深层搅拌法加固设备房软弱地基

李书伟
（中国京冶建设工程承包公司地基工程部，北京，100088）

提　要　本工程根据现场的实际情况，使用深层搅拌法方案，技术上合理，经济上便宜。

一　概　述

某住宅区需建一设备房，根据地质勘察报告表明，该场地内埋藏有人工填土层、埋植物层、第四系全新冲洪积层和第四系残积层。具体描述如下：

①人工填土：属素填土，主要由褐黄色、褐红色性土、碎石、砾砂组成，天然含水量在24%~35%之间，呈松散状态，层厚8.10~14.80m；

②埋藏植物层：灰褐色，含有机质，结构松散，层厚0.2~0.6m；

③第四系全新冲洪积层：①粉质粘土：褐黄，灰色，含少量中细砂，可塑，层厚0.8~3.60m；②中细砂：褐黄，灰白色，成分为石英质，粒径2~3cm，稍密，层厚0.6~0.7m；

④第四系残积粉质粘土。

以上资料表明，人工填土层比较松散(标贯的平均值仅为2.8击)，处于欠固结状态，不宜作为设备用房的天然地基，需进行地基处理。第四系全新冲洪积层主要由粉质粘土和中细砂组成，是良好的持力层。设备用房采用框架结构，要求地基承载力不小于120kPa，基底埋深为-4.00m，需进行基坑支护。

二　换填法加固地基及基坑支护方案

该方案为原设计方案，即将基础下2m厚的人工填土换为碎石垫层，经碾压夯实后再进行结构基础的施工。基坑开挖深度达6m，其中东、南、北三侧的基坑坡度为1:0.5，需采用土钉墙及挂网喷射砼的方法进行基坑支护，西侧的基坑坡度为1:1，采用挂网喷射砼。此方案具体工程量为：换填1350m^3，100厚挂网喷射砼580m^2，50厚挂网喷射砼300m^2，土钉共288根，共1728m。

建设单位认为该方案虽然局部可满足建筑物地基承载力的要求，但基础下有明显的软弱下卧层(垫层下面存在一个约8m厚的欠固结回填土层)，工后沉降无法控制。另外，在现有的施工场地范围内因基坑开挖深度为6m，导致基坑坡度太陡(1：0.5)，护坡费用太高，委托本公司对其从技术和经济上进行优化。本公司根据多年的设计和施工经验并结合本场地的具体情况，提出了深层搅拌法加固地基及基坑支护方案。

三　深层搅拌法加固地基和基坑支护方案

本方案即在基础下打设深层搅拌桩至冲积层上，既可满足建筑物对地基承载力的要求，又不会有过大的沉降(经计算沉降量为 3cm)。另外，由于无须开挖换填，则基坑深度为 4.0m，其中东、南、北三侧的基坑坡度放缓至 1:0.75，西侧仍为 1:1，均采用挂网喷射砼的方法进行基坑护坡。

1.深层搅拌法地基处理

(1)深层搅拌法的施工设计参数：根据地质资料和地基承载力的要求以及以往的经验，本方案采用单头喷浆型深层搅拌桩加固地基，桩径 550mm，桩长 14.0m(其中喷浆段 10.5m，空搅段 3.5m)，采用正方形布置，间距 1.2m。水泥掺入比为 15%，即 61.8kg/m，桩身强度取 2.0MPa。

(2)施工工艺：采用两喷四搅工艺。

(3)工程量：本工程加固范围约 600m² 左右，需打设深层搅拌桩 381 根，总工程量 5340 延米，其中喷浆段 3905 延米，空搅段 1435 延米。

(4)深层搅拌法的特点：

① 无噪音、无振动，对周围环境特别是对周边建筑物和居民没有影响，可 24 小时连续施工；

② 不受阴天下雨的影响，工期有保障；

③ 造价较低；

④ 技术质量可靠，有关国家和地方规范成熟，近年来在本地区得到了大力推广使用。仅本公司在当地设计和施工深层搅拌桩已达 60 余万米。

2.挂网喷射砼基坑支护

(1)施工设计参数：基坑的东、南、北三侧坡度为 1:0.75，挂网喷射砼 80mm 厚；西侧坡度为 1:1 挂网喷射砼 50mm 厚(或抹水泥砂浆 50mm 厚)。

(2)工程量：80 厚挂网喷射砼约 420m²，50 厚挂网喷射砼约 200m²。

四　两种方案的经济比较

建设单位认为搅拌桩加固方案比换填方案技术上更可靠，经济上更合理，是本工程的优选方案，并决定按此方案设计和施工。

换填基础方案

序号	项目名称	工程量	计量单位	单价(元)	合计金额(元)
1	50mm 厚挂网喷射砼	300m²	m²	60	18000
2	100mm 厚挂网喷射砼	580m²	m²	100	58000
3	土钉	1728m	m	50	86400
4	挖土换填	1350m³	m³	200	270000
5	总计		1+2+3+4		432400

搅拌桩基础方案

序号	项 目 名 称	工程量	计量单位	单 价(元)	合计金额(元)
1	50mm 厚挂网喷射砼	300	m^2	60	12000
2	80mm 厚挂网喷射砼	580	m^2	100	42000
3	搅拌桩空搅段	1435	m	15	21525
4	搅拌桩喷浆段	3905	m	55	214475
5	总计		1+2+3+4		290300

五 施 工

(1)施工依据：本工程依据有关设计图纸及设计变更进行施工；依据中华人民共和国行业标准《软土地基深层搅拌加固法技术规程》(YBJ225-91)进行质量控制。

(2)施工工期：工程从开工到竣工，历时 15 天。

(3)施工要点：为保证桩身质量、桩体搅拌均匀和连续性，按照有关要求进行如下规定：

桩径：为满足搅拌桩桩径达到 ϕ550mm，搅拌机搅拌头叶片尺寸规定在 540～580mm 之间。当小于 540mm 时，就要求立即更换，并规定每次班组交接班时应检查叶片尺寸和薄厚程度。

供浆量：施工初试桩时，标定水灰比，每罐水泥浆用水量达到 0.55 时，在搅拌筒上作出记号，作为水量的使用标准；以实际满足桩身掺入量的泵量调整灰浆泵的转速，并在实际施工中规定不同制桩桩长所需泵送时间，当实际施工时间与规定时间出入超过 15 秒，即要求修理灰浆泵或减少水灰比。

制桩长度：设计要求中提出搅拌桩桩端进入粉质粘性土 1.0m 以上。依据建设单位提供的地质详勘报告，设计选择粉质粘性土层作为持力层，所有桩打至 14.0m 以保证上部框架结构的安全，避免差异沉降的产生。

(4)施工工艺：初定为全桩体六搅三喷，具体步骤为：①喷浆下沉；②喷浆座底；③喷浆提升；④喷浆下沉；⑤喷浆提升；⑥复搅下沉；⑦复搅提升。

(5)施工自检

施工中层层确定目标责任，相互监督，以利发现问题和解决问题。

随时检查施工记录、桩机垂直度、浆液浓稠度、机械进尺深度和施工操作过程等。

施工前和施工中两次对水泥进行抽查，经质检站实验室检测，快速检验结果证明达到标准才使用。

在施工前用洛阳铲和麻花钻，钻(铲)取地表以下原状土按可能使用的配方制备水泥土试块。水泥土试块尺寸为 50mm×50mm×50mm，水泥掺入比为 15%，经水下养护 30 天后进行无侧限抗压强度试验，试验结果 30 天的试块强度已超过 2.8MPa，大于设计要求。

在施工后一天内任选 10 根桩进行桩头(顶)轻便触探检测，检测结果表明，一天内的轻便触探贯入击数最低值为 24 击，桩顶检测段桩体质量完全满足设计要求。