深圳市某建筑地坪工后沉降的分析与处理

陆贻杰　　邹学理
(冶金工业部建筑研究总院深圳分院，深圳，518054) (深圳市住宅局工程管理站，深圳，518031)

提　要　本文通过对典型工程事故的原因、危害及处理情况的介绍，总结分析了在软土地区进行建筑设计和施工中易出现的问题和解决方法。

一　前　言

深圳某小区的中学地处滨海低洼地带，地表为近期回填的人工填土，其下为深厚层软至流塑状灰黑色淤泥。中学占地面积约为 26000m²，设有教室、办公室、教师宿舍、室内运动场及走廊、车棚等建筑物，1~4 层不等。主体结构的基础均采用直径为 550mm 的预应力管桩进行处理，效果良好。但是，在建设工程全面竣工后，由于人工填土和淤泥层的自重固结，造成整个场地土层的大量下沉，建筑物室内地坪普遍开裂、塌陷，对建筑物的安全和正常使用造成了严重的损害，现对此工程事故的原因、危害及处理情况进行介绍。

二　工程地质概况

拟建场地地貌属滨海低洼塘沼地带，主要地质条件如下：

1.人工填土：主要由(砾质)粘性土组成。属近期堆积，未经压实，结构松散，分布于整个场地，其厚度变化于 3.8~7.1m 之间。

2.植物层(Q^{pd})：深灰—灰黑色，主要由粉质粘土组成，含少量植物根系。湿，可塑状态。层厚 0.3~0.9m。

3.第四纪海积、冲洪积层(Q^{m+al})：主要为黑—灰黑色淤泥，软—流塑，层厚为 4.0~18.7m，天然含水量 57.5%~98.3%，孔隙比 1.55~2.63，压缩模量 1.51~1.79MPa，属高压缩性土。

4.第四系洪积层(Q^{al+pl})：主要为褐色粉质粘土，可—硬塑，层厚较薄，物理力学性质较好。

5.第四系残积(Q^{el})砾质粘土：褐色、灰白色，可硬塑。

6.燕山期花岗岩($r_5^{3(2)}$)。

三　损害情况调查

工程于1995年6月动工，1996年2月全面完工。1996年5月开始发现地坪沉降现象，并于1996年6月开始对地坪沉降情况进行监测，经过四个月的准确测量，地坪沉降速率约为0.28mm/d，且没有收敛的趋势。

经过对学校内所有建(构)筑物的仔细检查，发现大量地坪下沉对学校建(构)筑物的损害主要体现在以下几个方面：

1.教室、办公室、室内运动场等室内地坪由于土层大量下沉(最大下沉量超过500mm)，造成地坪开裂、塌陷，无法正常使用。

2.一楼部分填充墙由于未设地基梁，造成墙体下沉、开裂。

3.部分室外附属建筑物，如室外楼梯、走廊等，由于地基处理的程度不同，工后沉降不同，因而引起结构拉裂、错位、倾斜等严重损害现象。

4.室外散水严重下沉、开裂,且起伏不平。

5.室外管线(如给水管、消防水管、污水管、雨水管等)由于大量沉降和不均匀沉降引起了开裂、错位、断裂等严重损害。

四　工程事故原因分析

经过仔细调查、分析后发现，引起此工程事故的主要原因是：

1.人工填土和淤泥均为欠固结土,尤其是在淤泥层上新近堆填了大量填土，使淤泥层承受了附加荷载，更加加大和加速了淤泥层的固结沉降。

2.结构设计与布局欠合理，在深厚层软弱土层上建造建筑物，应将层数不同、使用功能不同、对沉降敏感程度不同的建筑物区分开来，不应将其结构主体相互连接。

3.根据软土层的沉降机理和沉降观测资料所揭示的沉降速率，土层的固结沉降还远远没有完成，必须尽快采取有效措施进行加固和治理，方可保证建筑物的正常安全使用。

根据上述损害调查和原因分析，确定主要加固处理的对象为室内地坪和室外管线，室外主要管线(给水、消防、煤气管道)可采用架空方案，附着于主体结构上，相对比较简单；室内地坪又可分为大开间(室内运动场)和小开间(教室、办公室)两类。

五　室内运动场地坪软基处理方案

中学室内运动场长41.2m，宽24.0m，室内净高约7.0m。从软基处理的角度分析，有以下两个特点：

1.需加固的室内面积较大，约1000m^2。

2.此处的软土层为整个场区内最厚处，淤泥底板埋深最深达23.0m。

鉴于以上特点，几种常用的补桩加固措施均较难实施。架空梁板体系由于跨度大，面积大，所需的主次梁断面大，投资造价高；旋喷桩方案造价高，泥浆量大不易清除；深层搅拌桩方案由于净空不够，目前社会上常用的施工设备均无法施工。

经过反复讨论和验证，确定采用可接式深层搅拌桩复合地基方案对室内软基进行加

固。可接式深层搅拌桩即通过分段搅拌、逐节接杆的方式，解决了深层搅拌桩在室内作业净高不够的难点，在 7.0m 净空的室内制出了 24.0m 长的深层搅拌桩。

其主要施工工艺如下：

1.预搅下沉；

2.逐节接杆(每节钻杆长约 4.0m)至穿透软弱土层，进入褐色粉质粘土不少于 0.5m；

3.喷浆坐底；

4.喷浆搅拌提升 4.0m，复搅下沉到底；再次喷浆搅拌提升，直至完成下部 4.0m 范围内的二喷四搅工艺；

5.拆除一节钻杆，复搅下沉 0.5m；

6.重复步骤 4 工艺，直至地面。

六　教室、办公室地坪软基处理方案

教室、办公室地坪软基处理技术特点：

1.开间小、净空低(仅 3.3m)；

2.软土层厚度变化大；

3.原主体结构基础下采用预应力管桩，在设计时没有充分考虑软土层自重固结下沉对桩产生的负摩阻力作用，所以经重新验算，桩所承受的荷载已远远超过了原设计值，已无潜力可挖。

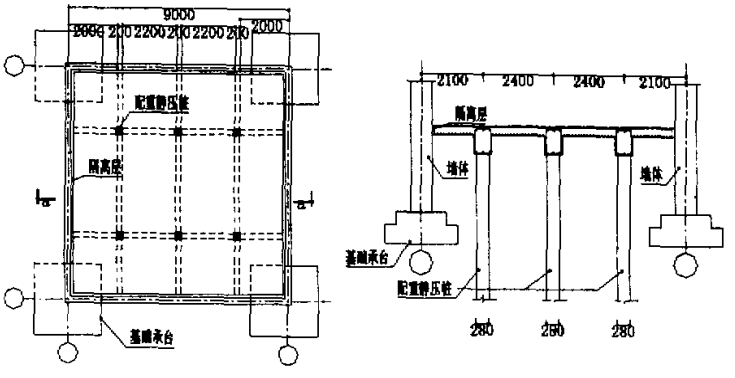


图 1 架空楼板平面布置示意　　a-a 剖面

根据以上特点，教室、办公室地坪软基处理宜采用架空梁板的方案，但是由于原主体结构工程桩已无法承受新增荷载，所以首先要进行补桩。为了使结构受力明确，不对原有的结构受力体系造成扰动，设计采用室内配重静压桩基础加架空梁板与原主体结构完全隔离的方案进行处理，参见图 1。

其主要施工工艺如下：

1. 破碎地坪，开挖覆土；

2.布置桩位；

3.引孔，直径 250mm，深 5~7m(防止填土层中有障碍物)；

4.安装压桩架及配重；

5.压桩、接桩，直至桩长和压桩力满足设计要求；

6.浇筑架空梁板。

七　效果与结论

经过加固处理，全面解决了上述由土层固结沉降引起的损害和隐患，经跟踪观测，目前土层仍在继续下沉，但所有结构物的地坪、基础等均安全稳定，未再出现任何裂缝等现象。目前，学校已全面投入正常使用。

通过对这项工程事故的处理，有如下几点体会：

1.在软弱土地区进行设计施工时，对表层为结构松散、回填时间较短的填土层，应充分考虑填土层自身的固结沉降以及对桩所产生的负摩阻力现象。

2.在上部结构施工过程中，一定要进行系统、完善的沉降观测，以便于及时发现问题和解决问题。

3.在深厚层软土地区建造建筑物，应将层数不同、使用功能不同、对沉降敏感程度不同的建筑物分离，不宜将主体相互连接。

4.静压桩工法对原状土扰动小，工后沉降小，受力明确，对基础补桩加固效果显著。