

文章编号 :1007 - 6492( 2000 )03 - 0073 - 03

# 温孟滩区土的工程特性评价与毛管性试验研究

曾德贵<sup>1</sup>, 王程淑<sup>2</sup>, 刘忠玉<sup>1</sup>, 范茹琴<sup>1</sup>

( 1. 郑州工业大学土木建筑工程学院, 河南 郑州 450002; 2. 郑州纺织机械厂工程设计所, 河南 郑州 450056 )

摘 要: 为了防止滩区土的毛管性对黄河小浪底水利枢纽移民房屋产生不利影响, 实地调查了温孟滩区新旧房屋的地基处理、基础型式、村台高度、使用现状、滩区地下水埋深等, 重点对滩区土的工程特性进行了有关项目的土工试验、毛管水上升高度试验研究. 结果表明, 滩区土的工程特性较差, 毛管水上升高度达 3.12 m, 为此, 提出安置区移民房屋建筑时, 必须对地基进行处理, 减小基础和地圈梁相连的户数, 村台高度大于 1.2 m 等等.

关键词: 工程特性; 土; 毛管性; 村台

中图分类号: TU 470+.2; TU 441+.32 文献标识码: A

## 1 安置区概况<sup>[1 2]</sup>

温孟滩移民安置区在黄河左岸的温县、孟县境内, 东、南、西三面至黄河防护堤, 北到省移民局界定线形成封闭区, 总面积 53 km<sup>2</sup>, 安置移民 4.1 万余人. 滩区按高程分为高滩、洼地和嫩滩三大类. 高滩上端高程 118.0 m, 下端高程 108.0 m, 顺河道方向滩区纵比降约为 1/4000, 低滩地较高滩地低 1~2 m, 容易积水, 黄河水位高时受浸泡. 嫩滩高程低, 黄河流量大于 4000 m<sup>3</sup>/s 时, 水流漫滩, 枯水期重现或变位. 滩区表层土类多为砂壤土, 0.5~5.5 m 深范围均为砂质粉土和细砂. 滩区地下水源的补给来自黄河、蟒河、渠系侧渗和降雨入渗等, 雨季及洪水期地下水位明显抬高. 安置区地下水埋深( 沿临黄防护堤线各横断面 ), 1994 年 11 月 0.5~2.1 m, 1995 年 5 月 1.8~3.2 m. 各横断面南部埋深较浅, 北部相对较深, 由南向北约以 1‰ 的比降降低. 由于安置区各部分区域的地质成因具有相似性, 因此, 安置区土的工程特性评价与毛管性试验研究范围选择在孟县化工控导工程以东的南庄镇塔地移民新村和王家沟、蒿子沟移民点.

## 2 安置区内新旧房屋情况调查

通过实地踏勘、走访群众等方式, 考查了安置

区内先期移民新居( 塔地村 ), 安置区以北农民旧房( 官庄村 ) 的地基处理、基础型式、村台高度、墙体裂缝及泛霜、室内返潮等情况.

### 2.1 地基、基础与村台

塔地移民新村是在滩区开挖基坑 1 m 左右, 再回填一定厚度的粘土夯实, 砌筑砖基础至原地面做地圈梁, 基础及地圈梁按 6 户相连( 总长约 60 m ), 无沉降缝. 室内地坪及庭院回填滩区土夯实而成, 形成的村台高度约 0.8~1.0 m. 安置区以北官庄村民房多为一层, 部分是 2~3 层楼房. 建房时也多是在原地面开挖基坑做砖基础, 室内及庭院回填土夯实, 村台高度 1.3 m 左右.

### 2.2 室内返潮、墙体泛霜与裂缝

两处调查地房屋室内均为水泥砂浆地坪, 地坪及墙体均有不同程度的返潮现象, 在汛期返潮程度较重, 春秋季节也十分明显. 外墙泛霜情况有所不同. 塔地移民新村霜迹不太明显, 官庄村霜迹显著. 霜迹高度( 距村台地面, 下同 ) 两地相近, 约 40~60 cm. 调查时晴天, 气温 23℃ 左右.

塔地移民新村位于户行两端的房屋, 在纵墙窗洞口有自下而上倾斜、宽约 1~3 mm 的八字形裂缝, 官庄村部分老房也存在类似的裂缝. 显然是由地基不均匀沉降引起. 虽然塔地移民新村建成不到两年, 但过长的基础及地圈梁对不均匀沉降

收稿日期: 2000-02-19; 修订日期: 2000-05-20

作者简介: 曾德贵( 1964- ) 男, 河南省固始县人, 郑州工业大学讲师, 主要从事岩土工程和建筑结构检测方面的研

反应极为敏感,从而加速了墙体裂缝的产生.

3 安置区土的工程特性评价

为了进一步对安置区土的工程特性作出评价,在对两地新旧房屋有关情况调查的基础上,又在塔地移民新村及待建点共取土样 11 个.其中塔地移民新村 5 个(已建村台下原滩地土样 2 个,现滩地 3 个),王家沟、蒿子沟待建移民点 6 个.土的工程特性指标如表 1 所示.

表 1 安置区土的工程特性指标

区域	塔地移民新村	王家沟、蒿子沟移民点
取土深度/m	0.8~1.0	0.6~0.8
土的名称	粉土	粉土
有效粒径 $d_{10}/\text{mm}$	0.0064	0.0102
限定粒径 $d_{60}/\text{mm}$	0.031	0.024
不均匀系数 $C_u$	4.8	2.35
含水量 $w/\%$	17.9	22.2
最优含水量 $w_{op}/\%$	17.2	18.2
天然重度 $\gamma/(\text{kN}/\text{m}^3)$	16.8	16.8
干重度 $\gamma_d/(\text{kN}/\text{m}^3)$	14.2	13.7
最大干重度 $\gamma_{dmax}/(\text{kN}/\text{m}^3)$	16.3	16.1
孔隙比 $e$	0.89	0.96
饱和度 $S_r/\%$	54	62
相对密度 $G_s$	2.69	2.69
液限 $\omega_L/\%$	25.9	26.8
塑限 $\omega_p/\%$	17.3	18.4
塑性指数 $I_p$	8.6	8.4
压缩系数 $a_{1-2}/(\text{MPa}^{-1})$	0.24	0.39
渗透系数 $k/(\text{cm}/\text{s})$	$3.90 \times 10^{-4}$	$4.43 \times 10^{-4}$

根据实地的鉴别分析及以上土的有关参数,对安置区土的工程特性作如下评价:

(1) 不均匀系数  $C_u < 5$ ,土颗粒较均匀,级配不良,不易压实.

(2) 孔隙比较大,干重度  $\gamma_d < 16 \text{ kN}/\text{m}^3$ ,压缩系数  $0.1 < a_{1-2} < 0.5$ ,密实度差.

(3) 土的渗透性较弱,不利于地基固结和孔隙水的排出等.

(4) 土的有效粒径很小,颗粒较细,毛管性极为显著<sup>[3]</sup>,极易造成土地盐渍化、房屋室内返潮、墙体泛霜,加速墙体风化破坏等.

4 安置区土的毛管性试验研究

4.1 试验研究目的

通过安置区土的毛管性试验,测定毛管水的上升高度,研究提出防止毛管水上升对移民房屋建筑不利影响的措施.

4.2 毛管性试验的设计与结果

毛管性试验的土样为安置区塔地移民新村的粉土,毛管水上升高度试验采用土样管法<sup>[4]</sup>,各组土样设计如下:

(1) 塔地移民新村现滩地土,由标准击实试验按  $\gamma_d = \gamma_{dmax} = 16.3 \text{ kN}/\text{m}^3$  时制备土样,对应  $e_1 = 0.65$ ,测定土相对最密实状态时的毛管水上升高度  $h_c$ .

(2) 塔地移民新村村台 0.8 m 埋深下、原滩地土样,实测  $e_2 = 0.76$ ,对应  $\gamma_d = 15.3 \text{ kN}/\text{m}^3$ ,测定村台建成使用后使原滩地土压密时的毛管水上升高度.

(3) 按土建工程室内地坪所要求的压实度制备土样,  $\gamma_d = 14.7 \text{ kN}/\text{m}^3$ ,对应  $e_3 = 0.83$ ,测定村台及室内达到设计密实度时的毛管水上升高度.

(4) 按  $e_4 = 0.90$  制备土样,对应  $\gamma_d = 14.2 \text{ kN}/\text{m}^3$ ,测定毛管水上升高度的对比组.

(5) 塔地移民新村现滩地原状土样,  $e_5 = 0.99$ ,对应  $\gamma_d = 13.5 \text{ kN}/\text{m}^3$ .

实测 5 组土样毛管水上升高度结果见表 2.

表 2 不同孔隙比时的毛管水上升高度

孔隙比 $e$	0.65	0.76	0.83	0.90	0.99
$h_c/\text{cm}$	> 320	312	297	278	259

说明 1. 试验水温  $T = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ,土的有效粒径  $d_{10} = 0.0064 \text{ mm}$ ;  
2.  $e = 0.65$  时,受测压管高度所限而终止试验,  $h_c$  未达最终高度.

4.3 毛管性试验结果分析

毛管水上升的机理是由于水和空气界面存在表面张力,同时毛细管管壁的分子与水分子间有引力作用,两种力相互作用的结果,使自由水沿毛细管上升到一定的高度.在其他条件相同时,毛管水上升的最大高度  $h_{max}$ <sup>[3]</sup>为:

$$h_{max} = 4\sigma/(\text{d}\gamma_w), \tag{1}$$

式中:  $\sigma$  为水的表面张力,  $\text{N}/\text{m}$ ;  $d$  为毛细管直径,  $\text{m}$ ;  $\gamma_w$  为水的重度,  $\text{kN}/\text{m}^3$ .

从公式 (1) 可看出,毛管水上升高度和毛细管直径成反比,毛管直径越细,毛管水上升高度越大.表 2 的实测结果验证了上述机理.因为随着土样孔隙比  $e$  的减小,土的密实度增大,毛管直径变细,毛管水上升高度随着增大.表 2 的实测结果也表明,温孟滩区土的毛管性显著,毛管水上升高度相对较大,从而造成了塔地移民新村及官庄村两地室内返潮及墙体泛霜.

4.4 安置区土的毛管水上升高度、村台高度  
确定土的毛管水上升高度的目的,是为了防

止土的毛细管性对移民房屋建筑的不利影响,因此,安置区土的毛细管水上升高度不能取用原状土的实测值.首先应根据土建一般工程对室内地坪的压实度要求来确定;其次,按移民房屋建成使用后,原土层受到压实后的情况确定.因此,根据毛细管性试验土样的设计,移民房屋建筑时,土中毛细管水上升高度的取值:①取 $e_3 = 0.83$ 时的实测值 $h_c = 2.97\text{ m}$ .但移民房屋建成后,随着土的固结压实,土中孔隙变小, $h_c$ 要相应增大,因此,实际取值应大于 $2.97\text{ m}$ ;②取 $e_2 = 0.76$ 时的实测值 $h_c = 3.12\text{ m}$ ,因为该土层经上覆村台土、施工和使用荷载作用、雨水渗透固结等,基本反映了房屋建成使用后原土层的压实情况.综合以上两点,移民房屋建筑时,安置区土的毛细管水上升高度取 $3.12\text{ m}$ .

1998年4月(枯水期),调查地下水水平平均埋深约 $1.92\text{ m}$ .从而移民村台高度应为 $3.12\text{ m} - 1.92\text{ m} = 1.2\text{ m}$ .考虑到汛期及枯水期引黄灌溉时,地下水位抬高,埋深相应减小,建议村台高度应大于 $1.2\text{ m}$ .

### 5 安置区土的工程特性与毛细管性对移民房屋建筑的要求

根据以上分析可知:滩区土的工程特性相对

较差,毛细管水上升高度很大.因此,移民的房屋建筑应采取必要的措施,以保证其安全性、适用性及耐久性.

(1)地基做必要的处理,可夯实或换土垫层,以减小地基沉降,提高地基承载力.土夯实时,应选择适宜的夯实机具,注意土的干湿程度.

(2)减小基础及地圈梁相连的户数,设置沉降缝,以避免或减小由于地基的不均匀沉降对房屋造成的危害.

(3)为防止由于毛细管水作用造成房屋返潮、墙体泛霜,必须保证足够的村台高度,建议村台高度大于 $1.2\text{ m}$ ,同时对室内地坪做适当的防潮处理.地基基础还应采取适当的构造措施.

### 参考文献:

- [1] 林彦春.温孟滩移民安置区工程地质普查报告[R].郑州:河南黄河河务局规划设计院,1995.
- [2] 王秋杰.温孟滩移民安置区土地资源评价报告[R].郑州:河南黄河河务局规划设计院,1995.
- [3] 洪毓康.土质学与土力学[M].北京:人民交通出版社,1994.36-38.
- [4] SD128-84,土工试验规程[S].

## Evaluation for the Engineering Properties of Soil and Experimental Researches on Capillarity in Wenmeng Bottomland

ZENG De-gui<sup>1</sup>, WANG Cheng-shu<sup>2</sup>, LIU Zhong-yu<sup>1</sup>, FAN Ru-qin<sup>1</sup>

(1. College of civil & Building Engineering, Zhengzhou University of Technology, Zhengzhou 450002, China; 2. Engineering Design Institute of Spinning Mechanical Factory, Zhengzhou 450056, China)

**Abstract** :To avoid disadvantageous effects of the capillary water in Wenmeng bottomland on the immigration building of the yellow River Xiaolangdi water conservancy pivot, fieldworks for ground treatment, foundation form, thickness of bedding cushion and status quo of the new and old buildings and ground water table in the Wenmeng bottomland receiving area for immigrants of the Yellow River Xiaolangdi water conservancy pivot are carried on, and soil tests and experiments of the risen height of capillary water about soil in this area are emphatically performed and studied. The results of the investigations and researches show that the engineering properties of the Wenmeng bottomland soil is not good, with the risen height of capillary water amounting to  $3.12\text{ metres}$ . Based on that, when the building construction in this area is carried, first, ground must be treated and secondly, foundation and beam must be reduced, third, over  $1.2\text{ metres}$  thickness of bedding cushion is setted.

**Key words** :engineering property; soil; capillarity; bedding cushion