

リング型拘束試験で測定した繊維補強モルタルの引張有効弾性係数

木更津高専環境都市工学科 学生会員 ○山中奈穂
木更津高専環境都市工学科 正会員 青木優介, 黒川章二, 嶋野慶次
東電工業株式会社 正会員 鈴木正志

1. はじめに

コンクリートの収縮ひび割れを予測するためには、どれだけ収縮するかという収縮特性だけではなく、拘束された変形とそれに伴い導入される応力との関係を示す応力-有効ひずみ関係、応力やひずみがどの状態に達した時にひび割れが発生するのかというひび割れ発生条件を把握しておく必要がある。¹⁾

本研究では、断面修復用繊維補強モルタルの応力-有効ひずみ関係を求めることを目的として、拘束度および断面厚を変化させたリング型拘束収縮試験を行った。

2. 実験の概要

2. 1 断面修復用繊維補強モルタル

断面修復用繊維補強モルタルの構成を表-1に示す。材齢27日目で温度 $20\pm1.0^{\circ}\text{C}$ で封かん養生した際の圧縮強度は 50.0N/mm^2 、割裂引張強度は 6.61N/mm^2 、静弾性係数は $2.66\times10^4\text{N/mm}^2$ である。

2. 2 リング型拘束収縮試験

脱型前のリング型拘束収縮試験供試体を写真-1に示す。本実験は、リング状の型枠内に打込まれたモルタルの収縮を、型枠を兼ねる内円鋼管により拘束する試験である。内円鋼管の円周方向のひずみを測定すれば、モルタルの円周方向の収縮応力を計算できる。

2. 3 リング型拘束収縮試験の構成

リング型拘束収縮試験の構成を表-2に示す。供試体の高さは全て100mmとした。鋼管厚6mm、モルタル厚38.5mmとした基準供試体に対して、鋼管厚を8mmに増やした鋼管厚供試体、モルタル厚を61.8mmに増やした断面厚供試体で構成した。ここで、有効ひずみを求めるためには自由収縮試験が必要となる。今回は、内円型枠に取り外しできる塩化ビニール管を使用し、モルタル厚を拘束収縮試験と同様の38.62mmとした自由収縮供試体を作成した。全ての供試体は1体ずつとした。

2. 4 養生・乾燥条件と測定項目

供試体は、恒温室($20\pm1.0^{\circ}\text{C}$, $50\pm5.0\%$)で封かん状態とし、1日間養生して脱枠したのち、材齢2日目から乾燥を開始した。供試体の上下面(自由収縮供試体は内側面も)は、シーリング剤+ビニールシートで覆い、外側面のみの乾燥とした。

拘束収縮供試体では鋼管内側面およびモルタル外側面の四方向、自由収縮供試体ではモルタル内側面および外側面の四方向でひずみを測定した。鋼管のひずみは打設直後から、モルタルのひずみは打設後2日目から測定を開始した。

表-1 断面修復用モルタルの構成

構成材料		重量比(%)
粉体	セメント	30.4
	細骨材	66.0
	膨張剤等	3.6
	ビニロンチップ	
エマルジョン	水	88.3
	アクリル樹脂等	11.7

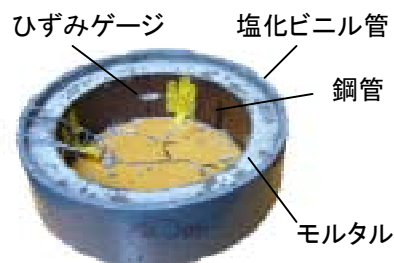


写真-1 脱型前のリング型供試体

表-2 リング型拘束収縮試験の構成

リング供試体	名称	鋼管内径	鋼管厚	モルタル厚
	基準	306.5 mm	6.0 mm	38.3 mm
	鋼管厚	302.5 mm	8.0 mm	38.3 mm
	断面厚	306.5 mm	6.0 mm	61.8 mm
	自由38		—	
	自由62		—	

キーワード 収縮, ひび割れ, リング型拘束試験, 繊維補強モルタル

連絡先 〒292-0041 千葉県木更津市清見台費狩り2-11-1 木更津工業高等専門学校 TEL 0438-30-4129

3. 実験結果

3. 1 収縮ひずみ

各供試体における収縮ひずみの経時変化を図-1に示す。ここで、基準、鋼管厚、断面厚供試体の収縮ひずみは、鋼管のひずみとモルタル外側面のひずみの平均値である。また、自由38、自由62供試体の収縮ひずみは、モルタル内側面と外側面のひずみの平均値である。有効ひずみとは拘束収縮ひずみと自由収縮ひずみとの差であり、基準、鋼管厚供試体については自由38供試体のひずみと自らの収縮ひずみとの差が、断面厚供試体については自由62供試体のひずみと自らの収縮ひずみとの差がこれにあたる。

鋼管厚供試体の拘束収縮ひずみが材齢27日で途切れているが、これは供試体断面を貫通するひび割れが生じたためである。

3. 2 収縮応力

鋼管のひずみより求めた各拘束収縮供試体の応力の経時変化を図-2に示す。応力は以下の式(1)²⁾を用いて算出した。

$$\sigma(r) = \varepsilon_s \cdot E_s \cdot t \cdot r_1 \frac{\left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 + 1}{r_2^2 - r_1^2} \quad (1)$$

ここで、 $\sigma(r)$ ：供試体中心点から半径方向に距離 r の位置におけるコンクリートの円周方向の応力(N/mm²)、 ε_s ：鋼管内側面の円周方向の圧縮ひずみ、 E_s ：鋼管の弾性係数(N/mm²)、 t ：鋼管厚さ(mm)、 r_1 ：コンクリート内側面までの距離(mm)、 r_2 ：コンクリート外側面までの距離(mm)である。応力の導入速度は、鋼管厚、基準、断面厚供試体の順に早くなっている。基準供試体と比較して、鋼管厚供試体は拘束度が大きいこと、断面厚供試体は収縮が遅く拘束度も低いことを考えれば、妥当な結果であると考えられる。

3. 3 応力-有効ひずみ関係

各拘束収縮供試体の応力-有効ひずみ関係を図-3に示す。この関係の傾き、すなわち有効弾性係数は鋼管厚、基準、断面厚供試体の順に大きくなっている。基準供試体に比べて鋼管厚供試体の有効弾性係数が大きくなった理由としては、応力導入速度が速いことが考えられる。また、断面厚供試体の有効弾性係数が小さくなった理由としては、応力導入速度が遅いことが考えられるが、一方で乾燥面積体積比が小さくなっていることから、低下の度合いはそれほど大きくならなかったと考えられる。

なお、直線で示しているのは材齢27日の静弾性係数から求めた応力-ひずみ関係である。基準、鋼管厚、断面厚供試体の有効弾性係数は、それぞれ静弾性係数の約 1/1.8, 1/1.6, 1/3.9 となっている。

参考文献

- 1) 青木優介, 下村 匠: 乾燥収縮ひび割れ抵抗性評価のためのコンクリートの引張変形特性およびひび割れ発生条件に関する検討, 土木学会論文集, No.732/V-59, pp.135-148, 2003.5
- 2) 日本コンクリート工学協会: コンクリートの自己収縮委員会報告書, 2002.9

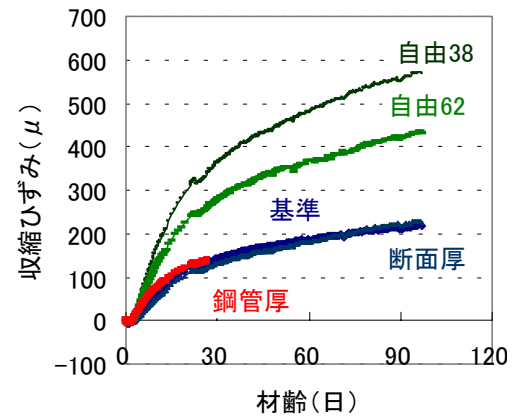


図-1 収縮ひずみの経時変化

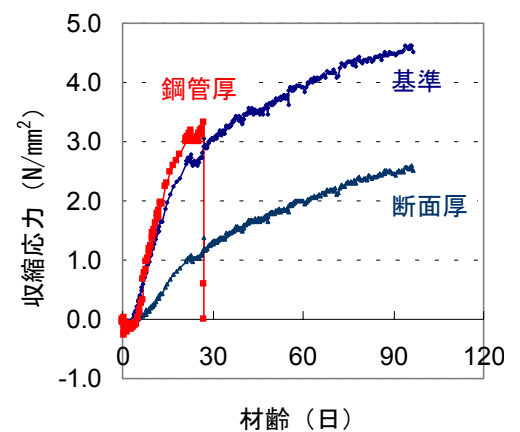


図-2 収縮応力の経時変化

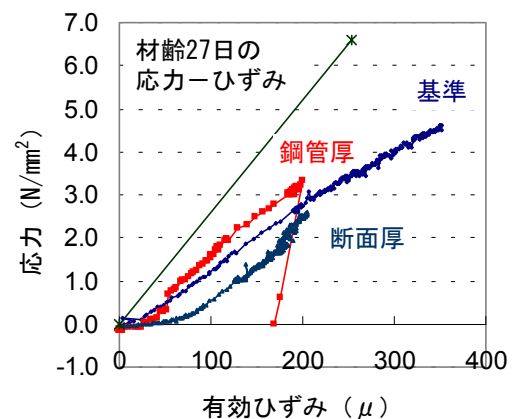


図-3 応力-有効ひずみ関係