

利用钻芯孔检测灌注桩钢筋笼长度的方法

樊敬亮¹, 董平², 叶景艳¹, 李明¹, 朱国伟¹

(1. 华东有色地质勘查局, 江苏 南京 210007; 2. 南京大学, 江苏 南京 210093)

摘要: 根据充电法原理, 结合模型桩试验, 分析了钢筋笼周围的充电电场特征, 结果表明钢筋笼的底端对应于电位梯度曲线的极小值点及电位曲线的拐点。以此研究结果为基础, 提出了利用钻芯孔来检测成桩后钢筋笼长度的方法。某桥的应用表明, 该方法简便、实用、可靠。

关键词: 钢筋笼长度; 电位梯度; 电位; 钻芯孔

中图分类号: P631

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2008)03-0335-03

灌注桩中钢筋笼的长度是根据水平荷载、弯矩、桩周土情况、抗震设防烈度以及桩作用等因素, 按照有关规范确定的^[1]。由于灌注桩在整个施工过程中属于隐蔽工程, 导致桩中钢筋笼成为施工单位偷工减料的主要对象。如果钢筋笼长度没有满足设计要求, 将严重影响灌注桩基础的稳定性和抗震性能, 成为建筑物的安全隐患。但在实践中, 通过开挖来验证钢筋笼的长度几乎是不可能的。

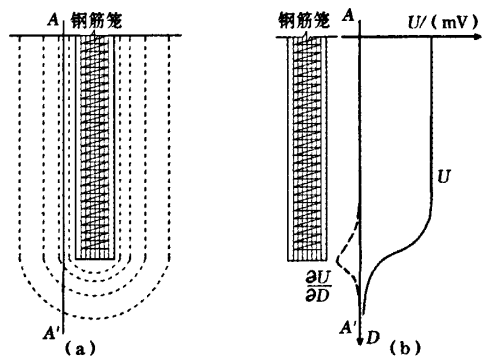
国内外已有一批专家学者对钢筋笼长度的检测方法进行了探讨^[2-5]。鉴于钢筋笼与混凝土、桩周岩土之间明显的电性差异^[6], 基于充电法原理, 提出了利用钻芯孔来检测灌注桩中钢筋笼长度的方法, 确保桩身质量。

1 钢筋笼周围的充电电场特征

电阻率为零的导体称为理想导体。当理想导体位于一般导电介质中, 向其上任意一点充电后, 电流便遍及整个理想导体, 然后垂直于导体表面流向周围介质。电流在理想导体内流过时, 不产生电位降, 导体内电位处处相等, 故又称理想导体为等位体。理想导体的充电电场与充电点的位置无关, 只决定于充电电流大小和充电导体的形状、产状、大小、位置及周围介质的电性分布情况^[7-8]。

钢筋的电阻率小于 $10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$, 混凝土电阻率一般大于 $10^6 \Omega \cdot \text{m}$, 桩周土的电阻率一般为 $10^{-1} \sim 10^2 \Omega \cdot \text{m}$, 地下水的电阻率一般小于 $10^2 \Omega \cdot \text{m}$, 岩石电阻率一般为 $10^1 \sim 10^3 \Omega \cdot \text{m}$ ^[6]。因此, 相对于周围的物质而言, 钢筋笼无疑是理想导体。如果对灌注桩中的钢筋笼充电, 则在钢筋笼的周围将形成

如图 1a 所示的等位线簇 (图中虚线)。在平行于钢筋笼的剖面 (AA') 上, 将出现宽缓的电位 (U) 值和电位梯度 ($\partial U / \partial D$, D 表示沿钢筋笼方向电位采样距) 零值段, 而在钢筋笼底端附近, 电位急剧下降, 电位曲线出现拐点, 电位梯度曲线相应地出现极小值 (图 1b); 在钢筋笼底端下面, 电位趋向于某一低值, 电位梯度则趋向于零^[9]。



a—充电电场等位线; b—充电电位和电位梯度曲线

图1 钢筋笼周围的充电电场特征

2 模型桩试验

模型桩场地位于江苏省南京市新港开发区, 地面平整, 地下水位埋深 1.7 m, 地下水年变幅约 0.5 m 左右。场地地层情况如下。①-1 杂填土: 杂色, 松散, 为粉质黏土夹大量碎石、碎砖等, 层底埋深 0.5 m; ③-1 粉质黏土: 褐黄色, 可一硬塑, 夹铁锰结核, 土质不均, 层底埋深 3.8 m; ③-2 粉质黏土: 褐黄色, 软—可塑, 层底埋深 8.3 m; ③-3 粉质黏土夹黏土: 褐黄色, 可塑, 局部软塑, 土质不均, 层底埋深

14.4 m;③4 粉质黏土:褐黄色,硬塑,夹铁锰结核及灰白色黏土,土质不均,层底埋深 17.1 m;④残积土:灰色一灰黄色,呈砂土状,密实,层底埋深 18.1 m;⑤-1 强风化粉砂岩:灰黄色,风化强烈呈砂土状夹碎岩块,结构不清晰,钻孔未穿。

模型桩为钻孔灌注桩,混凝土强度等级 C30。模型桩参数见表 1。

表 1 模型桩参数

桩号	桩径	桩长	桩中钢筋笼组合
I	1m	16m	上部 8m:主筋 24Φ16,加劲箍筋 Φ16@2000,箍筋 Φ8@200;下部 8m:无钢筋笼
II	1m	18.6m	上部 8m:主筋 24Φ16,加劲箍筋 Φ16@2000,箍筋 Φ8@200;中部 8m:主筋 16Φ16,加劲箍筋 Φ16@2000,箍筋 Φ8@200;下部 2.6m:无钢筋笼

试验前先在灌注桩中心钻取平行于桩身的钻孔,孔深大于设计桩长 2 m 以上。用于电池组(90 V)引出的正极连接在暴露的钢筋上,而把负极放置于不小于 5 倍设计钢筋笼长度的地方接地。当对大

地供电时,在正、负极间产生了电场,在钢筋笼中形成了 1 个等位体。把测量电极 N 极连接在桩顶的另一根钢筋上,并通过导线连接在电位差计的负极上,同时,把另一测量电极 M 极通过深度编码器放入钻孔,并通过导线连接在电位差计的正极上,用电位差计测量沿钻孔不同深度的电位,并求出相应的电位梯度。

I、II 号模型桩中心孔试验结果见图 2、图 3^[9]。由图可见:①电位曲线拐点和电位梯度曲线极小值点对应于钢筋笼底端;②浅部 0~3 m 范围内,电位和电位梯度均有一定的变化,可能是受地下水位、游散电流等因素的影响;③在钢筋笼长度范围内,从上往下电位稳定地减小,而电位梯度则基本趋于零;④无论钢筋笼底端以下是素混凝土,还是岩石或土,当测量电极 M 极超过钢筋笼底端时,电位就趋向于稳定的某一低值,电位梯度则趋向于零;⑤电位曲线、电位梯度曲线没有反映 II 号模型桩 8 m 处的主筋数量变化界面。

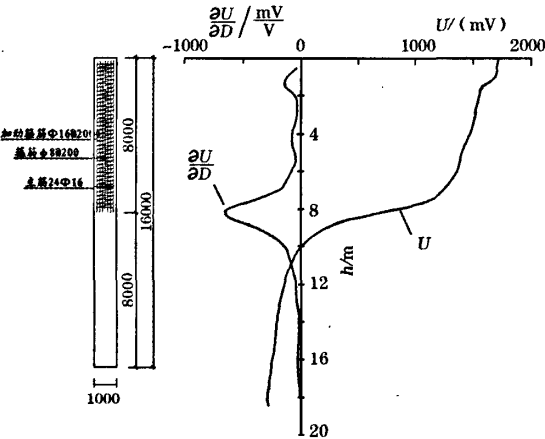


图 2 I 号模型桩中心孔试验结果

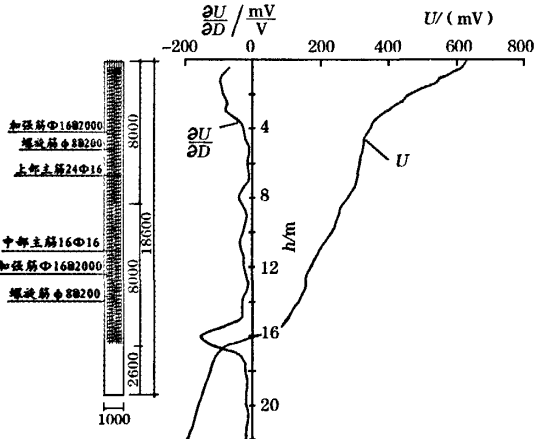


图 3 II 号模型桩中心孔试验结果

3 工程应用

安徽省某高速公路桥采用灌注桩基础。为检测该桥灌注桩基础是否满足设计要求,按照国家有关规范^[10]对灌注桩进行了抽样检测,检测项目包括桩长、桩身完整性、混凝土强度、桩底沉渣厚度及钢筋笼长度。利用现有桩中心钻芯孔来检测钢筋笼的长度,被检测桩参数及检测结果见表 2、图 4。

由检测结果可知:①0~3 m 范围内电位和电位梯度均有一定的变化,3 m 以后电位基本保持不变,而电位梯度则趋向于零。在孔深 18.5、23.5 m 处,电位梯度曲线分别出现了极小值 -344、-139 mV/m,在电位曲线上则分别出现了拐点,对应的电位为 158、113 mV,说明 2 根被检测的灌注桩中钢筋笼长度分别为 18.5、23.5 m;②电位是按照 0.5 m 的采样距获得的,如果采样距变小,则检测精度可提高,

表 2 被检测桩设计参数及检测结果

桩号	设计参数						检测结果		
	桩长	桩径	上部钢筋笼	下部钢筋笼	钢筋笼长	备注	孔深	实测笼长	相对误差
1-2	21m	1.2m	笼长 16m,主筋 20Φ22	笼长 2m,主筋 10Φ22	18m	桩下部 3m 无钢筋笼	19m	18.5m	3%
2-5	25.8m	1.2m	笼长 14.8m,主筋 20Φ22	笼长 8m,主筋 10Φ22	22.8m	桩下部 3m 无钢筋笼	25m	23.5m	3%

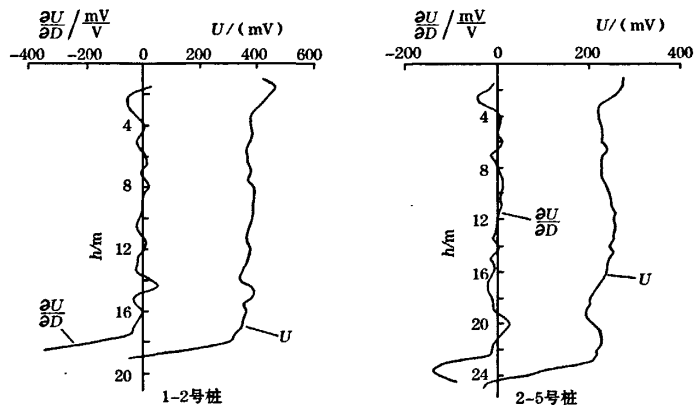


图4 被检测桩电位、电位梯度曲线

相对误差可减小;③曲线没有反映主筋数量变化界面。

4 结论

(1)当对灌注桩钢筋笼充电时,测量沿桩中钻孔深度方向的电位,则电位梯度曲线的极小值点对应于钢筋笼的底端。

(2)由于可利用检测桩长、桩身完整性、混凝土强度、沉渣厚度等项目而设置的钻芯孔,所以检测方法成本低,但在设计钻芯孔时,孔深要大于钢筋笼长度2 m以上。

(3)由于检测仪器为传统的电法仪器,所以方法实施简单,适用于推广应用,进而可预防施工单位偷工减料,规范建筑市场。

参考文献:

- [1] 建筑桩基技术规范 JGJ94-94[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2004.
- [2] 万明浩,赵永辉,陈冰,等. 钻孔灌注桩钢筋笼长度的无损检测方法[J]. 物探与化探, 1999, 23(2): 146.
- [3] 樊敬亮,程知言,胡光云,等. 建(构)筑物下管桩长度检测方法[J]. 物探与化探, 2007, 31(3): 269.
- [4] 董平,樊敬亮,王良书,等. 灌注桩钢筋笼内部的磁异常特征[J]. 物探与化探, 2008, 32(1): 101.
- [5] 李相睦,金光股. 用瞬变电磁感应测井探测混凝土桩内部钢筋笼缺陷的试验[J]. 物探化探译丛, 1996(3): 1.
- [6] 西安地质学院. 电法勘探[M]. 北京:地质出版社, 1979.
- [7] 傅良魁. 电法勘探教程[M]. 北京:地质出版社, 1983.
- [8] 傅良魁. 应用地球物理教程——电法 放射性 地热[M]. 北京:地质出版社, 1991.
- [9] 董平,潘卫育,赵玮,等. 灌注桩钢筋笼的充电电场特征研究[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(2): 652.
- [10] 建筑基桩检测技术规范 (JGJ106-2003)[S]. 北京:中国建筑工业出版社, 2003.

METHOD FOR REINFORCEMENT CAGE LENGTH DETECTION IN THE CORE DRILLING HOLE

FAN Jing-liang¹, DONG Ping², YE Jing-yan¹, LI Ming¹, ZHU Guo-wei¹

(1. East China Mineral Exploration and Development Bureau for Non-ferrous Metals, Nanjing 210007, China; 2. Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Based on the principle of the *mise-a-la-masse* method and the result of model pile testing, this paper deals with electric field characteristics around the reinforcement cage. Tests reveal that the bottom of the reinforcement cage corresponds to the minimum of the electric potential gradient curve and the inflexion of the electric potential curve. A method for reinforcement cage length detection in the core drilling hole is accordingly presented. Practice shows that the method is convenient, practicable and credible.

Key words: reinforcement cage length; electric potential gradient; electric potential; core drilling hole

作者简介: 樊敬亮(1968-),男,南京大学地质学博士后,华东有色地质勘查局所属的江苏华东建设基础工程有限公司副总工程师,从事基坑支护、工程物探等方面的研究、生产和管理工作。