片石复合基础, 能有效调节地基的不均匀沉降, 具有整体性好、刚度大、施工简便、造价低廉等优点, 在软土地区的中小跨径桥梁中使用, 可代替桩基, 如进一步与桩基础结合, 可减少桩数、缩短桩长, 具有较好的推广应用前景。

关键词: 拱肋基础; 软土地基; 桥梁基础; 地基处理技术

在软土地区修建桥梁, 无论是连续梁桥, 还是拱桥, 对地基基础的要求都很高, 因而这两类桥梁在软土地区, 一般均优先应用桩基础。特别是拱桥, 对拱支座的结构性能(水平和竖向变形)要求极高, 拱趾的技术处理非常关键, 如果不用桩基础, 又没有可靠的结构措施, 一般不建议在软土地区建造拱桥。但是, 在风景区或小城镇建设规划中, 大量存在一些中小跨径的连续梁桥、拱桥, 在这些地点建造的桥梁, 跨径小、荷载等级低、工期短, 工程造价的控制较严, 因此采用桩基础的可能性与可行性均比较小。为了探索软土地区中小跨径连续梁桥及拱桥的经济、实用的基础

形式, 本文作者结合自己的经验, 在以连云港为代表的海淤地质上, 利用拱肋与片石, 构成复合基础, 取代这些桥梁常用的基础形式, 进行了一定的创新实践。

1 拱肋复合基础的构造及工作机理

河床断面一般为弧形, 常规连续梁桥墩、台及拱桥支座的基底大多设计成水平状, 这种基础形式一方面加大了河床两岸的施工开挖的土方量, 增加了基坑的支护难度; 另一方面, 海淤地区表层土的性能一般比下部的淤泥层的性能高, 基坑开挖深度太大, 对利用表层土承载力不利。

全的。

微型桩的应用历史悠久, 在土建工程中积累了丰富的经验, 不管是在基础托换或基坑支护, 还是边坡防治, 均有不少的成功实例可以借鉴。由于微型桩的施工工艺并不复杂, 造价也不高, 在公路桥梁工程中, 特别是在旧桥基础加固、高填、深挖路基边坡的滑坡防治, 路基挡土墙地基处理及旧墙基础加固方面, 均可大有作为, 值得大力推广应用。

微型桩采用压力灌浆, 使桩与土体的关系变得更为复杂, 到目前为止, 微型桩的设计计算尚未形成系统的理论, 其配置桩径、桩长等, 仍然依赖于实践和经验。微型桩用途广泛, 单桩乃至多排桩、网状桩群的承载能力问题值得进一步研究。

收稿日期: 2005-03-07

锚块钢筋, 并在旧桩外露部分植入钢筋, 使植筋、承台钢筋及锚块钢筋联成整体骨架。在浇筑混凝土时, 须将旧混凝土接触面去除碳化表层, 露出新鲜骨料; 对有钢筋锈蚀现象的桩基, 须清除保护层, 对钢筋除锈后, 在接触面涂上一层 E200 界面胶, 才可浇注混凝土。

5 结语

杨河大桥基础加固, 正在准备施工阶段, 尚未取得实验数据。但是, 由于微型桩采用压力灌浆, 浆液被压迫渗透桩周土层, 使地基承载力提高, 同时, 压力浆液会在桩周形成“桩瘤”, 这些都会大大提高桩与土的极限摩阻力。而采用《公路桥涵地基与基础设计规范》的摩擦桩公式计算单桩承载力, 是偏于安

万方数据