

2.2 伸缩缝端部顶死,在温度变化下的模拟计算

鉴于过渡墩处的 XFII-160 型伸缩缝 2 年前就已损坏,横梁折断,橡胶条缺失,砂石可能将伸缩缝间隙顶死,不能正常伸缩,将第一联和第二联合成一个整体计算,假定两联梁端纵桥向和横桥向位移保持一致来模拟伸缩缝顶死的工况。

经计算在自重和整体升温 40°C 的情况下,桥台处箱梁端部 X 方向位移为 0.08 m ; Y 方向位移为 0.002 m 。换算到顺桥向位移为 0.044 m ,横桥向位移为 0.002 m 。

过渡墩处箱梁端部 X 方向位移为 0.001 m ; Y 方向位移为 0.107 m 。换算到顺桥向位移为 0.007 m ,横桥向位移为 0.107 m 。

这种情况和现场情况比较相符,此情况下离过渡墩较近的 7 号墩墩底产生的内力为: $N=3\ 800\text{ kN}$,

$M=2\ 909\text{ kN}\cdot\text{m}$ 。7 号墩墩底出现 0.25 mm 宽裂缝,和现场观察到的情况完全相符。

2.3 弯桥侧向爬移的模拟计算

弯桥侧向爬移的模拟计算比较复杂,先假定支座没有摩阻力、梁端自由伸缩的理想状态下计算梁体升温 40°C 时箱梁的位移。

计算仅模拟第一联的位移,经计算第一联桥台处箱梁端部 X 方向位移为 -0.043 m , Y 方向位移为 0.011 m ,换算到顺桥向位移为 -0.044 m ,横桥向位移为 0.002 m ;过渡墩处梁端部 X 方向位移为 0.043 m , Y 方向位移为 -0.006 m ,换算到顺桥向位移为 0.043 m ,横桥向位移为 0.003 m ;侧向位移非常小。

降温 40°C 时在支座处增加摩阻力,自重作用下,各支座的摩阻力见表 1。

表 1 自重作用下支座摩阻力

kN

墩台号		0	1	2	3	8	9	10	11
支反力	外侧	796.6	4 065	3 558	3 778	3 779	3 562	4 051	809.1
	内侧	783.7							798.6
摩阻力		40	200	200	200	200	200	200	40

在自重、整体降温 40°C 及支座摩阻力共同作用下桥台处箱梁端部 X 方向位移为 0.043 m , Y 方向位移为 -0.011 m ;过渡墩处梁端部 X 方向位移为 -0.043 m , Y 方向位移为 0.006 m ,方向正好和整体升温相反,可以证明由于中间 4 个桥墩为固结,箱梁在整体升温 and 降温时能完全恢复变形,不会产生位移积累(通常所说的爬移现象)。

2.4 在汽车偏载和离心力作用下向外倾斜的模拟计算

考虑到本桥中间墩为独柱墩,每联端部为双柱墩,验算偏载作用下箱梁侧向位移和固结墩受力,仍以第一联为例。

汽车荷载按新规范公路—I 级计算,横向按一个车道偏载布置,车道荷载 $q_k=10.5\text{ kN/m}$,集中力 $P_k=240\text{ kN}$,偏心距 3.1 m 。

本桥第一联处于半径 $R=1\ 000\text{ m}$ 的圆曲线上,设计车速为 100 km/h 计算,离心力系数 $C=V^2/127R=0.078$,取 0.1 ,将离心力近似作用在桥墩处横梁上。

经计算,在一列车辆作用下箱梁仅产生 0.008 m 的横向位移,纵向几乎不产生位移,且汽车偏载作用是弹性的变形,汽车荷载离开后该位移会恢复。

在汽车荷载偏载、离心力作用下 7 号墩墩底产生的内力为: $N=4\ 164\text{ kN}$, $M=1\ 430\text{ kN}\cdot\text{m}$ 。

按上述内力进行配筋计算,仅需配 13 根直径 25 mm 的钢筋即可满足 0.1 mm 的裂缝宽度,实际配了 40 根,因而不会出现墩身开裂的现象。上述计算结果未考虑设支座墩的摩阻力作用,若考虑其摩阻力则位移、墩身内力更小。

可以证明本桥在汽车偏载、离心力的作用下箱梁侧向偏移较小。

3 结论

综合仿真计算,初步认为本桥过渡墩处箱梁端部发生侧移是由于伸缩缝损坏、缝内充填砂石、不能自由位移,在温度升高的情况下造成的。因此采取复位措施后必须更换伸缩缝,并在以后的养护中经常清理,确保伸缩缝有效工作、梁体自由伸缩。