

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は非常に相違すること、および実測温度分布の簡易化によって合成桁の温度応力計算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、単純桁においても桁の内部には温度応力が発生する。温度変化を受けたため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)

$$\sigma_x = E \{ (\epsilon_0 + \theta_0 y) - \alpha t_y \} \quad (1)$$

ここで、 $\epsilon_0 = \int \alpha t_y dA / \int dA$, $\theta_0 = \int \alpha t_y y dA / \int y^2 dA$, α : 線膨張係数

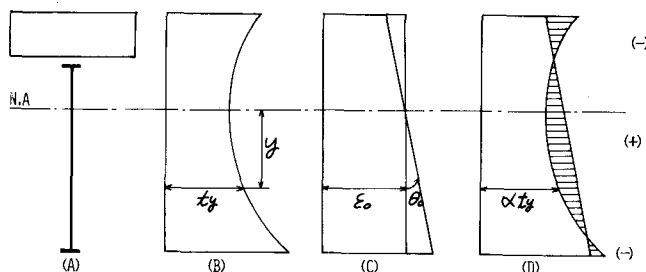


図-1

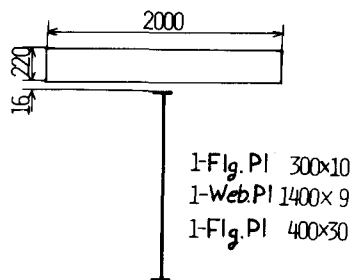


図-2

(2). 現行示方書による計算式 床版と鋼桁に $t = \pm 10 \text{ deg}$ の温度差を与え、次式で示される。

$$\text{版のコンクリート部 } \sigma_c = \frac{1}{n} \left(\frac{P_i}{A_v} + \frac{M_v y}{I_v} \right) - E_c \epsilon_t \quad \text{鋼桁部 } \sigma_s = \frac{P_i}{A_v} + \frac{M_v y}{I_v} \quad (2)$$

ここで、 $\epsilon_t = \alpha t$ (鋼桁の方が高温を正とする), $P_i = E_s \epsilon_t A_c / n$, $M_v = P_i d_c$, n : ヤング係数比 A_v : 鋼に換算した合成断面面積, I_v : 合成断面の換算断面二次モーメント

2. 実測温度分布による応力と示方書による応力の比較

実測温度分布として、20~24時間にかたる毛馬橋と子飼橋における実測データを用いた。前者はコンクリート床版厚 22 cm とアスファルト舗装厚 7 cm の場合の温度分布であり、後者はコンクリート床版厚 15 cm とコンクリート舗装厚 7 cm の場合の温度分布である。断面内の温度勾配が著しい場合が、きびしい温度応力を与えるので、この観測から多くの温度分布を分類すれば示方書のような温度分布は生じることがなくて、早朝型と昼型の2つのタイプに分類できる。(図-3) 図-3の温度分布を用いて図-2の単純合成桁の温度応力を求め、現行示方書による応力と併記して表-1を得た。床版の上下縁応力と鋼桁上縁応力が示方書のそれと著しく相違する。

(Kg/cm²)

		E. MORNING		NOON		SPEC.
		KEMA	KOKAI	KEMA	KOKAI	
RC SLAB	UPPER	6	14	-31	-41	∓ 1
	MIDDLE	-5	-1	4	7	∓ 4
	LOWER	4	-3	13	12	∓ 6
STEEL G.	UPPER	30	-43	102	-6	± 197
	LOWER	-4	14	33	-13	∓ 40

表-1

図-3の温度分布を用いて図-2の単純合成桁の温度応力を求め、現行示方書による応力と併記して表-1を得た。床版の上下縁応力と鋼桁上縁応力が示方書のそれと著しく相違する。

3. 設計式とその検討

温度分布の簡易化にあたっては、図-4に示すようにコンクリート床版部においては、 m 次曲線 ($m=2 \sim 4$)。鋼桁部においては直線分布を仮定した。この温度分布 t_y を(1)に代入すると次式が得られる。

$$\sigma_x = E \left\{ \frac{\frac{\alpha t_{cu} a b}{n(m+1)} + \frac{\alpha t_{se}}{y_s} (G_{vs} + S A_s)}{A_v} + \frac{\frac{\alpha t_{cu} a b}{n} \left(-\frac{a}{m+2} - \frac{s}{m+1} \right) + \frac{\alpha t_{se}}{y_s} (I_{vs} + S G_{vs}) y}{I_v} - \alpha t_y \right\} \quad (3)$$

ここで G_{vs} ; 合成断面の中立軸に対する鋼桁部の断面一次モーメント, I_{vs} ; 合成断面の中立軸に対する鋼桁部の断面二次モーメント, A_s ; 鋼桁部の断面積, $a, b, S, \xi, t_{se}, t_{cu}$ は図通り。

表-2は実測値の t_{cu}, t_{se} を(3)に代入して得られた応力である。表-1と表-2の比較により早期型については、2次曲線に近似できることがわかる。昼型については、予備橋では2次曲線あるいは3次曲線、毛馬橋では、2次曲線による応力がかなりの一致を示す。図-5に t_{cu}, t_{se} を種々に仮定したときの $\sigma_{cu}, \sigma_{ce}, \sigma_{su}, \sigma_{se}$ の変化を示した。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、 $t_{cu} = 15 \text{ deg}, t_{se} = 0 \text{ deg}$ としても応力状態は、実測温度を用いた場合とさほど変動しないことがわかる。

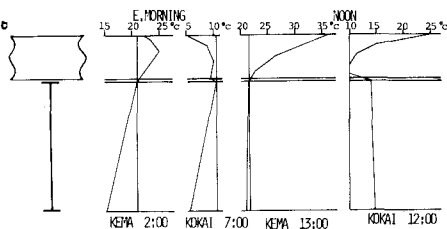


図-3

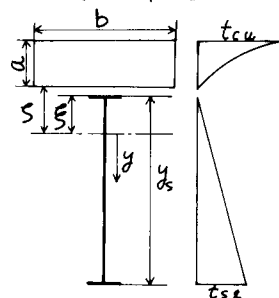


図-4

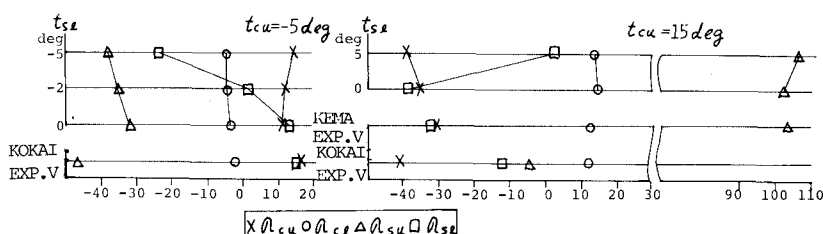


図-5

4. 結 論

実測温度分布から直接求めた合成桁の温度応力は示方書に与える温度応力と著しく相違する。また実測温度分布をもとにして、合成桁の温度応力の検討をした。これから判断すれば、図-6の温度分布を用い、床版内の温度分布は、2次曲線を用いればよいように思われる。このときの設計式は次の簡単な形となる。

$$\sigma_x = E \left\{ \frac{\alpha t_{cu}}{3 \pi} \frac{ab}{A_v} + \frac{\alpha t_{se}}{\pi} \frac{ab \left(\frac{a}{4} - \frac{s}{3} \right)}{I_v} y - \alpha t y \right\}$$

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、図-6の t_{cu} の設定が今後問題として残るように思う。

参考文献

- (1) 成岡, 平井; 新嘉多大橋(大阪市)の床版・鋼桁の温度の測定ならびにこれによる床版の熱応力の推定 実在橋梁・構造物の応力測定及び測定結果に関する研究発表会 S31. 9
- (2) 吉村・他; 合成桁(3鋼橋)の温度分布と変形の測定ならびにこれらの結果から推定した温度応力について 土木学会誌 S34. 12
- (3) 橋・中井; On the Experimental Results of Kema Bridge, Memoirs of Faculty of Engineering, Osaka City University, Vol 5, Dec., 1963

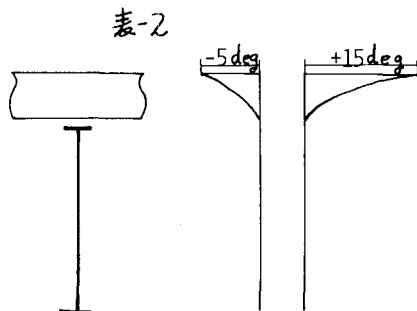


図-6