粉喷桩施工中搅拌效果的探讨

张士励
(浙江省交通工程建设集团第四交通工程有限公司，杭州，310000)
王　恕
(杭州市交通设施建设处，杭州，310000)

提　要　通过分析粉喷搅拌桩施工工艺中钻头的各种参数对施工搅拌效果的影响，进一步提高该工法的施工质量。

一　概　况

粉喷桩加固软土技术以其加固后地基形成整体性、水稳性和足够的强度，并能大大减少地基的沉降量，特别是工后沉降的减少，而深受工程界的广泛采用。80 年代末 90 年代初，该工法主要应用于软土地区 4~6 层的多层房屋建筑及深基坑支护，是一种较经济合理的地基处理方法。采用该工法施工完全能满足工程设计需要。而该工法早期施工工艺中本无复搅这一工序，都是“下钻、送气 ⟶ 钻进结束 ⟶ 提升、送灰 ⟶ 提升、结束”。而施工后的桩体质量各方面均能满足要求。但随着基础设施建设不断扩大，特别是沿海地区大量采用该工法，使得施工机械满负荷运行，特别是钻头的叶片形状随着施工时间的增加，而不断加焊，产生上大下小的锥形，造成一次性搅拌根本不能满足搅拌均匀的要求，设计人员为了确保质量也不断加大搅拌深度，以早期的不复搅至复搅桩身的 1/3 直到现在普遍采用的全桩复搅。而事实上，由于一部分土质含水量不高，在第一次提钻喷灰后再进行复搅，其复搅程度就较难，特别是第一次搅拌就达到要求的施工桩再复搅，其难度可想而知。笔者在施工现场观察分析这些现象，进行探讨总结，希望能使该工法施工质量进一步提高。

二　分析、探讨

粉体喷射搅拌法凭借搅拌桩钻头叶片的搅拌作用使灰粉与软土混合，因此搅拌钻头的叶片形状直接影响灰、土的搅拌效果。钻头的形状应保证于反向旋转提升时对土体有压密作用，而不是使灰、土向地面翻升而降低柱体质量。对于灰土搅拌效果的计算公式

$$t=\frac{h\cdot\sum Z}{V}\cdot m$$

式中： h 为钻头叶片垂直投影高度；ΣZ 为钻头叶片总数；m 为搅拌轴转速；V 为钻头提升速度；t 为灰、土搅拌效果；

对于搅拌轴转速于钻头提升速度的比值 m/V，现在定型机器都是一个常数，即提升速度加大转速也加大，提升速度变小转速也变小。而对于钻头叶片总数来讲和钻头叶片垂直投影高度来讲，变化就较大。下面具体来分析这些情况。

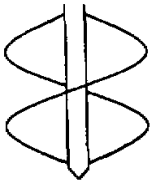


图 1

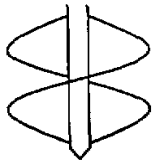


图 2

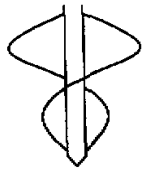


图 3

现场钻头中一种是图 1 所示的标准叶片，它上下部叶片的直径垂直投影距离都是正常值，大约为 50cm 左右，施工的桩体质量较好。另一种是图 2 所示的钻头，上部叶片直径能满足要求，但下部叶片直径较小，有的仅为 20～30cm，由于喷灰是在提升过程中进行，喷灰孔又在上部叶片和下部叶片之间，所喷出的灰仅靠下部叶片搅拌，所以所搅拌叶片直径不能达到要求，并且根本不具备把搅过的灰土再压密。所以施工的桩搅拌不均、有结块、有气泡，强度不高。

另一种见图 3，是上部叶片和下部叶片都较好，但钻头叶片投影高度值较小，叶片较平缓。这种钻头叶片间易形成很大的土团，并随钻头转动（即所谓的“抱团现象”）。钻头形成一个柱体，仅留有一个喷灰孔，叶片不具备搅拌功能，并且不具备压密作用。施工后的质量较差。现场观察这些钻头施工的搅拌桩极不均,有断桩、有结块、有气泡,强度不高。

出现这些现象必须调换钻头，或者在无法调换的情况下增大较小叶片直径和叶片的垂直距离，确保搅拌的效果。

三 结束语

综上所述，在施工过程中仔细观察分析钻头的各种要素对桩的影响效果，笔者认为，控制好钻头的各种要素确实能解决桩的施工效果。

参考文献

[1]《地基处理手册》编写委员会：《地基处理手册》，中国建筑工业出版社，1995。

[2] 龚晓南：《复合地基》，浙江大学出版社，1990。

[3] 铁四院软土地基研究所：《粉体喷搅拌法加固软土技术》，1986。