

# 带体外力筋的预应力混凝土梁 的极限强度和塑性

Thiru Aravinthan Hiroshi.Mutsuyoshi Yoshihiro

**【摘要】**由于在减小梁腹厚度和维修可行性方面的优势,在当代的建筑趋势中带体外预应力的预浇拼接式桥梁已很普遍了。连续梁可以减少伸缩缝数量,改善行车路况,但这种梁的内在结构特性很难分析(尤其在极限状态下)。本文通过实验来检验比较带体外应力和带复合应力的两种跨连续梁在非对称载荷下的伸缩特性。

## 一、简介

建筑技术的最新进展之一就是带体外预应力的预浇拼接结构的应用,该应用有可观的经济性,并能节省施工时间。由于减少了伸缩缝数量,从而改善了行车路况,连续跨结构的应用正日益普及。人们担心的是该种结构没有合适的极限特性及足够的强度。而在地震地区,预浇拉接式桥因其纵梁缺乏塑性而引起很大争议。为获知这种梁内在极限延伸特性,制定了一项对这种预制拼接式两跨连续梁上的实验计划。

在以前的一个研究中,只研究该类型梁在对称荷载情形下的延伸特性,而现在的研究中,荷载在重要部位间的加载比例是不对称的。本文给出的研究成果,重点描述局部加强和复合应力对梁的强度和塑性的影响。

## 二、实验方法

制作3个4.05m跨长T梁样本,样1和样2施加体外应力而样3是施加体内和体外复合应力。样1和样2差别是在关键部位混凝土压缩区域有无约束。一个以前的研究表明,在关键部位增加扭矩力,可以改善结构的塑性。约束加强是用直径为 $\Phi 10$ 、边长为50mm的正方形扎箍,布于№5—7节的上端翼缘以及№12—14块的下端腹部。300mm长节段施加复合剪力方式。样品制作时用长线配浇技术来保证伸缩缝的适配。块间用环氧

树脂接合。在样1和样2用2根SWPR71( $\Phi 12.4\text{mm}$ )型钢丝缆索作体外力筋。在样3,用了3根同样型号但直径为 $\Phi 10.8\text{mm}$ 的钢丝缆索,其中2根作体外力筋,另1根作体内力筋。施加于所有试样的整体设计荷载是180kN(大约相当于力筋极限强度的50~55%)。在每一跨上两处施加静荷载,当左跨荷载大于右跨荷载时,就获得了非对称载荷。右跨与左跨的载荷比例的0.3:1(完全加载后测量)。

## 三、试验结果和问题讨论

试验结果表明:施加复合应力的试样3的最大载荷力最高,约比试样1高出13%。而试样1和试样2的最大载荷力几乎一样。考察作为塑性指标的最终位移量,可以看出样3和样2都比样1要大70%。另外,除了样3的载荷承受力更高外,样2和样3的位移曲线很相似。综上,可以认为就强度和塑性方面来说,复合应力和约束加强是最好的。

从中跨的体外应力位移量变化情况,可以看出应力近似线性方式,全部试样的曲线图几乎完全一样。破裂发生后,样2和样3的应力增长略有下降。总的来说,相对于对称荷载,相近设计的试样,这种应力增长量要明显低得多。

## 四、结论

根据试验结果,有以下结论:

- 1、相对于完全施加体外应力的情况,施加

(下转第35页)

Thiru Aravinthan: 日本 Saitama 大学博士

Hiroshi.Mutsuyoshi: 日本 Saitama 大学教授

Yoshihiro Hishiki: 日本 Kajima 公司部门主管

Cannstatt矿物储区建筑等的影响,设计者采用等张拉杆技术构成的巨大的格栅园顶建筑。

设计者还在Nihon大学内与学生们合作建造小型格栅园顶建筑体,通过在格栅上安装四个支撑支柱,一个简单的张拉系统模型建立起来了。而且通过预应力连接绳索连接每个支撑柱端。整个格栅园顶建筑可以抵御雪及风的压力。这个原理已被在拱顶模型中得到证实。设计者希望把这些格栅园顶建筑模型命名为“张拉格栅园顶建筑T.G.D”。

### 六、张拉格栅表面技术

随着建筑物的公共空间要求的提高,各种各样的玻璃表面技术得到广泛应用发展。这种玻璃透光透明的感觉不仅来自玻璃本身而且来自整个玻璃建筑物支撑系统。比起巴黎 La Villete的Peter Rice的带缆索系统的玻璃表面, Mvnich (1994)的Kempinski饭店的正厅格栅缆索系统更显得光彩耀人。这种应用玻璃装饰系统变革的起源是由Schlaich设计的Mvnich滑冰馆。考虑到更加严密的防风性能。在1995年日本设计者已应用这原理在Nihon大学成功建造这种玻璃装饰系统。通过一个夹具夹紧四块玻璃板在连接角处,

形成一个张拉杆表面结构。在这种系统中内部及外部缆索比在网状系统中承受的预张拉力更小,而且还安装了小的对角线板条。从降低建筑材料费用及美学的观点出发而应用板条夹紧系统,这种系统命名为MJG系统(最少连接点玻璃装饰系统)。

### 七、拉索结构的设计概念——结束篇

为了获得更大的自由空间及实现长跨度结构,拉索结构的设计已更加注重建筑体的建筑效果。另一方面,拉索结构在整个系统、部件、建筑物的应用已比一般的建筑结构更为牢固。

在进行初步设计时,应该明确掌握由于多种裁压下拉索的作用,同时认真考虑对拉索引入原始张拉力的各种方法。作为一例子,在Izumo园顶建筑中,整个调节弯穹由拉杆及环状缆索拉紧,这种结构采用了一种俯卧支撑的建筑结构方法。在这些混合张拉结构中整个设计过程应考虑包括审美学及结构技术的各种概念。

注:本文由陈森译自98日本神户IABSE国际会议论文集,陈云翔校。

(上接第25页)

有复合应力的梁,可以提高其极限延伸强度。

2、预制拼接梁的塑性可以通过约束加强而大为改善,也可以通过布置一些体内粘结力筋和

体外力筋的方法加以改善。

注:本文由邹华译自98日本神户IABSE国际会议论文集,陈云翔校。

表1. 试验结果摘要

样号	试样描述	破裂荷载 (kN)		最大荷载 (kN)	极限挠度 (mm)	体外力筋施加应力(Mpa)	失效方式
		跨	支撑面				
1	体外应力, 无约束	39.2	56.7	70.2	47.1	232	混凝土裂
2	体外应力, 有约束	44.9	56.9	79.1	80.1	323	混凝土裂
3	复合应力, 无约束	44.1	60.9	79.6	80.1	341	裂,内部力筋屈服