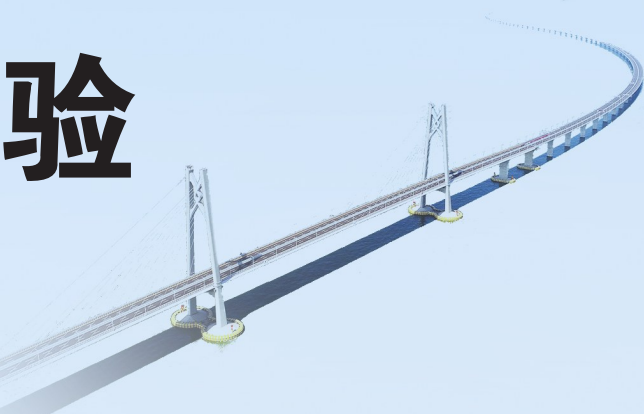


桥梁工程结构动力学国家重点实验室

港珠澳大桥数个抗震试验都在这个实验室完成



□本报记者 李珩

当地震来临,桥梁能否“扛”得住?可以先在桥梁工程结构动力学国家重点实验室做个试验。

4月26日,在位于南岸区五公里的桥梁工程结构动力学国家重点实验室内,该实验室主任唐光武指着其貌不扬的“宝贝”们说,世界上最长跨海大桥——港珠澳大桥的隔震桥梁振动台试验、非通航孔支座性能抗震

大型地震模拟试验台阵系统世界首创可模拟3轴向6个自由度的地震波

这个实验室“藏”在招商局重庆交通科研设计院有限公司一栋不起眼的楼里。穿过一条不算宽敞的过道后,前方豁然开朗,约五层楼高的结构实验大厅就这么展现在记者面前。

往地上一看,竟有一个长约36米的长方形“巨坑”:坑里有2个同样是长方形的台面,台面四周有空隙,隐藏着4根蓝色的杠杆,杠杆上的“螺丝”足有手掌大。

唐光武透露,这是世界上首个拥有两个台阵的大型地震模拟试验台阵系统,建成于2002年。对土木工程来说,抗震非常关键,特别是大型桥梁,使用年限基本上是按照百年设计的,首先就得过抗震试验这一关。“该台阵系统的作用正是模拟地震波,通过模拟地震来临时的真实情景,找出在结构设计上的薄弱点。”

“台阵工作模式及轨道移动方式均属世界首创。”唐光武指着长方形台面说,台阵每台自重20吨,可承载最重达70吨的桥梁模型,台阵周围的杠杆叫作动器,就像手臂一般怀抱着台阵,其下面是液压油系统,系统启动后,能模拟地震带来的巨大威力。大跨度结构的桥梁模型会被放置在两个台阵上,台阵间连有轨道,能实现3轴向6个自由度的震动,“通俗来说,它可以平动、转动,也可以像跷跷板翘起一方来。”

3000吨工程索缆拉弯疲劳试验系统1秒最高拉伸索缆5次

在结构实验大厅的另一侧,两个橘色的“门”字型钢架引起了记者的注意,钢架下方是试验床,试验床又分为2个,分别连有脸盆大小的线缆。

“这是3000吨工程索缆拉弯疲劳试验系统,通俗来说,就是看桥梁索缆结不结实。”唐光武说,该系统也很有来头,是为世界跨径最大斜拉桥苏通大桥量身定做的。

当时,苏通大桥建设时,大桥建设指挥部找到实验室,希望能够完成大桥索缆静载与拉弯耦合疲劳试验,这也是国家科技支撑计划项目之一。

苏通大桥索缆静载试验要求加载能力达到2000多吨,疲劳试验加载能力也要达到1000多吨,而实验室现有条件远远不能满足试验要求。怎么办?

唐光武带领团队反复做设计、论证、试验,创造性提出了双向双束、动静载分离的索缆拉弯耦合试验系统设计方案,使静载试验加载能力达到3000吨。

“以前做索缆疲劳试验节约约为10秒一次,一般要做200万次,需要半年以上。”

多通道结构试验系统反力墙每个孔可提供100吨反力

这个实验室还能做什么?

唐光武将我们带到了结构实验大厅的后侧,这里有约三层楼高(11米高)的一面墙,墙上排列着若干个小孔,地上也同样如此,在距离墙面不远的地方搭建着钢架和作动器。

“这其实是多通道结构试验系统的配套设施。”唐光武解释说,这面墙叫反力墙,地板则是反力地板,在反力墙和反力地板上可以安装试件或作动器,可以给予桥梁结构或构件巨大作用力,进行静、动载试验研究、疲劳试验研究、拟动力抗震试验研究、延性抗震试验研究及环境模拟试验研究等。

反力墙由高强应力筋、混凝土浇成,而墙上的每一个孔,可以提供100吨的反力,一般四个孔为一组,即400吨的力。

“石板坡长江大桥复线桥就是在这做的钢混接头静载和疲劳试验。”唐光武说,石板坡长江大桥复线桥与旧桥相距仅25米,但并列的桥墩将在航道上形成“巷道效应”,不能满足通航要求。如何保持同样桥型又满足通航?只能在新建的桥布跨时取消一个桥墩。这样一来,新建的梁式桥的通航孔跨

模拟试验、大型高阻尼隔震支座试验、大型铅芯隔震支座试验,中国建桥史上工程规模最大、综合建设条件最复杂的特大型桥梁工程苏通长江公路大桥斜拉索拉弯疲劳试验……都出自这个实验室。

重庆朝天门长江大桥模型试验,石板坡长江大桥钢混接头疲劳试验等,也在这里完成。

这个实验室里,到底藏着哪些“宝贝”?跟随重庆日报记者一探虚实吧。

那它可以模拟多大强度的地震呢?唐光武说,汶川地震峰值的加速度约为1g,而台面最大加速度可以达到3g。

“这就为大跨度结构的抗震试验研究提供了必要的条件,从而使大跨度结构抗震动力学的一些基本问题的试验研究成为可能。”唐光武说。

在台阵系统一侧放着一座透明的桥梁模型,是1:60的缩尺比明珠湾大桥模型,主跨、边桁拱、桥墩等一应俱全,甚至连拉索也进行了还原。

“试验模型是采用数控加工制作的,材料是有机玻璃。”该实验室工作人员刘海明介绍,2016年做抗震试验时,为了满足相似条件,在模型上配了铅块,各类型传感器也安放在上面以得到试验数据。试验后期,研究人员还进行了大量的数据分析,指导工程建设,为工程的安全保驾护航。

“港珠澳大桥的隔震桥梁振动台试验也是在这里完成的。”唐光武说,港珠澳大桥全长55公里,作为最长的有地震断层穿过的跨海大桥,引入了减隔震技术。2012年4月,港珠澳大桥单墩拟静力试验、单墩减隔震与抗震性能对比的全桥振动台模型试验、多跨模型减隔震与抗震性能双联振动台一致激励和非一致激励试验先后在实验室进行,试验结果很成功。

唐光武说,经过改良后,新系统能1秒做5次,而且可以双索同时进行,不到一个月就能做完两根索的疲劳试验。

这使我国具备了完成千米跨径级斜拉桥拉索静载和疲劳足尺试验的能力。目前,实验室已为苏通大桥、武汉天兴洲大桥等近50座特大桥提供技术服务,还为981海洋钻井平台锚链系统提供了试验服务。

随着桥梁宽度的增加和公轨两用桥梁的逐渐兴起,对超大规模索缆的需求也越来越大,实验室在3000吨工程索缆拉弯疲劳试验系统的基础上又研发了6000吨索缆试验系统。

该系统就在3000吨试验系统旁边,外形与3000吨系统差不多,但体积更大,试验床长度达16米,重量达到324吨,是3000吨系统的2倍。

“我们对动横梁的受力方式和构造进行了创新设计,使动横梁受力更明确;针对超大吨位索缆自重较大的特点改进了锚固区构造,提高了安装效率。”唐光武说,目前该系统的加载能力和试验效率在国际上处于领先地位。

度就变成了330米。用混凝土梁跨越330米是个难题,就得减轻结构的自重,经多方研讨后决定在330米跨的中部108米采用钢箱梁取代混凝土梁,那钢混接头牢固与否就成为关键。

“当时,我们模拟了钢混接头部分,把它固定在反力地板上,用2个作动器加载,研究其受力性能,看这个结构会不会出现静载或疲劳破坏。”唐光武说,通过试验,完善了桥梁设计,后来该结构也运用在了复线桥上。

事实上,除了石板坡长江大桥复线桥,菜园坝大桥、小赖水道特大桥也都通过了多通道结构试验系统检验。

实验大厅里还有一个大家伙,那就是大型支座试验系统,远远看去,由于钢架上部有凸出来的三角形结构和两个圆点,让它看上去像一只猫头鹰,其腹部是黄色的作动器,中间留了一小溜空隙,试验时,支座会被放置在中,承受巨大的压力。

“港珠澳大桥的大型高阻尼隔震支座试验、大型铅芯隔震支座试验也是在这里完成,其高阻尼隔震支座有1.5×1.5米这么粗,需要两个人合抱才行。”唐光武说。



4月26日,桥梁工程结构动力学国家重点实验室内,技术人员正在大型地震模拟试验台上调试实验设备。



4月26日,桥梁工程结构动力学国家重点实验室内,技术人员正在准备为桥梁工程索缆做拉弯疲劳试验。



桥梁工程结构动力学国家重点实验室实验场全景。

本版图片由记者 崔力 摄/视觉重庆



实验室名片

历史基因

依托于招商局重庆交通科研设计院有限公司,是2008年科技部批准建设的首批企业国家重点实验室之一,2011年通过验收。

研究方向

主要研究方向为桥梁结构抗震基础理论与应用技术、桥梁结构振动基础理论与振动控制技术和桥梁工程建设与运营安全检测检测技术。

科技绝活

拥有世界上首个由两个六自由度地震台组成的地震模拟试验台阵系统、大型工程索缆静载与拉弯疲劳试验系统、3000吨桥梁支座试验系统等先进实验设备,是我国交通行业实验设备最先进、实验能力最强的桥梁抗震实验室。

光荣业绩

近十年来,共承担各类科研项目400余项,出版专著12部,获得发明专利授权60余项,软件著作权10余项,编制国家标准3部,行业标准17部。获国家和省部级科技奖励共49项,另外还获得50余项国家级和省部级工程类奖励。

【高端对话】

桥梁工程结构动力学国家重点实验室主任唐光武:多项研究成果实现转化

□本报记者 李珩

“我们瞄准的是世界桥梁工程领域先进技术,针对桥梁工程领域共性关键技术和应用基础技术问题的展开研究,着力解决重大工程技术难题。”4月27日,桥梁工程结构动力学国家重点实验室主任唐光武接受了重庆日报记者专访。

重庆日报:能跻身首批企业国家重点实验室,当时靠的什么?

唐光武:实验室依托的招商局重庆交通科研设计院有限公司成立于1965年,那时叫交通部交通科学研究院重庆分院。经过多年发展,已成长为国内领先的集钢桥面铺装、科研设计、路面材料、施工成套技术为特色的高新技术企业。因此,在2008年科技部批准建设的第一批企业国家重点实验室中就有我们。

重庆日报:在桥梁领域实验室发挥了很大的攻坚克难作用,在其他领域呢?

唐光武:近十年来,实验室承担了40多项桥梁抗震方面的国家和省部级重大科研项目及国际合作项目,解决了一系列关键动力学问题。我们的“主业”虽然是桥梁,但事实上,业务范围已扩展到整个土木工程领域,为我国核电行业、特高压输变电行业、高铁行业、建筑行业 and 石油行业等提供了大量技术咨询服务。对我国重大工程和特大型建设项目起到了重要的科技支撑作用和保障作用。

重庆日报:实验室如何走好产学研结合这条道路?

唐光武:我们大量的研究成果都实现了转化,为企业服务。比如研发了国内首套基于云平台的桥梁健康监测系统,该系统具有部署效率高、成本低的特点,特别适合我国量大面广的中小跨径桥梁的健康监测。目前,该系统已成功实现产业化,年产值达2000多万元,且发展势头良好。另外,实验室研发的桥梁防撞试验装置,也成功实现产业化,年产值达5000多万元。

下一步,实验室将投入9000余万元建设关键实验设施并扩充实验场地,围绕我国桥梁工程建设的共性关键技术、前沿技术和重大工程建设项目的技术需求,开展进一步研究。