

作者简介:郑绍羽,男,博士,副教授,主要从事水电工程、建筑工程教学与研究。E-mail: zhengshy@sina.com

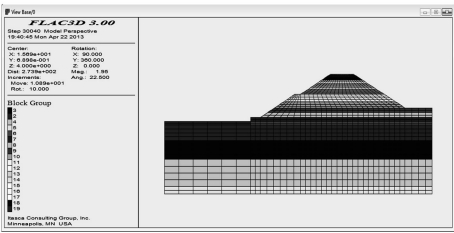


图 2 FLAC<sup>3D</sup> 渠堤模型

表 1 岩土体物理力学参数

类别	压缩模量 <i>E<sub>s</sub></i> /MPa	泊松比 <i>μ</i>	体积模量 <i>K</i> /MPa	剪切模量 <i>G</i> /MPa	凝聚力 <i>c</i> /kPa	内摩擦角/ (°)
渠堤	8.60	0.29	5.2	2.5	27.890	17.0
粉质黏土	8.59	0.30	5.3	2.5	27.900	16.9
砂砾	12.20	0.22	6.4	4.4	0.001	32.7
砂砾岩	21.80	0.22	11.4	7.8	9.900	34.3
黏土岩	18.50	0.18	8.9	7.2	54.900	17.9

2.2 填方高度敏感性分析

填土模拟高度分别取 3,5.5,8,10.5,13 m。所有边坡坡度仍然按照设计尺寸取 1:2,马道宽为 2 m。填料及地基土的物理力学参数根据现场所取点的具体情况而定。根据模型的分析结果,不同填土高度时渠堤最大沉降量如图 3 所示。

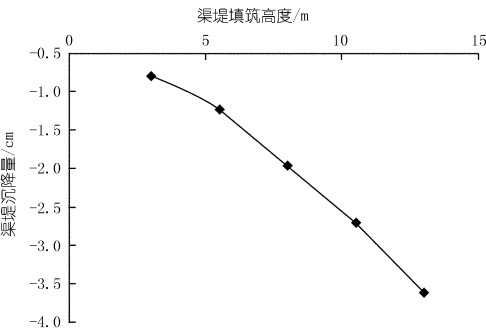


图 3 不同填筑高度与沉降量关系曲线

从图 3 可以看出,总沉降量的增加对填方高度这一因素非常敏感,但这一结果是基于同一地基而言。所以在施工前要对原地面以下地基进行相应处理,以减小渠堤的总沉降量。

2.3 抗剪强度指标敏感性分析

内摩擦角和凝聚力两者都是土的抗剪强度指标。对凝聚力 *c* 的敏感性分析分别取值为 20,25,30 kPa 和 35 kPa。对内摩擦角的敏感性分析分别取值为 12°,16°,20°和 24°。

根据模型的分析结果,不同凝聚力和内摩擦角对应的渠堤最大沉降量如图 4 和图 5 所示。根据计算对

比分析可知,不同的凝聚力下,虽然竖向位移最大处都在渠堤底部中央,但渠堤的最大沉降量变化不是特别明显。凝聚力从 20 kPa 增长到 35 kPa,内摩擦角从 12°增长到 24°,增长幅度接近一倍,渠堤的沉降量分别只减少了 4.3% 和 6.4%。

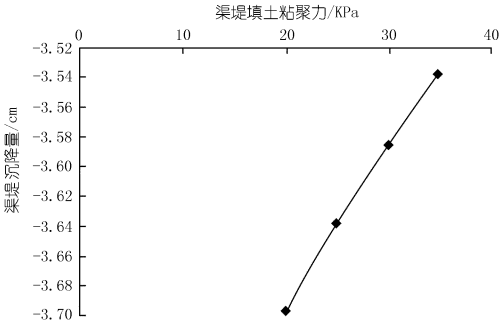


图 4 凝聚力与沉降量关系曲线

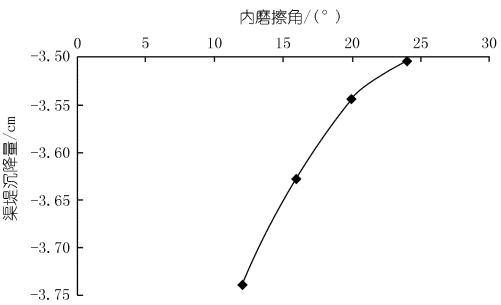


图 5 内摩擦角与沉降量关系曲线

2.4 容重敏感性分析

渠堤材料自身的重力作用是引起地基沉降的主要因素,因此在分析不同材料对渠堤变形的影响时,填方高度和尺寸与设计值保持一致,分析渠堤在填土容重分别为 17,18,19,20 kN/m<sup>3</sup> 和 21 kN/m<sup>3</sup> 时的沉降情况,结果如图 6 所示。

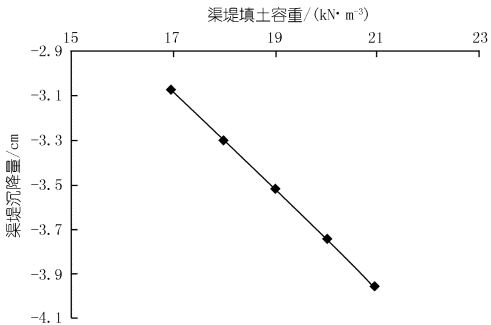


图 6 填土容重与沉降量关系曲线

由图 6 可以看出,渠堤填土的容重由 17 kN/m<sup>3</sup> 增加到 21 kN/m<sup>3</sup>,增长了 23.5%,相应地渠堤的沉降量

则由 3.07 cm 增长到 3.93 cm,增加了 28.1%,增加幅致地基沉降的主要原因,增加填土容重就相当于直接增大了地基土体所受压力。

2.5 压缩模量敏感性分析

在完全侧限的条件下,土的压缩模量是判断土的压缩性和计算地基压缩变形量的重要指标之一。在相同地基、渠道尺寸等条件下,分别取填筑土体的压缩模量为 6,7,8,9 MPa 和 10 MPa,泊松比仍然取 0.3 进行分析,得到渠堤最大沉降量结果如图 7 所示。

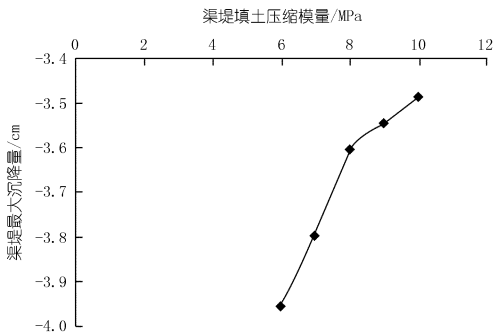


图 7 不同填土压缩模量与沉降量关系曲线

由图 7 可知,填土的压缩模量从 6 MPa 增加到 8 MPa,渠堤的沉降量由 3.95 cm 降低到 3.60 cm,减少了 0.35 cm;而从 8 MPa 增加到 10 MPa,沉降量只减少了 0.1 cm。填土的压缩模量对沉降的影响在一定区域内非常明显,但超过一定值后影响开始变弱。

度非常明显。这是因为渠堤填料自身的重力作用是导

3 结语

本文利用 FLAC<sup>3D</sup> 软件分别模拟填筑体在不同的填筑高度、凝聚力、内摩擦角、容重、压缩模量等情况下的渠堤沉降量。分析结果认为,在改善渠堤沉降的施工措施选择上,可以通过降低填料容重来减少渠堤的重量,进而减少沉降量,如控制填土容重小于 19 kN/m<sup>3</sup>。增大渠堤填土的压缩模量,提高渠堤自身的抗变形能力对于减小高填方渠堤沉降也是一种有效的手段,但是不能过度追求,当压缩模量提高到一定程度后(如 8 MPa),对沉降量的影响也随之降低,应该综合考虑整个工程的经济效益来选择。

参考文献:

[1] 资建民. 高填方路基快速施工与沉降控制研究[D]. 武汉:华中科技大学,2008.

[2] 谷复光. 吉林省某路段高填方路基沉降分析与研究[D]. 吉林:吉林大学,2011.

[3] 陈育民,徐鼎平. FLAC<sup>3D</sup> 基础与工程实例[M]. 北京:中国水利水电出版社,2009.

[4] 张治军,倪锦初,赵峰. 高填方渠道填筑施工三维模拟分析[J]. 人民长江,2014,45(6):89-91.

[5] 赵峰,刘百兴,彭静,等. 南水北调中线膨胀土地区渠道施工关键技术[J]. 人民长江,2014,45(21):7-9.

(编辑:胡旭东)

Sensitivity analysis of influential factors on settlement of high – filled canal

ZHENG Shaoyu<sup>1</sup>, ZOU Yong<sup>1</sup>, LI Yadong<sup>1</sup>, ZHANG Zhijun<sup>2</sup>

(1. School of Civil Engineering of Wuhan University, Wuhan 430072, China; 2. Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research, Wuhan 430010, China)

**Abstract:** The settlement deformation is one of the worst fatal disasters of high – filled canal, which can lead to dam body cracking, and then caused leakage. On the basis of Mohr – Coulomb criterion, a canal bank model was established by FLAC3D, which can be used to calculate the influence of filling height, soil shear strength, bulk density and elastic modulus on the maximum settlement quantity. The analysis results indicate that reducing the bulk density of packing materials and increasing the soil elastic modulus can effectively decrease the settlement. After the comprehensive consideration of economic benefits of the whole project, the appropriate filling construction parameters can be selected.

**Key words:** high – filling canal; settlement deformation; sensitivity analysis; filling construction