

岩土工程极限分析有限元法及其应用

钟 涵

江西省地质矿产勘查开发局赣西地质调查大队, 江西 南昌 330000

[摘要]近年来, 在多方面利好因素的影响下, 使得我国社会综合国力得到了显著的提升, 从而也为各个领域的发展壮大创造了良好的机遇, 推动了科学技术的发展, 大量的新型科学技术被人们研发出来, 并在实践运用中取得了良好的成绩。其中有限元法是当前最先进的一种实践方法, 将有限元法与电子计算机技术融合在一起, 能够高效的解决各类问题。鉴于此, 这篇文章主要围绕岩土工程极限分析有限元法的实践运用展开全面深入的研究分析, 希望能够对我国岩土工程行业的未来良好发展有所帮助。

[关键词] 岩土工程; 极限分析有限元法; 应用

DOI: 10.33142/ec.v3i11.2748

中图分类号: O319

文献标识码: A

Geotechnical Engineering Limit Analysis Finite Element Method and Its Application

ZHONG Han

Gangxi Geological Survey Group, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: In recent years, under the influence of many favorable factors, the comprehensive national strength of our society has been significantly improved, which also creates good opportunities for the development of various fields, promotes the development of science and technology, a large number of new science and technology have been developed by people, and achieved good results in practice. Among them, the finite element method is the most advanced practical method, which can solve all kinds of problems efficiently by combining the finite element method with the computer technology. In view of this, this paper mainly focuses on the practical application of the finite element method of geotechnical engineering limit analysis to carry out a comprehensive and in-depth research and analysis, hoping to be helpful to the future good development of geotechnical engineering industry in China.

Keywords: geotechnical engineering; limit analysis finite element method; application

引言

在山体滑动面的所有点的剪应力与土体的抗剪强度保持一致的时候, 土体在这个状态下会保持良好的理性弹塑性以及钢塑性, 并且该可以维持稳定的极限平衡的状态, 这个时候土体往往会表现出较强的力学特征。首先, 土体结构的稳定性达到了极限, 所以结合相关参数来对岩土工程是不是出现破损问题加以分析。其次, 岩土结构材料强度可以切实的施展出来, 这样能够有效的实现控制成本的作用, 所以土体极限平衡状态往往是人们判断岩土工程结构稳定性的一个重要标准。有限元具有良好的适用性和灵活性, 可以被使用到工程建筑、导热系统以及液体流动等多方面力学分析之中, 历经了几十年的发展, 当前已经达到了较为完善的状态。

1 有限元极限分析方法

1.1 安全系数的定义

安全系数通常都是结合岩土工程实际情况以及周围环境情况进行设置的。在实施岩土工程施工工作的过程中, 往往会受到多方面因素的影响, 诸如: 边坡、滑坡设计、岩土结构强度的影响都会对滑坡的稳定性造成一定的损害。就这类项目实际情况来看, 可以针对各方面问题, 借助安全系数加以预判。所以, 施工过程中可以利用相关方式方法来对岩土结构的强度进行合理的控制, 运用有限元分析法能够更加高效的对岩土结构情况加以判断, 并且实现降低岩土结构轻度的目的^[1]。

1.2 有限元极限分析法的基本理论

首先, 依据有限元分析法能够对岩土工程结构整体稳定性进行准确的判断, 经过调查分析我们发现引发岩土工程稳定性的主要因素就是岩土结构发生滑落或者是坍塌的情况, 这些情况往往会引发岩土结构出现失衡的问题, 所以无法发挥出良好的载荷作用, 滑面岩土往往也会随之出现位移的情况, 并且在整个滑面结构上会受到位移的影响而发生结构塑变的问题。针对这一问题, 施工单位可以利用有限元静力计算方法来对边坡稳定性加以判断。其次, 增强计算结果的准确性。在将有限元分析方法加以实践运用的过程中, 要想切实的对各项计算参数的准确性加以保障, 那么最为重要的就是需要选择适合的计算方法, 并且各项工作都需要严格遵从规范标准加以落实, 从而提升工作的效率和效果^[2]。

1.3 有限元极限分析法应用的优越性分析

第一, 在实际利用有限元分析方法对边坡安全系数进行计算的时候, 并不需要对滑动面的状态进行判断, 只需要借助专

业的软件就可以对滑动面以及安全系数加以准确的计算。第二，在利用有限元超载方法来计算地基极限载荷的过程总，无需对破坏面的实际位置进行判断，直接利用程序就能够判断实际结构的极限载荷能力。第三，利用数值分析方法的优越性，能够准确的对具有一定复杂性的地形和地质结构情况进行判断，并且在实际操作过程中不会受到外界因素的影响。第四，可以针对岩土结构以及支护结构的实际情况进行综合考虑，对于施工过程中可能遇到的各种问题进行前期预判。切实合理的利用有限元极限分析方法，可以借助国际通用程序标准来获得准确的计算结果，这样才能切实的提高岩土工程的整体设计水平。

2 通过有限元对岩土工程边坡稳定性能的分析

2.1 在强度折减法基础上的有限元分析

经过我国专业研究人士多年的研究分析，将国外的强度折减有限元分析法称为“强度折减法”，但是因为这一概念属于力学概念，所以往往会受到外界多方面因素的影响，诸如：计算机效率、计算结果准确性等等。在社会快速发展的推动下，使得我国科学技术得到了全面的发展，计算水平也在逐渐的提升，在针对岩土工程边坡稳定性进行实践分析的过程中，强度折减强塑法未来具有良好的发展前景，这一方法是将强度折减法的优越性与弹塑法的优越性充分的融合在一起，针对折减系数进行适当的调整，并且会遵从相关指标来对岩土工程边坡稳定性加以深入的研究，从而会得到最为准确的参数^[3]。在强度折减法的基础上有限元法借助对边坡稳定性基本原理进行深入的分析，从而能够利用边坡强度系数以及折减系数来得到新的参数，借助新的参数来完成有限元分析工作，如果有限元系数存在不稳定的情况，那么就需要对折减系数进行适当的调整。其次，折减系数如果影响到有限元系数的稳定的时候，那么就表示岩土工程边坡结构达到了不稳定的状态。

2.2 在断裂面和强度折减法相结合基础上的有限元法

将这一方法与断裂面有限元分析法、强度折减法有限元分析综合在一起，实际操作如下：首先，借助强度折减法针对边坡结构进行综合分析，随后计算出强度折减法滑裂面应力的基本参数，如果滑裂面的参数达到一定范围的时候，那么安全系数为强度折减系数，这种方法中融合了二者所具有的优越性，并且往往被人们运用到滑裂面边坡分析工作中^[4]。

3 在岩土介质和支档结构中的应用

以往老旧的极限平衡方法能够针对支撑结构上的岩土结构的载荷能力进行计算，所选择使用的假设方法不同最终得到了的支撑结构内力参数也会出现不同的情况，这样对于计算准确性的保证是非常不利的。强度折减有限元分析方法需要对岩土截止和支撑结构二者之间的关系进行综合分析，从而能够获得精准的分布信息。

4 有限元极限分析方法在地下工程和隧道中的应用

在针对地下结构条件实施评估工作的时候，往往不具备标准指标，就传统意义来说，有限元法不能高效精准的对地下洞室设计和围堰断裂面的安全系数进行准确的计算。结合塑形区域范围要想对地下洞室工程的施工安全问题加以判断，是具有一定的困难的，极限值分析员方法可以控制岩土结构的强度系数，促使岩土工程能够达到极限状态，在这个过程中，岩土和土壤也可以将隐藏的断裂面进行判断，在利用专业方法进行各个系数的计算，最终就能够得到相应的安全系数。将上述方法运用到判断边坡和滑坡稳定性方面具有良好的作用，但是在地下开采工程结构设计中还存在诸多的弊端。其无法准确的对岩石以及斜坡土壤中所剪的剪切带准确的加以展现^[5]。在实际开展各项用作的时候，要想准确的判断围岩结构中的断裂面是非常困难的，通过诸多的研究分析发现，隧道周边岩体结构塑性变形问题往往也会对岩土结构造成一定的破坏。针对上述情况，只需要分析围岩结构塑性变形程度，就能够更加高效的获得围岩结构中所存在的潜在安全系数。在实际进行操作的时候，不得不说的是，这项安全系数是在隧道剪切断面的辅助下完成的，也可以被称之为剪切破坏安全参数。

5 有限元极限分析方法在地基中的应用

根据表二的数据发现，应用极限分析有限元法获得的极限承载力和 Prandtl 的数值十分接近，因而在计算的时候也可以应用非关联流动的平面应变摩尔—库伦匹配 DP 准则方式进行计算。

6 结语

总的来说，在科学技术飞速发展的推动下，岩土工程极限值分析有限元方法是当前实践中使用最为高效的一种分析方法，适当的延伸极限分析方法的适用范围。有限元极限分析能够对那些不具备节理情况的岩土边坡结构的稳定性加以综合分析，并且在实施各项施工工作的过程中，还会对地下水与施工工作之间所存在的关联性加以综合考虑，拥有良好的发展前景。

[参考文献]

- [1]张聪. 岩土工程极限分析有限元法及其运用[J]. 世界有色金属, 2020(14): 233-234.
 [2]郑颖人, 赵尚毅, 邓楚键, 刘明维, 唐晓松, 张黎明. 有限元极限分析法发展及其在岩土工程中的应用[J]. 中国工程科学, 2016(12): 39-61.
 [3]郑颖人, 赵尚毅. 岩土工程极限分析有限元法及其应用[J]. 土木工程学报, 2025(01): 91-98.

作者简介：钟涵（1989.4-），男，毕业于东华理工大学，资源勘查工程专业，当前就职于江西省地质矿产勘查开发局赣西地质调查大队，专业技术人员，工程师。