换土垫层法在软弱杂填土地基处理中的应用

张新安
(新乡市规划设计院工程勘察公司,新乡，453000)

提　要　本文结合工程实例介绍了换土垫层法在软弱杂填土地基处理中的应用情况,说明了该地基处理方案是成功的、经济的。同时对换土垫层法在本地区的推广进行了经济分析。

一　前　言

随着城市发展的需要，以往的垃圾、人工填土等场地逐渐被利用，而这些场地地基土性质差，给投资方增加了地基处理的费用和施工周期。因此，应根据场地土类型、设计条件和周围环境选择合适的地基处理方案。本文通过新乡市新房开发公司安居小区三期工程地基土的处理来讨论换土垫层法在杂填土地基处理中的应用。

新乡市新房开发公司安居小区三期工程位于新乡市东干道东侧，西紧邻市环卫处，是新乡市近几年来开发的大型安居小区。本次拟建住宅楼七栋，高六层，均为砖混结构。该场地原为砖场挖土后的坑塘地带，后经垃圾回填，地势高低不平。场地地质条件较为复杂。主要为第四纪沉积的粉质粘土、粉土和粉砂，上覆较厚的人工杂填土，成分为生活垃圾、建筑和工业垃圾，松散，有机质含量高，回填时间短，自重固结尚未完成。

二　工程地质条件

1.根据新乡市新房开发公司安居小区三期工程的岩土工程勘察报告，本场地地层变化较大，为黄河和古河道沉积物，上覆较厚的人工杂填土，场地的地层如表 1 所示。

2.本场地地下水位在施工期间埋深 2.3~3.2m，水位标高 70.8m，属孔隙潜水类型。本场地地下水为弱碱性中矿化度极硬水，对混凝土具有强腐蚀，对钢筋混凝土中的钢筋具有中等腐蚀。

表1 场地地层分布

层序	地层名称	层厚 (mm)	天然含水量 ω（%）	压缩模量 E_S（MPa）	静探端阻 q_c（kPa）	承载力标准值 f_k(kPa)
1	杂填土	4.3~5.6				
2	褐色粉质粘土	0~2.3	23.4	6.1	1.4	130
3	褐黄色粉土	0~2.2	25.1	6.1	0.9	100
4	灰黄色粉质粘土	0.9~2.4	28.2	6.7	1.1	110
5	灰黄色、灰青色粉土—粉砂	0.6~2.4	21.7		0.6	80
6	棕黄色粉土	0.8~2.1	24.1	13.3	9.9	200
7	棕黄色粉细砂	>6.1	22.0	29.9	28.6	250

三 地基处理方案的选择

针对该工程地质情况复杂、地下水位高，且具有强腐蚀性、工期紧等具体情况，经过多种地基处理方案全方位比较，认为若采用天然地基或粉喷桩，地下水对混凝土的强腐蚀会给工程带来不安全隐患；采用振冲碎石桩，上部杂填土不能得到有效挤密；采用钻孔灌注桩，工程造价太高，采用换土垫层法，具有对周围环境影响小，施工速度快，不受场地限制，垫层质量易于控制等优点。并且本地有大量的石材资源，价格便宜，运输方便。

四 垫层设计

1.垫层材料：选取采石场的粒径 2~4cm 的碎石，应质地坚硬，级配良好，不得含有杂质和较大的石块。

2.垫层的厚度和宽度：在满足垫层底面土的自重应力与附加应力之和不大于同一标高处地基土的承载力前提下，该场地碎石垫层的平均厚度为 2.2m，最大厚度为 3.2m，最小厚度为 1.2m，为防止垫层向边部挤动，满足应力的扩散，回填范围为外轴线外扩 2.5m。

3.施工技术要求：由于本场地地下水位较浅，基坑开挖要先期降水，再挖除杂填土。碎石垫层底面应尽量铺设在同一标高之上，若有高差则按斜坡搭，施工时由深而浅分层施工。碎石要分层铺填，第一步厚度为 50cm，其余每步厚度为 30cm，每步用 13 吨铲车和 16 吨推土机各碾压一遍，回填至设计高程后，用 30 吨振动压路机碾压两个来回。垫层的设计承载力标准值 f_k=200kPa。

五 效果检测

垫层施工完成后进行了效果检测，采用了重型动力触探和载荷试验对本场地的碎石垫层进行质量检测。

1.重型动力触探试验：在场地内每间距 10m 布置一个试验点，边角点距碎石垫层边

沿 2m，要求穿过碎石垫层不小于 0.5m，个别点在连续 3 个特大值击数时停止试验。由试验结果可知，垫层在水平方向上一般呈现中间高于周边，四角低的规律；在竖直方向上，顶部有厚约 40cm 欠密实的松散层，向下强度增高。各测点的平均动探击数为 7.5 击，垫层强度（除角点外）满足设计要求。其代表曲线见图 1 。

2.载荷试验：在场地内共布置 3 个静载荷试验点，采用平板载荷的稳定加载法，总荷载值不小于地基承载力标准值的两倍，加荷等级分为 8~10 次，承压板面积 2800cm^2，依载荷试验结果，按相对沉降量控制法得出垫层承载力基本值达 749kPa，超出了设计要求。其代表曲线见图 2。

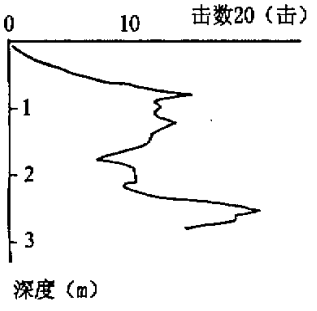


图 1　重型动力触探曲线

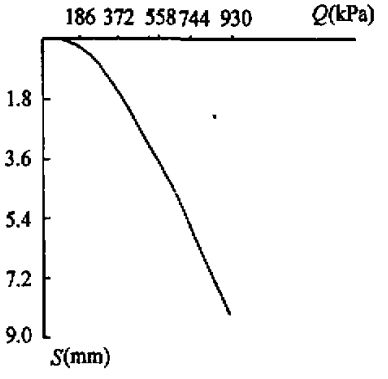


图 2 载荷试验曲线（$Q-S$曲线）

六　施工中应注意的问题

1.施工前，应对采石场的碎石进行筛分试验，选取颗粒均匀，质地坚硬，无杂质的碎石作为换填材料。

2.应控制压路机碾压速度，严格按照施工规程施工。

3.大型运输机械应不进入场地。

4.应注意对边、角点的碾压和碎石的回填。

5.载荷试验的载荷板尺寸应当加大，减少承压板对试验结果的影响。

6.垫层施工完成后，应尽快砌置基础。

七　效果与经济分析

新乡市新房开发公司安居小区三期工程的杂填土地基的处理效果较好，碎石垫层的承载力标准值(除角点外)大于 200kPa，满足了设计要求。

新乡市近几年对软弱地基土的处理多采用水泥粉喷桩或振冲碎石桩复合地基，采用

复合地基，施工麻烦，成本高。新乡市分布广泛的石材资源，有豫北最大的建材基地，碎石经采石场破碎并筛选成 2~4cm，价格为每立方米 28 元，比较便宜。并且使用换土垫层法具有工期短、质量易于控制、易检测的优点。

八 结 论

1.应用换土垫层法在新乡市新房开发公司安居小区三期工程杂填土地基处理中的应用取得了较好的效果。该地基处理工程于 1999 年元月开始施工，为期两个月，建筑物自建成至今未出现异常，各点沉降均在 5mm 左右。

2.换土垫层法无污染，无振动，施工简单，工期短，质量易控制，易检测，是处理杂填土地基的一种经济、有效的方法。

3.今后在采用换土垫层法处理软弱杂填土地基的过程中，应及时总结勘察、设计、施工和检测四方面的经验，以期取得更好的效果。

参考文献

[1] 中国建科院：《建筑地基处理技术规范》，北京，中国计划出版社，1992。

[2] 曾国熙等：《地基处理手册》，北京，中国建筑工业出版社，1998。

[3] 李历：《换土垫层法在乌鲁木齐市南湖地区软土地基处理中的应用》，载《岩土工程师》，1999。