

受施工质量及地下水等影响,填土质量一般。填土类型为杂填土,上部主要为水泥地坪和碎石土,下部主要为黏性土,局部夹碎石,腐植质。该层土普遍分布于拟建场地地表,层厚分布不均,在0.60~6.50米。填土地基均匀性差,压缩性高,密实度为松散,表层土有轻微湿陷性,地基稳定性差。

(2) 残积土和风化岩,本场地残积土及风化岩的母岩为白垩纪晚世张桥组(K₂Z)砂岩,下伏岩层埋深较深,未测得产状,强风化砂岩裂隙发育,完整性为破碎~较破碎;中风化砂岩裂隙局部发育,完整性为较破碎~较完整。④层残积土层厚0.70~12.40米,层底标高-8.80~-0.29米,分布于整个场地。⑤₁层强风化砂岩层厚1.10~5.00米,层底标高-10.95~-6.43米,分布于整个场地。⑤₂层中风化砂岩未钻穿,最大钻遇10.5m,分布于整个场地。④层残积土、⑤₁层强风化砂岩赋存孔隙水及基岩裂隙水,属中等透水性~弱透水性,弱富水性,受上部③层粉质粘土夹粉土含水层补给。本次勘察未发现残积土和强风化岩中有孤石、岩脉分布,中风化岩层未发现破碎带及软弱夹层分布。残积土和风化岩地基由于矿物差异分化及裂隙发育不确定性,地基土均匀性较差。

根据勘察报告显示,场地内地下水主要为上层滞水、承压水和基岩裂隙水。其中承压水主要位于③层粉质粘土夹粉土中。

本工程主体地下结构为一个游泳池,基础形式为筏板加桩基(灌注桩),主体结构为钢筋混凝土框架结构,局部设置型钢混凝土结构柱。本工程基坑开挖深度6.68~10.28m,基坑设计安全等级为一级。

二、设计方案

(一) 方案选型

综合考虑基坑开挖深度及周边环境,支护方案总体采用排桩加内支撑体系。

根据软件计算,开挖深度10.28m区域需设置两道内支撑,开挖深度6.68m区域需设置一道内支撑。

基坑工程的内支撑形式按材料通常分为两种:钢筋混凝土支撑、钢支撑。

钢筋混凝土支撑为现浇混凝土结构,结构刚度大,整体性好,可以根据基坑的平面形状灵活布置,由于其通常与围护桩冠梁整体浇筑,在变形控制方面效果较好,且施工质量易于保证。缺点是由于其为现浇结构,在施工现场需要较长的制作及养护时间,等其达到强度后方可开挖下部土方,施工周期较长,如基坑较深时需设置多道支撑,此时施工工期更长,且在后期支撑拆除时,会产生大量的粉尘、振动、噪音等,对周边环境造成一定的污染和破坏。由于混凝土支撑为现浇结构,后期拆除时一般采用静力切割的方式,相对来说拆除支撑的工期较长,同时拆除的大量钢筋和混凝土不可重复使用,造成资源的浪费,所以钢筋混凝土支撑的造价较高且相对来说对环境的影响较大。

钢支撑根据截面形式的不同通常有钢管支撑、H型钢支撑、格构支撑等。钢结构自重轻、安装和拆除方便、施工速度快、安装后即可参与受力,且钢结构可重复利用,具有显著的经济效益和环保效益。由于钢结构通常按受压构件进行设计,在一些平面形状复杂的基坑中,支撑构件受力复杂,会同时产生压力和拉力等,这种情况下就不适合使用钢支撑,且钢支撑的节点构造和安装工艺相对复杂,对施工水平的要求较混凝土支撑来说更高。另外,由于钢管支撑和H型钢支撑截面的自身特点,钢筋无法穿越支撑构件,其更适合用在地下结构具有换撑板带条件的基坑工程中,格构支撑的截面特点使其方便结构钢筋的穿越,可以和主体结构整体浇筑,在穿越底板和外墙节点设置止水钢板来解决止水问题。

本基坑外部荷载复杂且差异较大,基坑南侧轮廓不规整,整个基坑深度差异大,内支撑构件受力复杂,结合类似工程经验,为了防止出现支撑与围护结构脱开的情况,第一道支撑采用钢筋混凝土支撑,支撑与围护桩冠梁设置在同一标高整体浇筑,可同时承受拉力和压力,并且能够有效控制围护桩桩顶的变形。支撑的竖向承重结构采用钢格构立柱,与钢管立柱相比,能够避免结构预留孔洞,同时解决了钢筋穿越支撑构件的施工及止水(可焊接止水钢板)问题。

本工程地下结构中部为空腔结构,无法形成完整的传力板带,故开挖深度10.28m区域第二道支撑采用钢支撑,结合施工便利性及防水效果,采用带独立支座的钢格构斜撑。独立支座采用灌注桩及混凝土承台,支座桩和灌注桩可同时从地面施工,减少了施工工序,也规避了额外结构底板施工缝的产生,有利于结构底板的顺利施工。

为控制基坑变形,根据计算,开挖深度10.28m区域第一道混凝土支撑拆除时需要设置换撑,根据地下结构布置特点,采用钢格构斜撑作为换撑,一端设置在冠梁,另一端设置在结构底板上。

典型支护剖面及平面如下图。

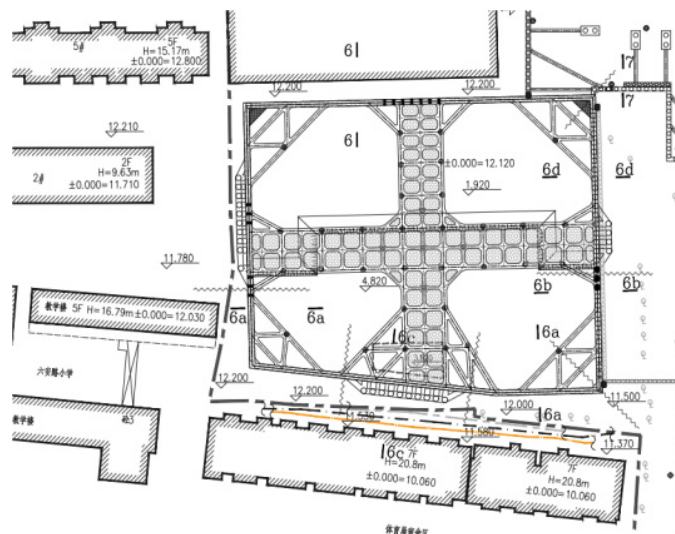


图 2.1 第一道混凝土支撑平面图

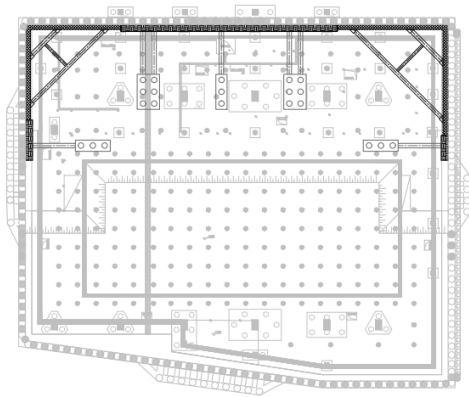


图 2.2 第一道钢格构支撑平面图

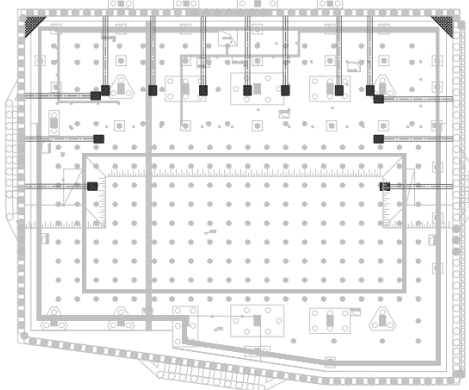


图 2.3 换撑平面图

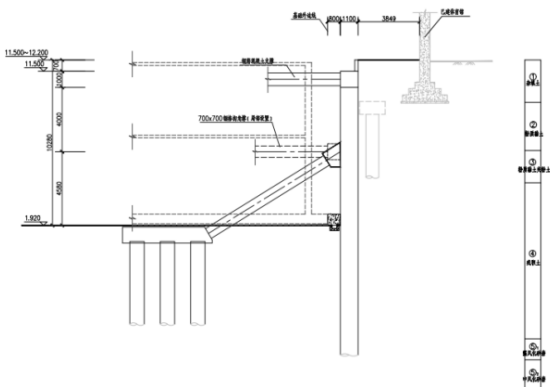


图 2.4 典型支护剖面

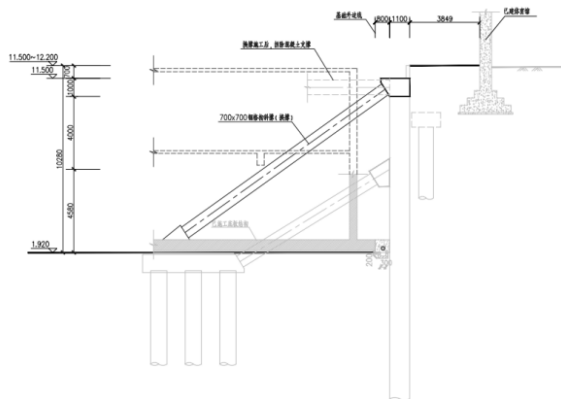


图 2.5 拆换撑剖面

三、实施效果及现场照片

本基坑开挖及使用过程中持续进行变形监测，根据监测报告，在基坑开挖及使用期间围护桩桩顶最大水平位移为 14.51 毫米，周边已有建筑的最大竖向沉降值为 5.65 毫米，均满足变形控制要求。



(a) 混凝土支撑施工

(b) 第一道斜撑及换撑施工



(c) 钢格构立柱及止水钢板焊接

(d) 混凝土支撑拆除后基坑照片

图 3.1 现场施工照片

结语

本文以某游泳池改造项目的深基坑工程为例，研究了格构式钢结构在城区深基坑工程中的综合应用，主要结论如下：

(1) 内支撑材料的选择要综合考虑周边环境、工程地质特点、基坑平面效应等因素，在平面形状和受力情况复杂的情况下可优先考虑钢筋混凝土支撑，在结构受力特点明确的情况下可优先考虑钢支撑。

(2) 钢立柱施工过程中应确保钢立柱角钢的完整，不得割除角钢任何部位；如钢筋设置受缀板阻挡，可在其上下位置处补足缀板面积后把阻挡部分割除；基坑开挖前，立柱周边的空桩孔宜采用砂石均匀回填密实。

(3) 格构式钢结构的截面特点，有利于止水钢板和钢筋混凝土结构的施工。钢格构斜撑可以根据工程项目的特点灵活布置，能够提供较为开敞的施工作业面，尤其对于面积较大的基坑具有显著的经济环保效益。

(4) 绿色施工是当前工程建设需要考虑的重点之一，在满足使用功能的前提下宜尽可能使用绿色环保可回收的结构材料。

参考文献

[1] 陈忠汉，程丽萍．深基坑工程 [M]．北京：机械工业出版社，1999.
 [2] 龚晓南．深基坑工程设计施工手册 [M]．北京：中国建筑工业出版社，1998.
 [3] 《基坑工程手册》编辑委员会．基坑工程手册 [M]．北京：中国建筑工业出版社，2009.

作者简介：郑永磊（1991-05），男，安徽合肥人，2013年毕业于同济大学，硕士，高级工程师，专业方向：岩土工程设计。