

岩体力学的基本问题与科学方法论

薛守义

(石家庄铁道学院 石家庄 050043)

刘汉东

(华北水利水电学院 郑州 450045)

1 基本概念的思考

真正的科学发展往往是通过修正与学科基础直接相关的基本概念的方式发生的。本世纪初以来,人们试图把研究工作移置到新的基础之上。数学和物理学相继实现了革命性的变革,伴随的是逻辑数学和相对论的诞生。晚些时候,岩体力学也在摸索前进中找到了它的基础,即岩体本身的地质存在方式。我们认为,真正的科学意义产生自“岩体”和“岩体结构”这两个基础概念的诞生,因为它们科学地决定着理论体系的逻辑结构。

现在,我们都将工程中所涉及到的岩体视为结构物或结构物系统的一部分,并发现岩体的结构类型与岩体的力学属性和行为之间密切相关,这是岩体力学所经历的一次深刻的革命。但是,人们的概念并没有完全从连续介质力学那里转变过来,主要表现在关于岩体强度与变形的认识上。应该承认,岩体作为结构物,谈岩体强度就是指结构强度,论岩体刚度就是指结构刚度,而不能与结构单元的材料强度和刚度相混淆。一般情况下,无论现场岩体力学试验的规模多么大,我们也不能测得岩体的强度和变形模量,充其量测得的结果可视为材料特性的岩体结构单元的强度和模量,比如结构面抗剪强度或包含节理的结构体的强度,岩体的强度和变形也只能靠计算和变形量测得到。另一方面,从岩体结构的力学分析来讲,我们也仅仅需要结构单元的力学特性,而不需要岩体的强度和变形特性。因此,笔者认为我们所面临的岩体力学基本问题和提法是研究岩体单元的力学特性以及岩体单元的强度理论和本构模型。需特别指出,岩体强度理论和本构关系的提法是不恰当的,因为作为结构物的岩体,在工程荷载作用下其内部不同部位的变形破坏机制是不同的,而强度理论必须根据这一特定的变形破坏机制才能得以建立。

2 岩体结构力学分析途径

自从岩体和岩体结构概念诞生以后,岩体力学的主流是朝着岩体结构力学分析的途径发展的,这是经典的工程力学思路。人们的努力主要在于根据岩体的地质信息抽象地建立岩体的地质模型(包括岩体结构模型、岩组模型、地应力作用模型、地下水模型等),根据工程作用和地质模型建立岩体的力学模型(包括推断变形破坏机制、岩体力学分析模型)、根据力学模型组织岩体力学试验,以及发展符合各种情况的力学分析方法。这是一项系统性很强的工作,各环节都是相互关联的。

1996年10月11日收到初稿。

岩体结构力学分析的方法论是严密和清晰的,它强调以地质为基础,以工程力学为基本方法。但这种分析使我们面临很多基本的而又十分困难的问题。首先,这种分析以查清岩体的工程地质条件为前提,而困难的是难以查清岩体的地质结构,更无法得到精确的岩体天然应力。其次需要对岩体单元进行试验和理论研究,以建立其本构模型,获得其物理力学特性参数,并发展岩体各类单元的强度理论。再次虽然发展多种连续介质和非连续介质力学分析法,但因复杂条件下的本构关系和强度理论尚未得到实质性的发展,目前的方法只能解决非常简单的问题,或使复杂问题人为地简单化,这与实际岩体的复杂性是不相适应的。笔者认为,上述的三种基本问题应该成为岩体结构力学研究的主题。

3 岩体系统与功能力学分析途径

前述岩体结构力学分析的方法论严密、清晰,但也面临着很多难以很快解决的问题,因此,人们试图发展岩体系统与功能力学分析途径,以便综合性解决岩体力学问题。

根据系统论原理,岩体是开放的动态系统,其内部因素(结构以及地应力、地下水和地温等状态参量)和环境因素(工程作用以及地震、降雨和气温等自然环境因素)是众多而复杂的,且其中很多因素是未知或不确定的。比如,在施工开挖前,我们不可能完全搞清岩性和地质结构;至今地应力还很难测准;地震、降雨等自然因素是不确定性的。显然,岩体是一类“灰箱”系统,仅仅作岩体结构力学那样的“白箱”分析是不可能完全搞清系统反应的,因此,系统与功能方法在解决岩体工程问题中将显得越来越重要。

系统与功能方法已逐渐引起人们的重视。地下工程施工中的变形监测与反分析是功能方法应用的最早实例,目前已发展成一种比较成熟的施工—监测—设计法,特别强调系统的反馈机制,通过反馈实现对系统的最优控制,这是非常重要的一种方法论和思维方式。事实上,任何一个完整的认识和实践过程都包含着反馈机制,因此反馈思维揭示了人们的认识与行为的本质。自本世纪60年代中期以来,功能方法在边坡工程以及滑坡灾害预测预报领域也逐渐得到广泛应用。

由于岩体系统及其环境的复杂性和不确定性,要彻底搞清系统的状态和动态变化规律,就必须采用综合性的方法进行全方位的研究,强调定性定量相结合、经验与理论分析相结合、结构与功能方法相结合、稳态与非稳态分析相结合、结构分析与要素分析相结合、直觉与逻辑相结合、确定性与不确定性分析相结合等方法论原则。因此,笔者认为,近年对岩体进行的灰色分析、模糊分析、突变论的应用等是对传统力学研究的重要补充。

THE FUNDAMENTAL PROBLEMS AND SCIENTIFIC METHODOLOGY OF ROCK MECHANICS

Xue Shouyi¹ Liu Handong²

(¹ Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang 050043)

(² North China Institute of Water Conservancy and Hydroelectric Power, Zhengzhou 450045)