

花岗岩残积土的工程地质特性初步研究 ——以福建东南晋江半岛花岗岩残积土为例

常晓军¹⁾, 葛伟亚¹⁾, 田福金¹⁾, 邢怀学¹⁾, 魏 峰¹⁾,
邓鼎兴²⁾, 叶龙珍²⁾, 叶永红¹⁾

1) 南京地质调查中心, 江苏南京, 210016; 2) 福建省地质工程勘察院, 福建福州, 350002

花岗岩残积土在福建泉州的晋江半岛分布广, 厚度较大, 是该区域重要的地基持力层。正确认识花岗岩残积土的工程地质特性对保障城镇建设安全、地质灾害防治都具有非常重要的意义。本文通过调查、试验的方法, 对晋江半岛残积土的工程地质特性作了探讨。

1 花岗岩残积土物理性质

花岗岩残积土的粒度成分特征是影响其物理力学性质的关键因素之一。按照残积土中砾质(粒径 $>2\text{mm}$)含量(福建省建设厅, 2006)将花岗岩残积土划分为三类(表 1)。

表 1 残积土分类及测试结果统计表

类 型	粘性土	砂质粘性土	砾质粘性土
依据(砾质含量)	$<5\%$	$5\sim 20\%$	$>20\%$
测量结果 %	0~2.8	5.4~16.9	23.5~25

从图 1 来看, 颗粒含量以粒径 0.075mm 为界, 小于该粒径的颗粒含量明显占优势, 平均含量超过 50%, 最高达 93%; 大于 0.075mm 的各粒组含量之和约为 50%, 其中 $2.00\sim 0.50\text{mm}$ 粒组含量占 20% 左右, 而 $0.50\sim 0.25$ 、 $0.25\sim 0.075$ 和 >2.00 等三个粒组的含量均明显较低。可见, 残积土兼有砂土和粘性土的性质(福建省建设厅, 2006; 罗国煜等, 1990)。

残积土的一般物理性质指标如表 2 所示: 天然含水率较高, 平均饱和度达 90% 以上, 土粒比重 2.68, 平均干、湿密度分别为 1.48 g/cm^3 和 1.88 g/cm^3 , 孔隙比为 $0.65\sim 1.25$, 属于中等偏高的压缩性。研究区内各种状态土体均存在, 以可塑状态为主。液限一般在 $25\sim 46.3\%$ 之间, 塑性指数 $7.4\sim 11.6$,

属于粉土~粉质粘土。

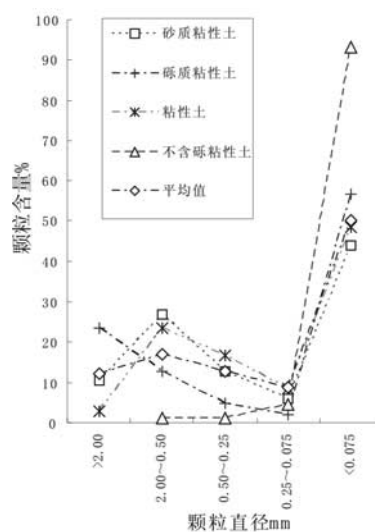


图 1 粒度成分分布曲线

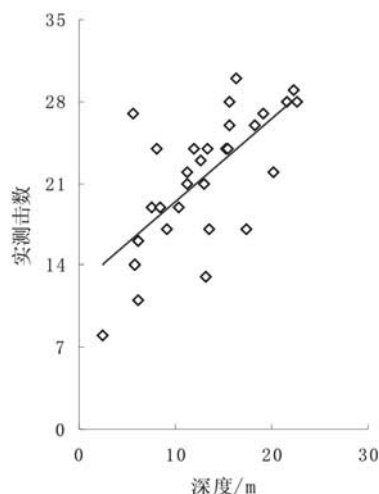


图 2 标贯击数与钻孔深度关系散点图

2 力学性质分析

区内花岗岩残积土压缩系数 $0.30\sim 1.09\text{ MPa}^{-1}$ ，压缩模量测试值 $1.76\sim 5.74\text{ MPa}$ ，属于中~高压缩性土。不同样品间的压缩模量、压缩系数差异较大，在一定程度上也反映了残积土的不均匀性。土体剪切试验结果，残积土内聚力最小值 7.8 kPa ，最大值 37.8 kPa ，平均值 18.84 kPa ，内摩擦角 $9.2^\circ\sim 36.2^\circ$ ，其抗剪强度还是比较高的。

3 花岗岩残积土工程地质特征

本次在残积土区的 13 个钻孔中共完成 31 组标

贯试验，统计表明，在残积层中标贯击数均在 8 击以上，标贯击数随钻孔深度呈正比的增长态势（图 2），而且具有较好的概率分布，主要集中在 16~30 击，据此可判断残积土的状态为可塑——坚硬。

由粘性土标贯击数与抗剪强度指标之间关系（《工程地质手册》编委会，2005），可得知残积土的内聚力 c 应为 $78\sim 103\text{ kPa}$ ，内摩擦角为 $24.3^\circ\sim 27.0^\circ$ ；相比，远高于室内试验结果，可以说明残积土具有较强的结构强度和较高的地基承载能力带开发利用。

表 2 花岗岩残积土物理指标统计表

物理指标	含水率%	土粒比重	湿密度 g/cm^3	干密度 g/cm^3	饱和度%	孔隙比
范围值	21.1~46.1	2.66~2.70	1.72~1.97	1.22~1.63	63.8~100	0.65~1.25
平均值	28.23	2.68	1.88	1.48	90.76	0.83

表 3 载荷试验测试结果

试验场地	场地一				场地二			
测点编号	ZH1	ZH2	ZH3	平均	ZH4	ZH5	ZH6	平均
极限荷载 kPa	720	800	640	720	800	720	640	720
最大沉降 mm	4.88	33.13	31.04	23.02	30.81	33.44	46.2	36.82
地基极限承载力 kPa	750	700	560	670	720	640	560	640
承载力特征值 (kPa)	375	350	280	335	360	320	280	320

为得到可靠的地基承载力特征值，采用 $0.5\times 0.5\text{ m}^2$ 的方形板分别在晋江金井、英林等 2 场地各进行 3 个点的浅层平板载荷试验。试验中，承压板沉降明显，周围均出现较为明显的鼓胀和多条显著的破坏裂缝，试验数据如表 3。结果显示，花岗岩残积土极限荷载值为 $560\sim 750\text{ kPa}$ ，平均极限值场地一、二分别为 670 kPa 、 640 kPa ；承载力特征值分别为 335 kPa 、 320 kPa ，高于前人在该地区获得的试验值（ $170\sim 260\text{ kPa}$ ）。

对比室内土工试验、标贯、载荷试验的测试结果，标贯试验与载荷试验比较能够准确的反映残积土的工程地质性质，是确定地基承载力较为有效、可行的方法，同时也说明扰动对残积土力学性质有很大的影响，尽管室内试验采取的是“原状样”，但采样过程中难免对土体产生非技术性的扰动。

4 结语

花岗岩残积土是一种具有较高强度、高压缩性的特殊土体，粒度成分反映残积土兼有砂土和粘性土的性质。测试结果表明标贯和载荷试验比较能够准确的反映残积土的工程地质性质，是确定地基承载力较为有效、可行的方法。晋江花岗岩残积土具有较高的结构强度，而室内土工试验的测试数据往往偏小，说明其在地基承载方面尚有较大的开发利用空间。

参考文献 / References

- 福建省建设厅，福建省工程建设地方标准《建筑地基基础技术规范》（DBJ13-07-2006）。
- 罗国煜，李生林，工程地质学基础，南京：南京大学出版社，13-19。
- 《工程地质手册》编委会，工程地质手册（第四版），北京：中国建筑工业出版社，2005。