

九州大学 工学部 正 吉村虎蔵 〇学 中島光弘 学 稲吉秀昭

はしがき

合成桁の実測温度分布から直接求めた温度応力と、現行規定による応力を比較したところ、温度応力分布が非常に相違していることが報告されている。ここでは、更測温度分布の簡易化を図り、合成桁の新しい温度応力設計式を検討した結果について報告する。

1 温度応力の計算式

(1) 一般式

桁は、温度変化を受ければ変形し、その温度分布が非線形であるならば、桁の内部には温度応力が発生する。温度変化を受けたのちも断面は保持したままで変形すると仮定すれば、温度応力は次式で示される。(図-1参照)

$$\sigma_t = E \{ (\epsilon_0 - \alpha_0 y) - \alpha t_y \} \quad (1)$$

ここで、 $\epsilon_0 = \int \alpha t_y dA / \int dA$, $\alpha_0 = \int \alpha t_y y dA / \int y^2 dA$, α : 線膨張係数

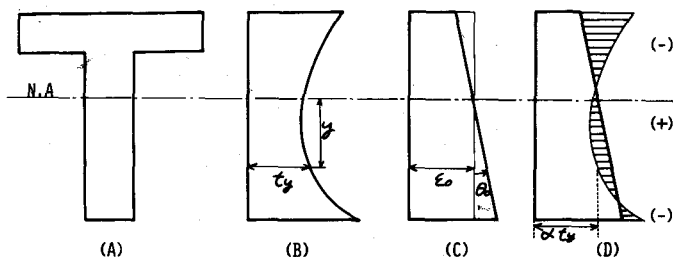


図-1

(2) 現行示方書による計算式

示方書による温度応力は、次式で示される。(図-2参照)

$$\text{版のコンクリート部} \quad \sigma_c = \frac{1}{n} \left(\frac{P}{A_v} + \frac{M_v y}{I_v} \right) - E_c \epsilon_t$$

鋼桁部

$$\sigma_s = \frac{P}{A_v} + \frac{M_v y}{I_v}$$

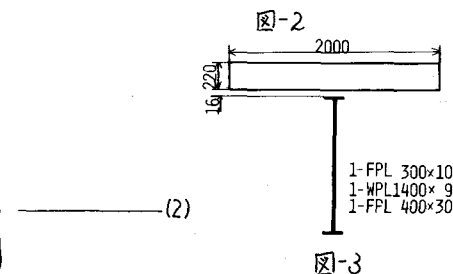


図-3

ここで、 $\epsilon_t = \alpha t$ (引張…鋼桁の方が高温…を正とする), $P = E_s \epsilon_t A_c / n$, $M_v = P d_c$, n : ヤング係数比

A_v : 鋼に換算した合成断面積, I_v : 合成断面の中立軸に対する断面の換算断面二次モーメント

2 更測温度分布による応力と示方書による温度応力の比較

更測温度分布としては、毛馬橋における橋の更測データと三鈴橋における吉村の更測データを用いた。前者はコンクリート床版厚22cmとアスファルト舗装厚7cmの場合の温度分布であり、後者はコンクリート床版厚15cmとコンクリート舗装厚7cmの場合の温度分布である。早朝型と昼型の2つのタイプを選んで図-3に示す単純合成桁の温度応力を求めた。これらのタイプの温度分布を図-4に示し、主要部の温度応力を表-1に、また示方書による温度応力を表-1にまとめた。

		(Kg/cm ²)				
		MORNING		AFTERNOON		SPEC.
		KEMA	KOGAI	KEMA	KOGAI	
CONCRETE	UPPER	6	14	-31	-41	-1
	MIDDLE	-5	-1	4	7	-4
	LOWER	4	-3	13	12	-6
STEEL	UPPER	30	-43	102	-6	197
	WEB, UPPER	29	-43	99	-5	194
	LOWER	-4	14	33	-13	-40

表-1

3 設計式とその検討

温度分布の簡易化にあたり、図-5に示すようにコンクリート床版部においては、 m 次曲線($m=2, 4$)、鋼筋部においては、直線分布にする。この温度分布 t_y を(1)に代入すると次式が得られる。

$$\sigma_x = E \left\{ \frac{\alpha t_{cu} ab}{n(m+1)} + \frac{\alpha t_{se}}{g_s} (G_{us} + S A_s) + \frac{\alpha t_{cu} ab}{n} \left(-\frac{\alpha}{m+2} \right) \right. \\ \left. - \frac{S}{m+1} + \frac{\alpha t_{se}}{g_s} (I_{us} + S G_{us}) y - \alpha t_y \right\} \quad (3)$$

ここで G_{us} : 合成断面の中立軸に対する鋼筋部の断面一次モーメント, I_{us} : 合成断面の中立軸に対する鋼筋部の断面二次モーメント, A_s : 鋼筋部の断面積, $a, b, S, g_s, t_{se}, t_{cu}$ は図の通り。

表-2は更測値から t_{cu}, t_{se} を読みとり、得られた応力である。表-1と表-2の比較より早期型については、

2次曲線でないことがわかる。昼型については、子飼橋においては2次曲線あるいは3次曲線、毛馬橋においては2次曲線がかなり一致を示す。図-6は t_{cu}, t_{se} を仮定したときの様子を1つ示したものである。早期型については $t_{cu} = -5 \text{ deg}$, $t_{se} = 0 \text{ deg}$, 昼型については $t_{cu} = 15 \text{ deg}$, $t_{se} = 0 \text{ deg}$ として応力状態は更測温度を用いた場合とさほど変動しないことがわかる。

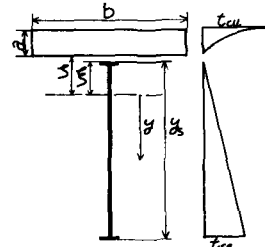


図-5

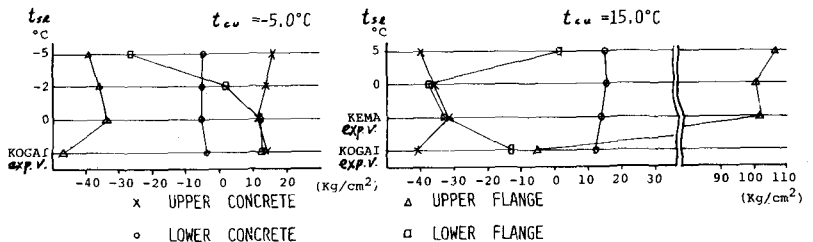


図-6

4 結い

毛馬橋と子飼橋の更測温度分布をもとにして、合成断面の温度応力設計式を検討した。これら2つの資料から判断すれば、図-7の温度分布を用い、このときの床版の温度分布は2次曲線を用いればよいように思われる。そのときの設計式は次の様な簡単な形で与えられる。

$$\sigma_x = E \left\{ \frac{\alpha t_{cu} ab}{3n} - \frac{\alpha t_{se} ab \left(\frac{a}{3} - \frac{S}{3} \right)}{n} y - \alpha t_y \right\}$$

上記の資料は大阪、熊本における5月と11月のものであることを考慮すれば t_{cu} の値の設定が今後問題として残るよう思ふ。

参考文献: (1) Y. TACHIBANA et al. ; On the Experimental Results of Kema Bridge, Memoirs of Faculty of Engineering, Osaka City University, Vol. 5, Dec 1963

(2) 吉村 他; 合成断面(子飼橋)の温度分布と変形の測定ならびにこれらの結果から算定した温度応力について, 土木学会誌 534.12.

(3) 成岡 他; 新嘉多橋(大阪市)の床版・鋼筋の温度の測定ならびにこれによる床版熱応力の推定, 更在橋梁・構造物の応力測定

及び測定結果に関する研究発表 531.9 (4) 道路橋梁工学 (昭和48年)

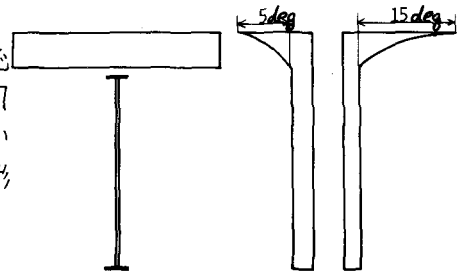


図-7