

III-219 S R C 切ばりの軸力算定についての一考察

大阪市 正員 ○玉野富雄 結城庸介
不動建設〃 羽田勝実 原田健二

1. はじめに

S R C（鉄骨・鉄筋コンクリート）切ばりの力学特性は、外力だけでなく、温度変化、コンクリートの乾燥収縮およびクリープの影響をうける。コンクリートひずみおよび鉄骨ひずみより、各々の要因による軸力を算定する方法は、S R C切ばりの安全管理や土留めの力学解析を行う際に重要となる。本報告では、大阪市が建設を進めている“なにわ大放水路”の長居シールド発進立坑建設時に、土留めの安全管理の一つとして行った軸力算定について述べる。

2. 計測概要

図-1に37.6mの大深度掘削である長居立坑の土留め工の平面と断面を示す。1～8段支保工がS R C切ばりである。図-2に2段S R C切ばりの断面とダミー部材の計器設置状態を示す。又、ダミー計測用S R C部材は長さ1mとし、1段S R C腹起し上に無拘束状態で設置した。

3. S R C切ばりに生じるひずみ性状

S R C切ばりに生じる(ϵ)は次式で示される。

$\epsilon = \epsilon_e + \epsilon_s + \epsilon_{c \pm} \epsilon_t \dots \dots \dots \text{ (1)}$ ここで、 ϵ_e は外力による弾性ひずみ、 ϵ_s はコンクリートの乾燥収縮によるひずみ、 $\epsilon_{c \pm}$ はコンクリートのクリープによるひずみ、 ϵ_t は温度変化によるひずみであり、コンクリートひずみおよび鉄骨ひずみで(1)式は成立する。

①温度変化によるひずみ……温度変化のみでひずみ変化が生じる施工状態で、外部拘束状態でのS R C切ばり部材温度差(T)とひずみ(μ)の関係を図-3に、温度補正後のコンクリートひずみ($\epsilon_{c'}$)、鉄骨ひずみ($\epsilon_{s'}$)の経時変化を2段切ばりの場合について図-4に示す。

②コンクリートの乾燥収縮によるひずみ……コンクリートの乾燥収縮により生じるコンクリートひずみ(ϵ_{cs})、および鉄骨ひずみ(ϵ_{ss})は圧縮ひずみであるので、外部拘束による影響のない無拘束状態のダミー計測用S R C部材の計測値を適用する。ダミー計測用S R C部材に生じる鉄骨ひずみは、鉄骨とコンクリートの熱膨張差による補正($3 \times 10^{-6} \times T$)を行い、 ϵ_{ss} を算出する。次に、コンクリート乾燥収縮時に、コンクリートには鉄骨により拘束されているため引張軸力、鉄骨には压

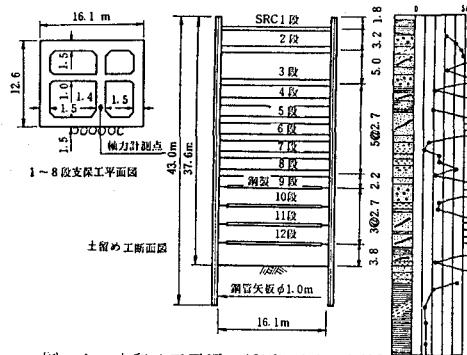


図-1 土留め工平面・断面図(長居立坑)

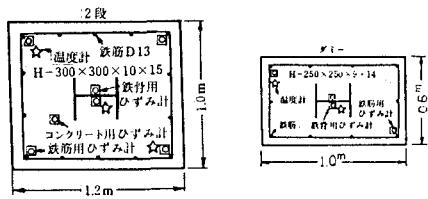


図-2 2段S R C切ばり断面とダミー部材の計器設置状態

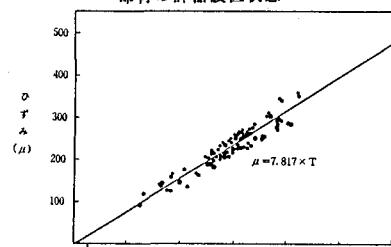


図-3 温度差(T)とひずみ(μ)の関係
(2段S R C切ばりの場合)

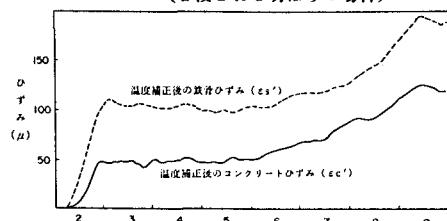


図-4 温度補正後のひずみ($\epsilon_{c'}$, $\epsilon_{s'}$)の経時変化(2段S R C切ばりの場合)

縮軸力が生じ、両軸力の大きさが等しいとすると、次式が成立する。

$\varepsilon_{cs} \cdot E_c \cdot A_c = \varepsilon_{ss} \cdot E_s \cdot A_s \dots \dots (2)$ ここで、 E_c はコンクリートの弾性係数、 A_c はコンクリートの断面積、 E_s は鉄骨の弾性係数、 A_s は鉄骨の断面積である。図-5より ε_{ss} が既知となるので、(2)式より ε_{cs} が算出できる。

③コンクリートのクリープによるひずみ……①での温度補正後のひずみ ε_c' 、 ε_s' で、図-4に示す2段切ばりの場合では $\varepsilon_s' = \varepsilon_c'$ より40~50 μ 程度ひずみが大きい。コンクリートの外力による弾性ひずみ(ε_{ce})と鉄骨の外力による弾性ひずみ(ε_{se})は、平面保持の条件より等しいので、この差は、コンクリートの乾燥収縮とクリープによる差に起因することになり、次式が成立する。

$$\varepsilon_s' - \varepsilon_c' = (\varepsilon_{ss} + \varepsilon_{ce}) - (\varepsilon_{cs} + \varepsilon_{cc}) \dots \dots (3)$$

ここで、 ε_{cc} 、 ε_{sc} はコンクリートのクリープによるコンクリートひずみ、鉄骨ひずみである。また、クリープの場合でも、乾燥収縮の場合と同様に、コンクリートと鉄骨間に同じ力(圧縮力・引張力)のやり取りがあると考えると次式が成立する。

$$\varepsilon_{cs} \cdot E_c \cdot A_c = \varepsilon_{ss} \cdot E_s \cdot A_s \dots \dots (4)$$

①、②より ε_c' 、 ε_s' 、 ε_{ss} 、 ε_{cs} は既知であるので(3)、(4)式より ε_{cc} 、 ε_{sc} が計算できる。

4. 各ひずみ要因による軸力算定と考察

SRC切ばりの外力による軸力(N)は、前述の①、②、③より(1)式中の外力による弾性ひずみ(ε_e)以外のすべてのひずみが算出できているので、次式より計算できる。

$$N = (\varepsilon_c - \varepsilon_{cs} - \varepsilon_{cc} \pm \varepsilon_t) \cdot E_c \cdot A_c + (\varepsilon_s - \varepsilon_{ss} - \varepsilon_{sc} \pm \varepsilon_t) \cdot E_s \cdot A_s \dots \dots (5)$$

表-1に2段SRC切ばりにおける各ひずみ要因による軸力計算例を示す。温度変化と外力により生じる軸力が大きく、コ

ンクリートと鉄骨間での軸力の分担割合は9:1程度となっている。単に、計測した鉄骨ひずみ(ε_s)をSRC部材全断面($A_c + A_s$)に対してのひずみであるとすると、軸力の計算値は1389tfとなり、実際に生じていると考えられる表-1での1171tfに比べ、過大な軸力として評価することになる。

次に、コンクリートに生じている応力の実測により、軸力算定法の妥当性を検証するため、8段SRC切ばりにコンクリートの有効応力計を設置した。コンクリートの有効応力計は、温度変化、乾燥収縮、クリープの影響を除き、外力による応力のみを計測するように工夫された計器である。有効応力計による実測値は、(5)式中の $(\varepsilon_c - \varepsilon_{cs} - \varepsilon_{cc} \pm \varepsilon_t) \cdot E_c$ に対応する。図-6に、外力により生じるコンクリートでの分担軸力の有効応力計による実測値と(5)式による計算値を示す。実測値と計算値はよく一致している。

【参考文献】1) 結城、玉野、水野：大深度シールド立坑の設計・施工、下水道協会誌、Vol25、No284、pp72~83、昭和63年1月

2) 金好、松浦、水野：大規模掘削時におけるSRC切ばりの挙動、第36回土木学会講演集、昭和56年

3) 解説「土木計測」：東横エルメス(株)

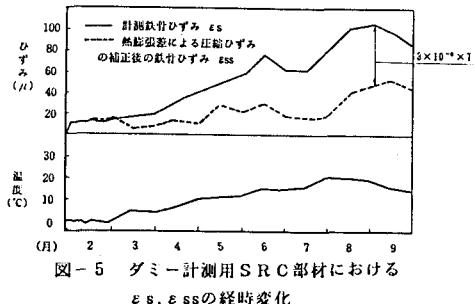


図-5 ダミー計測用SRC部材における ε_s 、 ε_{ss} の経時変化

表-1 軸力計算例(2段SRC切ばりの場合)

	コンクリート		鉄骨	
	ひずみ ε_c (μ)	軸力 N_c (tf)	ひずみ ε_s (μ)	軸力 N_s (tf)
温度変化による	174	602	174	55
乾燥収縮による	4	14	40	13
クリープによる	3	10	30	9
外力による	124	429	124	39
計	305	1,055	368	116

$A_c = 384\text{m}^2$, $E_c = 2.5 \times 10^4 \text{tf/m}^2$, 2段SRC切ばり
 $A_s = 0.0158\text{m}^2$, $E_s = 2.1 \times 10^4 \text{tf/m}^2$, 軸力1171tf
(注) A_s 中には鉄筋の断面積を含む

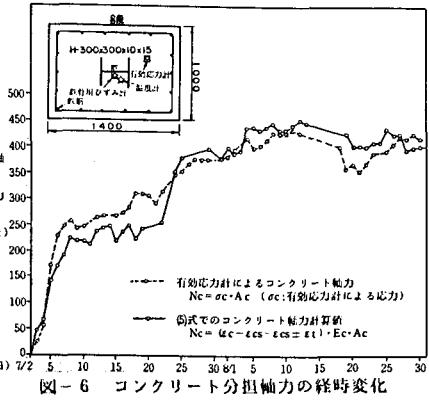


図-6 コンクリート分担軸力の経時変化

(8段SRC切ばりの場合)