

长江中下游港口建设地质环境评价

刘世凯,徐凯燕,刘浩,周伟

(武汉理工大学交通学院,湖北武汉 430063)

摘要: 对沿江两岸河漫滩的分布特征、漫滩地貌、漫滩结构、漫滩基底结构、漫滩水文地质条件等进行了分析。同时,对漫滩地层的物理力学性质,包括典型的漫滩土层和非典型的漫滩土层,根据不同出露地点进行了剖析、对比,从而对长江中下游港口建设的环境工程地质条件从地貌特征、地层特性以及不良地质现象等方面进行了综合评价。在此基础上,详细论述了合理利用有利条件和避开、治理不利条件的方法,为长江中下游港口建设提供了有价值的基础资料。

关键词: 漫滩土层;地质环境;评价。

中图分类号: X141;P642.1 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2001)04-0437-04

作者简介: 刘世凯(1940—),男,教授,主要从事工程地质教学和科研工作。

1 长江漫滩相土层概述

长江中下游河段,由于水流分选作用,由上至下沉积颗粒明显由粗到细,大量资料表明,河漫滩相沉积具有典型的相变规律。这种规律是:宜昌至枝江段,河床沉积以卵砾石为主;武汉至镇江段,河床沉积以砂为主,有底砾。宜昌至枝江段,漫滩相沉积以一般粘性土为主;武汉至镇江段,漫滩相沉积以淤泥质土及淤泥为主^[1]。

2 典型河漫滩土层特征

2.1 上部河漫滩相粘性土层

它是河水溢出河床后的沉积物经水流分选而形成,颗粒细小均匀,具有水平层理,含有机质,有时还含沼气。因形成时代新,河漫滩上地下水位又高,故土体没有得到很好固结。其沉积环境与形成时代,决定了它具有软土的特点。按土的工程地质分类,属于一般粘性土和淤泥质土或淤泥。其表层则因周期性地出露于地表,土质得到干缩固结,形成表面硬壳层。故本层又可分为两个亚层。

(1)地表硬壳层:分布于地表,厚度不大,一般

表1 地表硬壳土层的物理力学性质

Table 1 Mechanical properties of hard land layers

地点	$w/\%$	γ	e	I_L	c/kPa	$\varphi/(\circ)$	a_{1-2}	土层名称
武昌	30	1.89	0.88	0.92	30	18	0.22	粘质粘土
黄石	32.8	1.87	0.93	0.70				粉质粘土
铜陵	30.9	1.85	0.93	0.98				粉质粘土
镇江	27.5	1.89	0.83	0.42	32	21		粉质粘土

w :含水量; γ :容重, $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$; e :孔隙比; I_L :液限; c, φ :分别为快剪强度和内摩擦角; a_{1-2} :压缩系数, MPa^{-1} 。

2 m左右。地下水的常年水位是本土层的底部界线。前缘地区因地面较高,硬壳层的厚度较大。往后,河漫滩地面逐渐低下,硬壳土层厚度也就逐渐变薄,至后缘池沼、洼地区则因本土层无形成条件而缺失。土质属一般粘性土,因经常出露于地表,使组成矿物得以充分氧化,有机质逐渐分解,故土层均呈黄褐或褐黄色。硬壳土层的物理力学性质详见表1。本土层因分布于地下水位以上,故天然含水量不高,又因已得到干缩固结,故具中等压缩性。其液限指数及孔隙比均小于1,一般天然地基允许承载力可以采用 $[R]=120\sim 150\text{ kPa}$ 。对于硬壳土层应根据实际情况可充分加以利用。

(2)一般粘性土、淤泥质土和淤泥:分布于硬壳层之下,是河漫滩相主体沉积物。根据其形成条件,土层厚度常有由前缘向后方增大的趋势。本土层因含有机质,呈灰褐色,土质一般为淤泥质土、淤泥及

表 2 河漫滩相土层的物理力学性质

Table 2 Physical-mechanical properties of flood land soil layer

地点	土质	$\omega/\%$	$\gamma/(\text{t} \cdot \text{m}^{-3})$	e	I_1	快剪		固快		a_{1-2}/MPa^{-1}	备注
						c/kPa	$\varphi/(\text{°})$	c/kPa	$\varphi/(\text{°})$		
枝城	—	30	1.92	0.85	0.94	22	27.1			0.25	
武汉	一般粘性土	31.5	1.84	0.94	1.02			20	23.0	0.34	
九江		33.1	1.91	0.90	0.83			28	21.9	0.37	
马鞍山		33.0	1.84	0.94	0.81	23	17.6			0.36	
镇江		36.1	1.85	0.98	1.04					0.38	
武汉	淤泥质粘性土	37.6	1.81	1.07	1.35	16	15.4			0.43	
黄石		38.7	1.84	1.08	1.52	9	11.7			0.68	
芜湖		39.8	1.76	1.14	1.36	9	15			0.52	
镇江		39.6	1.82	1.10	1.71	11	13.5				
芜湖裕溪口		48.0		1.37	1.83	6	9.0			1.00	古汉道
荻港		48.2	1.66	1.43	1.19	6	9.2			0.81	古冲沟

表 3 粘性土的物理力学性质

Table 3 Mechanical properties of soil

地点	$\omega/\%$	γ	e	I_1	快剪		固快		a_{1-2}/MPa^{-1}
					c/kPa	$\varphi/(\text{°})$	c/kPa	$\varphi/(\text{°})$	
武汉	34.2	1.85	0.99	1.00			22	25	0.36
黄石	37.0	1.84	1.04	1.11	13	8.1			0.44
安庆	34.5	1.86	1.02	1.04			15	13	0.50
芜湖	35.9	1.78	1.06	0.83					0.31

γ 的单位同表 1。

一般性粘土。时夹薄层状或透镜体状密度松散的粉砂层。在淤塞的古冲沟、古河道地段,以厚层淤泥和淤泥质土为主,土质差,局部有机质富集,甚至发育成泥炭,是漫滩土质最差的地段。河漫滩相土层的物理力学性质见表 2。

2.2 中部过渡相粉砂与粘性土层

该相是河漫滩相与河床相之间的过渡相,由粉砂与粘性土互层,土质的不均匀,反映了沉积环境的不稳定。现将其中粘性土性质列于表 3。本土层中砂土系密度疏松的粉砂土,粘性土因受砂土中地下水浸泡土质较差,一般呈淤泥质土或接近于淤泥质土的性质,土质不均,性质差,不宜作持力层。

2.3 下部河床相砂、砾、卵石层

该层常具有较大的厚度,一般为 10~20 m,厚者可达 40 m 左右。江汉平原等沉降地区其厚度更大。砂土呈灰褐色、灰色,砾、卵石呈杂色。成分以石英质为主,卵石中兼有砂岩、石灰岩、燧石及岩浆岩、变质岩等。河床相土层,其颗粒大小、形状、级配、排列等受水流速度、搬运距离、沉积物来源的控制。由上游向下,颗粒逐渐变细。在地质剖面上则从上向下砾径逐渐变粗,具有序砾层的特点。其中又有因在沉积过程中局部水动力条件变化而在砂层中出现的粘

性土薄层或透镜体。

本土层具有如下特点:(1)由于受上覆土体荷载的作用,砂层密度自上而下,由松散稍密逐渐变为中密、密实。具有一定厚度的中密以上砂层可作为建筑物地基^[2],下卧砾、卵石层则为良好的持力层。同时必须注意,在平面上同一砂层,由于上覆体厚度不同,上覆的荷载亦不同,其密度也有明显差异。了解砂层密度在平面分布上的规律性,对于正确选择建筑物的地基设计参数以及确定试桩位置使之有较好的代表性是很有意义的;(2)必须十分重视砂砾层中粘性土透镜体或夹层的存在。详细查明其分布及土质,尤其层位出现在桩尖附近时,更应慎重,否则将会发生工程事故;(3)长江中、下游凡含砾的砂层,钻探中常发生管涌现象。这是因为含砾的砂层不均匀系数较大,当地下水的坡降超过临界水力坡降时,就会发生管涌,致使勘察时钻进困难,并造成标准贯入实验击数失真;(4)由于河漫滩形成时代晚,其卵石均较新鲜,一般呈中密至密实状态,是良好的持力层。勘探中应注意有无次生卵石层存在,它往往密度松,有时下卧有较近沉积土层。

3 非典型河漫滩土层简述

非典型河漫滩土层缺失下部河床相砂卵石层,有时也缺失过渡层,其上部河漫滩相粘性土与中部过渡相互层状土,它们的土质与典型河漫滩土层基本相同,只是厚度增大。由于缺失下部砂砾、卵石层,对于各类工程建筑而言,河漫滩土体中没有良好持力层。故有些建筑常常利用河漫滩的下卧基底——老土或基岩作为持力层,如黄石、九江、芜湖等地各

港口建筑均出现过这种情况。

4 工程地质评价

(1)地貌评价. 长江中下游河漫滩从湖北枝江以下开始分布, 一般左岸有大面积分布, 而右岸分布不广。①河漫滩前缘, 地势稍高, 表面有硬壳土, 下卧砂层埋藏浅, 地质条件较好. 建筑物应尽量利用这个地区进行布置. 向后缘, 地面低洼, 甚至渍水, 布置建筑物须大面积填土, 增加投资, 延长工期; ②凡古河道、古冲沟、溃堤处, 地势低, 地下水位高, 地层新, 土质弱, 不宜布置建筑物. 其出口处最易发生滑坡, 建筑物选址时应予避让; ③岸坡区是各种不良地质现象集中发育处, 应根据坡的形态、地下水活动情况、岸坡土质构成、河势演变来综合分析不良地质现象的成因与发展趋势^[3]。

(2)地层评价. 一般左岸分布有典型的河漫滩剖面, 右岸则为非典型的河漫滩分布. 经研究认为: ①表层硬壳土可以利用, 但基础不宜深埋; ②软土是河漫滩上部的主体土层, 土层弱, 不宜作为建筑物的持力层. 河漫滩地面低洼, 常需大面积填土, 由此引起的沉降对岸坡稳定的问题应予关注. 此外因软土固结, 或大面积填土或堆载, 使地面沉降较快, 因此支承于硬层上的桩需考虑负摩擦作用; ③砂与粘土互层或夹层, 含有砂层对排水固结有利, 临空面上对侧向位移不利. 对这类土层进行实验及确定其力学指标时, 应考虑其结构特征. 确定其承载力时以力学实验指标为主, 物理指标为辅; 勘探应同时使用原位测试方法来取得综合指标; ④长江左岸一般具有典型

河漫滩结构, 其下部砂、砾、卵石层是主要持力层, 必要时可利用河漫滩基底层——老土或基岩为持力层. 长江右岸一般具有非典型的河漫滩结构, 常缺失砂、砾、卵石层(如有仍可作为持力层)只有利用河漫滩基底层——老土或基岩作为持力层。

(3)不良地质评价. 岸坡稳定与否是各类建筑的主要环境工程地质问题, 也是港口工程地质评价中的首要问题. ①由于河漫滩演变(如深槽摆动)原因引起的岸坡失稳, 选址时应避让, 或用整治河道的办法来解决; ②河流侧蚀引起上覆土体坍塌时, 应采取护岸措施; ③通常掩埋的古河道、古冲沟出口处或溃堤处, 土质最差, 地下水位高, 最易发生滑动; ④软土岸坡, 当坡比大于 1/3 且坡形又是上缓下陡时, 必须验算整体稳定. 尤其当下卧硬层层面向江倾斜时, 枯水期地下水渗透压力较大时, 有施工震动时, 有大面积填土时, 这些不利条件的组合, 对岸坡的稳定是最不利的^[4]. 另外, 某些地段潜蚀及管涌现象对岸坡稳定性不利, 应充分予以注意。

参考文献:

- [1] 刘世凯. 地质环境与工程[M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1996.
- [2] 古迅. 核电工程地质[J]. 工程地质学报, 1996, (2): 87-96.
- [3] 刘世凯. 公路工程地质与勘察[M]. 北京: 人民交通出版社, 1996.
- [4] Wang X Y. Engineering geological characteristics and evaluation of the soft soil in the lower reaches of the Yellow River[M]. Zhengzhou: China Yellow River Water Publishing House, 1996.

EVALUATION ON GEOLOGY ENVIRONMENT OF HARBOR CONSTRUCTION IN MIDDLE AND LOWER REACHES OF THE YANGTZE RIVER

Liu Shikai, Xu Kaiyan, Liu Hao, Zhou Wei

(Communication Faculty, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430063, China)

Abstract: The distribution feature of the flood land along the river, its landform and structure, basal structures and hydrologic conditions are analyzed based on the data collected systematically. At the same time, the physical-mechanical properties, including the typical and non-typical flood land soil, are compared according to the difference of the outcrops. The environment engineering geology condition,

from the landform feature, stratum structure to unfavorable geology condition, of the harbor construction along the middle and lower reaches of the Yangtze River were evaluated synthetically. On the basis of the study and analysis, the methods of utilizing the good environment condition to keep away from and prevent the unfavorable environment geology condition were advanced, which is valuable for the harbor construction along the middle and lower reaches of the Yangtze River.

Key words: flood land soil layer; geological environment; evaluation.

《交通工程地质专辑》编辑委员会

主任 陈 飞

副主任 唐辉明 刘世凯 程伯禹 曹光荣 栗怡然 杨志波 高桥芳
卜永洗 石 林

顾 问 刘广润 陈德基 崔政权 范士凯 邸作述 侯石涛

委 员 薛果夫 刘敬先 赵思贤 满作武 孙云志 朱全宝 李继昌
姚永华 王继红 钟阴乾 王顺培 曹木生 余新才 徐杨青
欧湘萍 刘玉山 陈汉宝 晏鄂川 程新生 方 云 曾渠丰
杨银湖 王尚庆 方志杰 沈贵文 刘加龙 王初生 王环玲