

OVM15-12锚垫板荷载传递试验

张升华

一、前言

试验由甲方日本道路公团四国支社提出,由预应力产品供应商日本安特森公司、主要施工单位日本东方建设株式会社、预应力产品生产单位柳州市建筑机械总厂及柳州欧维姆建筑机械有限公司先后在中国广西柳州、日本冈山县津郡进行。试件的布筋、断面尺寸、混凝土标号、养护方式及养护时间均按使用该产品的桥梁实际情况进行模拟试验。本文仅介绍在日本的试验情况。

日本池田湖桥位于德岛高速公路美马IC-川之江东JCT之间,横跨日本第一大河流吉野川河的池田湖、吉野川运动公园、JR土赞线、国道32号线,全长705米,分成上、下行两座桥,最大跨径为200m,跨径组合为134.2+200+160+130+79.2,是日本最大的混凝土拱桥。

其整体图和结构尺寸如图1所示。

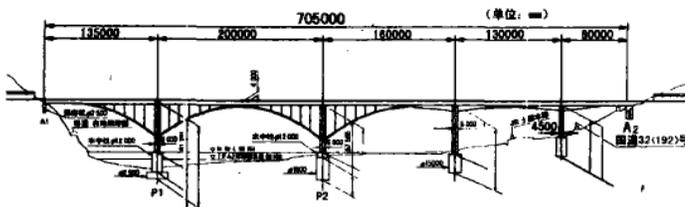


图1-1 整体示意图

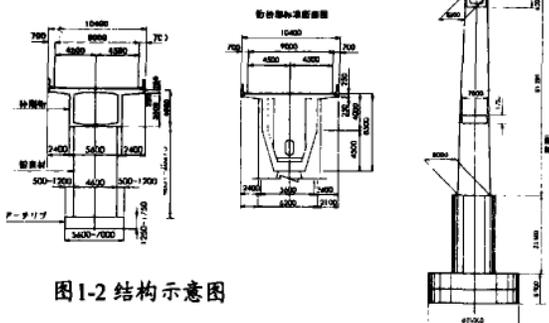


图1-2 结构示意图

图1 日本池田湖桥示意图

二、试验目的

对于该类型的5跨连续刚构桥,过去在日本几乎都是采用 $\phi 12.7\text{mm}$ 钢绞线锚固体系,为减

薄混凝土断面厚度,降低桥梁造价,拟采用 $\phi 15.24\text{mm}$ 钢绞线预应力体系替代 $\phi 12.7\text{mm}$ 钢绞线预应力体系,具体拟选用OVM15-12钢绞线群锚拉索体系。

随着体系的改变,锚固区的预应力值将会相应增加,为确保减薄厚度和安全使用的目的,应对锚固体系中的锚垫板、螺旋筋进行必要的改进,以满足以下两方面的技术要求:

- 1、提高锚垫板的刚度,控制与预应力筋轴线垂直的方向的应力作用范围和幅值。
- 2、提高螺旋筋的刚性,控制其它加强筋的增加量。

由于受到现场施工条件的限制,将原设计的矩形锚垫板尺寸由280mm改为OVM15体系的270mm,螺旋筋由原设计的 $\phi 11\text{mm}$ 圆钢材料改成D16螺纹钢材料,卷径由OVM15体系的 $\phi 330\text{mm}$ 变成 $\phi 310\text{mm}$,节距由原设计的50mm改为OVM15体系的60mm,改进后的螺旋筋如图2。

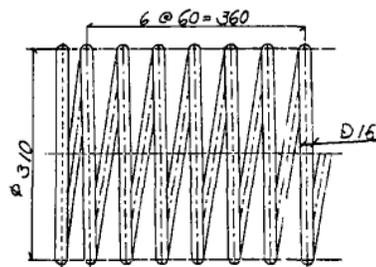


图2 螺旋筋示意图

针对上述更改设计,经分析后,找出较少的追加加强筋模型,通过对模型的承载试验,以确认其承载能力和安全性,同时确认对较薄的混凝土构件存在锚固区加强筋的情况下其布筋和连接的施工性能。

三、试验

(一) 试件

试件的布筋按桥梁实际布筋进行设置, 具体如图3所示:

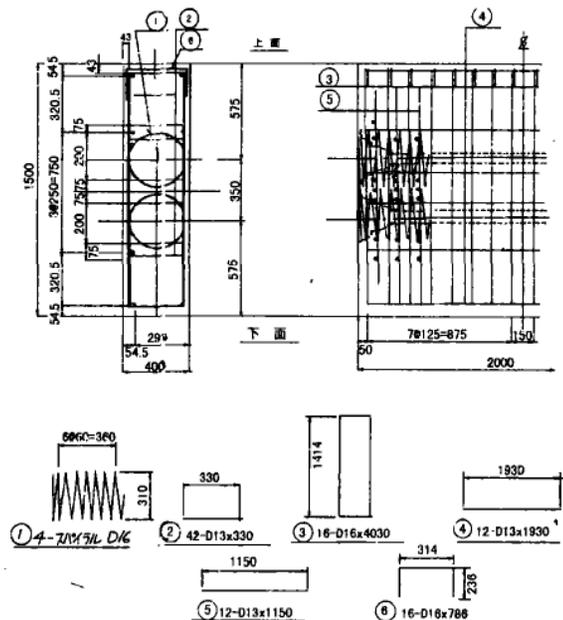


图3 试件布筋示意图

对混凝土性能要求:

1、设计标准强度

一般情况下, 日本对现浇混凝土设计标准强度为 $f_c=350\text{kgf/cm}^2$, 由于浇注后龄龄三天的现场养护圆柱形试块的抗压强度能否确保 270kgf/cm^2 具有不确定性, 因此试验时选用公称强度为 400kgf/cm^2 的混凝土。

2、养护

试件在浇注完混凝土后, 进行现场养护。

3、圆柱形小试件

为确认试验时大试件的强度, 在浇注试件时同时浇注圆柱形小试件, 养护方式与大试件相同。

4、试验时混凝土的强度

当与试件养护条件相同的小试件的平均抗压强度达 259kgf/cm^2 时, 开始对大试件进行试验。

(二) 试验

1、加载设备的安装, 如图4所示

2、加载过程

由于1号索和2号索的规格不同, 对1号索加载到钢绞线屈服强度 (p_y) 的90%时, 记录裂纹的位置和最大裂纹的宽度, 再卸载至 $0.7P_u$ (抗

拉强度)。对2号索先按1号索的加载级别记录相同类型的数据, 然后加载至 P_u , 测定试件的承载力。具体步骤如下:

(1) 1号索 (kgf)

0 → + $\Delta 22619$ (等级加载) → P_{cr} = 出现裂纹时的荷载 → $0.6P_u=191520$ → + $\Delta 22619$ → P_+ = $0.7P_u=223440$ → $P_{max}=0.9P_y=244080$ → $P_t=0.7P_u=223440$ (持压)

(2) 2号索 (kgf)

0 → + $\Delta 37699$ (等级加载) → P_{cr} = 出现裂纹时的荷载 → $0.6P_u=191520$ → $P_+=0.7P_u=223440$ → $P_{max}=0.9P_y=244080$ → + $\Delta 22619$ (等级加载) → $P_u=319200$ → 卸载

3、观察及测定项目

(1) 试件表面的裂纹状况

对混凝土试件的表面裂纹状况, 应观察和测定以下几种情况:

- ① 裂纹产生时的荷载及裂纹发生位置;
- ② 各拉索的张拉荷载达 P_{max} ($0.9P_y=244080\text{kgf}$) 时, 裂纹产生的位置及裂纹宽度;
- ③ 2号索的张拉力达 P_u 时 ($P_u=319200\text{kgf}$) 裂纹的位置。

裂纹宽度用裂纹宽度测读仪进行测定(JC-10)

(2) 试件内部的观察

为了确认混凝土内部的可靠性, 卸载后, 抽出试件中的钢绞线, 在试件产生裂纹部件进行取芯检查, 取芯位置根据试件裂纹状态进行确定。

4、承载能力及可靠性

(1) 结束时的承载力

根据日本土木学会规范JSCED-E503的规定, 试件的2号索在张拉至 $P_u=319200\text{kgf}$ 时, 试件仍

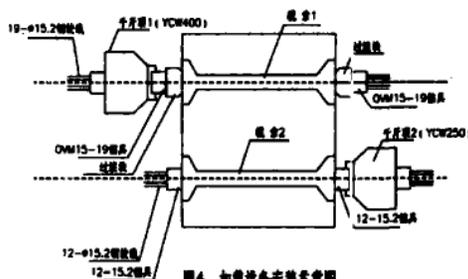


图4 加载设备安装示意图

没有破坏,说明该类型结构满足安全性要求。

(2) 使用时的承载能力及可靠性

根据土木学会方书7.3.3的规定,在施加预应力时,当荷载达到允许应力值 $P_{max}=0.9Py=244$ 吨时,最大裂纹强度如满足表1所示的允许裂纹宽度 $Wa(cm)$ 时,可满足使用时的承载力及可靠性要求。

当使用条件为特别严格的腐蚀性环境时,其允许裂纹宽度为: $Wa=0.0035 \times C=0.0035 \times 35=0.12mm$ 。

表1 允许裂纹宽度 Wa (cm)

钢材的种类	钢材的腐蚀环境		
	一般环境	腐蚀性环境	特别严格的腐蚀环境
螺纹钢·圆钢	0.005C	0.004C	0.0035C
PC钢材	0.004C	—	—

(三) 试验结果

1、混凝土

(1) 混凝土配合比

试验用试件的混凝土配合比如表2所示

表2 混凝土配合比 (kg/m^3)

水泥	水	细骨料	粗骨料	混合剂AD
503	181	646	966	1.572

(2) 混凝土强度

试件在养护期3天时抗压强度如表3所示。

表3 试件抗压强度

坍落度 (cm)	空气含量 (%)	1	2	3	平均
		257	260	260	259
8.5	3.1	(308)	(318)	(314)	(314)

圆柱形小试块在现场养护条件下3天强度平均值为 $259kgf/cm^2$,与标准养护条件下3天龄强度的 $314kgf/cm^2$ 相差较大。

(3) 施工性

从试件的组织来看,混凝土在浇注过程中没有出现不良现象,加强筋的连接也较方便,没有出现无法或不容易操作的现象。

2、裂纹状态

对于1号索,张拉力从 $0.7Pu=223440kgf$ 增到

$0.9Py=244080kgf$ 后,再卸荷至 $0.7Pu=223440kgf$ 并保压时,未发现裂纹。

对于2号索,逐渐加载至 $0.9Py=244080kgf$,未发现裂纹,进一步加载至 $301000kgf$ 时开始出现裂纹,见图5,当继续加载至 $Pu=319200kgf$ 时,发现裂纹进一步扩展,并出现新的裂纹,且在试件四周均出现裂纹,此时,沿着1号索从上到下几乎在全长范围内产生裂纹。

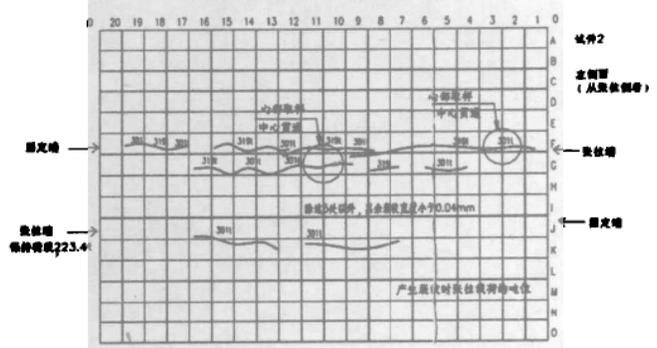


图5 裂纹分布图

裂纹中,最大宽度为 $0.06mm$,但比较少,大多在 $0.04mm$ 以下的微细裂纹。

3、取芯试验

按裂纹分布图位置取芯样两个进行检查,没有发现任何异常情况。

四、结论

通过以上试验可以得出:

1、施工性

在壁厚为 $400mm$ 的部位进行张拉,应增设 $\phi 28mm$ 钢筋作加强筋,其施工性能可满足工程实际需要。

2、承载力及可靠性

在使用OVM15-12锚固体体系时,从锚固区的裂纹($0.06mm < 0.12mm$)及达 Pu 最终荷载来看,其承载力完全满足工程要求,特别是在 $0.7Pu$ 时试件未出现裂纹,说明池田桥工程使用该预应力体系具有很高的安全性。

3、内部组织在最大裂纹处通过取芯检查,

未发现任何异常现象,说明OVM15-12锚具有良好的应力传递性能。