

(株) 鴻池組 正会員 小野 紘一

" 正会員 松浦 良和

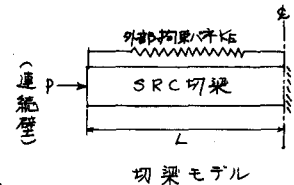
" 正会員 O 金好 昭彦

1. まえがき

地中連続壁工留構造を用いて大断面掘削工事を行なっているが、周辺地盤への影響をできる限り少なくするため工留構造の剛性を高める必要があり、そのため切梁はSRC構造を採用している。このため、従来の軸力計等による直接的な切梁軸力の測定が困難であり、ここでは、切梁内の鉄骨のひずみを測定することにより、軸力を評価することとした。しかしながら、SRC切梁では外力による弾性的な変形だけでなく、温度変化やコンクリートの乾燥収縮およびクリープによる変形が複雑に組み合わさっているため、計測される鉄骨ひずみから直接的に切梁の軸力を算出することは困難である。掘削にともなう外力の増加は工留壁体を介して切梁に伝達されるが、切梁コンクリートの乾燥収縮やクリープによって切梁内の鉄骨応力は増加するが、コンクリートの圧縮応力は減少し、結果的には切梁に導入された軸力は低減される。したがって、鉄骨ひずみの測定結果のみから単純に切梁の軸力を算定することはできない。また、壁体の挙動と切梁位置と不働点または単なるバネ支承として、切梁のクリープ、乾燥収縮等の影響を考慮せずに解析すれば、壁体の変形量を少なく評価する結果となるであろう。本報告は、SRC切梁の鉄骨ひずみの測定結果から、コンクリートの乾燥収縮、クリープおよび切梁の温度変化を考慮した切梁軸力および伸縮量の評価方法について述べるとともに結果の一例について紹介するものである。

2. 切梁の解析方法

2-1 切梁のモデル化 連続壁の剛性、背面地盤の性状、切梁両端と中間変位部の拘束の効果は、外部拘束バネで代表させることとし、SRC切梁を右図のようにモデル化した。切梁の外部拘束バネの大きさは、クリープや乾燥収縮の影響がほとんど無視できると考えられる期間における切梁の温度変化に対応する鉄骨ひずみ度の測定値より算出した。



2-2 温度変化 温度変化量 ΔT により発生する切梁の応力度はつぎのように表現した。

$$\cdot \text{鉄骨部分} \quad \sigma_{st} = E_s \cdot \varepsilon_t \quad \dots (1)$$

$$\cdot \text{コンクリート部分} \quad \sigma_{ct} = E_c \cdot \varepsilon_t \quad \dots (2)$$

ただし、 $\varepsilon_t = \beta \varepsilon_c / (1 + E_c A / K_e L)$ 、 β : コンクリート線膨張係数、 E_c : コンクリートの弾性係数、 E_s : 鉄骨の弾性係数、 A : 切梁のコンクリート換算断面積、 L : 切梁全長の $1/2$ 、 K_e : 切梁の外部拘束バネ定数

2-3 乾燥収縮 コンクリートには乾燥収縮による収縮が、鉄骨および切梁外部拘束バネによって拘束されているため引張力が導入される。一応、鉄骨にはコンクリートの収縮の影響を受けて圧縮力が発生することになる。いま外部拘束を受けないコンクリートの乾燥収縮ひずみを $\varepsilon_s = \frac{S_m}{g_m} \cdot \varphi_t$ とし、拘束によって生じるコンクリートの引張応力によるクリープの効果も考慮して、乾燥収縮によって生じる切梁の応力度をつぎのように表現した。

$$\cdot \text{鉄骨部分 (圧縮)} \quad \sigma_{ss} = S_m \cdot E_s \{ 1 - \exp(-\alpha \varphi_t) \} / m g \cdot \varphi_m \quad \dots (3)$$

$$\cdot \text{コンクリート部分 (引張)} \quad \sigma_{cs} = \sigma_{ss} (A_s + K_e L / E_s) / A_c \quad \dots (4)$$

ただし、 S_m : コンクリートの自由収縮ひずみの終局値、 φ_t : コンクリートのクリープ係数、 φ_m : コンクリートのクリープ係数の終局値、 m : 弾性係数比、 A_s : 鉄骨の断面積、 A_c : コンクリートの断面積、 $\alpha = m g / (1 + m g)$ 、 $\beta = (1 + K_e L / E_s A_s) A_s / A_c$ 。ここで、 S_m 、 φ_m 、 φ_t については、別途行なうコンクリート試験の結果を参

考にして以下のように仮定した。

$$S_m = 0.132 \times 10^{-3}, \quad \varphi_m = 3.0, \quad \varphi_t = 3.0 (1 - e^{-0.007t}) \quad \text{式(8)}$$

2-4 クリープ 切梁軸力 P によってコンクリートのクリープが進行するにつれてコンクリート内の応力は緩和されるが、鉄骨の圧縮応力は増加し、また、外部拘束バネの外力の負担割合は変形量の増分に比例して増加する。これらの点を考慮して、外力およびクリープによる切梁の応力度をつぎのように表現した。

$$\text{鉄骨部分} \quad \sigma_{sc} = \sigma_{s0} \left[1 + \frac{K_c}{K_s + K_c} \cdot \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{K_s + K_c}{K_c + K_s + K_c} \cdot \varphi_t\right) \right\} \right] \quad \dots (5)$$

$$\text{コンクリート部分} \quad \sigma_{cc} = \sigma_{c0} \cdot \exp\left(-\frac{K_s + K_c}{K_c + K_s + K_c} \cdot \varphi_t\right) \quad \dots (6)$$

ここで、 σ_{s0}, σ_{c0} : 外力の作用時における弾性変形により生じる鉄骨およびコンクリートの応力度、 $K_c = E_c A_c / L$ 、 $K_s = E_s A_s / L$ である。

2-5 鉄骨ひずみの実測値による切梁軸力および変形量の評価方法 計算された鉄骨ひずみ度 ε とすれば、これに相当する応力度は $\sigma = E_s \cdot \varepsilon$ である。この応力度には上記したようにコンクリートの乾燥収縮、クリープおよび切梁の温度変化による増分が含まれているため、外力およびクリープにのみよる応力度は

$$\sigma_{sc} = \sigma - \sigma_{s0} - \sigma_{sT} \quad \dots (7)$$

となり、式(5)および(7)より初期外力による鉄骨応力度 σ_{s0} を決定した。 σ_{s0} が決定されると初期の鉄骨負担外力 $P_{s0} = K_s \cdot \sigma_{s0} = \sigma_{s0} A_s$ より外力 P による弾性変形量 $S_0 = \sigma_{s0} A_s / K_s$ したがって、 $\sigma_{c0} = \frac{K_c}{A_c} \cdot S_0 = \frac{K_c \cdot A_s}{K_s \cdot A_c} \cdot \sigma_{s0}$ と決定され、切梁軸力 N および乾燥収縮、クリープおよび温度変化による変形増分 ΔS_0

$$N = P_s + P_c, \quad \Delta S = P_s / K_s - S_0 \quad \text{ただし} \quad \text{鉄骨負担軸力} \quad P_s = (\sigma_{sc} + \sigma_{ss} + \sigma_{sT}) A_s$$

$$\text{コンクリート負担軸力} \quad P_c = (\sigma_{cc} - \sigma_{cs} + \sigma_{cT}) A_c$$

として求めた。

3. 計算結果の一例および考察

図-1は、SRC切梁の軸力の時間的変化の実測例を示したものである。なお、同図には鉄骨およびコンクリートの負担軸力についても付記した。

表-1は、切梁の変形量の計算値および壁体の変形量の実測例を示したものである。

これらの結果よりつぎのことが判明した。

- (1) SRC切梁の軸力はコンクリートのクリープおよび乾燥収縮を考慮すれば、時間とともに減少するが、鉄骨の負担軸力は増加することに留意する必要がある。
- (2) コンクリートのクリープ、乾燥収縮等による切梁の伸縮量は壁体の変形量の増加を引き起こし、この増加変形量は外力による変形量に比して無視できないほど大きい。

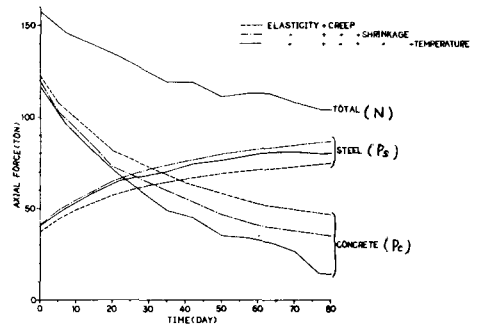


図-1 軸力の時間的変化

表-1 SRC切梁の変形量 (単位:mm)

		切梁(壁)の実測値	鉄骨応力度の実測値 27℃下乾燥収縮、 温度変化考慮した計算値
2 根 梁	3次振動に 対応変形量	9.6	8.4
	3次振動直後 4次振動直前 の変形量	5.5	8.2
	計	15.1	16.6
3 根 梁	4次振動に 対応変形量	3.8	4.0
	4次振動直後 5次振動直前 の変形量	1.6	1.8
	計	5.4	5.8