

按弹性支承计算板桥支点的荷载横向分布系数

郭发忠

(浙江交通职业技术学院交通工程系 杭州市 311112)

摘 要: 介绍了配有橡胶支座的板桥, 在对其荷载横向分布分析时, 考虑支座为弹性体的这一客观因素, 提出了计算板桥支点处荷载横向分布影响线的计算方法。由此法计算的荷载横向分布系数小于按直接布载法算得的结果。

关键词: 弹性支承; 板桥; 荷载横向分布系数

随着桥梁建筑的装配化发展, 梁(板)桥已广泛采用了橡胶支座, 在对配有橡胶支座的板桥计算其板端荷载横向分布系数时, 若仍然套用杠杆法或者直接布载法(即汽车荷载为 $m_o = 1/2$, 挂车荷载 $m_o = 1/4$), 这就不能很好地反映板端变位的实际情况。因为橡胶支座是弹性体, 其弹性模量与钢材的弹性模量比较相差甚大, 在同样的压应力作用下, 橡胶的应变值约为钢材的 350 倍, 而杠杆法和直接布载法是假定支座为刚性体, 因此若沿用上述两种方法其结果与实际情况都相差较大。本文意在推出考虑支座为弹性体的计算方法, 即配有橡胶支座板桥的支点处荷载横向分布系数的计算方法。

1 基本假定

- (1) 每块板的宽度相等;
- (2) 支点处板的横向刚度为无限大;
- (3) 板与板横向为铰接;
- (4) 每个橡胶支座的规格、性质及布置情况相同。

本文就每块板端布有两个橡胶支座的情况作一讨论, 板式橡胶支座横桥向布置见图 1 所示。根据基

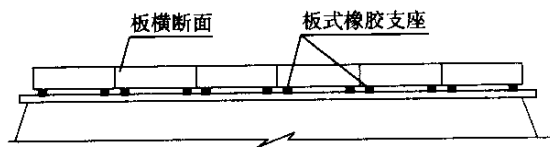


图 1 板桥支座横桥向布置

本假定, 对板端约束情况建立力学模型如图 2 所示。并设板宽为 L , 两支座横向中距为 L_2 , 铰中心或边板外缘距支座中心为 L_3 , 即 $L_2 + L_3 = L_1$, 如图 3 所示, 再令橡胶支座的刚度系数为 K 。

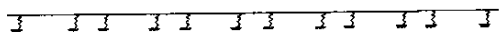


图 2 板端约束力学模型

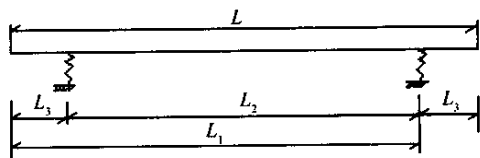


图 3 板宽及支座横向间距

2 诸板的位移及受力分析

2.1 全桥 10 块, 1 号板受力

若全桥宽有 10 块板, 当荷载作用在 1 号板的轴线上时, 各板的受力及位移如图 4 所示。

(1) 10 号板

10 号板的受力及位移见图 5 所示。

由静力平衡得: $R_{101} = \frac{L_1}{L_2} R_{102}$ 和 $Q_9 = R_{101} - R_{102}$

求 10 号板转动中心位置 X_{10} , 见图 6 所示。

由图 6 可知:

$$X_{10} = \frac{L_2 \Delta_{102}}{\Delta_{101} + \Delta_{102}} \quad \text{若令 } R_{101} = K \Delta_{101}; R_{102} = K \Delta_{102}$$

$$\text{再由 } R_{101} = \frac{L_1}{L_2} R_{102} \quad \text{则 } X_{10} = \frac{L_2 L_3}{L_1 + L_3} \quad (1)$$

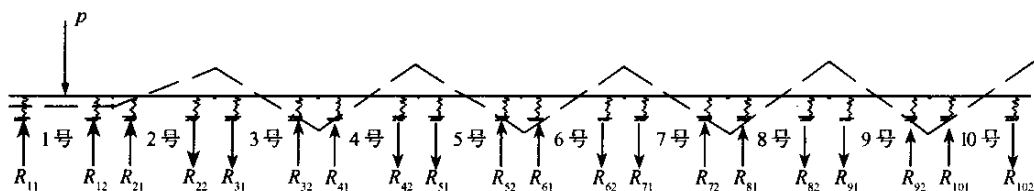


图 4 板的受力及位移

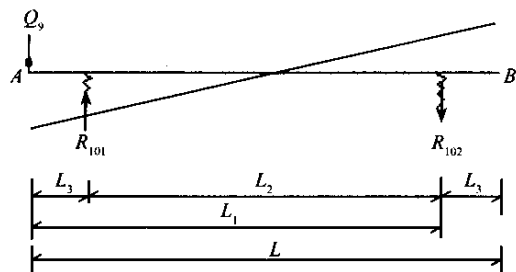


图 5 10号板受力及位移

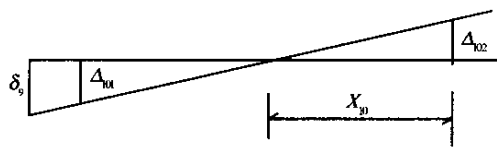


图 6 10号板位移

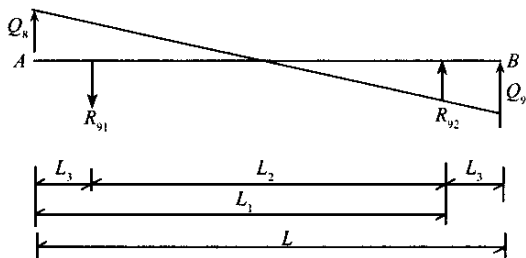


图 7 9号板受力及位移

求 9 号板转动中心位置 X_9 见图 8 所示。

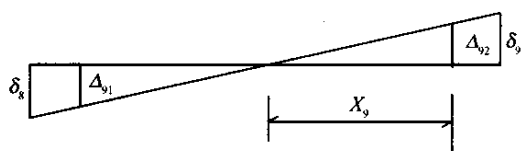


图 8 9号板位移

由图 7、图 8 可知

$$X_9 = \frac{L_2 \Delta_{92}}{\Delta_{91} + \Delta_{92}} \quad R_{91} = K \Delta_{91} \quad R_{92} = K \Delta_{92} \text{ 得:}$$

$$X_9 = \frac{L_2 L_3 - L L_3 \beta_9}{L + L \beta_9} \quad (3)$$

$$\delta_9 = \frac{L_3 + X_9}{L_1 - X_9} \delta_8 = \gamma_{98} \delta_8 \quad (4)$$

$$\text{其中: } \gamma_{98} = \frac{L_3 + X_9}{L_1 - X_9}$$

$$\text{又因 } R_{91} = K \Delta_{91} = K \alpha_{91} \delta_8 \quad R_{92} = K \Delta_{92} = K \alpha_{92} \delta_8$$

$$\text{其中: } \alpha_{91} = \frac{L_2 - X_9}{L_1 - X_9} \quad \alpha_{92} = \frac{X_9}{L_1 - X_9}$$

$$\text{则 } Q_8 = \frac{L_1}{L_2} K \beta_9 \delta_9 + \frac{L_2}{L_3} K \alpha_{92} \delta_8 = \beta_8 K \delta_8 \quad (5)$$

$$\text{其中: } \beta_8 = \frac{L_1}{L_3} \beta_9 \gamma_{98} + \frac{L_2}{L_3} \alpha_{92}$$

(3) 同理可解得 8~2 号板

$$8 \text{ 号板: } \delta_8 = \gamma_{87} \delta_7 \quad (6)$$

$$R_{81} = K \Delta_{81} = K \alpha_{81} \delta_7 \quad R_{82} = K \Delta_{82} = K \alpha_{82} \delta_7$$

$$Q_7 = \beta_7 K \delta_7 \quad (7)$$

$$7 \text{ 号板: } \delta_7 = \gamma_{76} \delta_6 \quad (8)$$

$$R_{71} = K \alpha_{71} \delta_6 \quad R_{72} = K \alpha_{72} \delta_6$$

$$\text{又因 } \begin{cases} \frac{\Delta_{102}}{X_{10}} = \frac{\delta_9}{L_1 - X_{10}} \\ \frac{\Delta_{101}}{L_2 - X_{10}} = \frac{\delta_9}{L_1 - X_{10}} \end{cases} \quad \text{故 } \begin{cases} \Delta_{102} = \frac{X_{10}}{L_1 - X_{10}} \delta_9 \\ \Delta_{101} = \frac{L_2 - X_{10}}{L_1 - X_{10}} \delta_9 \end{cases}$$

$$\text{把式(1)代入上式得 } \Delta_{101} = \frac{L_1 L_2}{L_1^2 + L_3^2} \delta_9 = \alpha_{101} \delta_9$$

$$\text{和 } \Delta_{102} = \frac{L_2 L_3}{L_1^2 + L_3^2} \delta_9 = \alpha_{102} \delta_9$$

$$\text{其中 } \alpha_{101} = \frac{L_1 L_2}{L_1^2 + L_3^2} \quad \alpha_{102} = \frac{L_2 L_3}{L_1^2 + L_3^2}$$

$$\text{故 } R_{101} = K \alpha_{101} \delta_9 \quad R_{102} = K \alpha_{102} \delta_9$$

$$Q_9 = K (\alpha_{101} - \alpha_{102}) \delta_9 = K \beta_9 \delta_9 \quad (2)$$

$$\text{其中: } \beta_9 = \alpha_{101} - \alpha_{102} = \frac{L_2^2}{L_1^2 + L_3^2}$$

(2) 9 号板

9 号板的受力及位移见图 7 所示。

由静力平衡得:

$$R_{91} = \frac{L_1}{L_3} R_{92} + \frac{L}{L_3} Q_9 \quad \text{和} \quad Q_8 = R_{91} - R_{92} - Q_9$$

把式(2)代入上式得:

$$R_{91} = \frac{L_1}{L_2} K \beta_9 \delta_9 \quad Q_8 = \frac{L_1}{L_2} K \beta_9 \delta_9 + \frac{L}{L_3} R_{92}$$

万方数据

$$Q_6 = \beta_6 K \delta_6 \tag{9}$$

6 号板: $\delta_6 = \gamma_{65} \delta_5 \tag{10}$

$$R_{61} = K \alpha_{61} \delta_5 \quad R_{62} = K \alpha_{62} \delta_5$$

$$Q_5 = \beta_5 K \delta_5 \tag{11}$$

5 号板: $\delta_5 = \gamma_{54} \delta_4 \tag{12}$

$$R_{51} = K \alpha_{51} \delta_4 \quad R_{52} = K \alpha_{52} \delta_4$$

$$Q_4 = \beta_4 K \delta_4 \tag{13}$$

4 号板: $\delta_4 = \gamma_{43} \delta_3 \tag{14}$

$$R_{41} = K \alpha_{41} \delta_3 \quad R_{42} = K \alpha_{42} \delta_3$$

$$Q_3 = \beta_3 K \delta_3 \tag{15}$$

3 号板: $\delta_3 = \gamma_{32} \delta_2 \tag{16}$

$$R_{31} = K \alpha_{31} \delta_2 \quad R_{32} = K \alpha_{32} \delta_2$$

$$Q_2 = \beta_2 K \delta_2 \tag{17}$$

2 号板: $\delta_2 = \gamma_{21} \delta_1 \tag{18}$

$$R_{21} = K \alpha_{21} \delta_1 \quad R_{22} = K \alpha_{22} \delta_1$$

$$Q_1 = \beta_1 K \delta_1 \tag{19}$$

(4) 1 号板

将有关参数代入 2 号板的转动中心位置 X_2 的方程中, 经计算 $X_2 \approx 0$, 即 2 号板的转动中心可近似认为在 R_{22} 处, 如图 9 所示。另外对于边板(1 号板), 一般情况车辆荷载不可能直接作用于此位置(桥规规定, 汽车边轮距人行道或安全带边缘不小于 0.5 m, 挂车不小于 1 m)。故边板一般受车辆荷载影响较小, 为了便于公式推导的简化, 可近似认为, 当单位荷载作用于边板的轴线上时, 边板变位后的横向斜度与相邻内板变位后的横向斜度相同。即 1 号和 2 号板的变位见图 9。

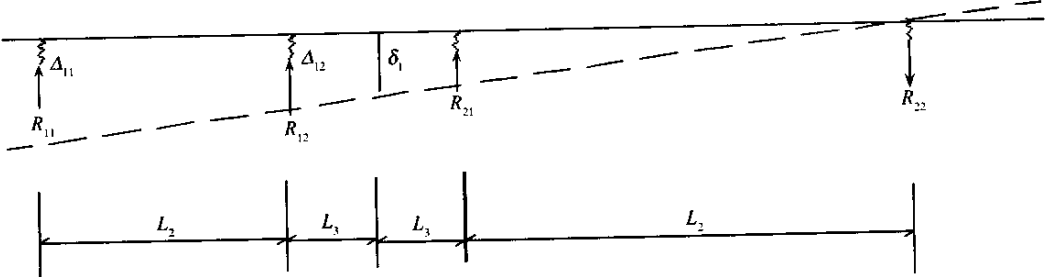


图 9 1 号和 2 号板的变位

由图 9 可知

$$\Delta_{11} = 2\delta_1; \quad \Delta_{12} = \frac{L_2 + 2L_3}{L_2 + L_3} \delta_1 = \frac{L}{L_1} \delta_1$$

$$\therefore R_{11} = K \Delta_{11} = 2K \delta_1 = \alpha_{11} K \delta_1$$

$$R_{12} = K \Delta_{12} = \frac{L}{L_1} K \delta_1 = \alpha_{12} K \delta_1$$

其中: $\alpha_{11} = 2; \quad \alpha_{12} = \frac{L}{L_1}$

(5) 各块板所受到的荷载

1 号板:
$$\begin{aligned} R_{11} + R_{12} &= K \alpha_{11} \delta_1 + K \alpha_{12} \delta_1 \\ &= K (\alpha_{11} + \alpha_{12}) \delta_1 \\ &= K \mu_1 \delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_1 = (\alpha_{11} + \alpha_{12})$

2 号板:
$$\begin{aligned} R_{21} - R_{22} &= K (\alpha_{21} - \alpha_{22}) \delta_1 \\ &= K \mu_2 \delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_2 = (\alpha_{21} - \alpha_{22})$

3 号板:
$$\begin{aligned} R_{32} - R_{31} &= K (\alpha_{32} - \alpha_{31}) \delta_2 \\ &= K (\alpha_{32} - \alpha_{31}) \gamma_{21} \delta_1 \end{aligned}$$

万方数据
$$= K \mu_3 \delta_1$$

其中: $\mu_3 = (\alpha_{32} - \alpha_{31}) \gamma_{21}$

4 号板:
$$\begin{aligned} R_{41} - R_{42} &= K (\alpha_{41} - \alpha_{42}) \delta_3 \\ &= K (\alpha_{41} - \alpha_{42}) \gamma_{32} \gamma_{21} \delta_1 \\ &= K \mu_4 \delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_4 = (\alpha_{41} - \alpha_{42}) \gamma_{32} \gamma_{21}$

5 号板:
$$\begin{aligned} R_{52} - R_{51} &= K (\alpha_{52} - \alpha_{51}) \delta_4 \\ &= K (\alpha_{52} - \alpha_{51}) \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21} \delta_1 \\ &= K \mu_5 \delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_5 = (\alpha_{52} - \alpha_{51}) \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21}$

6 号板:
$$\begin{aligned} R_{61} - R_{62} &= K (\alpha_{61} - \alpha_{62}) \delta_5 \\ &= K (\alpha_{61} - \alpha_{62}) \gamma_{54} \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21} \delta_1 \\ &= K \mu_6 \delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_6 = (\alpha_{61} - \alpha_{62}) \gamma_{54} \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21}$

7 号板:
$$\begin{aligned} R_{72} - R_{71} &= K (\alpha_{72} - \alpha_{71}) \delta_6 \\ &= K (\alpha_{72} - \alpha_{71}) \gamma_{65} \gamma_{54} \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21} \delta_1 \\ &= K \mu_7 \delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_7 = (\alpha_{72} - \alpha_{71}) \gamma_{65} \gamma_{54} \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21}$

8 号板:
$$\begin{aligned} R_{81} - R_{82} &= K (\alpha_{81} - \alpha_{82}) \delta_7 \\ &= K (\alpha_{81} - \alpha_{82}) \gamma_{76} \gamma_{65} \gamma_{54} \gamma_{43} \gamma_{32} \gamma_{21} \delta_1 \\ &= K \mu_8 \delta_1 \end{aligned}$$

其中 $\mu_8 = (\alpha_{81} - \alpha_{82})\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\gamma_{21}$

9 号板:

$$\begin{aligned} R_{92} - R_{91} &= K(\alpha_{92} - \alpha_{91})\delta_8 \\ &= K(\alpha_{92} - \alpha_{91})\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\gamma_{21}\delta_1 \\ &= K\mu_8\delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_9 = (\alpha_{92} - \alpha_{91})\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\gamma_{21}$

10 号板:

$$\begin{aligned} R_{101} - R_{102} &= K(\alpha_{101} - \alpha_{102})\delta_9 \\ &= K(\alpha_{101} - \alpha_{102})\gamma_{98}\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\gamma_{21}\delta_1 \\ &= K\mu_{10}\delta_1 \end{aligned}$$

其中: $\mu_{10} = (\alpha_{101} - \alpha_{102})\gamma_{98}\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\gamma_{21}$

2.2 全桥宽 10 块板, 2 号板受力

若全桥宽为 10 块板, 当荷载作用在 2 号板的轴线上时, 各板的受力及位移如图 10 所示。

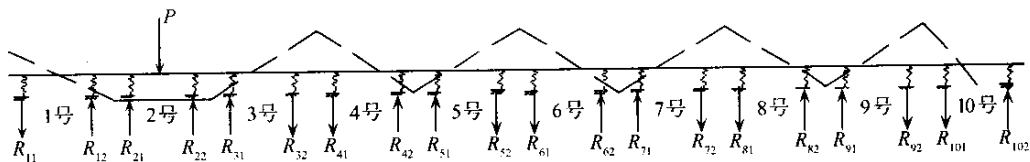


图 10 板的受力及位移

通过诸板的受力及位移分析, 3~10 号板它们之间的替代参数, 以及各量值的表达式与前述荷载作用于 1 号板轴线上的情况相同, 在此不再赘述。下面就 1 号和 2 号板的受力及位移情况做如下分析。

(1) 1 号板

1 号板的受力及位移见图 11 所示。

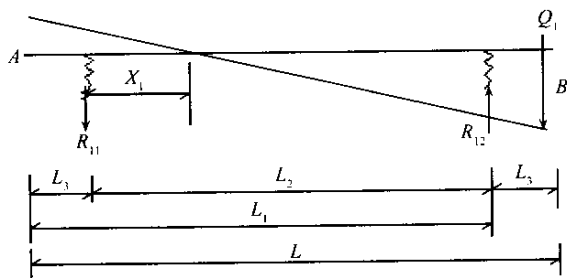


图 11 1 号板的受力及位移

由图 11 可求得(解法同 10 号板):

$$X_1 = \frac{L_2 L_3}{L_1 + L_3}; R_{11} = K\alpha_{11}\delta_1; R_{12} = K\alpha_{21}\delta_1$$

$$\text{其中: } \alpha_{11} = \frac{L_2 L_3}{L_1^2 + L_3^2}; \alpha_{12} = \frac{L_1 L_2}{L_1^2 + L_3^2}$$

$$Q_1 = K\beta_1\delta_1 \quad (20)$$

$$\text{其中: } B_1 = \frac{L_2^2}{L_1^2 + L_3^2}$$

(2) 2 号板

2 号板的受力及位移见图 12 所示。

由图 12, $\sum M_P = 0$ 得:

$$Q_1 = \frac{L_2}{L}R_{22} - \frac{L_2}{L}R_{21} + Q_2 \quad \text{再将式(17)、式(20)}$$

和 $R_{22} = K\Delta_{22}$ 代入得:

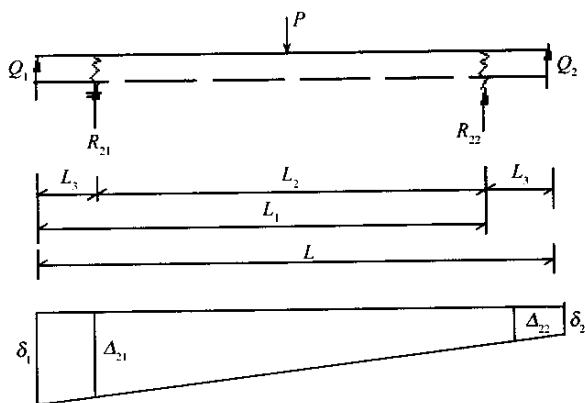


图 12 2 号板的受力及位移

$$\delta_1 = \frac{L_2}{L\beta_1}\Delta_{22} - \frac{L_2}{\beta_1}\Delta_{21} + \frac{\beta_2}{\beta_1}\delta_2 \quad (21)$$

由图可知:

$$\Delta_{21} = \delta_2 + \frac{\delta_1 - \delta_2}{L}L_1 \quad (22)$$

$$\Delta_{22} = \delta_2 + \frac{\delta_1 - \delta_2}{L}L_3 \quad (23)$$

把式(21)式、(22)和式(23)联解可得:

$$\delta_1 = \frac{L_2^2 + L^2\beta_2}{L_3^2 + L^2\beta_1}\delta_2 = \gamma_{12}\delta_2 \quad (24)$$

$$\text{其中: } \gamma_{12} = \frac{L_2^2 + L^2\beta_2}{L_3^2 + L^2\beta_1}$$

$$\Delta_{21} = \left[1 + LL_1 \left(\frac{\beta_2 - \beta_1}{L_2^2 + L^2\beta_1} \right) \right] \delta_2 \quad (25)$$

$$\Delta_{22} = \left[1 + LL_2 \left(\frac{\beta_2 - \beta_1}{L_2^2 + L^2\beta_1} \right) \right] \delta_2 \quad (26)$$

$$\text{即: } R_{21} = K\Delta_{21} = K\alpha_{21}\delta_2 \quad (27)$$

$$R_{22} = K\Delta_{22} = K\alpha_{22}\delta_2 \quad (28)$$

$$\text{其中: } \alpha_{21} = 1 + LL_1 \left(\frac{\beta_2 - \beta_1}{L_2^2 + L^2\beta_1} \right)$$

$$\alpha_{22}=1+LL_2\left(\frac{\beta_2-\beta_1}{L_2^2+L^2\beta_1}\right)$$

(3)各块板所受到荷载

1 号板: $R_{12}-R_{11}=K(\alpha_{12}-\alpha_{11})\delta_1$
$$=K(\alpha_{12}-\alpha_{11})\gamma_{12}\delta_2$$
$$=K\mu_1\delta_1$$

其中: $\mu_1=(\alpha_{12}-\alpha_{11})\gamma_{12}$

2 号板: $R_{21}+R_{22}=K(\alpha_{21}+\alpha_{22})\delta_2$
$$=K\mu_2\delta_2$$

其中: $\mu_2=(\alpha_{21}+\alpha_{22})$

3 号板: $R_{31}-R_{32}=K(\alpha_{31}-\alpha_{32})\delta_2$
$$=K\mu_3\delta_2$$

其中: $\mu_3=(\alpha_{31}-\alpha_{32})$

4 号板: $R_{42}-R_{41}=K(\alpha_{42}-\alpha_{41})\delta_3$
$$=K(\alpha_{42}-\alpha_{41})\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_4\delta_2$$

其中: $\mu_4=(\alpha_{42}-\alpha_{41})\gamma_{32}$

5 号板: $R_{51}-R_{52}=K(\alpha_{51}-\alpha_{52})\delta_4$
$$=K(\alpha_{51}-\alpha_{52})\gamma_{43}\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_5\delta_2$$

其中: $\mu_5=(\alpha_{51}-\alpha_{52})\gamma_{43}\gamma_{32}$

6 号板: $R_{62}-R_{61}=K(\alpha_{62}-\alpha_{61})\delta_5$
$$=K(\alpha_{62}-\alpha_{61})\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_6\delta_2$$

其中: $\mu_6=(\alpha_{62}-\alpha_{61})\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}$

7 号板: $R_{71}-R_{72}=K(\alpha_{71}-\alpha_{72})\delta_6$
$$=K(\alpha_{71}-\alpha_{72})\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_7\delta_2$$

其中 $\mu_7=(\alpha_{71}-\alpha_{72})\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}$

8 号板: $R_{82}-R_{81}=K(\alpha_{82}-\alpha_{81})\delta_7$
$$=K(\alpha_{82}-\alpha_{81})\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_8\delta_2$$

其中: $\mu_8=(\alpha_{82}-\alpha_{81})\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}$

9 号板: $R_{91}-R_{92}=K(\alpha_{91}-\alpha_{92})\delta_8$
$$=K(\alpha_{91}-\alpha_{92})\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_9\delta_2$$

其中: $\mu_9=(\alpha_{91}-\alpha_{92})\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}$

10 号板:
 $R_{102}-R_{101}=K(\alpha_{102}-\alpha_{101})\delta_9$
$$=K(\alpha_{102}-\alpha_{101})\gamma_{98}\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}\delta_2$$
$$=K\mu_{10}\delta_2$$

其中: $\mu_{10}=(\alpha_{102}-\alpha_{101})\gamma_{98}\gamma_{87}\gamma_{76}\gamma_{65}\gamma_{54}\gamma_{43}\gamma_{32}$

当荷载分别作用于 3 号、4 号和 5 号板轴线上时,各块板所分配到的荷载计算公式的推导与前述方法相同,在此从略。

3 荷载横向分布影响线的竖标值

根据虚功原理,在荷载作用下,各块板所分配到的荷载比例系数,即为荷载横向分布影响线在各板

中点下的竖标值。即:
$$\eta_{ji}=\frac{\mu_i}{\sum_{i=1}^{10}\mu_i}$$

目前装配式板桥的板宽常用尺寸为: $L=100\text{ cm}$; $L_1=90\text{ cm}$; $L_2=80\text{ cm}$; $L_3=10\text{ cm}$ 。当桥宽用 10 块板时,荷载横向分布影响线竖标值见表 1。

表 1 10 块铰接板桥支点处荷载横向分布影响线竖标值

板 10—1	η_{11}	η_{12}	η_{13}	η_{14}	η_{15}	η_{16}	η_{17}	η_{18}	η_{19}	η_{110}
	0.795 48	0.227 28	−0.025 25	0.002 80	−0.000 33	0.000 04	−0.000 01	0.000 00	0.000 00	0.000 00
板 10—2	η_{21}	η_{22}	η_{23}	η_{24}	η_{25}	η_{26}	η_{27}	η_{28}	η_{29}	η_{210}
	0.219 48	0.558 61	0.246 58	−0.027 40	0.003 04	−0.000 36	0.000 04	−0.000 01	0.000 00	0.000 00
板 10—3	η_{31}	η_{32}	η_{33}	η_{34}	η_{35}	η_{36}	η_{37}	η_{38}	η_{39}	η_{310}
	−0.024 39	0.246 57	0.555 59	0.246 92	−0.027 43	0.003 05	−0.000 34	0.000 04	−0.000 01	0.000 00
板 10—4	η_{41}	η_{42}	η_{43}	η_{44}	η_{45}	η_{46}	η_{47}	η_{48}	η_{49}	η_{410}
	0.002 71	−0.027 40	0.246 92	0.555 56	0.246 92	−0.027 43	0.003 05	−0.000 34	0.000 03	−0.000 01
板 10—5	η_{51}	η_{52}	η_{53}	η_{54}	η_{55}	η_{56}	η_{57}	η_{58}	η_{59}	η_{510}
	−0.000 30	0.003 04	−0.027 43	0.246 92	0.555 56	0.246 92	−0.027 42	0.003 04	−0.000 30	0.000 03

4 结果分析与比较

从表 1 荷载横向分布影响线竖标值可以看出:
(1) $\eta_{12}(=0.227\ 28)$ 和 $\eta_{21}(=0.219\ 48)$ 不相等,这是由前述边板位移横向斜度取近似值所造成的误差。 η_{12} 和 η_{21} 相对误差为 3.5%,小于 5%。为了便于

安全可取 $\eta_{21}=\eta_{12}(=0.227\ 28)$ 。
(2)当荷载作用于第 i 块板(从左算起)时,无论全桥宽是 7 块、8 块、9 块、10 块或 10 块板以上,其 η 值都相差很小,故可作进一步简化,现就 η 值精确到小数点后 3 位,全桥宽为 7 块板的荷载横向分布影

响线竖标值列于表 2,可供参考。

表 2 7 块铰接板桥支点处荷载横向分布影响线竖标值							
板 7—1	η_{11}	η_{12}	η_{13}	η_{14}	η_{15}	η_{16}	η_{17}
	0.795	0.227	-0.025	0.003	0.000	0.000	0.000
板 7—2	η_{21}	η_{22}	η_{23}	η_{24}	η_{25}	η_{26}	η_{27}
	(0.219) 0.227	0.559	0.247	-0.027	0.003	0.000	0.000
板 7—3	η_{31}	η_{32}	η_{33}	η_{34}	η_{35}	η_{36}	η_{37}
	(-0.024) -0.025	0.247	0.556	0.247	-0.027	0.003	0.000
板 7—4	η_{41}	η_{42}	η_{43}	η_{44}	η_{45}	η_{46}	η_{47}
	0.003	-0.027	0.247	0.556	0.247	-0.027	0.003

表 3 橡胶支座对板端荷载横桥向分布系数 m_0 的影响												
荷载种类	1 号边板 m_0			2 号边板 m_0			3 号边板 m_0			4 号边板 m_0		
	直接布载	按橡胶支座		直接布载	按橡胶支座		直接布载	按橡胶支座		直接布载	按橡胶支座	
		m_0	%		m_0	%		m_0	%		m_0	%
汽车	0.250	0.247	99	0.500	0.293	59	0.500	0.292	58	0.500	0.376	75
挂车	0	0.057		0.250	0.215	86	0.300	0.285	95	0.300	0.285	95

计算结果表明,橡胶支座使边板的 m_0 有增有减,内板的 m_0 则都有所减小,但仍大于边板的 m_0 ,即由内板的某一最大 m_0 控制设计。由此可见,本文所述的方法,考虑了支座的弹性支承作用这一客观因素,比较实际地反映了支座的工作状况,其计算结果与沿用的直接布载法算得结果相比较,前者将会

从表 2 影响线竖标值可以看出,若 η 值精确到小数点后 3 位,当荷载作用于某一块板上时,相邻板受到影响的范围,则为左右各 3 块板,即左或右超出块板时的 η 值都可视为零,所以如果桥宽为 7 块板以上,均可套用 7 块板的荷载横向分布影响线竖标值。

下面就以 8 块板组成的(桥面净宽为 7 m)板桥,按弹性支座法将汽车荷载和挂车荷载分别按最不利荷载位置,求出板端荷载横向分布系数 m_0 列于表 3,其中同时列出按直接布载法算得的相应数值,并以后者为 100%表示出前者的百分数。

使板端及其附近截面的尺寸减小,可节约材料用量,具有一定的经济效益。

参考文献:
[1] (JTJ 021—89),公路桥涵设计通用规范[S].

Calculation of Load Transverse Distribution Factors of Supports of Slab Bridges Based on Elastic Supports

GUO Fa-zhong

(Zhejiang Vocational and Technical Institute of Transportation, Hangzhou 311112, China)

Abstract: A method of calculating the influence line of load transverse distribution on supports of slab bridges supported by rubber bearings is brought, considering the objective factors that rubber bearings are a type of elastic bodies. The modular calculated by this method is smaller than that calculated by arranging load directly.

Key words: elastic support; slab bridges; load transverse distribution factors