

郑州市区工程地质特征分析及建筑桩基础选型探讨

张心剑

(河南省有色金属地质矿产局,河南 郑州 450052)

摘 要:以郑州市区第三层土层为例对市区的工程地质和水文地质特征进行了初步研究,总结出郑州市区岩土工程特征的一般变化规律,进而把郑州市区划分为 A、B、C、D 四个特征区域。分析了郑州市区内建筑物地基基础的处理方法,并对桩基础的适应性作了探讨,为郑州市区内建筑桩基础的选型提供了一个较好的参考。

关键词:郑州市区;工程地质特征;地基处理;桩基础

中图分类号:P642;TU473.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-3746(2001)S1-0035-04

人们对高层建筑的需要带动了各种地基基础处理技术的发展,先进而合理的地基基础技术为建设超高层的建筑甚至摩天大楼提供了条件,同时对缩短建设周期、节约工程造价、保护市区环境和减轻城市交通压力等起了重要的作用。

就某一区域来说,根据区域工程地质特征,其地基基础处理技术具有一定的适应性。下面笔者就郑州市区的工程地质特性及首选地基基础处理方法作一简要分析,以供参考。

1 郑州市区的工程地质特征

1.1 区域地质地貌

郑州地区自第四纪以来,东部缓慢沉降,堆积了巨厚的松散层,西部则逐渐隆起,遭受剥蚀。市区地貌属黄河冲洪积平原的西南边缘,地形平坦,总的趋势呈西南高、东北低,高差 20 m 左右;原始地形经城市建设改造,微地貌起伏特征已不存在。

1.2 地层结构分布特征

根据笔者所掌握的资料,郑州市区地层结构具有如下分布特征:

市区西南部(京广铁路西、陇海铁路南), Q_4 地层覆盖较薄,嵩山路以西多出露 Q_3 , 0~38 m 为 Q_3^{Al+Pl} , 38~82 m 分布 Q_2^{Al+Pl} , 但未揭穿。东部和北部 Q_4 覆盖较厚,火车站地区 11 m 以上为 Q_4 , 东南部(城东路与陇海路附近) Q_4 厚度 21 m, 东北部 Q_4 厚度则达 35 m 以上。在 100 m 的范围内地层成因基本是冲洪积和湖积。

郑州市区的地层组成比较简单,多是由粉土、粉

质粘土、粉砂、细砂等交替或互层(夹层)出现,部分有中粗砂层揭露。砂层呈多层分布,比较广泛,有巨厚砂层,局部砂层呈透镜体状。在粉土、粉质粘土中含有钙质结核。市区西部(以京广铁路为界)在 35~40 m 深度的地层中钙质结构板结成块(如裕达国贸等场地);火车站场地在 15 m 和 27 m 处有 2 层姜石富集层,是标志性地层;金博大城场地在 30~35 m、60~65 m 处有 2 层钙质板结层;东南部则在 24~35 m 含大量钙质结核,有的结层分布,20~25 m 有卵石存在,60 m 以下还揭露出钙质胶结的砂砾岩层;省体育场馆场地则在 35~37 m 处分布有一层板状钙质淋滤层。整体来看,市区内 20~40 m 的地层中多分布有 1~2 层钙质板结层(或姜石富集层),东北部则在 40 m 以下有分布。

1.3 地基土物理力学性质变化特征

对郑州市区内若干场地岩土工程勘察报告提供的地基土物理力学性质的部分指标进行统计分析,发现岩土工程特征具有一定的变化规律。总体上具有东北部工程地质条件较差、向西南方向上逐渐变好的特征,表现为:东南、南、西、西南土层的密实度增高,压缩模量标准值(E_s)、天然地基土承载力标准值(f_k)、粘聚力标准值(c_u)等均有增加。根据高层建筑基础埋深的一般要求,并便于分析,笔者选取了市区范围内的第三层土层的 f_k 、 E_s 及水位埋深进行统计,作出了“郑州市区第三层土层 f_k 、 E_s 及水位变化曲线示意图”,见图 1(图中各样点的地理位置参看图 2)。

从图中可以看出,金水路以北、沙口路以东、北环路以南、107 国道以西的区域内, f_k 和 E_s 变化幅

收稿日期:2001-05-30

作者简介:张心剑(1965-),男(汉族),河南人,河南省有色金属地质矿产局高级工程师,探矿工程专业,从事探矿工程、岩土工程技术和工艺开发应用及施工管理、安全管理工作,河南省郑州市中原东路 107 号,(0371)7446588。

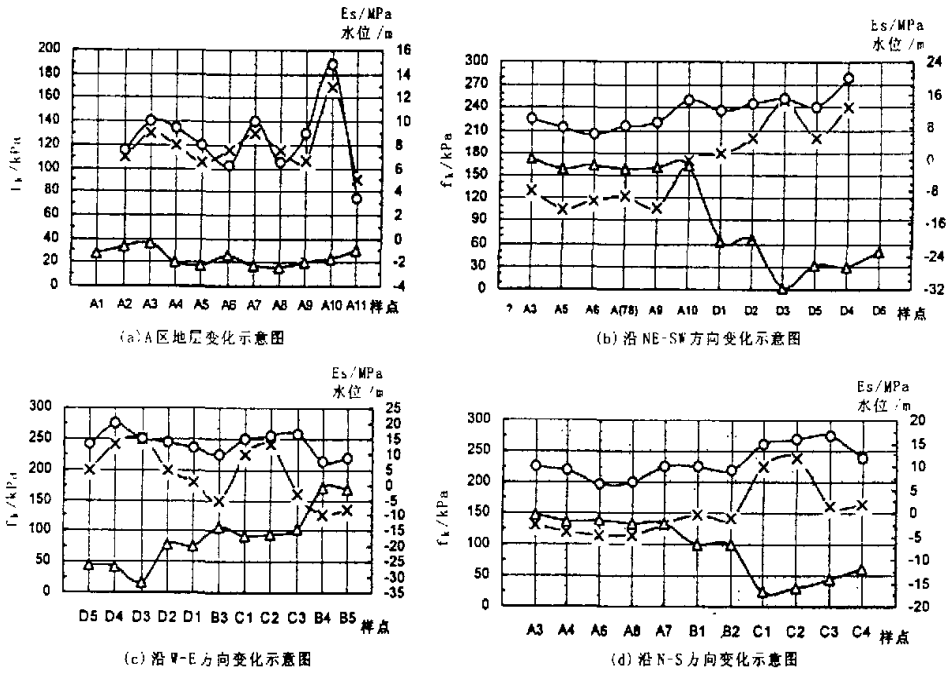


图 1 郑州市区第三层土层 f_k 、 E_s 及水位示意图

- x - f_k ; - ○ - E_s ; - △ - 水位

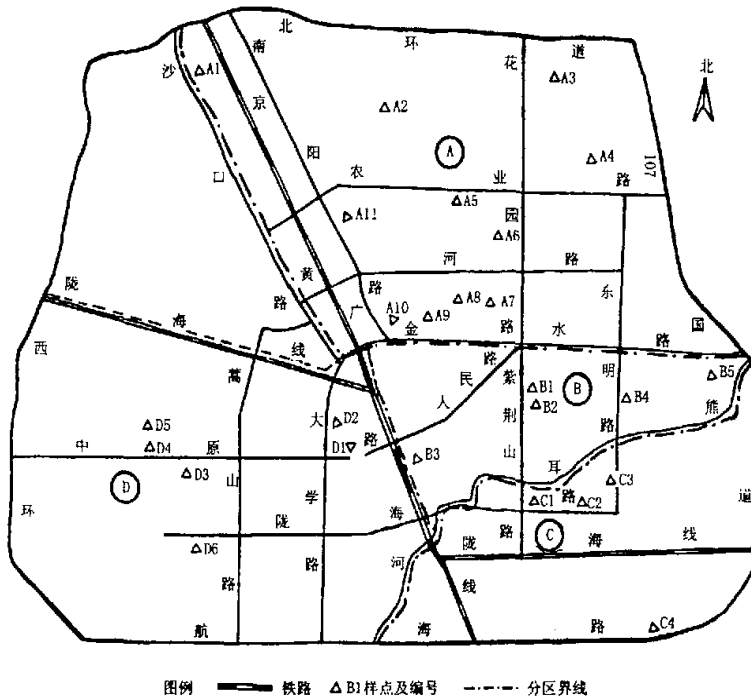


图 2 郑州市区特征区示意图

度较小($f_k = 90 \sim 130 \text{ kPa}$, $E_s = 3.5 \sim 10 \text{ MPa}$),但在大石桥附近(A10点)有一突变($f_k = 170 \text{ kPa}$, $E_s = 14.8 \text{ MPa}$)(图1a);在NE—SW方向上,从A10点向西南则有较大的增加($f_k > 180 \text{ kPa}$, $E_s = 13 \sim 20 \text{ MPa}$),水位则急剧下降(图1b);W—E方向的变化为:沿中原路至火车站逐渐降低,然后向东南至城东路渐次升高,再向北过熊耳河后又迅速降低($f_k: 250 \rightarrow 150 \rightarrow 240 \rightarrow 125 \text{ kPa}$, $E_s: 20 \rightarrow 10 \rightarrow 16.5 \rightarrow 7.5 \text{ MPa}$)(图1c);东部南北方向基本以金水路为分界,向南逐渐增加,从B2点至C1点增加幅度较大($f_k: 142.5 \rightarrow 240 \text{ kPa}$, $E_s: 10 \rightarrow 16.5 \text{ MPa}$)(图1d)。

对其余地层及地层其他的物理力学性质指标进行分析,总体上也具有上述变化规律,不再赘述。

1.4 水文地质条件

根据目前所掌握的资料,市区内地下水多属潜水类型,对砼不具有腐蚀性;西部52 m以下的中细砂、粉细砂层中含有微承压水。地下水位埋藏具有北部和东北部高($-0.3 \sim -2.4 \text{ m}$)、南部和西南部低($-14 \sim -32 \text{ m}$)的特点,变化范围在 $-0.3 \sim -32 \text{ m}$,见图1中的水位变化示意曲线(图中水位以场地地表标高为0计算)。

1.5 地震效应、液化特征及黄土湿陷性特征

郑州地区地震基本烈度为Ⅶ度,建筑结构设计应按Ⅶ度设防。市区内液化土层鲜见,局部土层有轻微液化现象。

在郑州市区的地层组成中,湿陷性黄土也极为少见,只在个别场地工勘报告中见到具有轻微湿陷性的土层。

1.6 郑州市区工程地质特征区域划分

根据郑州市区的工程地质特性和水文地质特征,笔者将郑州市区(西至西环路,东至107国道,北至北环道,南至航海路)大致划分成A、B、C、D共4个区域,如图2所示。在同一区域内的工程地质特性和水文地质条件变化不大,或局部略有变化;区域相邻部分的地层特征也不是截然不同、突然变化,而是渐变的,甚至局部会出现相反变化的情况。西环路以东、沙口路以西和陇海铁路以北的三角地带由于资料缺少,暂划入D区范围。

2 市区内建筑物地基基础处理方法简介

20世纪70年代以前,建筑物高度相对较低,地基基础处理方法简单,基本上是天然地基+浅基础如条形、筏板等,少数采用大开挖箱基形式。70年代以后,随着高层建筑的增多,基础处理方法的选

择也多样化了,特别是近20年来,随着新技术的发展,桩基础被广泛应用。桩基础以施工周期短、造价低、承载力高且可在较大范围内调整等优点,显示出强大的生命力。目前郑州市区所采用的地基基础可大致划分为:对于低层建筑(8层以下)一般采用粉喷桩地基加固处理;9~20层的建筑多用沉管桩(东北部)或钻孔桩;20层以上的建筑及结构独特的构筑物(如立交桥等)基本上都采用钻孔灌注桩深基础。

市区内以往部分建筑所采用的基础形式,从某种意义上讲具有一定的主观性。除了受场地的客观地质条件及环境条件影响外,基础设计方案有时还受设计者对基础处理技术的熟悉程度、个人设计习惯等主观因素的影响,虽可保证承载力的要求,但不一定是最合理的基础型式,由此可能造成基础造价偏高,甚至出现业主先确定桩型,再由设计方进行设计的情况,致使方案反复修改,给设计带来了一定的困难。最佳的地基基础类型应根据建筑物荷载、场地内土层的岩土工程特性、地基基础处理技术的先进性及经济合理性等因素来确定。

3 桩基础的适应性分析

目前在基础施工中比较常用的桩型有钻孔灌注桩、沉管灌注桩、静压桩、高压旋喷桩、人工挖孔扩底桩等;以及近几年来发展起来的超流态素砼桩、多支盘桩、钻孔桩+注浆等。现就郑州市区内各类桩型的适应情况分析如下。

3.1 沉管灌注桩

该桩型为刚性桩,其特点主要是:单桩承载力高,施工速度快,工程造价低。但由于其受桩径、最大沉管深度、地层及地下水条件的制约,在郑州市区内主要适应于A区20层以内的建筑。A区地层主要是粉土、粉质粘土、薄砂层,且土质较软,天然地基承载力低,地下水位高,一般在地下1 m,深处2 m左右,随季节有一定幅度的变化。沉管灌注桩在该区施工条件优越,是建筑桩基础的首选桩型。B区北部的部分区域亦可采用该种桩型。

3.2 静压桩

该桩型为刚性桩,其特点是:施工时无噪声,无振动,施工效率高,每天单机可成桩30~40根,单桩承载力较高,但其承载力受压桩机静压能力制约。静压桩适应的区域为:A区和B区中20层以内的建筑基础。

3.3 高压旋喷桩

是介于刚性桩与柔性桩之间的一种桩型,属于地基加固范畴,能较大幅度地提高地基土的承载能力。具有适应范围较广、设备简单、施工方便、振动小、噪声较低、施工速度快、工程造价低等特点,20~30层的高层建筑物基础亦可采用此桩型(如新闻大厦等),在郑州市区内适用于A、B、C三个区域。

3.4 超流态素砼灌注桩

这种桩型属于刚性桩,其特点是施工速度快(单机一天可成桩60~80根),成桩质量好,孔壁稳定,无泥浆污染,无噪声,工程造价低,是近年来国内岩土工程界根据特殊地质条件研究推广的一种新的桩型,主要用于地下水位埋深较大的高层建筑,郑州市区内C、D两区适用此类桩型。

3.5 人工挖孔扩底桩

该桩型特点是:施工设备简单,工程成本低;适应性强,环境污染少;成孔速度快,工期短;成桩质量容易控制,单桩承载力高。由于受地下水位埋深及地层地质条件(如流砂、淤泥、涌水带等)的限制,在郑州市区内适用于D区的20层以内的建筑物基础。

3.6 多支盘桩

又叫葫芦桩或竹节桩,也是近几年来推广应用的一种新桩型。施工方法是将钻孔桩每隔一定的距离用特制的装置将其扩大,最后形成桩身粗细相同

的、象竹节一样的桩。该桩型的优点是单桩承载力高,工程造价相对降低,可用于30层左右的建筑基础,在郑州市区内适用于A、B区内。

3.7 钻孔灌注桩

钻孔灌注桩是目前应用最多的一种桩基础。该桩型适应范围广泛,几乎在各类复杂工程地质和水文地质条件下都能适应。就郑州市区来说,A、B、C、D四个区域中的任何高度的建筑均可采用这种桩基础。由于其工程造价相对较高,且在施工中泥浆排量大,具有一定的噪声污染,在繁华市区内施工时对环境具有较大影响,因此不能作为首选桩型,只有在其它桩型不适应或不能满足承载力要求的情况下才选用这种桩型。

3.8 钻孔灌注桩+高压注浆

这种桩型是采用2种工艺进行施工而成的。首先施工成桩,在成桩时埋设注浆管,成桩1~2周后再进行桩底或桩侧注浆。这种类型的桩基础,在桩长不变的情况下单桩承载力大幅度提高,一般可提高50%~100%,有的甚至更高,工程造价也因此大大降低,节约成本显著。如金博大城主楼设计桩径1000 mm,桩长83 m,单桩极限承载力近20000 kN,若采用桩侧和桩底压浆法施工,桩长可减短20~30 m,工程造价可降低30%以上。

不同区域内桩型选择可参见表1。

表1 郑州市区高层建筑桩型选择

楼层数	沉管灌注桩	静压桩	高压旋喷桩	超流态素砼桩	人工挖孔扩底桩	多支盘桩	钻孔灌注桩	钻孔灌注桩+高压注浆
10~20	A	A、B	A、B、C	C、D	D	A、B	A、B、C、D	A、B、C、D
21~30		A、B	A、B、C	C、D		A、B	A、B、C、D	A、B、C、D
31~40			A、B、C				A、B、C、D	A、B、C、D
40以上							A、B、C、D	A、B、C、D

4 结语

地基基础处理的设计和施工,其理论性和实践性都比较强。对区域(市区)工程地质特征进行分

析,总结出其一般变化规律,并探讨基础处理技术手段的适应性,在技术上和经济上都具有合理性,对区域(市区)的工程基础处理设计和施工具有一定指导意义。