

常州市溇湖组土体工程地质层划分及其应用

唐鑫^{1,2,3)}, 许书刚^{1,2,3)}, 龚绪龙^{1,2,3)}, 顾春生^{1,2,3)}, 张其琪^{1,2,3)}

1) 江苏省地质调查研究院, 南京, 210049; 2) 自然资源部地裂缝地质灾害重点实验室, 南京, 210049;
3) 江苏省数字地下空间工程研究中心, 南京, 210049

关键词: 溇湖组; 工程地质层序; 地下空间

溇湖组土体是吴标云、李从先(1987)对长江三角洲第四纪地质研究时所命名, 命名地点在常州武进寨桥 D114 孔, 因位于溇湖东侧而称之, 长江三角洲地区广泛分布, 时代为晚更新世(冯金顺, 2001)。常州市除低山丘陵和长江漫滩外, 广袤的平原区溇湖组土体皆有分布, 是常州市工业与民用建筑的主要基础持力层, 也是与浅层地下空间开发关系最为紧密的地层。因此, 对溇湖组土体进行工程地质层划分, 研究其工程地质特性, 具有重要的现实意义。

1 沉积环境

溇湖组主要发育在晚更新世晚期, 总的属冷期, 但有冷暖被动。早阶段, 以冷为主, 海水退出本区, 呈河湖环境, 沉积以黏土类填平补齐作用为主, 古长江河湾岸线达魏村—三井一带。中阶段, 气温转暖, 降水充沛, 水流冲刷作用加剧, 芦家巷—龙虎塘一线形成宽 2~5 km 的通江河道, 早阶段沉积物冲刷殆尽。随着海平面上升, 区内又遭大范围海侵, 史称溇湖海侵, 广泛沉积淤泥质土、细砂土。晚阶段, 总体以冷为主, 略有波动, 海水全部退出本区, 区内冷暖被动, 侵蚀与堆积交替, 总体发育一套黏土类沉积。

2 工程地质层划分

当前, 对于土体工程地质层组的划分方法还未形成统一标准, 特别是大范围的城市地质调查和勘探时, 土层厚度大, 类型多变, 对于土体工程地质层组的概化与归并十分关键(李晓昭等, 2004; 苟富刚等, 2018)。综合考虑沉积时代、成因类型和形成环境, 将溇湖组土体划分为 3 个工程地质层,

对应上中下三段, 与气候冷—暖—冷变化一致, 层号由上到下按由小到大的顺序排序, 以阿拉伯数字“1、2、3”表示。其中上段和下段均为一套河湖相黏土层, 平原区广泛连续分布。中段为一套滨湖—浅海相的灰色系海侵层, 层组内根据不同的工程地质性质划分为 4 个工程地质亚层, 对应的层序编号以工程地质层层号后加上“-1、-2、-3、-4”表示。

3 土体工程地质特性

3.1 黏性土

根据物理性质统计结果, 1 层和 3 层黏性土物理性质较为相似, 含水率较小, 塑性指数小于 17, 液性指数在 0.30 左右, 呈现可塑—硬塑状态。2-4 工程地质层物理性质截然不同, 表现为高含水率, 塑性指数约为 15, 液性指数 1.33, 为流塑状粉质黏土。

扫描电镜下 1 层和 3 层黏性土微观结构多呈骨架状结构形态, 土颗粒排列紧密, 棱角钝化, 孔隙率小, 宏观上表现为压缩性低、强度高等特点。2-4 层黏性土微观结构上呈现蜂窝状的絮凝结构形态, 土粒呈任意形式排列, 具有较大的孔隙, 强度较低, 压缩性较高, 属于典型的软土(侯晓亮等, 2011), 但土粒间连接强度会因压密和胶结作用而逐渐得以加强(图 1)。

3.2 砂土

根据统计分析结果, 2-2 层砂土不均匀系数(C_u)大于 5.0, 曲率系数(C_c)大于 3.0, 级配不良。砂土颗粒大多呈近似球状, 轮廓较规整, 磨圆度高。经 X 射线衍射分析, 矿物成分以石英为主, 超过 50%; 其次为长石, 含量在 20%~35%; 其余为少量的方解石、白云石、伊利石、绿泥石等, 均不超过

注: 本文为江苏省地质勘查基金项目“苏锡常都市圈西部环境地质调查”(编号: 苏财建[2017]160 号)、“苏南现代化建设示范区综合地质调查”(编号: 苏财建[2016]140 号)、江苏省自然资源厅科技计划项目“矿地融合理念下地上地下多种自然资源协同利用技术体系与实施路径研究”(编号: 苏自然资函[2023]639 号)的成果。

收稿日期: 2023-12-10; 改回日期: 2023-12-28; 责任编辑: 李明。DOI: 10.16509/j.georeview.2024.s1.161

作者简介: 唐鑫, 男, 1991 年生, 硕士, 工程师, 主要从事工程地质调查与研究工作; Email: 465206216@qq.com。

10%。微观结构上砂层表现出单粒形态，空隙大，透水性强，土粒间一般没有内聚力，但土粒相互依靠支撑，内摩擦力较大，受压时土体积变化较小（图1）。

4 地下空间开发应用

在地面建筑的桩基础使用方面，上部1层黏性土广泛出露地表，具备一定厚度，承载力一般在200 kPa以上，是区内良好的天然地基持力层；中部2-2层砂层分布稳定，平均顶板埋深8.60 m，平均厚度8.29 m，工程地质性质较好，是区内良好的短桩基础持力层。下部3层黏性土分布广泛，平均顶板埋

深18.89 m，平均厚度7.46 m，承载力可达240 kPa，是区内良好的中长桩基础持力层。

在地下空间开发利用方面，2-2层砂层为承压含水层，当地下工程如基坑、隧道等底板以下不透水层的厚度减小到一定程度时，承压水在水头压力作用下可能冲破不透水层，冲毁基坑或隧道底板，形成突涌现象，给施工带来很大困难。2-4层淤泥质粉质黏土具有强度低、压缩性高、易变形等特点，当该层土位于地下结构的侧壁，可能诱发侧壁的剪切破坏问题，导致基坑的坍塌失稳；当其位于地下结构底部地基中，出现的主要问题主要是基底的变形破坏。

表1 溇湖组土体工程地质层划分与物理力学性质参数表

地质年代	层号	亚层	岩性	状态	顶板埋深	层厚	含水率 W	比重 G _s	重度 γ	孔隙比 e ₀	塑性指数 I _p	液性指数 I _L
					(m)	(m)	(%)	-	(kN/m ³)	-	-	-
溇湖组	上段	1	粉质黏土	可硬塑	0.20~13.90	0.8~15.2	25.90	2.73	19.40	0.72	16.00	0.32
	中段	2-1	粉质黏土夹粉土	软塑-稍密	1.30~25.80	0.70~13.70	30.80	2.72	18.60	0.89	12.10	0.85
		2-2	粉土或粉砂	稍密-中密	1.90~27.30	0.50~27.13	4.40	0.02	0.70	0.14	1.70	-
		2-3	粉质黏土与粉砂互层	软-可塑	4.70~33.50	0.90~13.90	30.00	2.72	18.80	0.83	12.50	0.80
		2-4	淤泥质粉质黏土	软-可塑	5.80~31.30	0.50~16.20	34.00	2.73	18.20	0.99	14.38	1.33
	下段	3	黏土	可硬塑	7.80~34.40	0.84~20.20	25.70	2.73	19.50	0.69	15.20	0.31

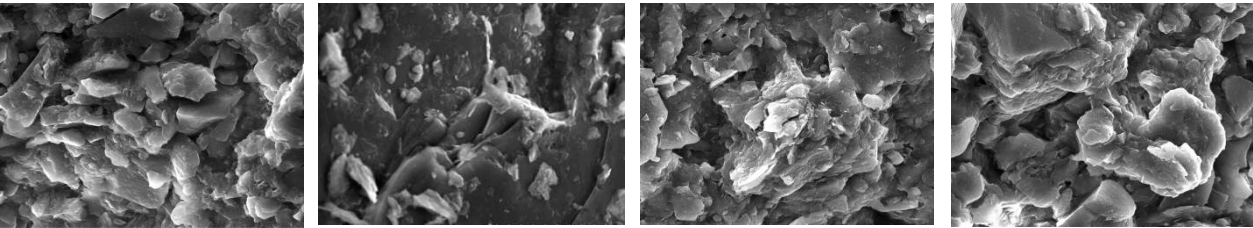


图1 溇湖组主要工程地质层微观结构照片（5000倍）
1—第1工程地质层；2—2-2工程地质层；3—2-4工程地质层；4—第3工程地质层

参 考 文 献 / References

冯金顺. 2001. 试论金坛地区下蜀组与溇湖组关系. 江苏地质, 25(4): 223~227.

苟富刚, 龚绪龙, 梅芹芹. 2018. 长江三角洲北岸土体工程地质层组划分及其应用. 地质论评, 64(1): 237~245.

侯晓亮, 赵晓豹, 李晓昭, 李家奇. 2011. 南京河西地区软土地层特征及工程特性研究. 地质论评, 57(4): 600~608.

李晓昭, 罗国煜, 龚洪祥, 严三保, 张迪. 2004. 土体工程地质层组的划分. 岩土力学, 25(5): 759~763.

Feng Jinshun. 2001. Tentative Discussions on the Relationship of Xiashu and Gehu Formations in jintan Area. Geology of Jiangsu, 25(4): 223~227.

Gou Fugang, Gong Xulong, Mei Qinqin. 2018. The Division and Application of Engineering Geological Strata Groups of Soil Mass in North Shore of the Yangtze Delta. Geological Review, 64(1): 237~245.

Hou Xiaoliang, Zhao Xiaobao, Li Xiaozhao, Li Jiaqi. 2011. Research on engineering properties of flood plain soft soil in Hexi area, Nanjing. Geological Review, 57(4): 600~608.

Li Xiaozhao, Luo Guoyu, Gong Hongxiang, Yan Sanbao, Zhang Di. 2004. The division of engineering geological strata groups of soil mass. Rock and Soil Mechanics, 25(5): 759~763.

TANG Xin, XU Shugang, GONG Xulong, GU Chunsheng, ZHANG Qiqi: Geological stratification of Gehu Formation soil engineering and its applications in Changzhou City

Keywords: Gehu Formation; engineering geological layers; underground space