

于断裂破碎带上,局部横跨断层的上盘或下盘,由于断裂构造多期次的构造作用,使场地内的地质结构及地层岩性变化复杂。

2.2 地形、地物及地下设施情况

拟建场地地处八宝山断裂构造带形成的山前坡地,该建筑场地原为中国地震局八宝山断裂观测台台址,在现状自然地面下约 6.00m~10.00m 深度分布有

宽 2.00m,高 2.20m 的地下观测巷道,该地下观测巷道平面呈三段相连的折线形,拟建建筑中部及东北角下有巷道通过。受建造地震观测台站及地下观测巷道时的施工影响,地面高差变化较大,现状自然地面标高在 66.30m~72.00m 左右。

有关拟建建筑物同地形、地貌、地物及断裂构造的相对关系参见“拟建场地工程地质平面图(图 2)”。

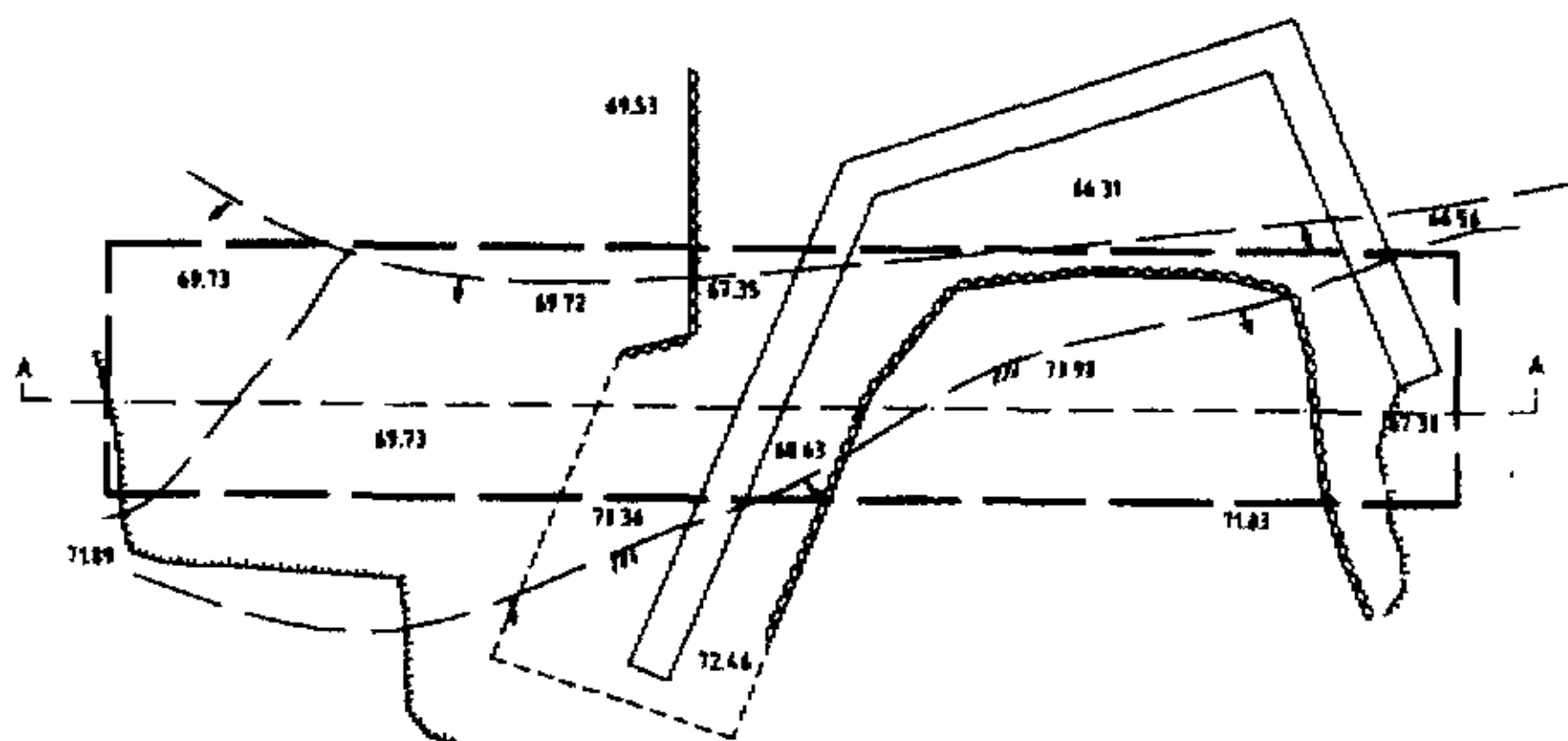


图 2 拟建场地工程地质平面图

3 勘察方案的策划与实施过程

由于拟建建筑横跨八宝山断裂带,故而该断裂的地震稳定性系本工程建设是否可行的关键。为此,在确定岩土工程勘察方案之前,专门请有关的权威部门(中国地震局分析预报中心烈度评定委员会)对八宝山断裂带的活动性进行了相关的地震评价(结论为:“八宝山断裂带的东三旗~北车营段最新一次的活动时代是在中更新世纪晚期[绝对年龄距今约 13 万年],不属于晚更新世纪以来有过活动的工程活断层,不具备发生地表或近地表错动的危险性。因此,拟建建筑场地不存在因地表或近地表错动造成的震害问题。”),以作为本次工作的前提。

由于拟建建筑场地的工程地质条件非常复杂,为了能更合理地认识和评价拟建场地地基土质的工程条件,首先采用世界先进的地质雷达勘探手段初步调查拟建场地的构造和地层的发育特征以及地下巷道的空间分布情况,然后在地质雷达测试成果和已有资料综合分析的基础上,对勘察技术方案进行了全方位的质量策划。

首先,在指导思想上,考虑到拟建场地条件的复杂性和特殊性,打破常规,将整个建筑细化为各个建筑单元,将各个建筑单元与地形、地貌和地下设施的关系列为确定钻探方案的重要依据。然后,根据建筑单元的位置并结合拟建场地的地形、地貌和构造特征

情况对各个钻孔的孔位、孔深及现场钻探的技术方案逐一进行了精心的质量策划。这为日后提供技术可靠、经济合理的地基基础方案起了决定性的作用。

其次,由于断层活动和后期风化作用,致使场地的地层岩性更趋复杂。为更深入地揭示断层上、下盘及破碎带地层岩性的差别,在不同地质构造单元布置了重型动力触探及波速(包括横波和纵波)的对比试验。

在钻探过程中,为了解八宝山地震观测台地下巷道施工时基槽填土范围,为将来地基基础方案提供可靠的技术依据,根据现场实际情况又布置了 2 条探槽对地下巷道的填土深度及分布范围进行了追踪。同时,对地下巷道的裂缝及场区附近的岩石露头进行了调查分析。通过以上的现场工作基本查清了拟建场地的工程地质条件,为后来的室内分析提供了真实可靠的基础资料。

4 拟建场地的工程地质条件分析

4.1 地层分层原则

为能更充分地反映拟建场地的构造特征和工程条件,根据地质雷达、波速、动探等原位测试及现场钻(槽)探取得的基本资料,结合收集的资料和拟建场地的构造地质条件综合分析,按照拟建建筑场地内原岩类型、时代、构造地质特征和风化程度等综合划分主层,然后对每个主层再根据地层的物理力学性质的差

异划分亚层。这样的地层划分原则是合乎客观规律的,既能反映该特殊场地的构造特征,同时也为工程设计、施工带来了便利。

4.2 地层土质情况概述

按照上述的分层原则,拟建场地的地层土质情况如下:

4.2.1 人工堆积层

该层可分为二个亚层,即素填土①和杂填土①₁层。

素填土①层:棕红色、棕褐色、红褐色和杂色等,中下密,干~饱和。该层主要含有碎石(或角砾)混粘性土、粘性土混碎石(或角砾)及少量的中~强风化的白云质灰岩孤石等成分,孤石直径大者达0.50m以上。碎石、角砾含量变化较大,呈棱角状~次棱角状;粘性土主要为白云质灰岩残积土。该层土主要是原地震台观测巷道施工及场地内其它工程施工过程中堆填而成,成分较为复杂,混有砂土、砖渣等,地层力学性质较差。该层厚度约3.60m~7.60m,主要分布于地下观测巷道周围。

杂填土①₁层:黄褐色、棕褐色、杂色等,中下密,干,含白云质灰岩风化形成的残坡积土、碎石、混凝土碎块、砖渣、树根等,全区均有分布,发育于场区地表,厚度为0.80m~3.20m左右。

由于该土层土的力学性质较差(动探值低),水理性性质差(遇水崩解),故该土层未经处理不宜直接作为永久性建筑物的地基持力层。

4.2.2 全风化断裂构造岩及其残积土②、③层

该层主要为八宝山断裂带构造岩经后期风化作用形成的以土状结构为主的全~强风化产物及其残积土。在钻探的岩芯断面上可清楚地观察到断裂构造岩的原生结构,主要表现为断层角砾岩结构和糜棱岩构造岩结构特征。按照构造岩性质、构造层次及岩石差异风化作用造成的力学性质差异又分为2个亚层。

②层:该亚层主要为断裂影响带和断裂带上部构造角砾岩及部分构造糜棱岩的风化产物,主要表现为粘土混碎石(角砾)、碎石(角砾)混粘土和红粘土,呈红褐色、棕褐色、黄灰色和土黄色等多种色调,干~湿。原岩成分主要为上盘硅质白云质灰岩、白云岩及泥灰岩等,混有少量泥岩、砂岩等。在断裂构造作用过程中,断裂带范围内的原岩遭受强烈的破碎和揉搓作用而形成构造角砾岩、断层泥构造透镜体及构造扁豆体等构造岩。其中构造透镜体和构造扁豆体次磨圆~磨圆,表面光滑,为断裂逆掩过程中沿断裂带滚动和滑动作用过程中形成的,在断裂带中普遍发育。由于构造岩强烈破碎,在长期的风化溶蚀作用下,断

裂带中抗风化能力弱的构造岩形成了目前各种颜色和各种类型的残积土如红粘土等,而富含硅质成分的构造透镜体和构造扁豆体等抗风化能力强的构造岩形成了残积土中的碎石、角砾等成分。

该层碎石或角砾含量较低,平均为30~45%左右,中密,动探值平均为7锤/10cm,纵、横波速的加权平均值分别为1162m/sec和430m/sec。

③层:该亚层主要为断裂带内的构造糜棱岩、构造角砾岩及下部的构造影响带内的风化产物。其颜色以黄色、紫色、红褐色、黑色及杂色等为主,干~湿。原岩成分主要为上盘的白云质灰岩、硅质白云质灰岩、泥灰岩及灰绿色的千枚岩和黑色的炭质泥灰岩等构成的构造岩,在强烈的挤压构造作用下形成了以构造糜棱岩、构造角砾岩、构造透镜体、构造扁豆体等为主体的韧性剪切带构造岩系列。这些构造岩经过长期强烈的风化溶蚀作用,形成了目前各种颜色和多种类型并存的碎石土和红粘土等残积土。其中大部分富含硅质成分的抗风化能力强的碎石、构造透镜体和扁豆体等构成了残积土中的碎石、角砾成分。

该层土中的碎石、角砾含量高,一般50~70%左右,局部地段分布有较大的白云岩孤石。构造岩及其风化物密实,动探值及纵、横波速值都明显较②层高,动探值平均为16锤/10cm,纵、横波速加权平均值分别为1437m/sec和590m/sec。该层的岩土特性较上部各层均好,但局部因发育红粘土等软弱层而降低其力学特性。

4.2.3 全~强风化千枚岩④层

钻探过程中仅于场地西部见到该层。岩芯主要表现为灰~灰绿色,保留有明显的千枚结构,岩石全~强风化,部分呈土状结构。千枚岩的原岩破碎,呈长片状,摩擦滑动现象不发育,混有少量抗风化能力强的硅质白云质灰岩透镜体,表明钻进层段为断裂构造带下盘的影响带。该层纵、横波速加权平均值分别为2195m/sec和779m/sec,但是由于断裂构造作用的影响,波速所测岩石结构及岩性复杂,因此所测的本段纵、横波速值只能作为参考,而不能正确反映风化千枚岩的物理力学特性。

4.2.4 强~中等风化的震旦系中统白云质灰岩⑤层

本层主要出露于拟建场地中部的山坡上,为断裂构造带上盘的主要地层单位。由于断裂构造的影响,岩石较破碎(RQD约为20~40%左右),地层产状变化较大,岩石完整性变化亦较大,同时因硅质条带分布不均匀,因此岩石的抗风化能力变化亦较大,以致部分岩石强烈风化为红色为主的残积土;另一部分则发

生强~中等风化,以透镜体或孤石形式残存于目前地层中,这些岩石内发生溶蚀现象较强烈,溶隙中充填褐(红)色的粘性土。该层总体强度较高,但由于这些孤石或碎石的大小变化及其赋存形式的不确定性,对土层强度及均匀性影响较大。该层纵、横波速加权平均值分别为 1784m/sec 和 829msec。

现场钻探最深钻至 30.14m(标高 36.42m),止孔

于全~强风化千枚岩④层中。从现场钻探揭示的地层情况看,拟建场地地层因受断裂构造作用的影响,岩石风化强烈,风化岩石发育深,在垂向上和平面上风化程度变化大。此外,②、③、④层的水理性差,在浸水或干湿交替条件下,崩解软化快。有关拟建场地的地层分布情况参见图 3。

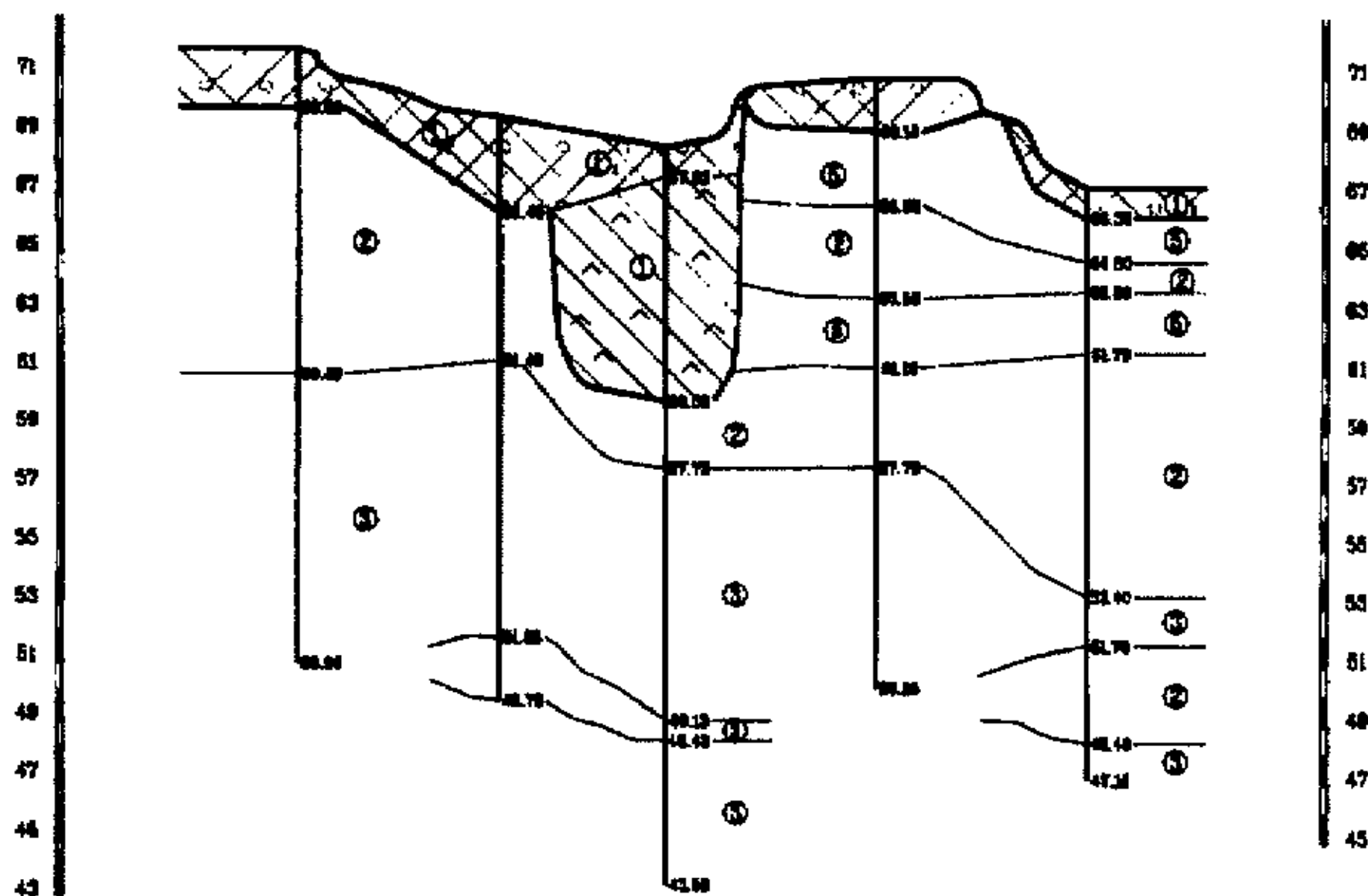


图 3 典型地质剖面图(A~A)

5 水文地质条件及地震条件概述(略)

6 地基方案及相关建议说明

6.1 工程地质分区

经过对现场钻(槽)探及物探测试成果的分析,将拟建建筑场地地基土依据地质构造特征、地层岩性及其力学特性划分为三个工程地质单位,详见图 4:

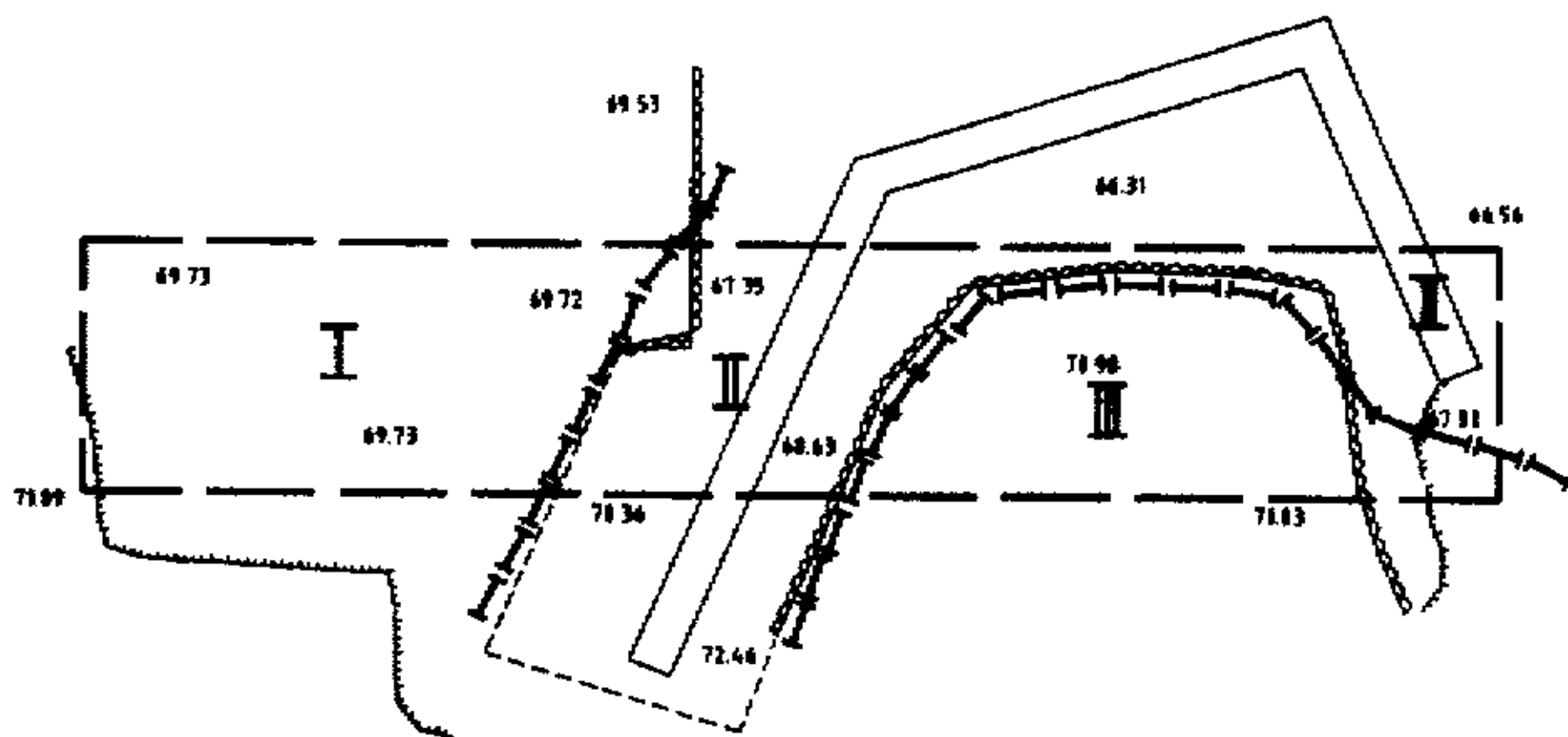


图 4 工程地质分区图

以下就每个单元的岩性特征及工程特性分述如下:

I 区:该区平面分布在场址西部的平台上,地面标高在 70.00m 左右,表层为厚约 2.00m 左右的杂填

土(局部为 3.20m 左右),杂填土以下(即标高 69.20m ~ 66.43m 以下)为全风化断裂构造岩带②、③层,由于位于断层破碎带内,地层岩性变化复杂,因而②、③层在平面上分布界线不清,在工程上可以将其合并于一

起考虑。综合考虑拟建建筑物特点和②、③层的力学特性,可将②、③层做为天然地基方案的基础直接持力层。

Ⅱ区:该区平面上分布于八宝山台站地下巷道两侧,地面标高差异较大,地面标高在 65.30 ~ 68.90m 左右。由于受明槽开挖巷道影响,填土厚度较大,最深达 8.60m 左右(相应标高为 60.20m 左右),填土为随机堆填的全风化的白云质灰岩或白云岩的残积土,力学性质差且具遇水崩解的不良水理特性。因此,该区填土不宜作为建筑基础的直接持力层。

Ⅲ区:该区平面分布在场区中部的山坡上,地面标高在 71.00m 左右,表层为厚约 1.80m 左右的杂填土(该区西侧地表出露震旦系中统的强风化白云岩),杂填土以下(即标高 69.20m 以下)为震旦系中统的强风化白云岩及白云质灰岩⑤层,该区段位于八宝山断裂的上盘,由于受构造作用的影响,总体上裂隙发育、岩层较为破碎,风化不均,裂隙间风化充填有红粘土。由于紧邻破碎带,故而该段岩体尚有可能以孤石的形式堆积,但总体上讲,该区段在整个场区的工程性质最佳,在经局部处理后是作为天然地基方案的良好地基持力层。

6.2 地基方案

根据建筑场地的工程地质条件和拟建建筑的建筑条件及结构特性,我们按照建筑单元和工程地质分区分别建议了天然地基、深墩式基础等多种不同的地基方案,同时亦根据拟建场地的地形地貌条件,考虑到施工便利和经济性,提出局部修改建筑设计的补充方案(具体内容略)。

由于地基条件的复杂性,为确保地基基础及建筑的安全稳定,在建议地基方案的同时,对设计及施工提供了地基稳定方面的相关建议(如土压力验算、沉降缝或抗震缝的设置、施工顺序及建筑的地面防水等)。

7 讨论

作为一名工程技术人员,每个工程项目总是有结束的时候,但技术的提高与经验的积累是永无止境的。下面就本项目的岩土工程勘察工作过程中的一些想法与同志们共同探讨。

对于风化岩(土)层划分标准及评价的问题,现行规范及有关的技术手册对此的评价标准分定性描述及定量划分两种。定性描述主要是通过肉眼的野外鉴定;定量划分主要通过标准贯入试验、压缩波速度 V_p 、波速比 K_v 及风化系数 K_f 等进行划分。定性描述由于需要极其丰富的野外经验且其评价的结果受人的主观因素影响较大,难于作为评价的客观依据。因而,在实际工作当中往往同时采用定性及定量的方法进行判别划分。但即便如此,由于场地条件的复杂多变,致使现场的试验结果往往离散性较大,故而通过单孔的测试数据进行定量分析对风化岩(土)的划分及评价的准确性影响较大。本工程尝试的做法是通过各孔波速(横波)的厚度加权平均值来进行评价,以将测试的不确定因素减小到最低限度来更全面、客观地反映风化层的真实情况。另外,由于现行规范仅对花岗岩的风化程度及风化岩(土)的定名作了较详细的阐述,而在北京八宝山断裂沿线附近出露的主要为沉积岩和变质岩,因此,对该区的风化产物的评价也只能参照规范中关于花岗岩风化的有关内容执行。对于岩类及岩性的差异,本工程的做法是将灰岩及泥岩的风化土按混合土定名;同样,其承载力亦是参照相应混合土的承载力来确定的。这是在现行规范尚无相应规定情况下的权宜方法,在这方面尚有许多工作要我们去做。

通过这项工程给了我们一个启示,即勘察工作应不仅仅局限于考虑地基基础方案,在某些特殊的工程条件下,我们特殊的视角完全可以为工程建设做出更大的贡献,使我们的工作更具创造性!希望通过本文能给广大的工程技术人员以启示,共同为勘察技术水平的提高贡献力量。