

MS18

CCTAM2009-003303

考虑偶然偏心影响的等效扭矩计算方案研究

尹家聪, 李浩, 陈璞

北京大学工学院力学与空天技术系, 北京, 100871  
yjc\_pku@163.com

在抗震设计中考虑结构偶然偏心的影响是我国 2002 年版《高层建筑混凝土结构技术规程》(JGJ3-2002) 中新加入的内容。高规中规定:“在计算单向水平地震作用时直接取垂直于地震作用方向的建筑物每层投影长度的 5% 作为该层质量偶然偏心的偏移量”, 这与国外相关规范一致。

然而, 我国规范中并没有明确地给出考虑偶然偏心影响时的计算方案; 欧洲规范 Eurocode 8 和美国规范 Uniform Building Code (UBC) 97 中, 对于计算方案的规定也不够清晰。为此, 在这些国内外规范规定的基础上, 总结了基于振型分解反应谱法的修改质量精确计算方案, 以及等效扭矩近似计算方案, 并在 SAP84 程序上实现了这两种方案。其中, 相对于精确方案, 等效扭矩近似方案无需人工修改有限元模型、重组质量矩阵并反复求解特征方程, 具有效率高、编程简单等优点; 但是, 它同时也具有一定的计算误差。

实际结构的算例结果显示: 若以规范规定的 5% 偏心进行计算时, 等效扭矩近似方案的计算结果可以正确反映构件内力相对于未偏心情形的分布变化, 但是会低估构件的内力值。其中对某侧扭周期比为 1.08 的对称结构, 如果不考虑重力荷载, 近似方案对较大的内力分量 (即轴力以及垂直于地震方向平面内的剪力和弯矩) 有 10% 左右的计算误差; 对较小内力分量 (即扭矩以及平行于地震方向平面内的剪力和弯矩) 的计算误差更大。造成这种误差的主要原因是: 偏心后扭转耦联效应导致结构振型产生较大改变。

由于设计中更为关心的是较大的内力分量, 所以等效扭矩近似方案的计算结果在工程上是可以接受的。实际应用中, 为使近似方案的计算结果更靠近精确解, 建议乘以一个放大系数, 使设计结果偏于安全

关键词: 偶然偏心, 抗震设计, 振型分解反应谱法, 等效扭矩

MS18

CCTAM2009-003304

钢板轧后控冷模拟及残余应力反演研究

李建军, 陈少华

中国科学院力学研究所 LNM, 北京 100190,  
shchen@lnm.imech.ac.cn

钢板生产过程中, 难以避免冷却过程形成的板内残余应力, 从而使得分切后的钢板发生严重翘曲, 影响客户使用。因此, 控冷技术的优化及残余应力场的预测成为钢铁生产行业首先必须面对的难题。主要针对后一个问题, 利用数值方法和简单的理论分析开展了初步的研究。通过简单的算例, 选取了子模型划分网格技术及壳单元类型。由于残余应力产生的复杂性, 我们拟采用反演方法来预测板

内的残余应力场。钢板切割相当于部分残余应力的释放, 属于一种卸载过程 (弹性还是弹塑性卸载, 取决于残余应力的大小), 也类似于残余应力反向作用的过程。为了预测实际工程中钢板内部的残余应力, 首先研究了理论模型, 通过切割后钢板的变形, 反演确定切割面处原始的残余应力分布。通过多次的切割行为, 能够近似给出钢板内部残余应力场的三维分布。将进一步利用该方法结合实验测量, 分析实际工程应用的钢板内部残余应力分布。此项研究将为钢板切割变形的预测提供理论工具。

关键词: 钢板切割, 残余应力, 翘曲变形, 叠加原理

MS18

CCTAM2009-003305

非均匀介质局部化区的演化特征

郝圣旺\*, 柯孚久+, 夏蒙芬, 白以龙

\* 燕山大学建筑工程与力学学院, 河北秦皇岛 066004  
+ 北京航空航天大学应用物理系, 北京 100083,  
hsw@lnm.imech.ac.cn

北京大学物理系, 北京 100871

中国科学院力学研究所 LNM, 北京 100080

通过岩石试样单轴加载实验, 对岩石受载过程中变形场演化特征进行了实验观测。实验观察表明, 岩石试样的变形在加载初期的很长一段时间, 应变场呈弱涨落的随机分布, 即其应变涨落和应变涨落增长率均都很微小, 且在全场随机分布。随后初始的均匀发展过程发生了局部化转变。本文对局部化区演变过程进行了描述, 刻画了局部化区尺度的演化特征。揭示了局部化区的一种发展模式, 即由初始较大尺度逐渐缩小直到最后发展为一个稳定尺度的变形局部化区的演化特征。这个特征的揭示对于灾变预测的探索的提供又一个可能途径。

关键词: 局部化, 局部化区尺度, 局部化区演化, 灾变破坏

MS18

CCTAM2009-003306

双轴加载下混凝土损伤演化诱致灾变破坏的试验研究

陆明富\*, 郝圣旺\*\*, 汪海英\*, 夏蒙芬\*, 柯孚久\*, 白以龙\*

\* 中国科学院力学研究所, 非线性力学国家重点实验室, 北京 100190

+ 中国科学院研究生院, 北京 100039

\*\* 燕山大学土木工程与力学学院, 河北秦皇岛 066004  
lmf@lnm.imech.ac.cn

+ 北京大学物理系, 北京 100871

+++ 北京航空航天大学应用物理系, 北京 100083

对混凝土试样在双轴压缩加载下损伤演化诱致灾变破坏的过程进行了实验观测。对于两种加载工况, 均分别观测到两种不同的宏观破坏模式: 渐进式破坏和灾变破坏。分析了双轴压缩加载下混凝土试样灾变破坏前的临界性特征, 并基于灾变的临界性提出了双轴加载下混凝土灾变破坏的预测方法。采用这种方法对实验数据的“实时”拟合发现, 在演化逐渐趋近于宏观灾变破坏点的过程中, 临界指数呈现上升趋势, 并逐渐接近其理想理论值, 同时, 对灾变破坏点的预测与实际值也越来越接近。结果

表明,所建议的灾变预测方法可能为灾变预测实践提供有意义的线索。国家自然科学基金项目资助(90715001)

关键词:双轴加载,混凝土,损伤演化,灾变破坏

#### MS18 CCTAM2009-003307

##### 考虑横缝键槽咬合的拱坝强地震响应分析

杜成斌,江守燕

河海大学工程力学系,南京 210098,cbdu@hhu.edu.cn

建立了考虑拱坝横缝键槽咬合的动接触力模型。建立的动接触力模型考虑了缝面的开合非线性,以及横缝键槽的咬合作用和键槽剪切破坏等非线性,既可模拟单向键槽作用,又可模拟双向键槽作用。采用点面接触模型模拟横缝的非线性动接触行为,精细研究了缝面开度、径向位移的变化及其对坝体应力和变形状态的影响,并与平缝结果进行了比较。结合一座拟建的混凝土重力拱坝,探讨了横缝及其诱导缝对大坝工作性态的影响,并对大坝—地基系统强震下的破坏过程和形式进行分析,对横缝键槽的影响进行了综合分析。研究表明横缝的径向滑移量要远大于开度,考虑键槽效应后,径向滑移效应有所减小。对于平缝模型,径向动摩擦系数对响应影响较大。当考虑诱导缝时,由于大坝整体性受到削弱,横缝开度变大。初步研究表明横缝键槽对大坝强震下横缝附近的应力状态有较大影响,考虑键槽咬合作用增大了坝体的整体性,有利于提高大坝的抗震安全性。973 课题资助(2007CB714104),中国水利水电科学研究院开放研究资金资助项目(2008538613)

关键词:横缝,键槽,拱坝,地震响应,失效

#### MS18 CCTAM2009-003308

##### 高坝可靠度敏感性分析

贾超\*,李亚非\*,任青文†

\* 山东大学土建与水利学院,济南 250061

† 河海大学土木工程学院,南京 210098

以国内某一碾压混凝土重力坝为例,首先对不利薄弱面的高程进行搜索计算,然后运用随机有限元的方法进行整个坝体对重要随机参数的敏感性分析,计算出了该坝的安全控制性高程及影响该坝安全的显著参数,为工程的施工设计及安全校核提供了一定的参考依据。

关键词:高坝,可靠度,敏感性,薄弱面,随机有限元

#### MS18 CCTAM2009-003309

##### 考虑水力劈裂效应重力坝坝踵裂缝稳定分析

李宗利,刘霞

西北农林科技大学水利与建筑工程学院,陕西杨凌 712100,zongli01@tom.com

浙江中维建筑设计有限公司,浙江温州 325000

基于大型有限元分析软件,建立重力坝数值数值分析模型,人为在坝踵附近设置不同深度的裂缝,分析不同位置、不同裂缝深度、不同缝内水压分布作用裂缝的稳定性,分析水力劈裂效应:(1)不考虑水流渗入裂缝引起的坝体及基础岩体内渗流场的变化,只考虑水流在裂缝面的

劈裂作用下,分别计算分析了距坝底 0m, 10m, 20m 和 30m 的坝体上游面水平裂缝的稳定性。初始裂缝深度均假设为 2.5m,并假定缝面作用全水头水压。计算结果表明,坝踵裂缝为拉剪断裂模式,而高于坝踵处的上游面裂缝已是压剪断裂模式;随裂缝位置的抬高, $K_I$  绝对值逐渐增大,而  $K_{II}$  逐渐减小;当裂缝长度为 2.5m,缝面作用全水头时,坝踵处的裂缝已处于不稳定状态。(2)假设初始裂缝位于离坝底 10m 的位置,裂缝深度为 10m,分别计算初始裂缝在 3 种缝面水压力分布形式下的裂缝稳定性。计算结果表明,在干缝和缝面水压呈三角形分布的条件下,裂缝将保持稳定,二者相比,干缝更有利于裂缝的稳定;而在缝面水压呈矩形分布时,由于水的水力劈裂作用使断裂模式由压剪转化为拉剪模式,而且其值已大于断裂韧度,裂缝将向前扩展,这充分体现了缝内水压的水力劈裂作用。(3)选取初始水平裂缝离坝底 10m 的不同深度 5 种初始深度裂缝,对应不同缝内水压类型进行分析。计算结果表明,在裂缝较浅时水力劈裂效应较小,其稳定性也较好;随着初始裂缝深度的不断加大,水力劈裂影响愈加显著,裂缝极易扩展,从而将削弱坝体的安全度。国家自然科学基金(50779057)资助

关键词:混凝土重力坝,坝踵,裂缝稳定分析,水力劈裂

#### MS18 CCTAM2009-003310

##### 基于演化博弈论的高拱坝体型抗震设计

谢能刚,王璐

安徽工业大学力学系,合肥 243002

xienenggang@yahoo.com.cn

考虑地震荷载作用下高拱坝的安全性,提出基于演化博弈论的拱坝体型抗震设计方法,其基本思想为:(1)以描述拱坝形状的几何特征量组成设计变量集合,建立能够表征拱坝静力安全性和整体抗震能力的性能指标  $J_1$  和  $J_2$ ;(2)将拱坝的静力安全性和整体抗震能力视为两个博弈方,将设计变量集合通过一定的技术方法分割为两个博弈方拥有的策略空间  $S_1$  和  $S_2$ ;(3)两个博弈方根据具体的演化规则,确定本轮博弈的行为方式(竞争或协作),并建立对应此行为方式的博弈得益函数与性能指标之间的映射关系;(4)两个博弈方分别以自身得益函数为目标,在各自的策略空间中进行单目标优化,获得本博弈方对另一个博弈方的最佳对策;(5)两个博弈方的最佳对策形成一轮博弈的策略组合,并根据约束检验和收敛判别,通过多轮博弈,获得最终的均衡解。其中的技术关键为:(1)建立合理的、能够反映高拱坝静力安全和整体抗震能力的性能指标。(2)拱坝静力和动力安全两个博弈方策略空间的分解方法;(3)具体的演化规则;4)根据行为方式,建立博弈得益函数与性能指标之间的映射关系。以白鹤滩拱坝体型的抗震设计为例,取坝体最大静主拉应力目标和坝体最大动应变能目标为博弈方,采用演化博弈模型进行求解,设计结果显示拱坝的性能指标等较初始体型的变化改善情况,实现了抗震设计目的,表明了演化博弈设计方法的有效性。