

# 关于“三峡工程永久船闸陡高边坡直墙顶的水平位移估计及意见”一文的几点看法

李建林

(三峡大学管理工程系水电学院 宜昌 443002)

《岩石力学与工程学报》2000年第1期刊登了“三峡工程永久船闸陡高边坡直墙顶的水平位移估计及意见”一文(以下简称“原文”)[1], 阅后学习到了不少东西, 但有几点疑问, 特提出与陆培炎教授商榷。

## 1 关于卸荷岩体的分析方法

首先分析一下岩体卸荷的力学过程。

岩体是经过漫长的复杂地质构造作用后的产物。岩体在漫长的地质构造作用过程中, 形成了大小不等、方向各异的结构面, 也就是说, 现今岩体是经过各种不同作用后的损伤岩体, 现存岩体中的应力是残余应力。如图1所示, 图中A点是经过构造运动作用后, 岩体的现今应力状态, 其值为 $\sigma_0$ (应变为 $\epsilon_0$ )。 $\sigma_0$ 为残留在岩体中的地应力, 属岩体多次作用后的残余应力,  $\epsilon_0$ 为历次构造作用后达到的总变形, 这种变形在历次作用后已损失掉, 无法考虑。

如果岩体开挖卸荷, 则是残余应力进一步释放的过程。此时曲线从A点沿AB向下移动; 如果岩体卸荷为零, 则曲线达到B点; 如果继续卸荷使之产生拉应力, 则曲线继续向下延伸至C点, 岩体拉断, 即达到残余抗拉强度。

如果岩体受力, 曲线沿A点向上移动, 则表现为加荷, 如果加荷至D点时, 达到了岩体的残余抗压强度, 曲线延伸至E点破坏。

显然, 对于岩体开挖卸荷而言, 其受力过程是沿ABC移动, 这就是所谓的卸荷作用。而常规的分析方法是依据加荷的方法(ADE线)确定参数, 并以此作为计算依据。

由此可见, 卸荷作用下岩体的本构关系、力学参数、破坏机理等与常规的分析方法是不同的。因此, 对于岩体的卸荷分析, 应依据卸荷岩体力学方法来进

行, 才能使之与岩体的受力特性一致。

应该说, 在一定程度上, 宜昌片的计算结果不便与北京片和武汉片的结果进行比较, 原因有:

(1) 宜昌片是根据图1的思路, 使用的是卸荷参数(ABC线)及卸荷分析方法, 北京片和武汉片使用的是加荷参数及常规分析方法。

(2) 宜昌片的卸荷概念与其他两片的卸荷概念(北京片和武汉片也曾谈及卸荷问题)有实质性差别, 宜昌片的卸荷概念是将岩体卸荷过程、卸荷特性、卸荷参数及卸荷分析融为一体, 是一个全新的卸荷概念, 并非是指卸荷岩体, 而使用加荷参数、加荷过程的加荷分析概念。

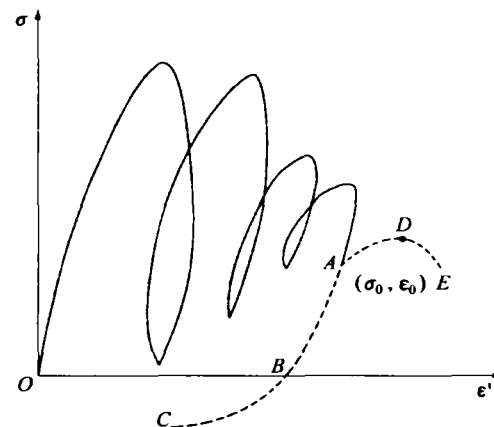


图1 构造作用与卸荷示意图

Fig.1 Tectonic action and unloading

## 2 关于计算位移的差别

宜昌片与武汉片和北京片的位移差别较大的原因除了上述的计算分析理论与方法的差别外(宜昌片比较接近边坡岩体卸荷力学的条件及特性), 另一点是, 宜昌片进行的是岩体抗拉强度的敏感性分析, 即

2000年3月10日收到来稿。

作者 李建林 简介: 男, 40岁, 1996年于重庆建筑大学建工系岩土工程专业获博士学位, 现任教授, 主要从事岩石力学方面的教学和科研工作。

考虑岩体卸荷及其流变造成岩体质量劣化, 抗拉强度逐渐降低, 抗拉强度从 2.2~0.4 MPa 等 5 种强度进行敏感性分析。如果对岩体有效加固, 有效地遏制住岩体的变形, 防止岩体的进一步劣化, 则边坡位移会稳定在一定范围内。报告中的 148 cm, 是边坡未加固, 岩体劣化、抗拉强度丧失, 边坡位移的极限值。如果与北京片和武汉片进行比较时, 应注意宜昌片的计算条件和前提。

### 3 关于流变位移的大小

“原文”谈到, 结构面的流变量约为弹塑性总量的 15% (3 mm), 笔者有不同的看法, 原因有二:

(1) 作者曾做过三峡工程的岩石受拉流变试验研究, 当应力比  $\beta = 0.3$  时, 即应力为岩石抗拉强度的 30%, 在此应力下, 岩石流变 6 个月实测值如图 2 所示。岩石流变 6 个月时, 还有增加的趋势, 当  $\beta \geq 0.5$  时, 岩石受拉流变断裂, 展现出的应变更大。

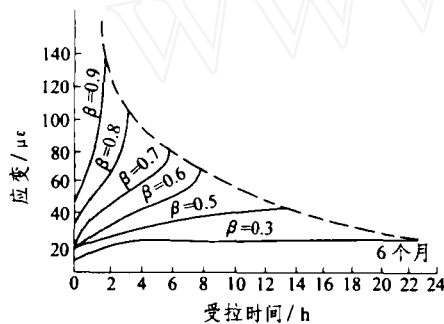


图 2 岩石流变破坏曲线

Fig.2 Failure curve of rock creep

(2) 作者曾观察到某开挖边坡排水支洞内顺坡方向的结构面开裂情况, 洞中有数条结构面开裂, 其中有一条裂缝宽度与时间关系如图 3 所示。某些结构面开裂到现在尚有发展的趋势。

因此, 岩体的流变位移不会是一个如此小的量级, 收敛速度也不会很快。

### 4 关于观测位移值

三峡工程永久船闸边坡观测点的设立, 滞后了一段时间, 一般是在该点以下开挖 2~3 个台阶后 (20~30 m) 才布设, 如图 4 所示。该测点测得的位移是后续位移, 从开挖开始至设点时, 该点损失了至开挖高程的开挖卸荷释放的瞬时弹性位移和部分流

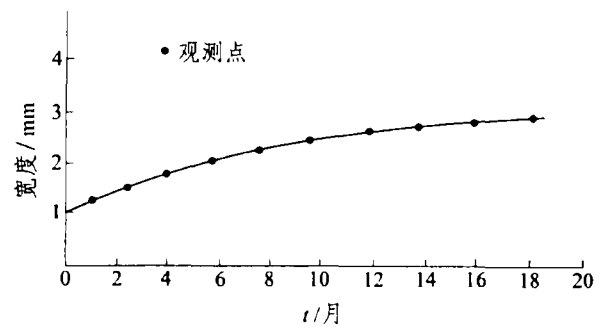


图 3 宽度与时间的关系

Fig.3 Relationship between width and time

变位移值。因此, 在进行比较时应区别测点设立时的开挖高程, 应注意后续位移始测的时间, 决不能笼统地比较。

“原文”说三峡工程永久船闸高边坡“直墙顶点位移为 2~3 cm, 中墩直墙顶点位移为 0.8~1.5 cm” (原文 125 页), 可能不符合边坡的实际位移值。除了上述几点原因外, 还有两点值得注意: 一是现已实施的边坡加固措施, 远不是当时北京片和武汉片计算时的设计值, 尤其是预应力锚索增加了不少; 二是边坡变形是否趋于稳定还有待于进一步监测。只要是深入三峡工程永久船闸边坡现场实地考察几遍, 位移值的大小就清楚了。

### 5 关于卸荷非线性岩体力学

卸荷非线性岩体力学是随着对卸荷岩体研究的深入而提出来的<sup>[2]</sup>, 是岩体力学研究的新生事物, 它与目前常规岩体力学体系有区别。节理岩体在加荷或在卸荷力学条件下的差别, 不但表现在形式上, 更重要的表现在其内容上, 如本构关系、力学参数、分析方法等。也即岩体的开挖是一种卸荷的力学条件, 卸荷条件下岩体的力学特性及其计算是通过加荷方式实现的, 显然, 按加荷条件得到的卸荷岩体的力学参数用于分析卸荷岩体是不合适的。因此, 岩体工程应区别不同力学条件, 选择不同的力学分析体系, 这样, 才使岩体工程力学状态与其分析方法一致。严格地讲, 卸荷岩体力学概念不同于常规的岩体力学概念, 对其研究应采用卸荷岩体力学概念和新体系。

上述几点是笔者学习“原文”的几点体会, 不妥之处, 敬请指正。

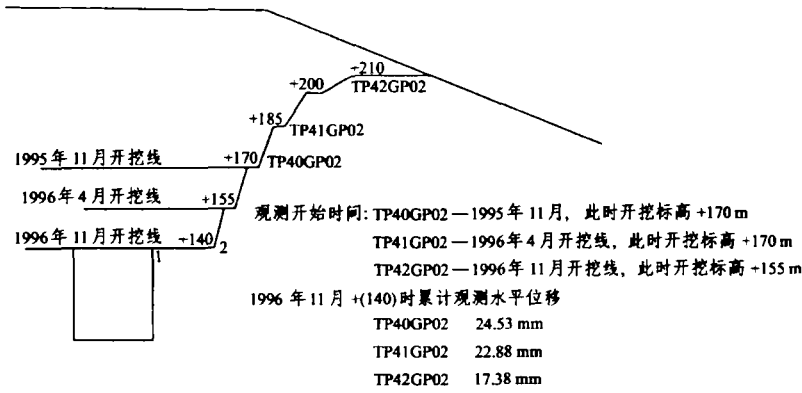


图 4 测点布置及开挖观测情况

Fig.4 Measuring points location and excavating condition

参 考 文 献

1 陆培炎. 三峡永久船闸陡高边坡直墙顶的水平位移估计及意见

[J]. 岩石力学与工程学报, 2000, 19(1): 120~125  
 2 哈秋焯. 岩石边坡工程与卸荷非线性岩石(体)力学[J]. 岩石力学与工程学报, 1997, 16(4): 385~374

SOME PROBLEMS RELATED TO “ON THE HORIZONTAL DISPLACEMENT OF THE TOP OF STRAIGHT WALL OF SHIPLOCK HIGHSLOPE IN THE THREE GORGES DAM”

Li Jianlin

(Three Gorges University, Yichang 443002 China)

国家自然科学基金岩石力学及相关学科类 2000 年青年基金资助项目表

No.	负责人(单位)	项目名称	No.	负责人(单位)	项目名称
1	孔 华 (中南工业大学)	华南部分地区下地壳流变学实验研究及高温高压波速测定(17 万元)	5	郭广礼 (中国矿业大学)	废弃采空区破裂岩体变形机理与沉降控制(15 万元)
2	周永胜 (中国地震局地质所)	差应力条件下超高压岩石形成温度和压力的实验研究(20 万元)	6	陈文化 (北方交通大学)	砂土地震液化引起的流滑及液化诱导滑坡和泥石流的研究(19 万元)
3	董平川 (石油大学)	裂缝性油气藏流固耦合渗流基础研究(15 万元)	7	别社安 (天津大学)	波浪作用下堆石结构稳定性的离散元分析和断面优化(20 万元)
4	李术才 (中科院武汉岩土所)	断节理岩体渐近破坏和锚杆加固止裂机理研究(17 万元)	8	李海波 (中科院武汉岩土所)	动载作用下含裂纹岩石材料断裂破坏机理及本构模型(22 万元)

(孔繁柏供稿)