

供試体寸法及び鉄筋比が自己収縮応力に与える影響

広島大学大学院　学生員　○近藤拓也　名古屋鉄道　正会員　西田尚史
広島大学工学部　フェロー　田澤榮一　佐藤工業　正会員　中村　進

1.はじめに

自己収縮はコンクリートの高強度化、高流動化などと共に顕在してきたが、現在までの知見を総合してみても自己収縮に起因するひび割れを完全に制御する方法を提示するには至らず、その方法の確立が強く望まれているところである。本研究は以上の点を留意し、自己収縮が実構造物にもたらす影響を明確にする上で、自己収縮応力を実構造物により近い鉄筋コンクリート部材について実験的に検討したものである。

2.実験概要

本実験で用いたコンクリートの配合を Table 1 に示す。また、Fig.1 に示す供試体を用いて、以下のよう

に条件を変化させて実験を行った。

- (a)供試体断面及び供試体長さが一定で鉄筋比を 0、0.5、1、3、5%に変化させたもの
- (b)鉄筋比及び供試体長さが一定で供試体断面 $b \times h$ を $10 \times 10\text{cm}$ 、 $20 \times 20\text{cm}$ 、 $30 \times 30\text{cm}$ 、 $40 \times 40\text{cm}$ に変化させたもの

Table 1 コンクリートの配合

W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	BS	S	G	Ad
20	31	160	400	400	442	1022	3.60

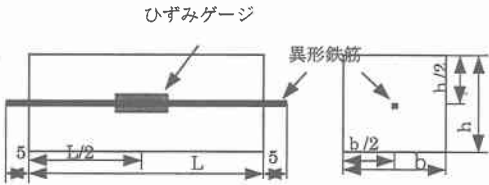


Fig.1 供試体寸法(単位:cm)

養生方法としては、自己収縮による応力を主に測定するために封緘養生で行った。測定方法としては、鉄筋比 0%供試体ではコンクリート内部中央に埋め込み型ひずみゲージを、鉄筋比 0.5～5%供試体は、Fig.1 に示す位置に貼り付けひずみゲージを鉄筋に貼り付け、コンクリート凝結始発時よりひずみを測定した。初期の測定間隔は自己収縮の発生が大きいため 15 分間隔で、その後は徐々に測定間隔を広げて材齢 28 日まで連続して測定した。さらに熱電対を用いてコンクリート内部の温度測定を行った。コンクリートの自己収縮ひずみは、実測ひずみから温度変化によるひずみを差し引いた値とした。この温度によるひずみは線膨張係数を $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と仮定して算出した。

〈自己収縮応力の評価方法〉

自己収縮応力 σ (N/mm²) を算出するにあたって、(1)コンクリートの収縮が断面内に一様に生じる、(2)鉄筋とコンクリートの付着は完全である、(3)断面自身の拘束により生じる自己収縮応力を考慮しないものとする、という仮定の下、鉄筋とコンクリートの軸力の釣り合い式から次式で求めた。

$\sigma = E_s \times \epsilon_s \times P$ ここで E_s :鉄筋の弾性係数($\times 10^5 \text{N/mm}^2$)、 ϵ_s :鉄筋のひずみ($\times 10^{-6}$)、 P :鉄筋比

またコンクリートの自己収縮を鉄筋で拘束した数々の自己収縮応力測定結果に対し、鉄筋コンクリート部材を一軸モデルと仮定し、鉄筋とコンクリートの軸力がつりあい、かつ両者のひずみが同値であるとの適合条件に基づき、複数のクリープ曲線を用いることによって若材齢時に急激に変化するクリープの特性を取り込むことができる解析法である Step-by-Step 法¹⁾により応力解析した。解析では無筋コンクリートの自己収縮ひずみ、圧縮強度、弾性係数は実測値を用い、クリープ係数は若材齢クリープ係数予測式に基づき推定した。

3.実験結果及び考察

Fig.2 は $10 \times 10 \times 40(\text{cm})$ 供試体の鉄筋比の違いによる自己収縮応力の経時変化を示す。鉄筋比が増大するほど鉄筋による拘束が増えるため、自己収縮応力が増加する。また、若材齢時には応力が急激に増加するが、長期材齢では大きな応力の変動はなく緩やかに増加している。よって鉄筋比が自己収縮応力に及ぼす影響は大きいと言える。

Fig.3 は鉄筋比 3% 供試体の供試体断面による自己収縮応力の経時変化を示したものである。供試体断面の相違により自己収縮応力に若干の誤差が生じた。しかし材齢 28 日時点での自己収縮応力の最大の差は、本実験での最大断面と最小断面でないことから、供試体断面の増大が自己収縮応力の増加に関係していないと考えられる。従って、供試体断面が自己収縮応力に及ぼす影響はほとんどないといえる。

Fig.4 は鉄筋比と自己収縮応力の関係を示したグラフで、各断面での応力平均値を材齢 1、3、7、14、28 日について示したものである。それぞれの鉄筋比において、自己収縮発生初期の応力を除いて、日数が経過しても応力が一定であることを示しており、また概ね一本の直線回帰することができることで鉄筋比と応力は相関関係があると考えられる。

Fig.5 は $10 \times 10 \times 40(\text{cm})$ 供試体の実測値による自己収縮応力と Step-by-Step 法により解析した自己収縮応力の変動を示したものである。各鉄筋比の自己収縮応力の解析値と実測値は、いずれの材齢において近似している。よって鉄筋コンクリート部材の自己収縮応力予測方法は、Step-by-Step 法を用いた複数のクリップ曲線の重ね合わせの原理に基づいて若材齢時のコンクリートの物性を取り込むことができるために精度の高い予測が可能な方法であるといえる。

4. 結論

- 1) 鉄筋比が増大するに伴い、自己収縮応力は増加する。鉄筋比が自己収縮応力に与える影響は大きい。
- 2) 供試体断面の増大と自己収縮応力の増加に相関はなく、供試体断面が自己収縮応力に与える影響は殆どない。
- 3) 若材齢時を除き、鉄筋比と自己収縮応力には相関がある。
- 4) 鉄筋コンクリート部材の自己収縮応力の予測方法として Step-by-Step 法は、精度の高い予測が可能な方法である。

【参考文献】 1) Proceeding of International Workshop on Autogenous Shrinkage of Concrete '98, PP.29-54

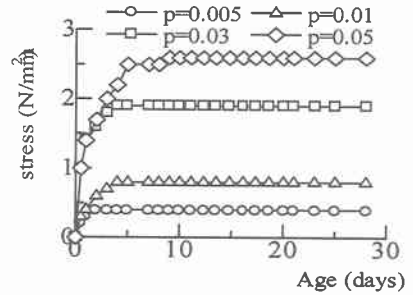


Fig.2 鉄筋比の違いによる自己収縮応力の経時変化

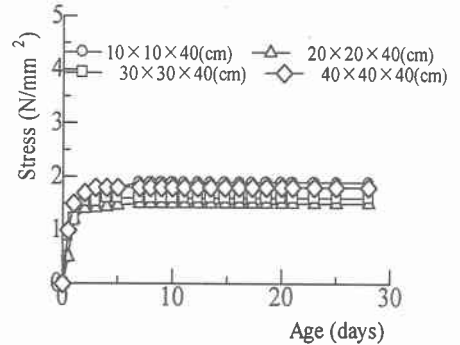


Fig.3 供試体断面積の違いによる自己収縮応力の経時変化

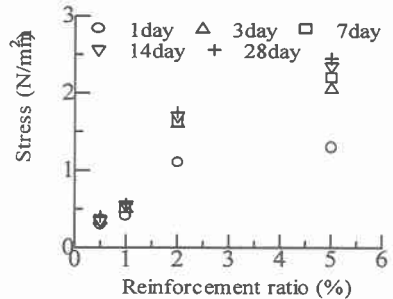


Fig.4 各材齢における鉄筋比と応力の関係(供試体長さ 40cm)

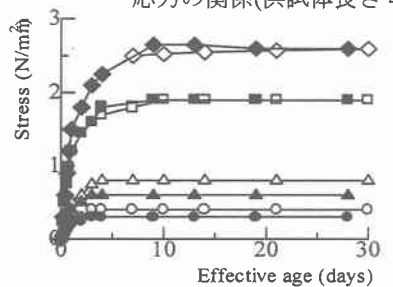


Fig.5 実測値と計算値の比較