

図-1 WR-Tu 試験体

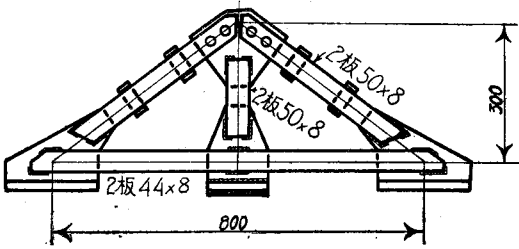
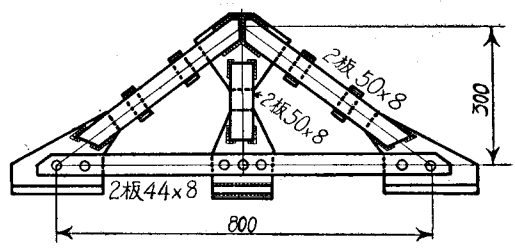


図-2 WR-TI 試験体



W-T のそれに類似し、荷重が増大すると R-T のそれに類似する。換言すれば小荷重に対しては W-T に匹敵する剛さを有し、大荷重に対しては R-T の如く変形的粘りを発揮するにいたる。

つぎに応力については、ガゼットプレートの影響をうけるから、明瞭とは言いがたいけれども、格点における部材連結部の剛結度（拘束度）を考慮する方が、2 次応力の実測値と計算値とがよく合うようである。なお伸び率 26.2% 以上の鋼材で作った本試験トラスにおいては、溶接による外的拘束残留応力の荷重との重畳作用の影響については、製作の偏差以上には達しないようである。

本研究は文部省科学研究費の補助を得て行つたものである。

(2-22) 塑性変形を考慮した合成桁の応力計算について

准員 日本大学工学部 遠 藤 篤 康

コンクリートスラブが塑性変形を生じると、スラブ自身の応力が減少し鋼桁の応力が増加する。

合成桁に塑性変形が生ずる要素として次の 2 項目が考えられる。

- 1) 持続載荷荷重にともなうコンクリートのクリープ。
- 2) コンクリートの硬化にともなう収縮変形。

コンクリートのクリープと硬化収縮による変形は、共に才齢の若い程大であり、その量は時間 t の函数で進行し、その現象は $(1-e^{-t})$ 曲線に従うとみなされるから、これを同時に取扱う。

尚計算の便宜上鋼桁の応力とコンクリートスラブの応力を分けて行い、座標軸は鋼桁の重心 G_s 、およびスラブの重心 G_c に選ぶ。

(1) 鋼桁の応力

鋼桁にはコンクリートの性質に無関係な N 点が存在し、 N 点の応力は、載荷後 t 時間の間に、コンクリートがクリープおよび硬化収縮を生じても応力の変化はなく、塑性変形に無関係の点である。

いま、 N 点の座標を G_s より f だけ離れた点とし、その点の応力を σ_N とすれば、

$$f = \frac{I_s}{a \cdot A_s} \quad \sigma_N = \frac{M}{a \cdot A_s} \quad \dots (1)$$

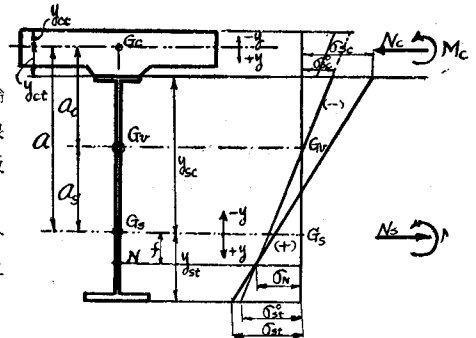
となり、(1) 式の I_s 、 A_s 、 M は、鋼桁の重心軸を通る慣性モーメント、鋼桁の断面積、外力曲げモーメントである。尚鋼桁の任意点の応力を σ_s とすれば、 σ_s の応力の方程式は塑性変形を考慮しても、 f 、 σ_N 点を通過するから、方向係数 $\mathfrak{M}$ の函数で表わされる。

$$\sigma_s = \frac{1}{\mathfrak{M}}(y-f) + \sigma_N \quad \dots (2)$$

$$(2) \text{ 式で } \frac{1}{\mathfrak{M}} = \frac{M_s}{I_s}, \quad M_s = M_{s0} + M_{st}, \quad M_{s0} = \frac{I_s}{I_v} \cdot M, \quad M_{st} = a \cdot N_{st} = \left(\frac{N_{sn}}{\varphi_n} + N_{c0} \right) (1 - e^{-\alpha s \varphi t})$$

$$N_{c0} = \frac{S_v}{I_v} \cdot M, \quad \alpha_s = \frac{A_s \cdot I_s}{A_v \cdot I_v}, \quad \varphi_t = \varphi_n (1 - e^{-t}), \quad N_{sn} = \varepsilon_s \cdot E_c \cdot A_c$$

図 - 1



M_s ; 鋼桁の曲げモーメント M_{st} ; 塑性変形による鋼桁の曲げモーメント ϵ_s ; 収縮係数 A_c ; コンクリートのスラブの断面積 t ; 時間(単位, 月) S_v ; コンクリートおよび鋼桁の断面1次モーメント M_{s0} ; 鋼桁の $t=0$ の時の曲げモーメント N_{c0} ; スラブの $t=0$ の時の軸力 E_c ; コンクリートのヤング係数 φ_n ; クリープ数(クリープ度) I_0 ; 合成桁の慣性モーメント A_v ; 合成桁の換算断面積 $\left(\frac{1}{n} A_c + A_s\right)$

以上を(2)式へ代入すると

$$\sigma_s = (1 - e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) \left[\frac{M}{I_s} \cdot y - \frac{N_{sn}}{\varphi_n} \left(\frac{1}{A_s} - \frac{a \cdot y}{I_s} \right) \right] + (e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) \frac{M}{I_0} (a_s + y) \quad \dots\dots\dots (3)$$

(3)式で $t=0$ と代入すれば, 塑性変形がない時で

$$\sigma_s^0 = \frac{M}{I_0} (a_s + y) \quad \dots\dots\dots (4)$$

同様に(3)式を, $t=0$, クリープ, 硬化収縮に分けて表わすと次のようになる。

$$\sigma_s = \frac{M}{I_0} (a_s + y) + (1 - e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) \left[\frac{M}{I_s} \cdot y - \frac{M}{I_0} (y + a_s) \right] + (1 - e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) \left[\frac{N_{sn}}{\varphi_n} \left(\frac{a \cdot y}{I_s} - \frac{1}{A_s} \right) \right] \quad \dots\dots\dots (5)$$

(5)式で第1項は $t=0$, 第2項はクリープによる応力, 第3項は硬化収縮による応力を表わしており, $y = -y_{sc}$, $y = +y_{st}$, を代入することによって鋼桁の圧縮側, および引張り側の縁応力が求められる。

(2) コンクリート・スラブの応力

同様にしてコンクリートスラブの重心軸より任意点までの距離を y とし, その点の応力を σ_c とすれば,

$$\sigma_c = \frac{M}{n \cdot I_0} \{ y(e^{-\varphi t}) - a_c \} + \left(\frac{N_{sn}}{\varphi_n} + \frac{S_v}{I_0} \cdot M \right) \left\{ \frac{1}{A_c} (1 - e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) + \frac{y \cdot a \cdot g_s}{n I_s} (e^{-\alpha_s \cdot \varphi t} - e^{-\varphi t}) \right\} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$(6) \text{式で } g_s = \frac{\alpha_s}{1 - \alpha_s} \quad \alpha_s = \frac{A_s \cdot I_s}{A_v \cdot I_0}$$

(6)式に $t=0$ と代入すれば, 塑性変形がない時で,

$$\sigma_c^0 = \frac{M}{n \cdot I_0} (y - a_c) = - \frac{M}{n \cdot I_0} (a_c - y) \quad \dots\dots\dots (7)$$

同様に(6)式を $t=0$, クリープ, および硬化収縮に分けて表わすと,

$$\sigma_c = - \frac{M}{n \cdot I_0} (a_c - y) - \frac{M}{n \cdot I_0} \cdot y (1 - e^{-\varphi t}) + \left(\frac{N_{sn}}{\varphi_n} + \frac{S_v}{I_0} \cdot M \right) \left\{ \frac{1}{A_c} (1 - e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) + \frac{y \cdot a \cdot g_s}{n I_s} (e^{-\alpha_s \cdot \varphi t} - e^{-\varphi t}) \right\} \quad (8)$$

(8)式で第1項は $t=0$ の時, 第2項, 第3項はクリープおよび硬化収縮による応力を表わしており, $y = -y_{sc}$, $y = +y_{st}$ を代入することによってコンクリートのスラブの縁応力が求められる。尚上式でクリープおよび硬化収縮の終局応力を計算する場合は, $\varphi t = \varphi_n$ (クリープ数) を代入すればよい。($e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}$), ($e^{-\varphi t}$) の項の計算には近似的に次の項で充分である。

$$(e^{-\alpha_s \cdot \varphi t}) = \frac{1}{e^{\alpha_s \cdot \varphi t}} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha_s \cdot \varphi t}{1} + \frac{(\alpha_s \cdot \varphi t)^2}{2!} + \frac{(\alpha_s \cdot \varphi t)^3}{3!}}$$

$$(e^{-\varphi t}) = \frac{1}{e^{\varphi t}} = \frac{1}{1 + \frac{\varphi t}{1} + \frac{(\varphi t)^2}{2!} + \frac{(\varphi t)^3}{3!}}$$

(2-23) 繰返し荷重に対する構造物の安定度について

正員 神戸大学工学部 ○西 村 昭
 准員 関西電力 阿 河 俊 夫

構造物をその使用目的に対して合理的に設計するためには, 作用荷重及び使用材料の抵抗強度並びに構造物の極限状態の徹底的究明が必要である。またこれはすでに実用されている構造物の保有する終極強度を推定するためにも重要である。本研究は作用荷重が一般構造物におけるように変動繰返し荷重として作用する場合について構造物の安全度に関して一考察を試みたものである。

構造物に作用する荷重の大きさを一定期間例えば1年ごとに統計すると各年に対して一つの頻度分布が得られ