

用试验验证抗滑稳定计算新方法

马良筠

(河海大学土木工程学院,江苏 南京 210098)

摘要 通过对三峡大坝左岸厂房 3# 坝段抗滑稳定试验成果的分析,并与用块体单元法计算的结果进行比较,可以认为弹塑性块体单元法是一种分析岩体稳定性的较好方法。

关键词 弹塑性块体;大坝稳定;位移

中图分类号:TV64;TU311.4 文献标识码:A 文章编号:1000-1980(2002)03-0113-03

应用弹塑性块体单元法^[1],将块体的刚体位移作为基本未知量,根据虚功原理,求出各刚体位移,由块体的相对位移确定块体之间缝面的变形和应力。这种方法能提高应力精度,使稳定安全系数计算更可靠。

为了验证弹塑性块体单元法的正确性,对三峡大坝左岸厂房 3# 坝段进行试验研究,得出稳定安全系数 $k = 6.0$ 。用弹塑性块体单元法对模型也进行了稳定计算,其抗滑稳定安全系数 $k = 6.0$ 。用这两种方法所得安全系数相等,由此可认为弹塑性块体单元法是计算岩体抗滑稳定较好的方法。

1 试验研究

1.1 试验概况

三峡工程左岸 3# 厂房坝段的建基面高程为 90.0 m,坝后厂房的建基面高程为 22.2 m,使大坝后面形成高陡边坡。坝基岩体内有基本倾向下游、倾角小于 30° 的缓倾角结构面,对深层的抗滑稳定不利。取一个坝段进行模拟试验。模型总长度取 2.3 m,宽 0.15 m,高 1.68 m。根据相似原理^[2],所有无量纲的相似常数等于 1,其他相似常数根据相似条件计算。

试验过程中除水荷载外其他荷载保持不变。用千斤顶施加作用在坝体上游面的水荷载(荷载布置见图 1)。为测定三峡左岸 3# 厂房坝段沿结构面的稳定安全度,测点只布置在结构面的上部岩体和下部岩体上,见图 2(图中括号内数字为模型背面测点编号)。位移用千分表测试。

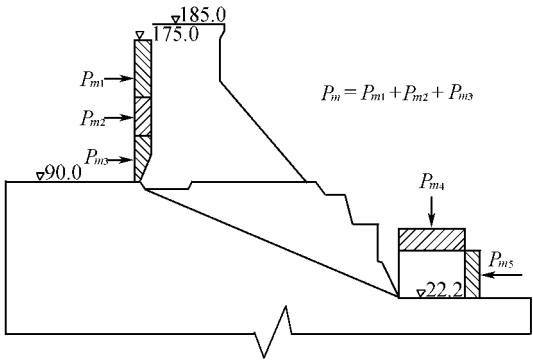


图 1 加载布置

Fig.1 Loading arrangement

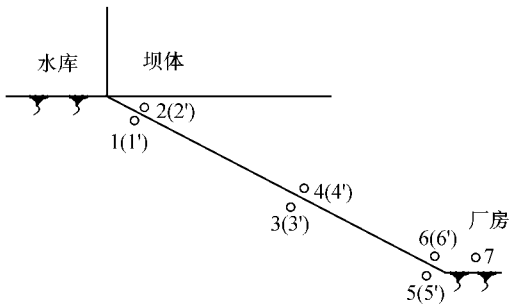


图 2 测点布置

Fig.2 Arrangement of observation points

1.2 试验方法与试验结果

试验时模型加载高度不变,仅改变坝前液体容重,即只改变千斤顶压力的大小,逐级增加,直至模型破坏。每加一级荷载停 10 ~ 15 min 后开始量测。测试结果见图 3。

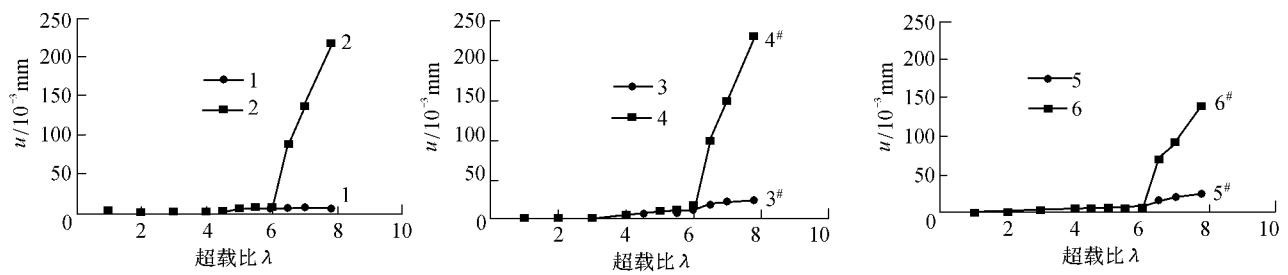


图 3 测点位移

Fig.3 Displacements of observation points

1.3 试验成果分析

由图 3 可以看出 :当超载系数小于 6.0 时 ,结构面上部与下部的相对位移很小 ;当超载系数 $\lambda = 6.0$ 时基岩下部的位移仍很小 ,而上部的位移突然增大 ,说明此时坝体与结构面上部岩体已沿结构面产生滑移 ,结构面上部与下部的相对位移为 0.815 mm. 由试验得出三峡大坝左岸 3[#] 坝段的稳定安全系数 $k = 6.0$.

2 计算成果

采用弹塑性块体理论对坝体模型进行稳定分析.弹塑性块体单元法是一种新的数值计算岩体稳定的方法 ,其特点是将块体的刚体位移作为基本未知量 ,根据虚功原理 ,求出各块体的刚体位移之后 ,由块体的相对位移确定块体之间界面的变形和应力.

块体单元的形状可以是任意的 ,它与周围其他单元之间都存在“缝单元”.这些缝单元可能是实际存在的结构面 ,也可能是岩体内部人为设置的假想缝面 ,其材料参数采用结构面或岩体的实际值 ,以反映岩体的变形值.当缝面材料进入塑性状态时 ,采用增量方法迭代求解.

$$K\Delta\delta = \Delta R \tag{1}$$

式中 : δ ——位移 ; R ——力.

本文采用的是常刚度增量迭代法 ,即不管施加哪一级荷载增量 ,刚度矩阵 K 始终采用弹性阶段的刚度矩阵.计算成果见图 4.

坝体失稳的评判标准 :当超载系数为 λ 时 ,最薄弱的结构面屈服区连通 ,形成一个滑移通道 ,则此时的超载系数就是结构的稳定安全度.图 4 给出了不同超载系数下结构面屈服情况 ,由图中可以看出 ,当 $\lambda = 2.0$ 时坝踵处基岩屈服 ,而当 $\lambda = 6.0$ 时屈服区全部贯通 ,说明坝体已沿结构面滑移 ,因而该坝体的稳定安全度为 6.0 ,与试验结果完全相同.

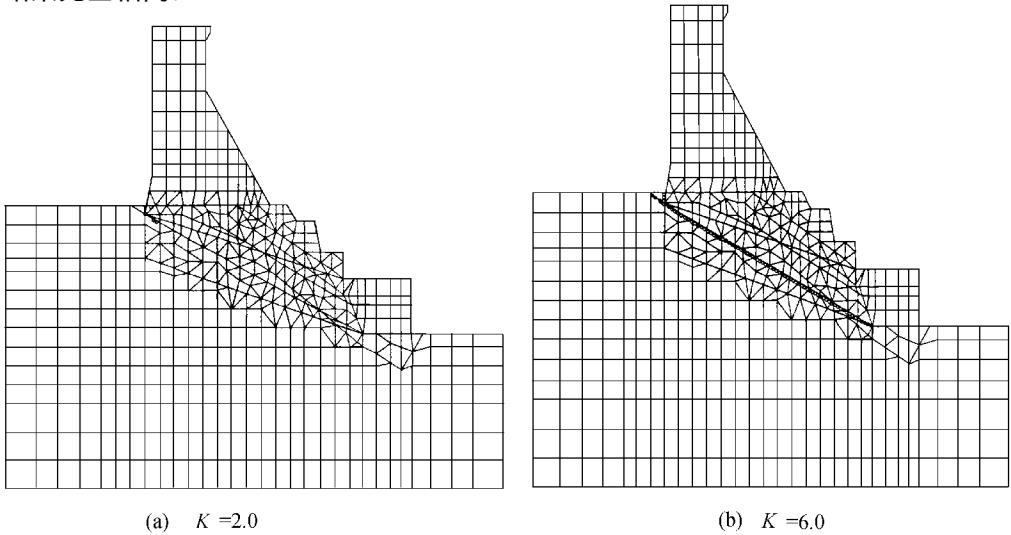


图 4 结构面屈服情况

Fig.4 Yield of structural plane

3 结 论

弹塑性块体单元法是一种新的稳定计算方法,由试验与计算结果比较,可以初步认为弹塑性块体单元法是一种计算坝体稳定的较好方法,希望再通过试验和现场检测给予进一步验证.

参考文献:

[1] 任青文.块体单元法的理论和计算模型[J].工程力学,1999,16(1):67~77.
[2] 宋逸先.实验力学基础[M].北京:水利电力出版社,1987.5~15.

Verification of a New Calculation Method for Anti-Slip Stability by Experiments

MA Liang-yun

(College of Civil Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 , China)

Abstract : The experimental result of anti-slip stability of dam section 3[#] on the left bank of the Three-Gorges Dam is analyzed and compared with the calculated result by the plastoelastic block element method. The result shows that the plastoelastic block element method is an effective method for analysis of anti-slip stability of rocks.

Key words : plastoelastic block ; dam stability ; displacement

· 简讯 ·

首次“ 江海论坛 ”在河海大学举行

江海论坛由东部资源环境与可持续发展研究中心(以下简称研究中心)发起,于 2002 年元月起正式创办.首届论坛由河海大学主办,中国科学院南京分院、南京大学、南京农业大学三个中心成员单位协办.

江海论坛宗旨是加强学术交流,推动研究中心的发展,结合国家建设实际需要解决重大问题.通过论坛载体,形成交流平台,促进学术交流,培养科研队伍,使论坛成为国家级重大课题和重要项目的孵化器.

举办江海论坛旨在联合和发动全国知名资源环境专家和有关政府部门领导,对我国 21 世纪的资源环境与可持续发展问题进行研究和探讨,明确今后一段时期内这方面的战略计划和工作重心,使中国的资源环境满足我国经济可持续发展的要求.通过举办江海论坛,密切研究中心同全国科技界的联系,增强科技工作者对 21 世纪中国资源环境问题的认识,扩大研究中心在该研究领域的影响,进一步明确我国今后一段时期内在资源环境研究方面的重点,确定该领域中的若干个重点研究课题,联合其他单位为我国的资源环境问题开展攻关研究.

2002 年 3 月 29 日首次学术研讨会在河海大学举行,本次研讨会的主题是“ 可持续发展中的水环境 ”.会议由河海大学副校长严以新教授主持,校长姜弘道教授致欢迎词,中科院、工程院院士王思敬、汪集炀、卢耀如、周君亮、孙铁珩、吴中如、王颖及来自全国的数十名资源环境专家参加了研讨会.

研讨会上,院士和专家们分别就长江、长江三角洲、太湖流域的水资源、水环境保护及对可持续发展的影响等问题作了主题报告或专题发言.我国东部地区地域辽阔,自然条件优越,人文素质较高,经济发展活跃,已引起世界瞩目.但是,东部在发展过程中,因人为因素的影响,生态环境变得十分脆弱,尤其是水环境中出现的严重问题,如果不引起重视并加以妥善解决,必将制约东部经济的持续发展.长江水利委员会、太湖流域管理局和河海大学的专家分别作了主题报告《长江水资源保护与可持续发展》、《太湖流域水资源保护规划》、《重大水利工程对长江三角洲水环境的影响》.孙铁珩院士就“ 水资源与水环境问题 ”作了专题发言,王颖院士针对“ 长江三角洲水环境、水环境承载能力、发展变化规律与永续利用的对策研究 ”问题作了专题发言.

舒 剑供稿