

临朐城投·书香苑

岩土工程勘察报告

工程编号：LK2021-038

勘察阶段：详 勘



山东东沂勘察设计有限公司

2020年5月

岩土工程勘察甲级
岩土工程设计乙级
工程测量丙级

地址：临朐县弥河路1912号
邮箱：sddykcsjyxgs@163.com
电话：0536-3122217

临朐城投·书香苑 岩土工程勘察报告

法人代表：李德雨_____

技术负责：高 健_____

审 核：孙太亮_____

校 对：张元霞_____

项目负责：高 健_____

山东东沂勘察设计有限公司

岩土工程勘察结论参数表

| 参数 (所有) 地层 | 重度 | 剪切指标 cq | | 压缩 指标 | 承载 力(特 征值) | 灌注桩、CFG设计 水下参数 | | 预制桩 设计参数 | | |
|------------------|-------------------------------|------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---------------|----------------|------------------|------------------------------|
| | γ kN/m ³ | C kPa | ϕ (°) | $E_{s100-200}$ (MPa) | f_{ak} (kPa) | q_{sia} kPa | q_{pa} kPa | | q_{sia} kPa | q_{pa} (kPa) 9 ≤ L < 16 |
| | | | | | | | 5 ≤ L < 10 | 10 ≤ L < 15 | | |
| ②层粉质粘土 | | | | | 150 | -- | -- | -- | | |
| ②-1层圆砾 | | | | | 250 | 68 | -- | -- | | |
| ③层粉土 | | | | | 160 | 30 | -- | -- | | |
| ④层粉质粘土 | | | | | 180 | 30 | 200 | 250 | | |
| ⑤层圆砾 | | | | | 500 | 70 | 1000 | 1000 | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

地层液化情况：无液化性。

水土腐蚀性情况：该场地水、土对混凝土及混凝土中钢筋具微腐蚀性。

项目负责人（签字）：

注册岩土师（签字、印章）：

勘察单位资质印章：

目 录

文字部分

1. 勘察工作概况
 - 1.1 工程概况
 - 1.2 勘察工作目的、要求
 - 1.3 勘察方案及完成工作量
2. 场地岩土工程地质条件
 - 2.1 场地位置、地形地貌
 - 2.2 场区水文地质条件
 - 2.3 地层结构及其物理力学性质指标
3. 岩土工程地质条件分析与评价
 - 3.1 场地土地地震效应
 - 3.2 场地稳定性与适宜性
 - 3.3 各土层工程地质性质评述
 - 3.4 水、土腐蚀性评价
4. 岩土参数的分析与选用
5. 地基基础方案
6. 基坑工程评价
7. 结论及建议
8. 其他

附图表

| | |
|------------------|---------|
| 1. 综合图例 | 图 0 |
| 2. 建筑物与勘探点平面位置图 | 图 1 |
| 3. 工程地质剖面图 | 图 2~21 |
| 4. 钻孔柱状图 | 图 22~41 |
| 5. 分层土工试验成果报告表 | 表 58~79 |
| 6. 物理力学性质指标分层统计表 | 表 80~81 |
| 7. 标贯分层统计表 | 表 82~87 |
| 8. 重型动力触探试验统计表 | 表 89 |
| 9. 综合固结试验成果图 | 表 90 |
| 10. 固结试验曲线 | 表 44-51 |
| 11. 高压固结试验曲线 | 表 52-59 |
| 12. 剪切试验曲线图 | 表 60~62 |
| 13. 三轴压缩试验成果图 | 表 63~80 |
| 14. 土工试验成果报告表 | 表 81~88 |

附件：

| | |
|-----------|-----|
| 1. 波速测试报告 | 附 1 |
| 2. 土质分析报告 | 附 2 |
| 3. 水质分析报告 | 附 3 |

1、勘察工作概况

1.1 工程概况

临朐沂山实业有限公司拟建设江北市场住宅。根据建设单位提供的总平面图，各拟建物特征及规模如下表：

| 编号 | 建筑物名称 | 结构类型 | 基础形式 | 安全等级 | 地上层数 | 平面尺寸 | 地下层数 | 基础埋深(m) |
|----|-------|------|------|------|------|------|------|---------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | |

1.2 勘察工作的目的、要求

受其委托,由山东东沂勘察设计有限公司对该场地进行了详勘阶段的岩土工程勘察工作。勘察工作的目的旨在查明场地土层的分布、结构与工程地质性质,地下水的埋深及赋存条件、腐蚀性;对地基的稳定性、适宜性及承载力作出评价;提供地基基础设计与施工所需的岩土技术参数,并做出相应的岩土工程评价。

1.3 勘察方案及完成工作量

1.3.1 勘察依据

| | |
|--------------------|----------------|
| 《建筑岩土工程勘察设计规范》 | DB37/5052-2015 |
| 《岩土工程勘察规范》(2009年版) | GB50021-2001 |
| 《高层建筑岩土工程勘察标准》 | JGJ/T72-2017 |
| 《建筑地基基础设计规范》 | GB50007-2011 |
| 《建筑抗震设计规范》(2016年版) | GB50011-2010 |
| 《建筑桩基技术规范》 | JGJ94-2008 |
| 《建筑地基处理技术规范》 | JGJ79-2012 |

- 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ120-2012
《建筑基坑工程监测技术标准》 GB50497-2019
《土工试验方法标准》 GB/T50123-2019
《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》

中华人民共和国住房和城乡建设部 37 号令

《房屋建筑和市政基础设施工程勘察文件编制深度规定》（建质）[2020 年版]

1.3.2 勘察工作及完成工作量

根据周围勘察所掌握的资料，本次勘察采用钻探取样与原位测试技术相结合的勘察方法。

依照上述规范、标准的相关条款，确定拟建工程等级为二-三级；场地中等复杂，为二级场地；地基等级为二级；故本次勘察等级为乙级。本次勘察工作量的布置结合场地及建筑物特点，在拟建场地内沿建筑物角点及边线布置钻孔 71 个。孔深 15.0-33.0m，共计钻探进尺 1680.0 米。采用 3 台 XY-150 型钻机，回转钻进；采用束节式薄壁取土器取 I 级土样；机械提升自动落锤装置进行标准贯入试验及动探试验。钻孔结束后采用周围素土分段挤密回填。

勘察外业工作日期：2021 年 4 月 18 日-23 日。

场地坐标采用 80 西安坐标系，高程采用 85 绝对高程系统，以甲方提供的青年路与粟北路中心线交汇点为高程基准点，其标高为 103.33 米，场地内各孔口标高均依此引测。

完成工作量如下表所示

| 钻 探 | | | | | | 取 样 | | 标 贯 | 土 工 试 验 | | | | 测 高 |
|-----|-----|-----|-----|----------------|-----------|-------|--------|-------|---------|-----|---------|-----|------|
| 孔 数 | 取 土 | 标 贯 | 动 探 | 孔 深 | 总 进 尺 (米) | I 级 样 | IV 级 样 | (次) | 常 规 | 三 轴 | 固 结 快 剪 | 颗 分 | 点 数 |
| 71 | 81 | 82 | 37 | 15.0- 30.0m | 3844.0m | 487 件 | 127 | 593 | 487 件 | -- | 129 | 127 | 71 点 |

2、场地岩土工程条件

2.1 场地位置、地形、地貌

拟建工程场地位于临朐县站前路以东，山旺路以南，北邻临朐县第六中

学，场地地面标高最大值 103.56m，最小值 102.06m，地表相对高差 1.5m。该场地所处地貌类型为冲洪积平原。

2.2 区域地质构造概况

拟建场区在大地构造上位于华北断块区鲁西断块中，属华北地震区，位于郯庐地震带西侧。近场区的双山～李家庄断裂、张店～仁河断裂为晚更新世活动断裂；上五井断裂、益都断裂为中-晚更新世活动断裂；淄河断裂、昌乐断裂、沂水～汤头断裂、鄌郢～葛沟断裂均为第四纪早-中更新世活动断裂；这些断裂构造均无新构造运动活动迹象，处于相对稳定时期，故本场区不存在全新活动断裂。

本场区地层基底由第三系沉积的砾岩及火山喷发形成的玄武岩等构成，断陷盆地周边分布有奥陶系、寒武系的灰岩层及太古界万山庄组变质岩，局部分布有膨胀岩土。上部地层为第四系冲洪积堆积物。本次勘察场区内的基岩已被第四系地层所覆盖，覆盖层厚度约 40.0 米。

2.3 场区水文地质条件

本次勘察深度内揭露一层地下水，属第四系孔隙潜水，稳定水位埋深约 17.0-18.1 米左右，相应高程为 86.3 米，属第四系孔隙潜水。其补给来源主要为大气降水，排泄方式主要为地下径流与人工抽取。年水位变化幅度约 1.50 米。

2.4 地层结构及其物理力学性质指标值

本次勘察深度范围内，场区地基土层主要由上覆杂填土、冲洪积的粉质粘土层、圆砾层等组成。依据其物理力学性质划分为五层。两个夹层分别描述如下：

①层杂填土 (Q_4^{m1})：杂色；松散；上部为民房拆除残留的建筑垃圾，下部为素填土。场区普遍分布，厚度：0.30~2.80m，平均 0.86m；层底标高：99.73~102.74m，平均 101.74m；层底埋深：0.30~2.80m，平均 0.86m。该层取得 I 级土样 6 件，进行标准贯入试验 7 次。

①层杂填土物理力学性质指标值

| 项 目 | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 统计量 | 标准差 | 变异系数 | 标准值 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|---|--|--|--|
| 天然含水量 W(%) | 22.7 | 24.4 | 23.5 | 3 | | | |
| 重度 γ (kN/m ³) | 18.15 | 18.84 | 18.54 | 3 | | | |
| 天然孔隙比 e | 0.737 | 0.816 | 0.765 | 3 | | | |
| 塑性指数 IP | 10.9 | 11.3 | 11.1 | 3 | | | |
| 液性指数 IL | 0.48 | 0.61 | 0.54 | 3 | | | |
| 直剪 (cq) | C(kPa) | | 29.6 | 1 | | | |
| | ϕ (度) | | 15.4 | 1 | | | |
| 压缩系数 a_{1-2} (MPa ⁻¹) | 0.24 | 0.35 | 0.28 | 3 | | | |
| 压缩模量 $E_{s100-200}$ (MPa) | 5.19 | 7.27 | 6.56 | 3 | | | |
| 标贯击数 N(修正击) | 5.0 | 11.0 | 7.0 | 7 | | | |

②层粉质粘土(Q_4^{al}): 黄褐色, 坚硬~可塑; 含云母、铁质氧化物、姜石颗粒, 切面稍光滑, 中等干强度及韧性, 局部含较多大颗粒姜石。场区普遍分布, 厚度: 0.40~6.20m, 平均 4.24m; 层底标高: 95.72~100.26m, 平均 97.49m; 层底埋深: 2.80~7.00m, 平均 5.10m。该层取得 I 级土样 35 件, 进行标准贯入试验 34 次。

②层粉质粘土物理力学性质指标值

| 项 目 | 最小值 Xmin | 最大值 Xmax | 平均值 Xm | 数据个 数 n | 标准差 σ | 变异系数 δ | 标准值 Xk | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|-----------|------------|-----------------|------------------|-----------|------|
| 天然含水量 W(%) | 21.9 | 25.8 | 24.0 | 55 | 1.0 | 0.04 | 24.2 | |
| 重度 γ (kN/m ³) | 17.66 | 19.42 | 18.69 | 55 | 0.4 | 0.02 | 18.58 | |
| 天然孔隙比 e | 0.662 | 0.886 | 0.758 | 55 | 0.053 | 0.07 | 0.771 | |
| 塑性指数 IP | 10.1 | 12.0 | 11.2 | 55 | 0.5 | 0.05 | | |
| 液性指数 IL | 0.22 | 0.76 | 0.50 | 55 | 0.15 | 0.29 | 0.53 | |
| 直剪 (cq) | C(kPa) | 26.7 | 34.7 | 30.2 | 12 | 2.6 | 0.09 | 28.8 |
| | ϕ (度) | 14.5 | 16.5 | 15.8 | 12 | 0.6 | 0.04 | 15.4 |
| 压缩系数 a_{1-2} (MPa ⁻¹) | 0.14 | 0.40 | 0.24 | 55 | 0.06 | 0.25 | 0.25 | |
| 压缩模量 $E_{s100-200}$ (MPa) | 4.71 | 11.93 | 7.77 | 55 | 1.79 | 0.23 | 7.4 | |
| 标贯击数 N(修正击) | 5.8 | 7.7 | 6.3 | 34 | 0.5 | 0.08 | 6.2 | |

②-1 层圆砾(Q_4^{al+pl}): 灰褐色, 稍密; 砾石成分为灰岩质、花岗岩质, 充

填粘性土，含少量卵石，局部胶结成大块状。该层仅在个别孔揭露，厚度：0.90~1.20m，平均 1.05m；层底标高：96.03~97.16m，平均 96.60m；层底埋深：5.10~6.20m，平均 5.65m。该层进行动探进尺 1.40 米，修正击数 9.2 击。

③层粉土(Q₃^{a1})：褐黄色，稍湿-湿，中密-密实，含云母、钙质粉末、较多羌石，摇震反应中等，无光泽反应，低干强度，低韧性。场区普遍分布，厚度：1.20~5.50m，平均 3.16m；层底标高：93.37~95.96m，平均 94.31m；层底埋深：6.30~9.00m，平均 8.29m。本层取得 I 级土样 44 件。进行标准贯入试验 41 次。

③层粉土物理力学性质指标值

| 项 目 | | 最小值 | 最大值 | 平均值 | 统计量 | 标准差 | 变异系数 | 标准值 |
|-------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-----|-------|------|-------|
| 含水量 w% | | 19.3 | 26.0 | 23.6 | 60 | 1.8 | 0.08 | 24.0 |
| 重度 γ kN/m ³ | | 17.36 | 19.13 | 18.25 | 60 | 0.4 | 0.02 | 18.17 |
| 孔隙比 e ₀ | | 0.716 | 0.858 | 0.792 | 60 | 0.036 | 0.04 | 0.800 |
| 塑性指数 I _p | | 8.6 | 11.8 | 10.3 | 60 | 0.8 | 0.08 | |
| 液性指数 I _L | | 0.10 | 0.72 | 0.50 | 60 | 0.17 | 0.34 | 0.54 |
| 压缩系数 a ₁₋₂ | | 0.18 | 0.36 | 0.28 | 60 | 0.04 | 0.15 | 0.29 |
| 压缩模量 Es (Mpa) | | 5.15 | 9.88 | 6.50 | 60 | 1.01 | 0.16 | 6.3 |
| 固快 (Cq) | 粘聚力 C | 16.4 | 31.8 | 22.7 | 14 | 5.3 | 0.23 | 20.2 |
| | 内摩擦角 ϕ | 14.0 | 19.2 | 16.6 | 14 | 2.0 | 0.12 | 15.6 |
| 标贯击数 (修正值) N | | 5.6 | 8.0 | 6.8 | 41 | 0.5 | 0.08 | 6.7 |
| 粘粒含量 ρ_c | | 11.1 | 13.8 | 12.5 | 2 | | | |

④层粉质粘土(Q₃^{a1})：棕红色-红褐色，坚硬-可塑，含少量氧化铁质，切面稍光滑，中等干强度，中等韧性。该层普遍分布，仅在深孔揭穿，厚度：4.00~9.00m，平均 6.21m；层底标高：86.96~89.70m，平均 88.09m；层底埋深：13.00~15.70m，平均 14.50m。该层取得 I 级土样 82 件，参加统计 76 件，进行标准贯入试验 59 次。

④层粉质粘土物理力学性质指标值

| 项 目 | 最小值 Xmin | 最大值 Xmax | 平均值 Xm | 数据个 数 n | 标准差 σ | 变异系数 δ | 标准值 Xk |
|-----|-------------|-------------|-----------|------------|-----------------|------------------|-----------|
| | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 天然含水量 W(%) | 22.8 | 26.2 | 24.5 | 95 | 0.7 | 0.03 | 24.7 | |
| 重度 γ (kN/m ³) | 17.95 | 19.91 | 18.97 | 95 | 0.4 | 0.02 | 18.89 | |
| 天然孔隙比 e | 0.642 | 0.856 | 0.742 | 95 | 0.042 | 0.06 | 0.750 | |
| 塑性指数 IP | 10.2 | 14.5 | 11.7 | 95 | 0.8 | 0.07 | | |
| 液性指数 IL | 0.12 | 0.72 | 0.46 | 95 | 0.15 | 0.32 | 0.48 | |
| 直剪 (cq) | C(kPa) | 31.7 | 36.3 | 33.5 | 12 | 1.5 | 0.05 | 32.7 |
| | ϕ (度) | 16.6 | 20.0 | 18.2 | 12 | 1.0 | 0.06 | 17.6 |
| 压缩系数 a_{1-2} (MPa ⁻¹) | 0.12 | 0.25 | 0.17 | 76 | 0.03 | 0.16 | 0.18 | |
| 压缩模量 $E_{s100-200}$ (MPa) | 7.07 | 14.39 | 10.07 | 76 | 1.57 | 0.16 | 9.8 | |
| 标贯击数 N(修正击) | 5.5 | 9.6 | 7.7 | 59 | 0.9 | 0.12 | 7.5 | |
| 回弹模量 | 42.6 | 51.0 | 48.3 | 7 | 3.8 | 0.08 | 45.5 | |
| 回弹再压缩模量 | 33.4 | 38.0 | 35.9 | 7 | 2.2 | 0.06 | 34.3 | |

⑤层圆砾 (Q_3^{al+pl}): 灰褐色, 湿-饱和; 砾石成分为灰岩质、花岗岩质, 充填砂土、粘性土, 含少量卵石。该层大部分揭露, 在东北角揭露厚度较大, 未穿透, 揭露最大厚度 5.8m, 相应埋深 22.8m。该层进行动探进尺 3.1 米。

⑤层圆砾力学指标统计表

| 项 目 | 最小值 Xmin | 最大值 Xmax | 平均值 Xm | 数据个数 n | 标准差 σ | 变异系 数 δ | 标准值 |
|---------------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------|------|
| 动探 $N_{63.5}$ (修正击) | 13.5 | 14.8 | 14.2 | 6 | 0.41 | 0.03 | 13.9 |

3、 岩土工程地质条件分析与评价

3.1 场地土地地震效应

根据附近弥河桥勘察资料, 拟建场地覆盖层厚度约 40m。本次在该场地布置 7 个波速试验孔, 波速试验由山东东沂勘察设计有限公司完成。试验深度覆盖层范围内土层等效剪切波速 251m/s-278m/s。(见波速报告)

根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 中第 4.1.3 条和 4.1.6 的规定, 综合判定场地土类型属中硬土。综合判定建筑场地类别为 II 类。

该项目所在的临朐县城关街办, 抗震设防烈度为 7 度, 设计地震分组为 II 组, II 类场地基本地震动峰值加速度为 0.15g, 基本地震动加速度反应谱

特征周期区划值 0.40s。根据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010 中第 4.3.3 条之规定，③层粉土地质时期为 Q_3 且不具饱和性，故不具液化性，综合判定该场地属建筑抗震一般地段。

3.2 场地稳定性与适宜性

该建筑场地地层结构中等复杂，分布大致稳定，力学强度较高。整个场地地形开阔，区域地质环境稳定。除应考虑地震影响作用外，场区无活动性断裂通过，无不良地质作用存在。经适当处理可以进行工程建设。

地基开挖后侧限虽有所削弱，但未造成不平衡，综合判定地基稳定。

3.3 各土层工程地质性质评述

①层杂填土：场地普遍分布，厚度较薄，结构松散，应清除。

②层粉质粘土：场地普遍分布，呈坚硬-可塑状态，为中等压缩性土层，可作为天然地基持力层。

②-1 层圆砾：该层仅在东北角 5#、13#、14#孔附近揭露，稍密，强度较高，可作为天然地基持力层。

③层粉土：场普遍分布，中密-密实，为中等压缩性，可作为天然地基持力层。

④层粉质粘土：场普遍分布，呈坚硬-可塑状态，为中等压缩性。为良好基础下卧层，亦可作为桩基持力层。

⑤层圆砾：在深孔揭露，未穿透，湿-饱和，强度较高，为良好基础下卧层，亦可作为桩基持力层。

3.4 水、土腐蚀性评价

拟建场地地下水位埋藏较深，约 17.0-18.1 米，可不考虑水的腐蚀性。

场地内无污染源，根据场地土质资料分析，在 II 类场地环境中，该土对混凝土结构及混凝土中钢筋具微腐蚀性（具体见下表）。

土质分析表

| 建筑 材料 | 环境 类型 | 介质 | 单位 | 腐蚀标准 | 实测 含量 | 腐蚀性 判定 |
|----------|----------|-------------|-------|------------|----------|-----------|
| 混 | | SO_4^{2-} | mg/kg | 微：<450 | 62-70 | 微 |
| | | | | 弱：450-2250 | | |

| | | | | | | |
|---------------------|------------------------|------------------|-------|-------------|-------|---|
| 凝 土 | II | Mg ²⁺ | mg/kg | 中：2250-4500 | 20-23 | 微 |
| | | | | 强：>4500 | | |
| | | | | 微：<3000 | | |
| | | | | 弱：3000-4500 | | |
| | | | | 中：4500-6000 | | |
| 强：>6000 | | | | | | |
| 混 凝 土 中 的 钢 筋 | cl ⁻ (B) | 微：<250 | | 50-53 | 微 | |

4、 岩土参数的分析与选用

4.1 岩土参数的选用

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009版)、《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2011)、《建筑岩土工程勘察设计规范》(DB37/5052-2015)和《高层建筑岩土工程勘察标准》(JGJ/T72-2017)等相关规范,通过对野外勘察资料、原位测试和土工试验数据统计结果,并结合地区经验,推荐各岩土层的岩土参数。各岩土层参数推荐值见下表:

| 土层名称 | | ② | ③ | ④-1 | ④ | ⑤ | ⑤-1 |
|------------------------|---------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| | | 粉质粘土 | 粉土 | 粉质粘土 | 粗砂 | 圆砾 | 粉质粘土 |
| 各项数据 | | | | | | | |
| 含水量 w | | 24.2 | 25.2 | 25.4 | -- | -- | 26.4 |
| 重度 γ | | 18.82 | 18.74 | 18.51 | 20.0 | 20.0 | 18.89 |
| 孔隙比 e ₀ | | 0.748 | 0.769 | 0.790 | -- | -- | 0.773 |
| 液性指数 I _L | | 0.51 | 0.59 | 0.65 | -- | -- | 0.64 |
| 压缩系数 a ₁₋₂ | | 0.22 | 0.23 | 0.26 | -- | -- | 0.24 |
| 压 缩 模 量 Es (Mpa) | 100-200 | 8.32 | 7.90 | 8.44 | 22.0 | 30.6 | 7.40 |
| | 200-400 | 9.62 | 9.83 | 9.8. | | | 9.50 |
| | 400-800 | -- | 12.61 | 12.96 | | | 12.56 |

| | | | | | | | |
|------------------|-------------|------|------|------|----|----|------|
| 变形模量 E_0 (Mpa) | -- | -- | -- | -- | -- | -- | |
| 标贯击数 N | 5.6 | 6.4 | 6.4 | 18.4 | -- | 9 | |
| 直剪 (Cq) | 粘聚力 c | 30.5 | 29.9 | 30.6 | -- | -- | 27.3 |
| | 内摩擦角 ϕ | 15.7 | 15.9 | 15.1 | -- | -- | 15.9 |

4.2 土层承载力的确定

根据《建筑地基基础设计规范》GB50007-2011 和《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009 版)的相关条款,对土工试验、标准贯入试验、重型动力触探试验数据进行分析统计整理,并结合本地区经验确定本场地地基土承载力特征值 (f_{ak}) 如下:

| 土层名称 | 承载力特征值 f_{ak} (kpa) | | | | 标准贯入 值 (击) | 压缩模量 值 (MPa) |
|---------|-----------------------|-------|-----|-----|---------------|-----------------|
| | 依土工试验 | 依标贯试验 | 依动探 | 建议值 | | |
| ②层粉质粘土 | 150 | 165 | -- | 150 | | |
| ②-1 层圆砾 | -- | -- | 250 | 250 | | |
| ③层粉土 | 160 | 180 | -- | 160 | | |
| ④层粉质粘土 | 180 | 210 | -- | 180 | | |
| ⑤层圆砾 | -- | -- | 500 | 500 | | |

五、地基基础方案

5.1 地基方案

5.1.1 天然地基方案

根据初步设计地下 2 层,基础埋深约 7.0 米。跟据《高层建筑岩土工程勘察标准》(JGJ/T72-2017) 中第 8.2.3 条的规定:

①地基持力层为③层粉土,属同一个地质单元。

②地基土属中等压缩性土层,主要持力层和第一下卧层在基础宽度方向上,地层厚度的差值局部大于 $0.05b=0.56$ 米。

③地基在变形计算深度范围内 $E_{smax}/E_{smin}=11.10/9.15=1.21<1.5$ 。

经上述定性和定量评价,认为该场地地基属不均匀地基。

地上 24-26 层,地下皆为 2 层。基础拟采用筏板基础,基础埋深 7.0m,,基底压力约 350 kPa。根据本次勘察所获得的资料分析,基础直接持力层为③层粉土,地基承载力特征值 $f_{ak}=160$ kPa。

经估算地基承载力小于基底压力，即 $f_a < P_k$ 。若选择③层粉土作为基础持力层，初步估算其强度不能满足上部结构荷载要求。建议进行地基处理。

5.1.2 复合地基方案

5.1.2.1 CFG 桩方案

若采用复合地基，可采用 CFG 桩加固，可选择⑤层圆砾作为持力层。桩径可采用 400-600mm，桩间距在满足结构要求的情况下根据经济性合理选择。褥垫层采用 200mm 厚的级配良好的中粗砂。加固后的复合地基承载力以载荷试验为准并应达到施工图设计要求。估算单桩竖向承载力时，建议桩的侧阻力特征值、桩的端阻力特征值选取参数如下表（本表参数亦适用于钢筋混凝土灌注桩）：

| 层号 | 岩土层名称 | CFG 桩的侧阻力特征值 q_{sia} (kPa) | CFG 桩的端阻力特征值 q_{pa} (kPa) | | |
|----|--------|------------------------------|-----------------------------|------------------|--|
| | | (水下参数) | $5 \leq L < 10$ | $10 \leq L < 15$ | |
| | ②层粉质粘 | -- | -- | -- | |
| | ②-1层圆砾 | 68 | -- | -- | |
| | ③层粉土 | 30 | -- | -- | |
| | ④层粉质粘 | 30 | 200 | 250 | |
| | ⑤层圆砾 | 70 | 1000 | 1000 | |

3) CFG 桩成桩可能性及环境影响评价

CFG 桩成孔范围内主要为粉质粘土层，桩端仅需进入砾石层一定深度，且上部局部存在胶结的砾石层，施工有一定难度，应提前重视，必要时采用旋挖或冲击成孔。若采用泥浆护壁，做好泥浆排放及外运工作，不会对周围环境造成污染。

CFG 桩正式施工前应进行试桩，单桩承载力以载荷试验为准。加固后的地基应做复合地基载荷试验，确定复合地基承载力及变形参数，承载力及变形达到设计要求后方可进行基础施工。

地基开挖后侧限虽有所削弱，但未造成不平衡，综合判定地基稳定。