

修成建設専門学校 正会員○堤下隆司 大阪工業大学 正会員 栗田章光
トーマソストラクシヨ(株) 正会員 徳岡文明 三菱レイヨン(株) 小西偉夫

1. まえがき

著者らは、メタクリル樹脂コンクリート(以下、樹脂コンという)を用いた増厚補強工法について開発研究を行っている。樹脂は、一般に硬化に伴い大きな収縮ひずみを生じる。これはメタクリル樹脂も同様である。本工法では、樹脂コン中にメッシュ筋を配置することにより増厚部の剛性を高める構造を採用しているため、当然ながらメッシュ筋の補強によりその収縮ひずみが拘束され、樹脂コンには引張応力が発生する。本研究では、拘束を受ける樹脂コンの硬化収縮に伴う残留応力を評価するため、理論解析とともに実物大の供試体を用いた実験を行って考察を加えた。その結果について本文で発表する。

2. 実験概要

拘束を受ける樹脂コンの硬化収縮現象を解析するためには、樹脂コンの自由硬化収縮ひずみ、弾性係数、クリープ係数などの材令に伴う性質等を明らかにしなければならない。そこで本実験では、先に実施したはり実験の結果¹⁾を基に得られた一配合のものに的を絞り、Aタイプ：無拘束(自由硬化収縮)、Bタイプ：拘束(メッシュ筋)、およびCタイプ：拘束(メッシュ筋+床版)の3タイプについて硬化収縮に伴う各ひずみ量の測定を行った。

3. 硬化収縮の解析方法

3.1 基本式

樹脂コンクリートの硬化収縮解析に用いる樹脂コンの応力-ひずみ関係は、次式で表すことができる¹⁾。

$$\Delta \varepsilon_{s,t} = \frac{\Delta \sigma_t}{E_s} \{1 + \frac{1}{2} \phi_s(t)\} + \varepsilon_{s,\infty} \cdot \frac{\phi_s(t)}{\phi_s(\infty)} \quad (1)$$

ここに、 $\varepsilon_{s,t}$ ：時刻 t での硬化収縮ひずみ、 $\phi_s(t)$ ：時刻 t における硬化収縮に伴うクリープ係数

$\varepsilon_{s,\infty}$ ：硬化収縮ひずみの最終値、 $\phi_s(\infty)$ ：硬化収縮に伴うクリープ係数の最終値

E_s ：樹脂コンの弾性係数

3.2 RC床版に接着したメタクリル樹脂コンクリートの硬化収縮の解析

樹脂コンの硬化収縮に伴う各分担断面力の変化量は、図-1を参照し、力のつり合い条件式、および変位の適合条件式より、式(2)で求めることができる。

3.3 解析値と実験値の比較検討

以上に示した解析法を用いて、BおよびCタイプの供試体を対象に、硬化収縮に伴うメッシュ筋のひずみ変化に着目して、数値解析を行った。解析の際に用いた諸条件を表-1に示す。

数値解析は、樹脂コンの弾性係数 E_s を一定と仮定し、最終硬化収縮量 $\varepsilon_{s,\infty}$ は、Aタイプの実験値を用いた。図-2にBタイプ、図-3にCタイプのそれぞれメッシュ筋のひずみ変化の理論値と実測値とをプロットした。これらの図から以下のことがいえる。

(1) Bタイプの実験結果より、今回用いた解析法より樹脂コンの硬化収縮に伴うクリープ係数 $\phi_s(\infty)$ を同定すると、31

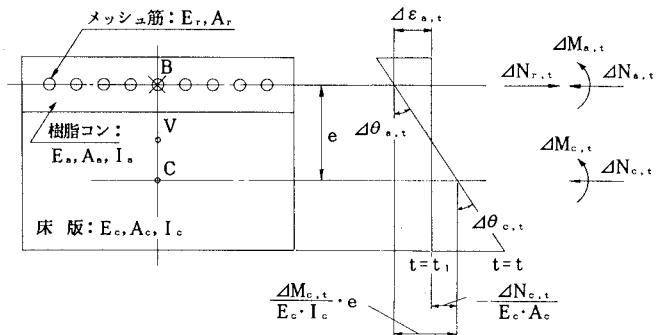


図-1 硬化収縮に伴う各部材のひずみ分布

表-1 解析条件

項	目	数 値
メタクリル樹脂コンクリートの弾性係数	E_s (kgf/cm ²)	2.3×10^4
最終硬化収縮量	$\varepsilon_{s,\infty}$	2750×10^{-6}
メッシュ筋の弾性係数	E_r (kgf/cm ²)	1.9×10^5
($\phi 4 \cdot 50$ mm角、 $\phi 6 \cdot 50$ mm角) A_r (cm ²)		1.382.3.11
コンクリートの弾性係数	E_c (kgf/cm ²)	2.22×10^5
断面二次モーメント	I_c (cm ⁴)	45600

$$\left. \begin{aligned}
 \Delta N_{a,t} &= \frac{\{(1+\eta_D+D_M)(D_N-D_C+D_1 \cdot e)-D_M \cdot e \cdot D_1\}}{(1+\eta_D+D_M)\{(1+\eta_D)(D_C-D_1 \cdot e)-D_N(1+\eta_D-D_C+D_1 \cdot e)+D_M \cdot e \cdot D_1(1+\eta_D+D_N)\}} \cdot P_s \cdot \gamma(t) \\
 \Delta N_{r,t} &= \frac{\{(1+\eta_D+D_M)(D_1 \cdot e-D_C)-D_M \cdot e \cdot D_1\}}{(1+\eta_D+D_M)\{(1+\eta_D)(D_C-D_1 \cdot e)-D_N(1+\eta_D-D_C+D_1 \cdot e)+D_M \cdot e \cdot D_1(1+\eta_D+D_N)\}} \cdot P_s \cdot \gamma(t) \\
 \Delta M_{a,t} &= \frac{-D_M \cdot e \cdot D_N}{(1+\eta_D+D_M)\{(1+\eta_D)(D_C-D_1 \cdot e)-D_N(1+\eta_D-D_C+D_1 \cdot e)+D_M \cdot e \cdot D_1(1+\eta_D+D_N)\}} \cdot P_s \cdot \gamma(t) \\
 \Delta N_{c,t} &= \Delta N_{r,t} - \Delta N_{a,t} \\
 \Delta M_{c,t} &= \Delta N_{c,t} \cdot e - \Delta M_{a,t}
 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここに、剛度比と係数 η_D は、

$$\left. \begin{aligned}
 D_1 &= \frac{E_a \cdot A_a}{E_c \cdot I_c} \cdot e, \quad D_C = \frac{E_a \cdot A_a}{E_c \cdot A_c}, \quad D_M = \frac{E_a \cdot I_a}{E_c \cdot I_c}, \quad D_N = \frac{E_a \cdot A_a}{E_r \cdot A_r} \\
 P_s &= \varepsilon_{s\infty} \cdot E_a \cdot A_a, \quad \gamma(t) = \frac{\phi_s(t)}{\phi_s(\infty)}, \quad \eta_D = \frac{\phi_s(t)}{2}
 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

～34程度であることがわかった。

(2) (1)より、Cタイ°では $\phi_s(\infty)=31$ を用いた計算値と実測値とを比較した。しかし、RC床版に増厚した場合 $\phi_s(\infty)$ が多少変化してもひずみの計算値はほとんど同じ結果となる。

(3) またRC床版と樹脂コンとの剛度比が著しく小さいため、メッシュ筋径の影響は、計算値にほとんど影響しない。

(4) 図—3に示す $\phi 4$ と $\phi 6$ の実測値の差異は、 10μ 程度のため測定誤差範囲であると判断でき、両者はほぼ同じようなひずみ変化であると云える。故に計算値は、実測値に精度よく対応していると云える。

4. まとめ

本研究により得られた成果をまとめると次のようなことがいえる。

(1) RC床版に接着した樹脂コンの硬化収縮に対する解式を示した。

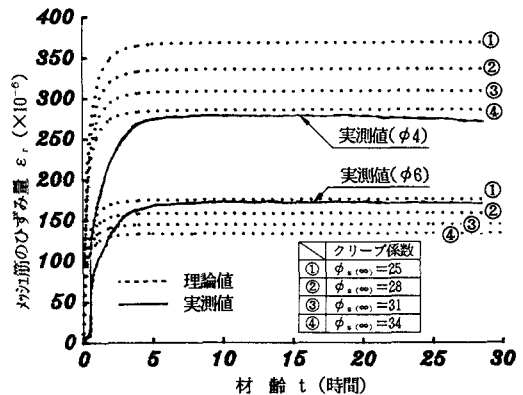
(2) RC床版に接着したメタクリル樹脂コンクリートは、硬化収縮の際にメッシュ筋やコンクリート部の拘束により引張応力が生じて収縮量は極端に小さくなる。本解析法により硬化収縮に伴う残留応力を計算すると、約 4kgf/cm^2 程度の引張応力が生じる結果となった。

(3) 本解析より樹脂コンの硬化収縮に伴うクリープ係数 $\phi_s(\infty)$ は、約30程度になることが明らかとなった。

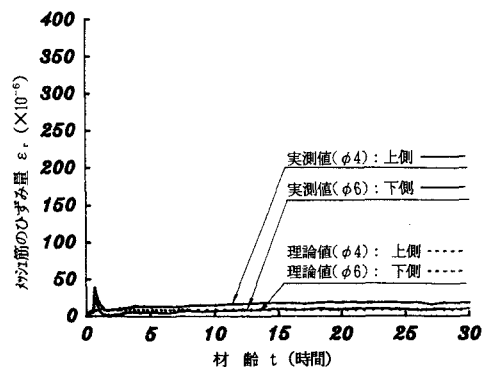
[謝 辞]

本研究の遂行に関して、大阪工業大学・小林和夫教授から種々の貴重な助言をいただきました。また、実験に際しては、大阪工業大学の橋梁研究室の卒業研究生の多大の協力を得ました。ここに記して、深く感謝の意を表します。

[参考文献] 1) 堤下・栗田・徳岡・小西：内部拘束を受けるメタクリル樹脂コンクリートの硬化収縮について、平成6年度関西支部年次講演会投稿中



図—2 硬化収縮によるひずみ変化(B7タイ°)



図—3 硬化収縮によるひずみ変化(C7タイ°)