

北海道工業大学 正負 猪又 稔
同上 正負 畑中 裕

1. まえがき

気温の日変化、日照、風などの影響をうけて断面内に温度差が生じ温度応力を発生させることになるが、コンクリート格子桁においては温度差による横桁の曲げ変形が主桁によって拘束されるため、さらに二次的な応力が生じることになる。以上について検討した結果を報告する。

2. 二次断面力の解析

いま図1に示すような格子桁において横桁断面の温度差によって発生する横桁の節点モーメント(不静定力)を求める式は

$$2^{(1)}(M_{r,r-1} - M_{r,r+1}) + {}^{(2)}(M_{r,r-1} - M_{r,r+1}) = 0 \quad r=1 \sim n \quad (1)$$

$${}^{(1)}(M_{r,r-1} + 2M_{r,r-1} + 2M_{r,r+1} + M_{r,r+1}) = -6M_0^{(1)} \quad r=2 \sim (n-1) \quad (2)$$

$$2\omega {}^{(1)}M_{r,r+1} + \omega {}^{(2)}M_{r,r+1} + \beta {}^{(3)}M_{r,r-1} - (\beta - 12\mu) {}^{(3)}M_{r,r-1} - 2(\beta + 6\mu + 1) {}^{(3)}M_{r,r+1} + (2\beta - 1) {}^{(3)}M_{r,r+1} + \beta {}^{(3)}M_{r,r+1} - \beta {}^{(3)}M_{r,r+1} = 3(M_0^{(1)} - \omega M_0^{(1)})$$

$$r=1 \sim (n-1) \quad (3)$$

$$\omega {}^{(1)}M_{r,r-1} + 2\omega {}^{(1)}M_{r,r-1} - \beta {}^{(3)}M_{r,r-1} + \beta {}^{(3)}M_{r,r-1} + (2\beta - 1) {}^{(3)}M_{r,r-1} - 2(\beta + 6\mu + 1) {}^{(3)}M_{r,r-1} - (\beta - 12\mu) {}^{(3)}M_{r,r+1} + \beta {}^{(3)}M_{r,r+1} = 3(M_0^{(1)} - \omega M_0^{(1)})$$

$$r=2 \sim n \quad (4)$$

ここに

$$\beta = \left(\frac{l}{2a} \right)^2 \frac{EI}{E_s I_s} \quad \mu = \frac{l}{8a} \frac{EI}{GJ} \quad \omega = \frac{I}{I'} \quad (5)$$

l : 主桁のスパン長 a : 主桁間隔

$E_s I_s$: 主桁の曲げ剛性 GJ : 主桁のねじり剛性

EI : 中間横桁の曲げ剛性 I' : 端横桁の断面二次モーメント

$M_0^{(1)}$: 横桁(1)の温度分布形状(図3)によってきまる荷重項でありコンクリートの線膨張係数を α 、横桁のフランジ部断面積を A_f とすればつぎのようになる。

$$\text{case (1)} \quad M_0^{(1)} = -\alpha \Delta T \cdot E \cdot A_f \left(y' - \frac{t}{2} \right) \quad (6)$$

$$\text{case (2)} \quad M_0^{(1)} = -\alpha \Delta T \cdot E \cdot A_f \left(y' - \frac{t}{3} \right) \quad (7)$$

式(1)~(4)から所要の方程式がえられるから M は求まることになる。横桁(1)、主桁 r の格束力 V_r はつぎのようになるから二次断面力は容易に求まることになる。

$$V_r = \frac{1}{a} (M_{r,r-1} - M_{r,r-1} - M_{r,r+1} + M_{r,r+1}) \quad (8)$$

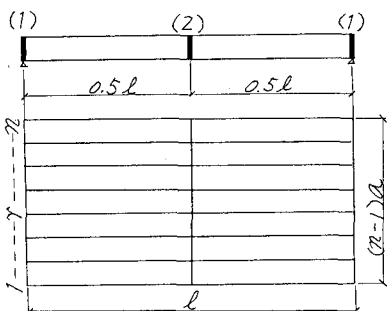


図1 格子桁一般図

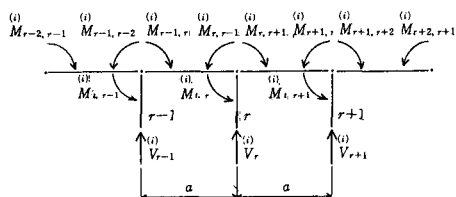


図2 横桁(1)の不静定力

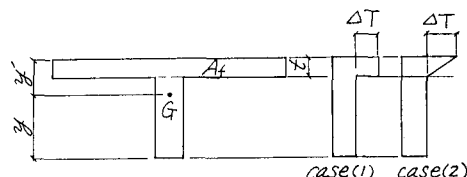


図3 温度分布形状

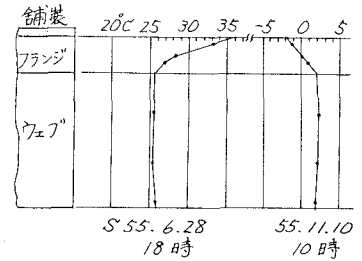
3. 断面の温度分布

温度分布は気象条件によって異なる。図4は温度分布の一例として札幌市的一条大橋において昭和35年6月から1年余にわたって観測された資料¹⁾から主桁断面のフランジ部とウェブ部の温度差の大きい実測値を、また

その時の天気状況を表～1に示した。温度分布は図～3の case(2)に近いものとなり ΔT は約 $-4^{\circ}\text{C} \sim -1^{\circ}\text{C}$ であった。

表～1 天気状況(札幌管区気象台)

		55.6.28	55.11.10
天気(6時～18時)		晴	晴
気温($^{\circ}\text{C}$)	最高	25.6	8.5
	最低	15.9	-1.7
平均風速(m/sec)		2.3	1.1
日照時間(h)		9.3	8.7
全天日射量(cal/cm)		648	246



図～4 温度分布測定値

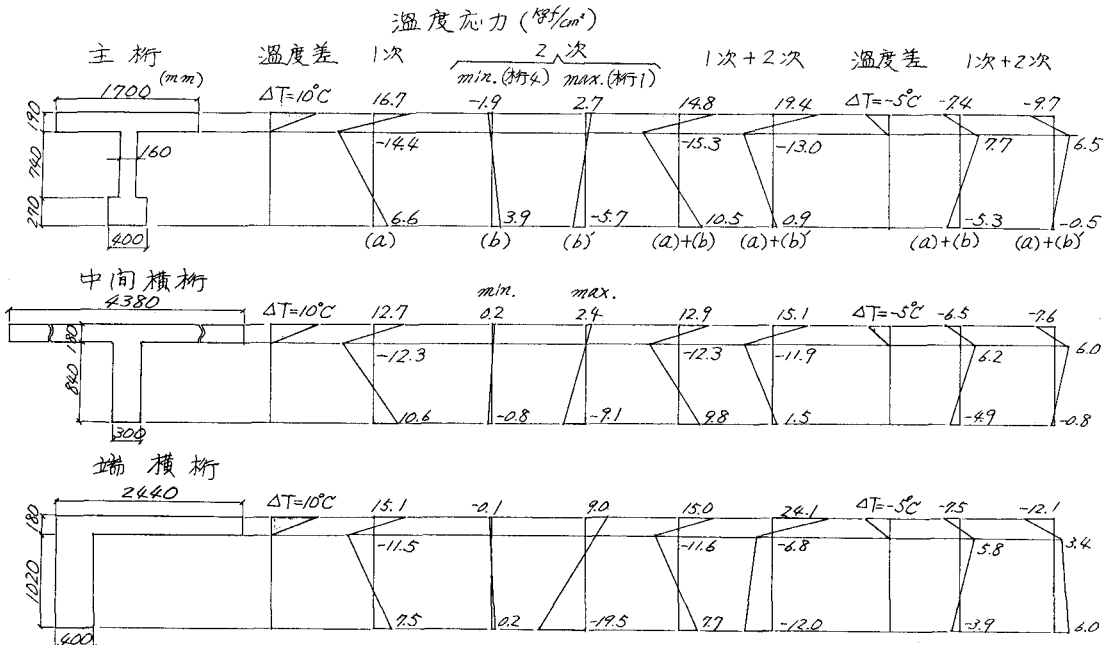
4. 数値計算とまとめ

数値計算に用いる諸数値はつぎのとおりである。 $n=8$, $l=20\text{m}$, $a=1.75\text{m}$, $\alpha=10 \times 10^{-6}$, $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$, -5°C

主桁; $I_0=0.0878\text{m}^4$, $J=0.0060\text{m}^4$, $E_0=3.5 \times 10^6 \text{ t/m}^2$, $G=0.43E_0$, $A=0.5474\text{m}^2$, $A_f=0.3230\text{m}^2$

中間横桁; $I=0.0666\text{m}^4$, $E=3.0 \times 10^6 \text{ t/m}^2$, $A=1.040\text{m}^2$, $A_f=0.7884\text{m}^2$, $t=0.18\text{m}$, $y'=0.214\text{m}$

端横桁; $I'=0.1127\text{m}^4$, $E=3.0 \times 10^6 \text{ t/m}^2$, $A=0.8472\text{m}^2$, $A_f=0.4392\text{m}^2$, $t=0.18\text{m}$, $y'=0.379\text{m}$



図～5 主桁および横桁の温度応力

図～5に温度応力をまた表～2に $\Delta T=10^{\circ}\text{C}$ のときの主桁反力と設計荷重による平均の主桁反力に対する増減の割合を示したものである。以上検討の結果をまとめればつぎのようになる。(1)実測によれば温度分布は床版(フランジ部)において三角形, ウェブ部においてほぼ一定値を示した。(2)設計上の床版とウェブ部の温度差は床版において三角形分布とし、その上面の値は -5°C から 10°C の範囲を考慮して温度応力を求めるのが適当と思われる。(3)数値計算の結果、 5°C から 10°C の温度差によって生じる温度応力は主桁、横桁によって多少の差はあるが圧縮で 20 kg/cm^2 , 引張で 10 kg/cm^2 程度の応力が起りうるので設計上配慮が必要であらう。(4)床版とウェブ部の温度差によって主桁支反反力は可成変動するので注意を要する。

主桁No.	反力(t)	増減比
1	16.2	0.46
2	-19.5	-0.55
3	4.8	0.14
4	-1.5	-0.04

参考文献 1) 中島森野「温度変化にともなうコンクリート橋(一糸大橋)の温度分布」昭和55年度 東工大卒論