

抗滑结构试验系统的探讨

车必达 孙康

(铁道部科学研究院西北研究所)

提 要

本文针对我国抗滑结构发展的需要,提供了一个具有中等规模的抗滑结构试验系统的初步方案和模式,并论证了一种供滑坡抗滑结构实验系统的结构体系及结构试验系统的内容和程序。

一、综 述

抗滑结构物,是防治滑坡灾害的主要工程措施。抗滑结构物的研究,是整个滑坡研究的一个重要侧面。目前,抗滑结构物已从老的重力式抗滑挡墙发展到普遍采用的抗滑桩。桩的正规应用,国外约有40余年的历史,我国也有20余年的独特经验。桩的应用开创了滑坡防治的新局面,改变了过去整治滑坡的旧面貌。但是,从发展的观点看,现在所用的大多数抗滑桩并非是一种经济合理的结构。它与滑坡岩土介质共同工作时的受力条件甚差,近乎悬臂的受弯状态,导致了抗滑桩在工程实践中埋深长、断面大、数量多、钢材费和工程造价十分昂贵等缺点。这种情况很不能适应我国当前的形势需要。为了推进滑坡研究,进一步改善和提高滑坡防治的经济效益,抓紧并大力进行更为经济合理的新型抗滑结构物的研究与开发,已是当务之急。

抗滑结构试验,是研究抗滑结构物的主要途径和手段。其基本任务是:研究结构物在不同的试验条件及方式下,它的多种参数(变位、抗力、内力等)随外力(滑坡推力)的变化而变化的规律,从而找出结构物的力学模式,进而研究其数学模式或设计计算理论。这是任何一种新型抗滑结构物赖以成立和推广的前提条件。但是,要完成这一任务或达到此目的,没有一套完整而又先进的试验系统是难以想象的。

国外,针对抗滑结构物本身的试验少见;国内,本所和有关兄弟单位从七十年代中期以来,曾相继对抗滑结构物进行过多次试验研究,虽然取得了一定的成效,但远未达到预期的目的。究其原因,就是缺少一套较为完整和先进的试验系统。

所谓抗滑结构试验系统,是指抗滑结构试验从准备、开始一直到结束的整个过程中所需的全部配套的基本设施。无疑,它应是一个先进的和自动化程度比较高的系统,同时也应是一个多功能的系统;否则,不能适应今后发展的多种新型抗滑结构物及其多种试验条件与方式的试验需要。这种系统与一般的结构试验系统不尽相同,它有其自身的一系列特点和要求,需要综合国内外有关技术成果和经验进行研讨。

目前,我国铁道部系统有关普通抗滑桩的研究已基本告一段落,原协作网的各参加单位正准备转向多种型式和多种用途的新型抗滑结构物的研究与开发,如抗滑锚索桩、排架桩、斜撑桩、锚索墙和抗滑明碛等。这样,抗滑结构试验系统的研究和建立,就显得尤为迫切。本文将针对这一需要,并从实用原则出发,探讨和提出一个具有中等规模的抗滑结构试验系统的模式或方案,

供各地参考。

二、系统构成及主要内容

抗滑结构试验系统，作为一个比较完整、先进和多功能的系统，应由五部分组成，即装置系统、施力系统、数据采集系统、过程控制系统和附属设施。

(一) 装置系统部分。装置系统，是一组相当于滑坡模型的结构群，试验的对象和介质即埋设于其中。它是抗滑结构试验中必备的特有设施，其构造和灵活性应基本符合滑坡的一些主要特征，应包括下列内容：

1、试验槽。它相当于滑坡床部分，在其两侧应配设有机玻璃窗，以利观察和照相。

2、试验箱。它相当于滑坡体部分，由两侧纵向板、两端活塞板及中间隔板组成，其中两侧纵向板应可调整不同宽度，以适应单桩、双桩、叁桩、肆桩单独试验和平行试验的需要。同时，它还可以在 0° — 30° 范围内自由倾斜，以适应不同斜度（坡度）滑面试验的需要。活塞板分前后两端：后端板因要直接承受外力，故应有足够的刚度，以保证其变形在允许范围以内；前端板为介质挡板，应有一定的阻力，以确保桩前介质成型。

3、槽内钢架。它主要用于支承试验箱和安装底部、端部的固定件。为不造成干扰，它应紧贴试验槽壁稳固不动，其中顶部架体之后部铰接于槽端，前部为自由端，既支承箱体，又可旋转倾斜；固定件，主要是为结构底部提供不同的试验边界条件和为锚索结构提供若干个锚固点。

(二) 施力系统部分。与一般的结构试验一样，抗滑结构试验系统也需要一个精密而又稳定的施力系统，因为它直接影响到试验的准确性和可靠性。长期以来，其关键部件主要是采用液压千斤顶设备，它致命的弱点就是稳定性能差，需要不断地人工或机械补油，并产生不必要的冲击力。作为抗滑结构试验，其稳压性要求高，因为一次试验需5—7天，一级载荷下需数十小时的稳定时间，自七十年代后期以来，国外相继开发出了用微机控制的电液伺服试验机系统以后，液压千斤顶稳压性能差这一弱点才得到了较满意的解决。这种系统以高精度的电液伺服阀为主控元件，以闭环反馈控制为自动控制原则，用电子计算机作为控制和数据处理中心，通过直线液压作动器对试验对象实现自动加载。这种系统稳压可靠，精度高，同步性好，控制自动化，出力精度可达1%，稳定性可达 $0.2\%/8$ 小时 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。该系统目前国内也能生产，并且精度和稳压性都不低于国外同类产品的水平。因此，应该并且也有可能把它作为抗滑结构试验系统的施力设施。

电液伺服控制系统，它本身包括作动器（即施力器）、液压源、冷却装置、控制器等一系列与之配套的设施，其中作动器是核心部件。作动器的配设，除应考虑肆根桩同时试验和不同的外力分布图式的需要外，还应考虑试验构件标定和阻力形成的需要。其外形、尺寸、行程等可根据总体布置进行设计、加工或选择。施力系统部分，除伺服系统外，还应配设以下两种基本设施：

1、反力墙（桩）。它是结构试验，特别是抗滑结构试验中必不可少的基础设施。它的设计与施工，应按试验中可能加载于反力墙（桩）上的最大剪力或最大弯距来考虑，并能兼顾一些标定性的试验需要，以提高其利用率。在墙的形式上最好选用双“L”型，因为这种型式不但能进行多组的平行试验，而且也节省了场地、空间和使用面积。

2、施力架。它是联接反力墙（桩）和施力器的装置。施力架应设计成带横竖滑槽的架体，以便施力器不同布置位置的调整。

(三) 数据采集系统部分。数据采集系统是抗滑结构试验中一个至关重要的环节，一种抗滑结构物的设计理论和计算方法，就是在分析研究这些数据中求得。它在试验中，每级荷载下都需记录变位、抗力、弯矩和外力等多种参数的大量数据，按结构物的中等尺寸和四组平行试验计，其

测点总数约有600—800个。这些数据要求在尽可能短的时间内一次记录完毕,否则将造成测点间数据的较大时差,严重影响试验质量。这个教训在以往的有关试验中尤为深刻,因为所采用的多为人工干预较多的记录设备。随着科学技术进步,国内外都研制并生产了多种多点自动记录仪,相比较而言,以日产7V08超级数字记录仪和英国产3530型数字记录仪为最优。在这些数字记录仪中,7V08仪是一种装有微处理器的数据采集控制系统,它将数据采集和数据处理融为一体,其扫描速度低档每秒钟可以达到10点,内存容量为兆位(1 MB),具有较高精度和较强处理与控制的功能,并易于组成本系统的统一控制系统,以实现试验过程控制的自动化。

(四) 过程控制系统部分。抗滑结构试验,在一切准备工作就绪后,其过程可概括为:施力→数据采集→施力的循环过程。每一过程都含有大量工作,整个过程几乎是连续的,要求准确、迅速,特别是相当可靠地运行。这种过程若采用手工方法,势必影响试验质量和试验进度,造成大量时间和人力的浪费,甚至导致试验的失败。为此,建立一个集散型的控制系统是必不可少的。这种控制系统是目前微机控制系统发展的一个崭新型式。它是将过程的各个环节的控制功能分散给若干台微机处理,而总的操作管理则高度集中到一台高性能的微机控制。它吸收了集中和分散控制的优点,使控制系统更为有效、可靠和实用。集散型控制系统主要由分散控制级、数据通道、CRT操作站、监控级微机和强大的软件系统等几个主要部分组成。上述的伺服系统和数据采集系统即为分散控制级,它们将分别完成主要试验过程的施力和数据采集控制的功能。监控级是以一台高性能的微机系统为核心,完成试验过程的数据处理和最优控制,并通过CRT操作站对整个试验过程实现人机对话和集中监视与操作管理等。数据通道,则是集散系统的支柱,它将各分散级控制、监控微机系统和CRT操作站有机连接起来,以实现综合控制。整个控制系统应具有以下基本功能:

- 1、给定某一力值后,能迅速平稳而又精确地自动施力,并在数小时至数十小时内按精度要求不断稳定其力值。当结构物顶点变位的增量在某一规定范围内时,即为该级荷载下稳定。试验过程中的力值和增量,每隔一段时间显示一次,一旦稳定,即报警和显示其稳定值,并随即转入数据采集阶段。

- 2、数据采集的范围、数量、顺序、储存、简单处理及打印等由采集系统自动控制,采集完毕即报警显示。

- 3、数据采集过程中或采集完毕时,随即由集中监控机进行数据处理,并显示结构物的抗力或变位图式,同时进行时间一位移、荷载一位移等有关曲线的绘制。

- 4、当试验中出现异常情况时,能紧急停车并保持现场,待调整和排除故障后可重新启动,继续试验。

- 5、上述过程如无故障并能顺利进行后,即转入下一加载(施力)过程的试验,直至试验结束。

(五) 附属设施部分。抗滑结构试验系统的附属设施是指试验介质的储存、传输和铺设设施,试验装置和对象的安装设施以及试验间和操作间的若干必要保养设施。它是试验系统不可缺少的构成部分,应予以足够重视,合理配设。

抗滑结构试验,也是结构物与滑坡岩土介质相互作用的试验。一个中等规模的抗滑结构试验系统将有试验介质(标准砂和实际岩土物质)近百余立方米,它的储存和传输问题需统一规划、妥善解决。为便于传输和倒运,减少干扰,储料仓(间)应设在试验槽的旁侧或上方。

抗滑结构试验前的准备工作极为繁重,如介质的传输、铺设,装置的调整、组合,试验对象的安装、定位,以及滑带物质和试件的制备等。这些工作会占去大量的时间和人力,因此,必须

相应地配设传送、夯实、吊运等设施，使有关工作基本上机械化或半机械化。这对减轻劳动强度，提高工作效率和缩短研究周期，都是非常重要的。

如上所述，本试验系统有许多高级精密仪器和设备，因此，也必须相应地配设一些必要的保护性设施，如通讯、通风、恒温、恒湿、净化、照明和抗干扰等设备。这对延长设备寿命，确保试验环境和改善工作条件，也同样是非常必要的。

三、结束语

本文根据我国抗滑结构发展的需要，从实用角度和可能性出发，研讨和提供了一个具有中等规模的抗滑结构试验系统的初步方案和模式。该系统从功能需要和设施配备上来讲是先进的，它不仅能胜任多种新型抗滑结构物试验研究的需要，还能承担一定的中间型试验。预计，随着这种试验系统的研究和建立并逐步完善，国内越来越多的新型抗滑结构物，将会不断地得到开发和推广使用。

Exploring and discussing to the slide-resisting testing system

Che Bida Sun Kang

(Northwest Institute of Academy under the Ministry of Railway)

Abstract

This paper supplies the preliminary scheme and mould of a middle scale slide-resising constructure experience system in the neccessarity of our nation's slide-resisting structure developing and demonstrates a kind of structure system for landslide slide-resisting structure testing and the contents and orders of structure testing system.

(Continued from page 77)

to make a steel part which extrends out 50cm from the downstream air face and rises 10-15cm, welded on double threading steel bar 25mm in diame-ter, it was casted into a steel bar-reinforced stopper, No. 200 in 50cm, connected with the check dam as a whole. Check dams with a spillway structured in this way can retain a layer of debris flow and play a role of energy dissipation and cushioning. When the following debris flows cross the dam, the external force of direct scouring , friction, impact and undercut exerted on the dam by debris flow would be transformed into the inner stress of stone against stone and sand against sand inside debris flow, thus protecting the dam outled from the damage by debris flow which would cause the destruction of the whole dam.

(限于篇幅，本专集尚有三篇论文待1990年第1期续完。)