

抛石反压法在某软土填方边坡中的成功应用

陈富强^{1, 2, 3}, 杨光华^{1, 2, 3, 4}, 刘惠康⁴, 张玉成^{1, 2, 3}, 姜燕^{1, 2, 3}

(1. 广东省水利水电科学研究院, 广东 广州 510610; 2. 广东省岩土工程技术研究中心, 广东 广州 510610;
3. 广东省突发公共事件应急技术研究中心, 广东 广州 510610; 4. 华南理工大学土木工程系, 广东 广州 510640)

摘要:以珠海某软土填方已出现滑移的边坡处理为背景,介绍了可采用的各种加固处理方案。经过比选采用了抛石反压方案,分析了加固处理的思路,即首先结合实际滑弧位置通过反分析确定了加固计算所需的参数,然后分析计算了采用不同宽度和不同高度,以及一级反压、二级反压和三级反压平台等的各种抛石反压方案,从而确定了最终的加固方案。通过该工程的成功应用,进一步验证了抛石反压法在软土填方边坡中的经济适用性,可为以后类似工程参考借鉴。

关键词:软土工程; 边坡; 反压; 应用

中图分类号: TU47 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4548(2013)S2-0749-04

作者简介:陈富强(1983-),男,江西赣州人,硕士,工程师,主要从事基坑工程、地基处理及边坡工程等方面的研究与设计工作。E-mail: jxchenfuqiang@163.com。

Application of riprap back pressure method in a soft soil slope

CHEN Fu-qiang^{1, 2, 3}, YANG Guang-hua^{1, 2, 3, 4}, LIU Hui-kang⁴, ZHANG Yu-cheng^{1, 2, 3}, JIANG Yan^{1, 2, 3}

(1. Guangdong Research Institute of Water Resources and Hydropower, Guangzhou 510610, China; 2. The Geotechnical Engineering Technology Center of Guangdong Province, Guangzhou 510610, China; 3. The Emergency Technology Research Center of Guangdong Province for Public Events, Guangzhou 510610, China; 4. Department of Civil Engineering, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Based on a slope treatment of soft soil filling project with ship situation in Zhuhai, several kinds of reinforcement schemes are introduced and compared. Then, the riprap back pressure method is adopted. The reinforcement idea is analyzed. Firstly, the necessary parameters are back analyzed by considering the actual location of slip circle, and then, various forms of riprap with different widths, heights and stages of counter-weight platform are analyzed and calculated. In this way, the ultimate reinforcement scheme is determined. The successful application verifies the economic applicability of riprap in treatment of soft soil fill slope. It may provide reference for the design of future projects.

Key words: soft soil engineering; slope; back pressure; application

0 引言

边坡工程中,采用坡脚反压处理,是提高边坡稳定性的一种成本较低且容易操作的简单有效方法,故该方法较多的应用于公路填方路堤、水利堤防工程和软土基坑工程以及各类边坡抢险工程中^[1-7]。

虽然反压法已有很多工程应用,但仍然缺少一种比较明确公认的计算方法,反压的宽度和高度范围往往按经验取值,特别是对软土地区已出现滑移的边坡反压法的计算方法更少。本文通过对广东珠海某软土填方已出现滑移的边坡处理为例,介绍了可选用的各种加固处理方案。重点分析了抛石反压方案,分析了加固处理的思路,即首先结合实际滑弧位置通过反分析确定了加固计算所需的参数,然后分析计算了采

用不同宽度和不同高度,以及一级反压、二级反压和三级反压平台等的各种抛石反压方案,从而确定了最终加固方案,以期通过该工程的抛石反压法成功应用为以后各类似工程提供处理的思路参考。

1 工程概况

该填方边坡为广东珠海某改线新建的排洪渠岸墙边坡。排洪渠渠道断面采用下部直立上部斜坡的生态复合型断面,下部矩形断面宽度48 m。挡土墙结构型式为装配式生态挡墙。渠道底部护砌分为3层,先开

基金项目: 国家自然科学基金项目(51378131)

收稿日期: 2013-07-17

方案 5 渠内抛石反压并墙后砂石桩加固方案。该方案设计思路是与第四种方案的思路基本一样,不同的是通过砂石桩来加速墙后淤泥等软土层的排水固结,同时用砂石置换淤泥,土体性能得到改善。该方案的特点也是反压的效果比较明显且容易保证,但是施工砂桩比插塑料排水带工期要长,且造价更高。

由于该工程工期紧迫,并为了节省投资,选择了方案 4 进行处理。

3 抛石反压方案设计

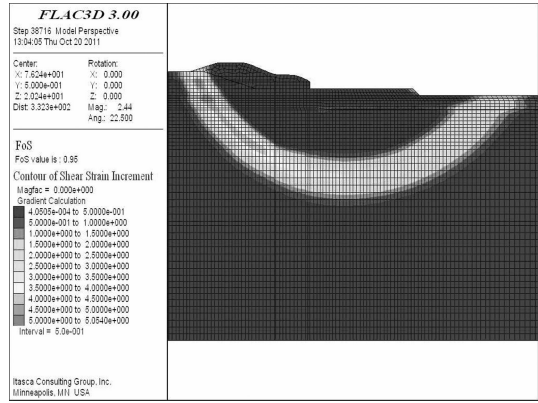
为了设计抛石反压方案,需要解决两个主要问题,一是目前已施工好的粉喷桩复合地基的承载性状如何,二是如何确定抛石的范围。本工程设计中,粉喷桩复合地基的承载性状效果评估体现为粉喷桩复合地基强度计算参数的取值。为此,利用滑移段典型断面,并选择滑移段内淤泥和淤泥质土层厚较厚的钻孔来计算,淤泥和淤泥质土强度参数采用地勘报告中的建议值,采用了 FLAC^{3D} 软件强度折减法,通过反分析来确定粉喷桩复合地基的强度参数值,以计算整体稳定安全系数接近 1,并且滑弧位置与实际裂缝位置比较接近时停止反算,最后确定粉喷桩复合地基 $c=13$ kPa, $\varphi=12^\circ$, 然后利用反分析的参数来进行加固处理设计计算。

为了尽可能减小对渠道的排洪影响,抛石范围尽可能少,且宜尽可能设置在靠挡墙处,以保证渠道中间的行洪能力。通过大量试算,分析了采用不同宽度和不同高度,以及一级反压、二级和三级反压平台等的抛石反压方案,限于篇幅,仅将主要的几种方案计算结果列出见表 1,图 2。

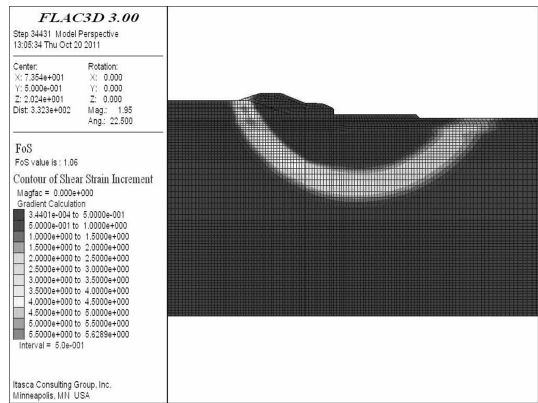
表 1 各方案计算结果

Table 1 Calculated results of different schemes

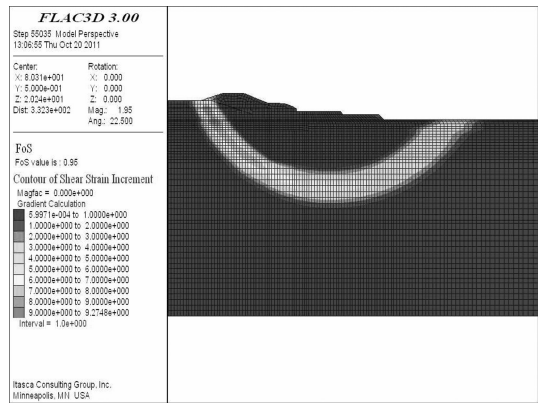
方案	安全系数	抛石反压加固范围
1	0.95	近挡墙处反压宽 15 m, 反压顶标高±0.000, 渠内满反压顶标高-1.000
2	1.06	近挡墙处反压宽 15 m, 反压顶标高±0.000, 渠内满反压顶标高-0.700
3	0.95	一级满压标高-1.00, 二级宽 15 m 回填标高±0.00, 三级宽 8 m, 标高+0.5
4	1.01	近挡墙处反压宽 15 m, 反压顶标高±0.000, 渠内满反压顶标高-0.800
5	1.17	近挡墙处反压宽 15 m, 反压顶标高+0.500, 渠内满反压顶标高-0.500



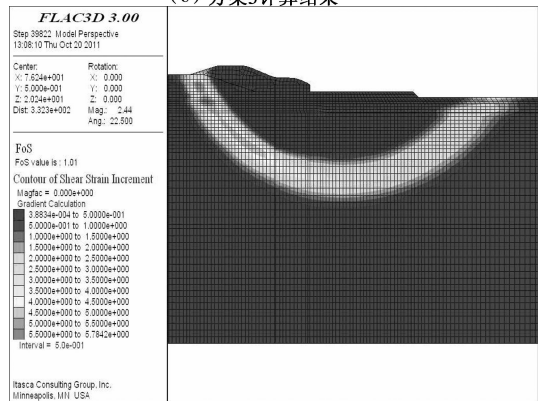
(a) 方案1计算结果



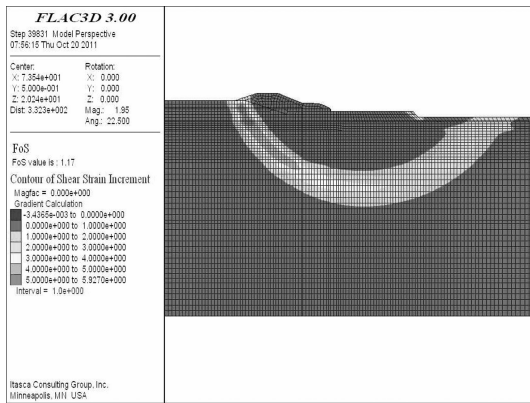
(b) 方案2计算结果



(c) 方案3计算结果



(d) 方案4计算结果



(e) 方案5计算结果

图2 各方案计算结果

Fig. 2 Calculated results of different schemes

从计算结果可知,方案1,2和4的差别只在于满反压的高度不同,可见随着满反压高度越高,安全系数提高幅度越大。方案3是在方案1的基础上再增加一级反压平台,抛石范围增加了,但安全系数并没有提高。

另外,不同方案的计算结果表明,滑弧的出口位置位于反压临空面处,并会随着抛石反压的宽度变化而变化;增加渠内满反压抛石比增加挡墙脚处的抛石反压,更能提高挡墙的整体稳定性。最后选择了方案5(满足GB50286—2013《堤防工程设计规范》内土堤抗滑稳定安全系数中堤防工程别级为2级要求的1.15)进行加固处理,目前该工程已回填完成,并通过了验收。

4 结 语

通过抛石反压在珠海该软土填方边坡挡土墙的加固处理中的成功应用,进一步验证了抛石反压法在软土填方边坡中的经济适用性。并且对不同抛石方案的计算结果表明,滑弧的出口位置位于反压临空面处,并会随着抛石反压的宽度变化而变化;增加渠内满反压抛石比增高挡墙脚处的抛石反压,更能提高挡墙的整体稳定性。

参考文献:

[1] 朱梅生. 软土地区路堤合理断面之选择[J]. 土木工程学报, 1964, 11(2): 48 - 60. (ZHU Mei-sheng. Selection of reasonable cross-section of embankment in soft soil region [J].

China Civil Engineering Journal, 1964, 11(2): 48 - 60. (in Chinese))

- [2] 郑刚, 陈红庆, 雷扬, 等. 基坑开挖反压土作用机制及其简化分析方法研究[J]. 岩土力学, 2007, 28(6): 1161 - 1166. (ZHENG Gang, CHEN Hong-qing, LEI Yang, et al. A study of mechanism of earth beam and simplified analysis method for excavation[J]. Rock and Soil Mechanics, 2007, 28(6): 1161 - 1166. (in Chinese))
- [3] 沈细中, 沈华中, 刘隆斌, 等. 基于遗传算法的堤坝反压优化设计[J]. 长江科学院院报, 2003, 20(4): 35 - 38. (SHEN Xi-zhong, SHEN Hua-zhong, LIU Long-bin, et al. Optimizing anti-press design of dike and dam based on genetic algorithm[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 2003, 20(4): 35 - 38. (in Chinese))
- [4] 陈金锋, 宋二祥. 西南山区机场高填方边坡反压护道优化设计[J]. 工程力学, 2012, 29(6): 85 - 91. (CHEN Jin-feng, SONG Er-xiang. Optimized design of loading berm for high fill slope of airport in mountainous area of southwest China[J]. Engineering Mechanics, 2012, 29(6): 85 - 91. (in Chinese))
- [5] 金亚兵, 周志雄. 挡土墙(桩)前堆载反压或预留土体分析与计算[J]. 岩土力学, 1999, 20(3): 56 - 60. (JIN Ya-bing, ZHOU Zhi-xiong. Analysis and Calculation Method of Surcharge Reaction and Remaining Soils near Retaining Wall [J]. Rock and Soil Mechanics, 1999, 20(3): 56 - 60. (in Chinese))
- [6] 李顺群, 郑刚, 王英红. 反压土对悬臂式支护结构嵌固深度的影响研究[J]. 岩土力学, 2011, 32(11): 3427 - 3431. (LI Shun-qun, ZHENG Gang, WANG Ying-hong. Influence of earth berm on embedment depth of cantilever retaining structure for pit excavation[J]. Rock and Soil Mechanics, 2011, 32(11): 3427 - 3431. (in Chinese))
- [7] 窦华港, 焦莹. 预留反压土中心顺作法在某超大深基坑中的应用[J]. 岩土工程学报, 2008, 30(增刊): 484 - 488. (DOU Hua-gang, JIAO Ying. Application of earth berm and bottom-up method in an extra-large deep excavation project[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2008, 30(S0): 484 - 488. (in Chinese))

(本文责编 孙振远)