

东南沿海护岸 大型填充袋筑堤软土地基变形速率分析

刘君

(中交第二航务工程局有限公司福州分公司, 福建 福州 350000)

摘要: 以宁德金蛇山市政填海造地工程施工为例, 为了提高斜坡护岸堤坝建筑的施工效果, 解决不均匀沉降对后期施工的影响, 提出斜坡护岸下大型填充袋筑堤软土地基变形速率分析的研究。首先研究了软土地基的基本特性, 以及影响其变形的因素。在此基础上, 分别从地质、施工以及建筑荷载角度, 分析了其对地基变形的影响。最后综合分析结果, 对软土地基变形速率进行计算。并进行试验测试, 试验结果表明, 所提方法计算的变形结果与实际结果的差异基本稳定在 0.03mm 以内, 与真实值具有较高的拟合度。对于软土地基变形速率的分析以及实际施工项目的应用具有一定价值。

关键词: 斜坡护岸; 软土地基; 变形速率; 实验与分析

中图分类号: TV551.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2022) 02—0135—03

1 引言

地基变形是一个复杂的过程, 在此过程中, 其受到许多因素的影响, 如地基情况、填土的性质、边坡的形式、地形条件等^[1]。合理的堤坝沉降计算方法应能在计算中考虑这些因素的影响。因此需要探讨其对堤坝沉降影响的程度和规律^[2]。借助模型试验进行研究时, 往往受场地和试验设备的限制, 难以反映实际情况^[3]。研究某一参数对堤坝沉降的影响, 需要多个类似的模型重复试验, 工作量较大。若采用计算机仿真技术, 则可在计算机上做“试验”, 这对研究某些参数的影响非常方便易行。但是, 高填方地基变形计算是高填方工程研究中一个基本而又亟待重点解决的问题^[4]。基于此, 本文提出斜坡护岸下大型填充袋筑堤软土地基变形速率分析。通过该研究, 以期对相关领域带来新的研究思路。

2 软土地基特点分析

软土地区堤坝施工的技术难题之一是地基变形, 软土地基含水量较高, 但渗透系数较小^[5]。因此, 造成地基的抗剪强度较低, 压缩空间较大, 具有较高的灵敏度。这些特点也造成其沉降稳定历时较长、沉降变形程度较大, 并且存在较为明显的不均匀性。针对该问题, 对软土地基变形的准确分析, 对于土方添加量、堤坝底宽设计、顶坡和边坡调整、地基加固方法的选择都影响着不同阶段的施工时间。为此, 在施工前准确判断地基的变形情况, 对于及时调整施工有着极其重要的意义, 也是后期工程有效利用的保障。

3 软土地基变形速率分析

3.1 固结程度分析

在斜坡护岸下, 基本上都处在长期的水流冲击中, 由于固结度与固结时间因子有直接的关系^[6], 因此固结时间因子可以表示为:

$$B = \frac{\lambda t_B}{L} \quad (1)$$

式(1)中, λ 表示软土地基的固结系数, t_B 表示软土地基的固结时间, L 表示填充袋筑堤的水线接触深度, B 表示无量纲数。

那么, 在此条件下, 可以得出地基强度受固结程度的影响程度为:

$$Y_B = 1 - \frac{\lambda t_B}{L} \quad (2)$$

通常情况下, 采用相同的土体, 即具有相同的固结系数, 因此固结时间也相同。

这样也可以得出, 在其他因素确定固定的情况下, 在地基固结过程中, 地基的强度随时间的增加而增大, 变形速率则随时间的增加而减小, 当达到其固结时间后, 地基整体完成固结, 其变形速率也将不再随时间的推移而出现变化。

3.2 地质因素分析

在斜坡护岸下, 由于地层结构的运动变化, 在该区域的地质结构中, 大多包含泥沙等浅层地质组成, 受不同施工工程的压实程度影响, 其对于疏松地层的改善情况也存在较大差异^[7-8]。因此, 本文对不同压实施工

与地质强度进行分析,假设地层含水量为 a , 泥沙比为 n , 压实工程的施工强度为 Q , 那么可以得到施工后地层的强度为:

$$y_a = 1 - \frac{an\omega}{Qt_Q} \quad (3)$$

式(3)中, ω 表示地层的承载系数。在一定范围内,地层的强度随着压实工程的增加而逐渐增加,但在理论上,地层的强度不存在绝对强度,即当压实工程强度达到一定值后,地层的含水量,泥沙间的空隙比都达到临界最小值,其存在进一步缩小空间,但在实际上是难以实现的,这种情况一般认为可以满足施工要求。

3.3 荷载强度分析

在斜坡护岸下,软土地基的变形速率除受地质因素和施工因素影响外,另外一个重要的因素就是其自身的荷载^[9-10]。对于斜坡护岸下的大型填充袋筑堤而言,本文不考虑其外在附加荷载,主要分析其自身自重对于地基的影响。假设堤坝的单位地基面积上的荷载强度为 W , 那么其受到的外力作用强度可以表示为:

$$y_W = W \sin \alpha + G \quad (4)$$

式(4)中, α 表示斜坡堤坝的建筑倾斜角度, G 表示地基自身在垂直方向上受到的重力作用。那么,此时的软土地基强度为:

$$Y_W = 1 - y_W \quad (5)$$

3.4 地基变形速率分析

上述分别从地质因素、施工因素以及荷载强度三方面分析了软土地基变形程度,一般情况下,三因素同时作用于堤坝软土地基之中,最终导致其变形,那么可以得出,其变形速率为:

$$V = \begin{cases} 1 - \left(\frac{\lambda t_B}{L} + \frac{an\omega}{Qt_Q} \right) + \frac{W \sin \alpha + G}{t}, t_B = t_{B\max} \\ 1 - \frac{an\omega}{Qt_Q} + \frac{W \sin \alpha + G}{t}, t_B = t_{B\max} \\ 1 - \frac{\lambda t_B}{L} + \frac{W \sin \alpha + G}{t}, t_Q = t_{Q\max} \\ \frac{W \sin \alpha + G}{t}, t_B = t_{B\max}, t_Q = t_{Q\max} \end{cases} \quad (6)$$

式(6)中, t 表示建筑完工时间,通过上式可以判断,当时间达到 $t_B = t_{B\max}$, $t_Q = t_{Q\max}$ 时,主要影响软土地基变形的因素为荷载因素,而随着时间的增加,该值也将逐渐减小,最后可以忽略不计。

4 实验与分析

为测试分析结果的准确性,本文进行了实验。同时,为确保试验结果的可靠性,分别采用文献^[3]和文献^[4]提出的方法,同时进行分析。

4.1 实验环境

试验对象为福建省宁德市蕉城区金蛇山围海造地工程,本工程用海面积 41.05 万平方米,陆域形成面积 28.13 万平方米。全部水工护岸总长度为 2087 米,分为 3 部分组成:西南侧护岸,长度为 735 米;东侧护岸,长度为 1301 米;北侧护岸,长度为 51 米;均采用充填袋堤心斜坡式结构。建设区位于滨海潮间带和海域滩涂地段,属滨海沉积地貌单元,最高潮位为 5.15m,最低潮位为 -4.21m,高潮位平均值为 2.62m,低潮位平均值为 -2.11m,涨潮阶段的平均时长为 6 小时 43 分,落潮阶段平均时长为 5 小时 22 分。自上而下,场地岩土层主要有淤泥、卵石,下伏为燕山晚期第三次侵入的花岗岩体及风化层,局部差异风化显著,拟建场地土层结构相对较复杂,未见明显不良地质构造通过。护岸采用斜坡式结构,河道底标高为 -1.5m,底部铺设防护土工布,上部压护 300mm 厚的碎石和 100~200kg 块石。堤心为充填砂袋结构,堤底为 1m 厚中粗砂垫层,同时设有塑料排水板以及高强土工格栅在堤底软基处。堤顶高程为 5.5m。

4.2 实验结果

在上述试验环境下,分别采用三种方法对该施工项目的沉降情况进行分析。同时,由于大幅度的沉降现象一般较难出现,并且经历时间较长,因此,本文以垂直距离上地基到地平线的距离为指标测试其沉降情况。其中三种方法的分析结果与实际测量结果如表 1 所示。

表 1 分析结果对比表

时间	沉降距离/mm			
	实际测试结果	文献[3]方法	文献[4]方法	本文方法
10天	-0.8	-0.5	0.2	-0.6
20天	0	0.2	3.6	0.1
30天	1.2	1.9	5.9	1.5
40天	2.6	3.0	7.7	2.6
50天	2.7	4.4	9.2	2.7
60天	2.8	5.7	9.6	2.7
70天	2.8	7.7	9.6	2.7

从表 1 中可以看出,对比三种方法的分析结果,

文献^[3]方法虽然在前20天的分析结果较为准确,但在后期的沉降结果分析中,出现较大差异,而文献^[4]方法始终与实际结果存在较大偏差。而本文方法的分析结果与实际结果具有较高的拟合度,其差异基本稳定在0.3mm以内,这主要是因为本文提出的分析方法实现了对地质因素、水文环境、施工情况的综合分析,实现了对最大限度的地基变形因素分析,提高了分析结果的可靠性。

在此基础上,分别采用上述三种方法计算地基在侧向上的变形程度,并以坡脚的位移为参考,测得地基的实际变形情况,得到的变形速率曲线以及实际沉降速率曲线,其结果如图1所示。

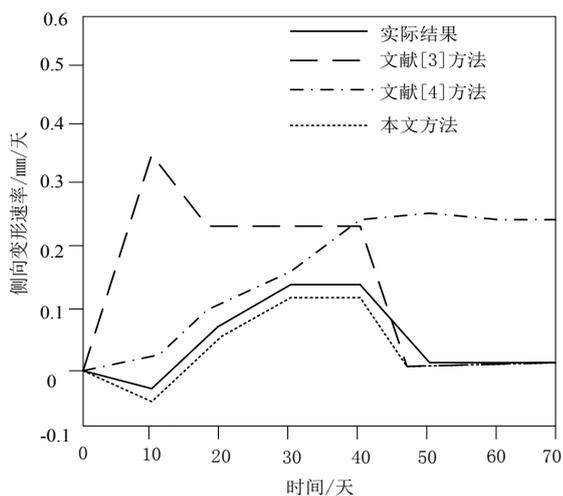


图1 沉降变形速率对比图

从图1中可以看出,对比文献^[3]和文献^[4]方法,本文方法得出的水平方向上的地基变形速率与实际结果最为接近,差异基本稳定在0.01mm以内,这主要是因为本文对引起地基变形的因素进行综合分析,实现了全方位、高精度的变形速率分析。

5 结语

(1) 合理地分析施工地段的地质因素、环境因素以及实际施工情况,准确分析地基变形情况,并基于此及时作出施工调整,对于项目的使用寿命及安全性都有着极其重要的意义。

(2) 本文提出的斜坡护岸下大型填充袋筑堤软土地基变形速率分析。通过对全面分析影响地基变形的因

素及强度,提高了对比变形速率的计算准确率,可以为施工项目的实施及调整提供有价值的参考。

(3) 受研究条件限制,研究仍存在进一步深入的空间,在之后的研究中,可以深化对不同地质因素的细致研究,分析更多复杂地质组成、地质结构对地基的影响,以及试验部分的测试。可以采用更加先进的设备仪器,对地基的弹性变形、塑性变形进行测量。

参考文献:

- [1] 袁昊.软土地基上长管砂袋围堰变形与稳定性研究分析——以广州南沙明珠湾区跨江通道工程施工围堰为例[J].城市道桥与防洪,2020(11):24-25+233-236.
- [2] 姜中华,拓峰鹏,靳壮壮.软土地基砂袋围堰施工技术及其变形失稳影响因素分析[J].贵州大学学报(自然科学版),2020,37(03):98-104.
- [3] 刘鑫,马飞,姜昌武,等.软土层厚度差对路基差异沉降的影响数值分析[J].河南科学,2019(01):127-132.
- [4] 邹建洲.基于有限元的软土路基沉降影响因素分析[J].路基工程,2019(05):154-157.
- [5] 许奎鑫,杜小兵.软土地基进行塑料排水板堆载预压施工监测分析[J].中国水运(下半月),2020,20(05):259-260.
- [6] 董波.唐山至曹妃甸铁路工程改LDK57+900.00~改LDK58+185.00软土地基分析[J].工程技术研究,2019(08):17-18.
- [7] 涂慕溪,陈礼彪,曾俊铖,等.基于有限元的地基-路堤-路面协同变形机理分析[J].公路交通科技,2019(11):33-39.
- [8] 顾宽海,张逸帆.软土地基中格形地下连续墙护岸前沿土体加固参数研究[J].水运工程,2018(04):134-139.
- [9] 师旭超,孙运德.线性卸荷作用下软土超孔隙水压力变化规律分析[J].岩土力学,2020,41(04):1333-1338.
- [10] 吴建涛,叶霄,李国维,等.高路堤下PHC桩加固软土地基的承载及变形特性[J].岩土力学,2018,39(S2):351-358.