益来广场深基坑支护设计方案分析比较

谭跃虎　徐水根　　樊有维
（南京工程兵工程学院，南京，210007）　（南京市测绘勘察研究所，南京，200043）

提　要　本文从技术和经济两方面，对南京最深的基坑——益来广场的深基坑的施工方案进行分析比较，最终采用的方案合理利用了主体结构型式以及岩土体的物理力学性质。

一　引　言

在城区进行深基坑开挖与支护时，由于受到环境影响的制约，必须因地制宜，根据地质条件及上部结构形式，综合运用现行的支护技术，才能做到安全经济。

二　工程概况

拟建中的益来广场系由南京益来房地产公司负责开发建设。广场分别由五十层主楼及七层裙楼组成，且设置三层地下室。整个建筑采用筒体结构、桩—箱基础形式，基坑开挖面积为 4000m^2，开挖深度 19.8m(由自然地面算起)，是南京市最深的基坑。该工程位于中山北路与湖北路交叉处，南边与江苏商厦相邻，东侧临近有两栋七层砖混结构民宅，其中一栋民宅的支护桩仅为 1.5m。

三　工程地质条件

建设场地属于长江二级阶地，场地地势呈东高西低，地面标高变化范围在 16.81～18.9m。岩土层分布自上而下为：杂填土、粉质粘土、粉土、残积土、强风化岩石、中风化闪长岩。其主要物理力学参数如表 1

四　基坑支护方案选择

基坑东侧有两栋七层楼房，西边有路，基坑开挖较深。为此，现场成立了专门小组，综合考察现场周边环境条件，对可能采取的各种深基坑支护技术进行了多次反复讨论和细致的分析，确定了技术方案。

表1　各岩土层主要物理力学性质

土　层	r(kN/m^3)	C(kPa)	ϕ(度)	K<10^{-5}(cm/s)
①人工填土	19.4	5.0	20.0	350
②～1 粉质粘土	20.1	50.0	23.0	<0.01
②～2 粉质粘土	19.7	30.0	18.0	0.12～0.18
②～3 粉质粘土	20.1	60.0	23.0	<0.01
③残积土	19.8	40.0	20.0	3.0～3.5
④～1 轻风化岩石	24.9	100.0	30.0	不透水层
④～2 中风化岩石	25.5	200.0	40.0	不透水层

1. 方案(1)

(1)应用钢支撑～柱列式人工挖孔桩作为支挡结构型式

计算参数如表 1 所示

(2)土压力系数计算

按照郎肯土压力计算理论进行土侧向压力设计，即

主动土压力：　$K_{ai}=tg^2(45°-\varphi_i/2)$

被动土压力：　$K_{pi}=tg^2(45°+\varphi_i/2)$

计算时不考虑支护抗体与土体的摩擦作用；且不对主、被动土压力系数进行调整，仅作为安全储备处理。

(3)土层侧向土压力计算的约定

设计中考虑到场地的岩土工程条件，在岩土层侧向压力计算时，均采用总应力分布法进行。

(4)支撑位置的确定

根据上部结构剖面图，计算时支撑位置按照实际钢支撑位置确定，并且充分考虑到钢支撑拆除时的便利和减少对地下室主体结构施工影响程度。选择为第一层钢支撑位置为－2.5m，第二层钢支撑位置为－8m。

2. 方案(二)

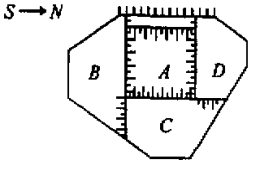


图1　施工平面图

(1)支挡土结构采用柱列式人工挖孔桩，支撑结构则充分利用地下室结构中的梁和柱，将梁外延至挡土结构上，局部地段的支撑结构采用预应力锚杆，从而形成整个空间的整体支护结构体系。本方案要求采用半逆作法进行施工，如图 1 所示 B、C、D 三块利用地下室梁柱支撑，中心岛 A 区，东侧用预应力锚索。

(2)土压力计算

同方案(1)

(3)锚杆的设计计算

因计算水平支撑力较大，设计锚杆的水平倾角分别为 15°、25°间隔进行。设计计算时，取锚杆平均水平倾角为 20°，水平间距为 1.2m(最不利情况)进行验算，其中锚杆孔直径为ϕ=150。

综合上述计算，设计结果如下，桩长 23m，直径 1m，桩间距(中心)2m。锚杆分四层，第一层锚杆总长 24m，锚固端长 12m，标高 - 2.8m；第二层锚杆总长 21m，锚固端长 12m，标高 - 7.3m；第三层锚杆总长 18m，锚固端长 12m，标高 - 12m；第四层锚杆总长 17m，锚固端长 12m，标高 - 16.5m。

3. 两种方案的比较

从技术上分析，方案(1)是目前较为普遍的方法，它的优点是就支护工程而言施工工艺简单，但本工程基坑面积较大，周边房屋对变形控制要求较严，特别是钢管支撑在节点及与围檩联结部位处理较困难，两层钢管支撑不便于地下室施工。

方案(2)，充分利用地下室的分布情况，在 *B*、*C*、*D* 区域采用先控土至 - 7.5m 深，然后再施工地下室柱、梁，使地下室柱、梁兼作支护结构。结构整体性强，有利于抑制变形，中心岛处用预应力锚索，增加了施工空间。

两种方案理论变形相差较大，如图 2、图 3。

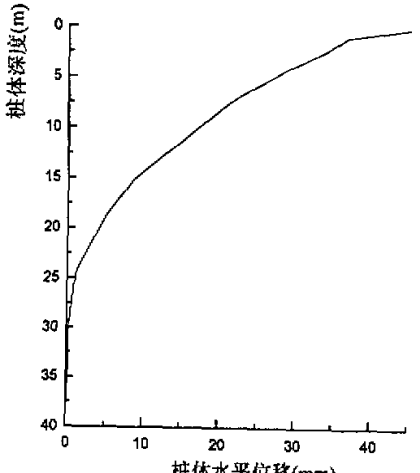


图 2　方案(1)围护桩理论变形

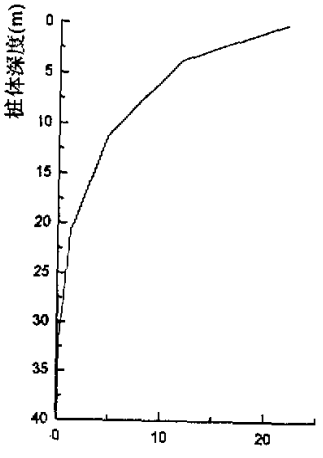


图 3　方案(2)围护桩理论变形

从经济角度分析，方案(2)比方案(1)费用减少 175 万元。

五　结 论

(1)从技术与经济两方面比较分析，方案(2)明显优于方案(1)，故选择方案(2)。方案(2)的实测变形如图 4 所示，实测变形略大于理论变形。

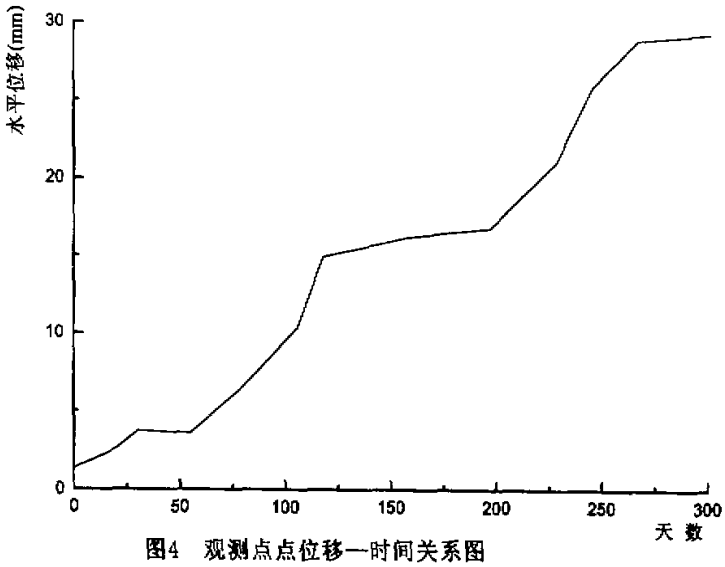


图4　观测点点位移—时间关系图

(2)从施工的整个过程看，原计划支护工期 5 个月(除围护桩外)，实际工期是 18 个月，施工过程中，经受住连日暴雨的考验。如果采用方案(1)，在这么长的时间内控制变形较困难，遇到突发事件时，更是难以处理。

(3)选择方案(2)，合理地利用了上部结构型式，以及岩土体的物理性质，是一种综合的支护方法，取得了较好的经济效益与社会效益。