No.1

Feb. 2015

DOI: 10.16198/j. cnki. 1009-640X.2015.01.013

徐锴, 范明桥, 林生法, 等. 浙江玉环漩门三期吹填淤泥的工程特性[J]. 水利水运工程学报, 2015(1):89-95. (XU Kai, FAN Ming-qiao, LIN Sheng-fa, et al. A study of engineering characteristics of hydraulic filled mud from Xuanmen third stage construction in Yuhuan of Zhejiang Province[J]. Hydro-Science and Engineering, 2015(1):89-95.)

浙江玉环漩门三期吹填淤泥的工程特性

徐 锴1, 范明桥1, 林生法1, 付冠杰2, 魏雁冰1,2

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 河海大学 土木与交通学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 围垦工程中各个区域吹填淤泥的成因、成分、物理力学特性相差较大。通过室内土工试验对吹填淤泥的物理性质进行研究,采用量筒沉积试验研究吹填淤泥的沉积规律,利用室内试验探索淤泥强度和渗透性随含水率和孔隙比变化的规律,采用现场试验对淤泥含水率和强度沿深度分布规律进行研究。结果表明: 沉积试验中,初期(t<118 h) 淤泥沉降速度较快,以土颗粒自重沉积为主,沉降量、密度、含水率与孔隙比变化明显,海水吹填泥浆的沉积要快于淡水泥浆沉积,通过添加分散剂或絮凝剂来加快泥浆沉积速率效果不明显。采用半对数坐标表示淤泥强度或渗透性与淤泥含水率或孔隙比关系具有较好的相关性。含水率沿深度方向递减,而强度则沿深度方向递增。在不同自重固结历时下,吹填淤泥浅层含水率和强度变幅较小,深层变化较明显。

关键词:吹填淤泥;工程特性;沉积规律;强度;渗透性;含水率

中图分类号: TU447 文献标志码: A 文章编号:1009-640X(2015)01-0089-07

沿海城市是我国轻重工业和高新技术产业密集地,经济发达、人口密度大、用地紧张。全国沿海城市正在进行大规模围海造陆,以期解决土地资源紧缺的问题。我国地域辽阔、海岸线较长、各个区域土的成因、成分、物理力学特性相差较大。因此有必要对每个区域的吹填土工程特性进行研究,以期对本区域内相关吹填工程提供必要的理论数据支撑。

由于吹填淤泥的土颗粒沉积会影响晾晒时间的长短,所以土颗粒沉积与自重固结过程的物理力学性质变化直接影响设计方案和施工方案。国内外学者针对吹填淤泥的沉积规律和自重固结下吹填淤泥物理参数的变化规律开展了一些理论和试验研究。宋志刚[1]通过对吹填土固结速度影响因素的分析,认识到主固结速度的影响因素主要有双电层厚度、吹填土渗透性、电位势、土水势和粒间作用力。詹良通等[2-4]分别研究了吹填淤泥自重沉积固结特性、自重沉积规律与物理力学性质变化特征。曹玉鹏等[5]研究了疏浚淤泥在静水条件下的沉积规律,探讨了模型尺寸、盐水和淡水两种沉积环境以及初始含水率对沉积速率和沉积量的影响,分析了疏浚淤泥自然沉积稳定后的含水率变化范围。洪鹏云等[6]通过量筒沉积试验和大筒沉积试验,模拟了现场高含水量吹填淤泥的自重沉积,测定吹填淤泥在不同初始含水量、不同大小试验容器条件下沉积后的重度。龚镭等[7]研究了新吹填淤泥的工程性质变化特性。尹聪等[8]利用沉降柱试验研究了吹填泥浆自然沉降下的分层规律。杨瑞敏等[9]研究了吹填时疏浚淤泥颗粒在堆场内运移及分选规律。汪顺才等[10]对堆场疏浚淤泥含水率分布规律进行了调查研究。K.Been等[11]利用沉积柱试验研究了粉质黏土(黏粒含量为30%)自重沉积固结特性,测得不同初始密度泥水混合物在自重沉积过程中各时刻的密度剖面、超孔隙水压力剖面以及土颗粒离析分布特征。G.Imai^[12]将疏浚淤泥的自然沉积分为分散、絮凝、区域和固结4种沉降类型。R. Bürger^[13]等采用数值模拟方法对两种粒径圆粒的沉积规律进行了数值模拟分析。

收稿日期: 2014-08-26

基金项目: 水利部公益性行业科研专项经费资助项目(201201015,201201006)

作者简介: 徐 锴(1982-),男,江苏靖江人,博士,主要从事软基处理、淤泥固化和环境力学方面的研究。

E-mail:kxu@nhri.cn 通信作者: 林生法(E-mail:sf_lin@126.cn)

R.L.Montgomery等[14]认为泥浆初始颗粒浓度和颗粒絮凝特性是控制疏浚淤泥颗粒沉积行为的主要因素。

本文依托浙江玉环漩门三期围海造陆工程,通过现场和室内试验对玉环漩门三期吹填淤泥的基本物理特性、沉积规律、淤泥强度和渗透性随着含水率与孔隙比的变化规律、不同自重固结时间下的吹填淤泥的含水率和强度沿深度分布规律进行研究,为本区域内的相关吹填工程设计与施工提供理论数据支撑与参考。

1 物理试验

为探究浙江玉环漩门三期吹填淤泥工程性质的变化规律,在本地区围区现场取吹填泥浆进行了物理、力学性质试验、室内沉积试验。

经室内试验分析统计本地区吹填淤泥液限为 45.8%, 塑限为 21.1%, 塑性指数为 24.7, 颗粒分布为细砂 (粒径 0.25~0.075 mm) 6.1%, 粉粒(粒径 0.075~0.005 mm) 63.6%, 黏粒(粒径小于 0.005 mm) 30.3%, 颗粒密度为 2.74 g/cm³。从颗粒粒径含量指标来看, 粉粒占优, 小于 2 μ m 的胶粒占 16.3%。

对取自围区场地中的 3 组初始泥浆,均匀搅拌后,分别倒入 500 ml 玻璃量筒进行吹填土的密度测量,得出平均密度为 1.178 g/cm^3 ,平均含水量为 320%。

2 沉积试验

2.1 自重沉积试验

吹填土的沉积主要分为3个阶段:初始阶段(含水率大于130%),即土颗粒自然沉积阶段,土颗粒絮凝、团聚、下沉;中间阶段(含水率在90%~130%),即自重固结压密阶段;尾部阶段(含水率80%以下),即固结与次固结阶段。初始阶段自然沉积,所需时间较短,主要以重力形式水、土分离。自重固结压密阶段,所需时间有长有短,处于比较复杂的状态,在重力场、阻力场、分子吸附与反吸附作用、化学作用、离子作用等共同作用下形成土体骨架,适合大变形固结理论的分析。尾部阶段,时间漫长,是一个土体骨架与液体平衡调整的过程,这一阶段土体才能形成一定的结构强度。

为进一步探索本区域吹填泥浆沉积特性,进行了室内小型沉积试验。为模拟吹填泥浆实际状况,在泥浆 初始含水率约为300%(密度约为1.2 g/cm³)时将其注入直径为63.86 mm 的玻璃量筒(1 000 ml)中,用塑料薄膜密封后,放置阴凉处,观察沉积柱中泥水混合物的沉积过程,按一定时间间隔测量并记录土水界面的下降量。根据土水界面以下土柱高度,计算各时刻沉积物的密度和孔隙比。自重沉积固结完成后,排出上层积水,称重,并取土样测含水率,测沉积土柱的平均密度和平均孔隙比。

根据图 1~2 可知,在约 118 h 时,沉降/沉降速率-时间过程曲线都出现较明显的转折,此时沉降量为 107.86 mm,密度为 1.366 g/cm³,含水率为 137%,孔隙比为 3.76。在之后的超过 400 h 时间内,沉降量为 8.24 mm,密度增大 0.026 g/cm³,含水率减小 12%,孔隙比降低 0.32。在沉降初期(t<118 h),沉积初期速度较快,以土颗粒自重沉积为主,沉降量、密度、含水率与孔隙比变化明显。之后沉积速度减慢,这是泥浆颗粒在重新凝聚。初始阶段,沉降速率很大,但很快降低。土颗粒在自重下沉积完成后,沉降和沉降速率变化的非线性更为明显。

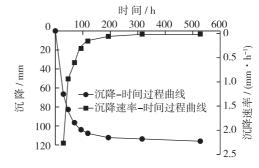


图 1 沉降/沉降速率-时间过程曲线

Fig. 1 Relationship between settlement/sedimentation rate and time

本次试验总沉降量达 116.1 mm,占泥浆初始高度的 50.38%。在经历 118 h 的静置后,如将泥浆沉积过程描述为自重固结,则这时泥浆自重固结度为 U=107.86/116.1=92.9%。之后沉降速率已经很慢,沉降量也很小。自重沉积固结完成后,排出上层积水,称重,并取土样测含水率、沉积土柱的平均密度和平均孔隙

比,沉积前后平均含水率分别为 289.83%和 110.98%,平均孔隙比分别为 7.94 和 3.04,平均密度分别为 1.195 和 1.392。沉积泥浆的最终含水率约为 111%,是液限(45.8%)的 2.42 倍。试验结果和曹玉鹏^[5]等对福建海相淤泥进行的泥浆沉积试验所得自然沉积完成时稳定含水率在 2.2~2.7 倍液限的结论相符。

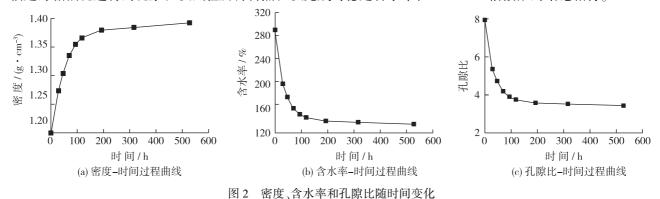


Fig. 2 Relationships between density, water content, void ratio and time

泥浆沉积过程中时间和含水率减少幅度之比与时间呈如下关系: $w = w_0 - t/(a + bt)$, $w_\infty = w_0 - 1/b$, 其中: $w \to t$ 时刻实测含水率; w_0 为初始含水率; t 为沉积时间; w_∞ 为最终含水率; a,b 为回归方程待定系数。

将图 2(b)含水率-时间曲线转化为 $t/(w_0-w)$ 与时间 t 曲线关系来模拟,其结果如图 3。从图 3 拟合结果来看,本次拟合结果具有较好的相关性。自重沉积下依双曲线规律关系可知泥浆自重沉积含水率减小会有一个极限值。根据本次试验数据可知在吹填土沉积时间约 118 h时含水率约为 137%,在吹填土沉积时间约 527 h 时含水率约为 125%,已非常接近极限值。由于吹填土是完全饱和土,Sr=1,故 $e=wG_s$,即孔隙比与含水率成正比,所以泥浆孔隙比与时间变化规律和含水率与时间的关系是一致的。

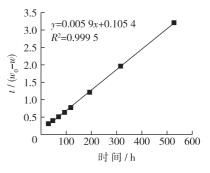


图 3 t/(w₀-w)-t 曲线关系

Fig. 3 Relationship between $t/(w_0-w)$ and time

2.2 添加剂作用下沉积规律

为比较泥浆在不同水体中的沉积速率,在泥浆中分

别加入了不同可溶物,其中六偏磷酸钠属于分散剂,可以将土颗粒相互分离,常用于细粒土粒径分析试验;而絮凝剂则相反,可以将细小颗粒聚集。为模拟海水中泥浆的沉积,在量筒中添加质量分数为5%的100 ml 盐溶液,试验结果如图4。

由图 4 可知,4 条曲线都是前面曲线部分泥浆体积变化较大,转折点后变化速率变小且逐渐趋于稳定。

纯泥浆、加六偏磷酸钠和絮凝剂的泥浆在前 4 d 体积变化大,4 d 后渐趋于稳定。加了分散剂的和原泥浆沉积速度基本一致,主要是由于吹填泥浆结构完全被破坏,处于高含水率状态,颗粒与颗粒大部分无相互接触。而加了絮凝剂沉积速度前期(t<4 d)与纯泥浆的变化规律一致;后期(t>4 d)沉积速率稍慢于纯泥浆,但变化规律跟纯泥浆的一致。加氯化钠盐的泥浆沉积速度则有较大增加,说明海水吹填泥浆的沉积要快于淡水泥浆沉积,试图通过添加分散剂或絮凝剂来加快泥浆沉积速率效果不明显。

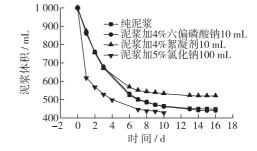


图 4 泥浆体积-时间曲线

Fig. 4 Relationships between volume and time

3 淤泥强度和渗透性变化规律

在真空预压处理软土过程中,随着土的固结,土中水被排出,土体含水率降低,孔隙变小,土颗粒接触变紧密,土体强度逐渐增长,结构不断发生变化。随着土体结构的变化,土体强度和渗透性也不断变化。由于吹填泥浆含水率极高,完全无结构性,土体基本难以成形,很难制成常规室内土工试验所需的试样。因此,较难研究远大于液限的土体的强度和渗透性随含水率的变化规律。为了获得玉环漩门三期吹填泥浆(含水率介于液塑限之间)的淤泥强度与渗透系数分别随着土体含水率和土体孔隙的变化规律,采用取自该地区的吹填土制备5组含水率介于液限与塑限的试样进行室内试验。

采用半对数坐标拟合本次淤泥强度随土体含水率和孔隙比的变化规律试验结果见图 5。

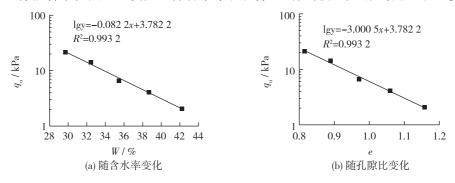


图 5 无侧限抗压强度随含水率和孔隙比变化 Fig. 5 Changes of unconfined compression strength with water content and void ratio

由图 5 可见,用半对数坐标表示的淤泥无侧限抗压强度和淤泥含水率、孔隙比有较好的线性关系,这与现有试验研究的重塑土无侧限抗压强度与含水率 w 存在双对数关系的结论相一致,表达式为: $\lg q_u = n - mx$,其中:m,n分别为试验拟合参数;x 代表 w 或 e。

根据拟合结果可知, 土体含水率越低, 强度增长越快, 孔隙比减小幅度增大。对于 q_u -w 曲线关系, n = 3. 782 2, m = 0. 082 2; 对于 q_u -e 曲线关系, n = 3. 782 2, m = 3. 000 5。

采用半对数坐标拟合本次淤泥渗透系数随土体含水率和孔隙比的变化规律试验结果见图 6。

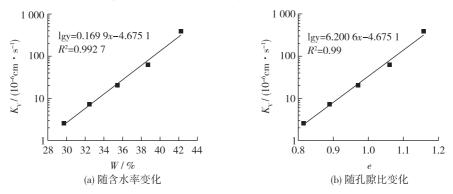


图 6 渗透系数随含水率和孔隙比的变化

由图 6 可见,采用半对数坐标表示的饱和淤泥渗透系数和淤泥含水率、孔隙比有较好的线性关系。大量试验结果表明,作为固结系数函数的渗透系数随有效应力的变化而变化,特别是在前期固结应力变化的前后,其差别非常大[15-17],因此,考虑渗透系数随孔隙比的变化对真空预压下软土固结的影响更加符合实际。

Fig. 6 Changes of coefficient of permeability with water content and void ratio

针对软黏土孔隙比与渗透系数的非线性关系,国内外学者已做了大量研究 $[^{18-24}]$,提出了多种非线性渗透关系。本文采用 lgk_v -x 表示渗透系数与淤泥含水率和孔隙比关系,表达式为: lgk_v =Ax+B,其中:A,B代表试验拟合参数:x 代表 w 或 e。

根据拟合结果可知,对于 k_v -w 曲线关系,A=0. 169 9, B=-4. 675 1;对于 k_v -e 曲线关系,A=6. 200 6,B=-4. 675 1。饱和淤泥渗透系数 k_v 和含水率 w 呈对数关系,并且随着含水率的减少(孔隙比相应减小)渗透系数 k_v 递减速率非常快,30%含水率淤泥的渗透系数与 45%含水率淤泥相比低 2 个数量级,即相差 100 倍以上。渗透系数越小,排水固结效果越差,这也完全说明了淤泥排水固结过程中,随时间增长含水率和孔隙比减少后,排水效果逐渐降低的现象。

4 含水率和强度沿深度分布规律

由于吹填淤泥颗粒的不均衡,在现场实际吹填淤泥自然落淤过程中,粗颗粒必然沉积得比细颗粒快,使得下面粗颗粒多、上面粗颗粒少,且吹填泥浆含水率极高,采用专门的薄壁取土器无法取得不同深度的泥浆。本文此次取土方法为把直径略小于简易易拉罐的 PVC 管插入易拉罐内,易拉罐外绑牢铁丝。结合本场地实际情况,取沉降历时 30 d 和 90 d 的 2 个自然落淤与自重固结时间不同的位置,在不同点把 PVC 管连同易拉罐快速插入指定深度,而后缓慢拔出 PVC 管,等第 2 天再拉铁丝把易拉罐取出。本次取土分 0,0.5,1.0,1.5 和 2.0 m 共 5 个深度,每个深度做 2 组平行试验,测定泥浆含水率。

采用便携式高精度十字板剪切仪对土体进行十字板剪切试验,其精度可达到 0.01 kPa。本次十字板剪切试验深度为 0.5,1.0,1.5 和 2.0 m。不同自然落淤与自重固结时间下,泥浆含水率与强度沿深度分布结果如图 7。

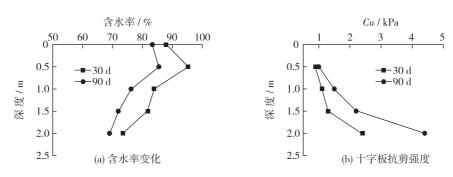


图 7 含水率和十字板抗剪强度随深度变化

Fig. 7 Changes of water content and vane strength with depth

由图 7 可知,除了吹填泥浆表层受晾晒作用,含水率低于 0.5 m 处,其余不同自重固结时间下含水率都是自上而下减小,但减幅不大。自重固结下历时 90 d 的含水率低于历时 30 d 的,但两者相差不大。不同自重固结时间下吹填淤泥强度沿深度呈递增关系,自重固结下历时 90 d 的强度高于历时 30 d 的,浅层(深度小于 1.5 m)强度沿深度在不同自重固结历时变化幅度小,较深处(≥1.5 m)强度变化较明显。

5 结 语

- (1)在沉积试验中,在沉降初期(t<118 h),速度较快,但很快降低,以土颗粒自重沉积为主,沉降量、密度、含水率与孔隙比变化明显,之后速度减慢(泥浆颗粒在重新凝聚)。海水吹填泥浆的沉积要快于淡水泥浆的沉积,通过添加分散剂或絮凝剂来加快泥浆沉积速率效果不明显。
- (2)采用半对数坐标表示淤泥强度或渗透性与淤泥含水率或孔隙比关系具有较好的线性相关,可以通过拟合公式推算淤泥含水率和孔隙比对应的淤泥强度和渗透性。

(3)在历时 30 d 和 90 d 不同自重沉积和固结作用下,场地吹填淤泥的含水率沿着深度方向递减,强度沿着深度方向递增。场地吹填淤泥浅层(<1.5 m)含水率和强度沿着深度在不同自重固结历时变化幅度小,较深处(≥1.5 m)含水率和强度随深度在不同自重固结历时变化比较明显。

参考文献:

- [1] 宋志刚, 唐益群. 吹填土固结速度影响因素的分析[J]. 路基工程, 2010(3):18-22. (SONG Zhi-gang, TANG Yi-qun. Analysis of the influence factors of dredger fill consolidation rate[J]. Subgrade Engineering, 2010(3): 18-22. (in Chinese))
- [2] 詹良通, 童军, 徐洁. 吹填土自重沉积固结特性试验研究[J]. 水利学报, 2008(2): 201-205. (ZHAN Liang-tong, TONG Jun, XU Jie. Laboratory study on self-weight sedimentation and consolidation behaviors of hydraulic-dredged mud[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2008(2): 201-205. (in Chinese))
- [3] 翁佳兴. 吹填淤泥自重沉积规律试验研究[J]. 土木工程与管理学报, 2012(3): 81-85. (WENG Jia-xing. Experimental study on sedimentation behavior of dredged sludge[J]. Journal of Civil Engineering and Management, 2012(3): 81-85. (in Chinese))
- [4] 卫国芳. 吹填淤泥自重沉积物理力学性质变化特征[J]. 河南科学, 2012(3): 308-311(WEI Guo-fang. Variation characteristics of physical and mechanical properties for dredged fill during self-weight sedimentation stage[J]. Henan Science, 2012(3): 308-311. (in Chinese))
- [5] 曹玉鹏, 吉锋. 吹填淤泥沉积规律室内试验[J]. 水利水电科技进展, 2011(3): 36-39. (CAO Yu-peng, JI Feng. Model tests on sedimentation behavior of dredged sludge[J]. Advances in Science and Technology of Water Resources, 2011(3): 36-39. (in Chinese))
- [6] 洪鹏云, 吉锋. 高含水量吹填淤泥自重沉积的室内试验研究[C]//第十届全国地基处理学术讨论会论文集, 2008: 541-544. (HONG Peng-yun, JI Feng. The laboratory experiments study on self-weight sedimentation of dredged sludege of high water content[C]//The Proceedings of the 5th National Symposium on Ground Treatment, 2008;541-544. (in Chinese))
- [7] 龚镭, 余文天. 新吹填淤泥的工程性质变化特性研究[J]. 工程勘察, 2008(6):23-25. (GONG Lei, YU Wen-tian. A study of engineering characteristics changes of fresh hydraulic fill mud[J]. Geotechnical Investigation & Surveying, 2008(6):23-25. (in Chinese))
- [8] 尹聪, 张春雷, 朱伟, 等. 吹填泥浆自然沉降规律研究[J]. 西部探矿工程, 2010(8):3-6. (YIN Cong, ZHANG Chun-lei, ZHU Wei. et al. Natural subsidence study of dredged sediment hydraulic filling[J]. West-China Exploration Engineering, 2010 (8): 3-6. (in Chinese))
- [9] 杨瑞敏, 徐桂中, 丁建文, 等. 吹填中疏浚泥颗粒运移及分选若干关键问题的探讨[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(12): 83-87, 99. (YANG Rui-min, XU Gui-zhong, DING Jian-wen, et al. Discussion on some critical problems of transport and sorting for dredged soil particles during dredging[J]. Science Technology and Engineering, 2014, 14(12):83-87, 99. (in Chinese))
- [10] 汪顺才, 张春雷, 黄英豪, 等. 堆场疏浚淤泥含水率分布规律调查研究[J]. 岩土力学, 2010, 31(9):2823-2828. (WANG Shun-cai, ZHANG Chun-lei, HUANG Ying-hao, et al. A study of diversification of water contents in dredged sediment storage yard[J]. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(9):2823-2828. (in Chinese))
- [11] BEEN K, SILLS G C. Self-weight consolidation of soft soils: an experimental and theoretical study[J]. Geotechnique, 1981, 31 (4): 519-535.
- [12] IMAI G. Setting behavior of clay suspension [J]. Soils and Foundations, 1980, 20(2):61-77.
- [13] BÜRGER R, CONCHA F, FJELDE K K, et al. Numerical simulation of the settling of polydisperse suspensions of spheres [J]. Powder Technology, 2000, 113(1): 30-54.
- [14] MONTGOMERY R L, THACHSTON E L, PARKER F L. Dredged material sedimentation basin design [J]. Journal of Environmental Engineering, 1983, 109(2):466-484.
- [15] LOWE J, JONAS E, OBRICAN V. Controlled gradient consolidation test[J]. Journal of Soil Mechanics & Foundations Div, 1966, 92(SM5); 490.
- [16] TERZAGHI K. Soil mechanics in engineering practice [M]. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- [17] 马驯. 固结系数与固结压力关系的统计分析及研究[J]. 港口工程, 1993(1): 46-53. (MA Xun. The statistical analysis and study on the relationship between coefficient of consolidation and consolidation pressure[J]. China Harbour Engineering, 1993(1): 46-53. (in Chinese))

- [18] TAVENAS F, JEAN P, LEBLOND P, et al. The permeability of natural soft clays. Part II: Permeability characteristics [J]. Canadian Geotechnical Journal, 1983, 20(4): 645-660.
- [19] SAMARASINGHE A M, HUANG Y H, DRNEVICH V P. Permeability and consolidation of normally consolidated soils [J]. Journal of the Geotechnical Engineering Division, 1982, 108(6): 835-850.
- [20] MESRI G, ROKHSAR A. Theory of consolidation of clays: [J]. Journal of the Geotechnical Engineering Division, 1974, 100 (8): 889-904.
- [21] MESRI G. Mechanisms controlling the permeability of clays [J]. Clays and Clay Minerals, 1971, 19: 151-158.
- [22] RAJU M, RAJU P, PANDIAN N S, et al. Determination of the coefficient of consolidation from independent measurements of permeability and compressibility [J]. Proceedings of the ICE-Geotechnical Engineering, 1997, 125(4): 224-229.
- [23] 谢康和,郑辉, LEO C J. 软黏土—维非线性大应变固结解析理论[J]. 岩土工程学报, 2002(6): 680-684. (XIE Kanghe, ZHENG Hui, LEO C J. An analytical theory for 1 D nonlinear large strain consolidation of soft clay[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2002(6): 680-684. (in Chinese))
- [24] 齐添. 软土—维非线性固结理论与试验对比研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008. (QI Tian. The study on comparison between consolidation theory and tests for 1 D nonlinear of soft clay[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2008. (in Chinese))

A study of engineering characteristics of hydraulic filled mud from Xuanmen third stage construction in Yuhuan of Zhejiang Province

XU Kai¹, FAN Ming-qiao¹, LIN Sheng-fa¹, FU Guan-jie², WEI Yan-bing^{1,2}
(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. College of Civil and Transportation Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: The causes, composition, physical and mechanical characteristics of the hydraulicly filled mud are quite different for reclamation projects in various regions. The physical characteristics of the hydraulicly filled mud are studied by soil tests in laboratory, and studies of the sedimentation behavior of the hydraulicly filled mud are carried out by cylinder deposition tests, and the change behavior of strength and permeability of the hydraulicly filled mud with different water contents and void ratios are studied by laboratory tests, and the distribution behavior of water content and strength of the hydraulicly filled mud with different depths are studied by field tests. The analysis results show that: in the sedimentation experiments, the settlement speed is fast in the early (t<118 h) sedimentation due to the soil self-weight settlements, and the settlements, density, water content and void ratios change obviously. The hydraulicly filled mud in saline water settles faster than that in the fresh water, and the effect on accelerating settlement rate of the hydraulicly filled mud is not obvious by adding dispersant or flocculant. A good correlation relationship is obtained between mud strength or permeability and water contents or void ratios by semi-logarithmic ordinate representing mud strength and permeability. The water content decreases with depth, and the strength increases with depth. Change in water content and strength with depth is a little bit under different self-weight consolidation conditions in shallow layer, but more significant in deep layer.

Key words: hydraulicly filled mud; engineering characteristics; sedimentary behavior; strength; permeability; water content