

V-322

P R C 部材のひび割れ幅に及ぼす乾燥収縮の影響の検討

宇都宮大学大学院

学生員

山本浩嗣

宇都宮大学

正会員

佐藤良一

（財）鉄道総合技術研究所

正会員

涌井 一

オリエンタル建設株式会社

正会員

落合 勝

1. はじめに

P R C 部材の特長の一つは、R C 部材にプレストレスを導入してひび割れ幅を抑制するところにある。しかし、長期におけるひび割れ幅、特に乾燥収縮の影響については必ずしも定量化されていない。

そこで、本研究は、自由乾燥収縮、温度変化ひずみおよび鉄筋ひずみの経時変化を計測することにより、持続荷重載荷後のひび割れ幅の増大に対し、乾燥収縮がどの程度影響しているかを実験的に検討した。また、引張鉄筋比（引張鉄筋比が大きくなればプレストレス量が小さく、鉄筋応力度が高い）と乾燥収縮の影響度の関係についてもあわせて考察した。

2. 実験概要

供試体は20x25x240cmの矩形断面で、断面諸元を図-1に、供試体一覧を表-1に示す。これら供試体は材齢9日目にプレストレスを導入すると同時に一斉に乾燥を開始した。材齢10日目にグラウト注入を行い、材齢17日目から持続載荷実験を開始した。載荷はスパン240cm、純曲げ区間80cmの2点載荷とした。純曲げ区間を試験区間とし、ひび割れ幅は引張鉄筋位置で、静的載荷時にはパイ型変位計（標点距離100mm、感度 $2000 \times 10^{-6}/\text{mm}$ ）を用いて計測を行い、経時的に変化するひび割れ幅に対しては、標点距離2cmのコンタクトゲージ（精度、 $1/1000\text{mm}$ ）を用いて

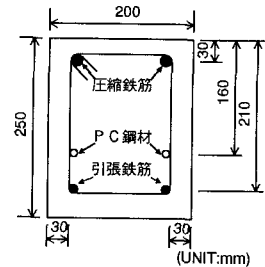


図-1 断面諸元

表-1 供試体一覧

供試体名	引張鉄筋	圧縮鉄筋	P C 鋼材	導入プレストレスによる緊張応力 kgf/cm^2	載荷モーメント $\text{kgf}\cdot\text{cm}$	静的載荷直後の	
						鉄筋応力 kgf/cm^2	平均ひび割れ幅 mm
Dm16-16(7.4)	#2Dm16	2D16	2 ϕ 7.4	-24	225300	1954	0.100
Dm13-16(9.2)	#2Dm13	2D16	2 ϕ 9.2	-44	226700	1346	0.069

#:Dm16, Dm13には溝切り鉄筋を使用

計測した。鉄筋ひずみを計測するためにDm16-16(7.4)およびDm13-16(9.2)には引張鉄筋リブ位置に幅4mm、深さ3mmの溝を切削し

2cm間隔で52cm区間にストレーンゲージを貼付した。また、乾燥収縮ひずみを計測するために同断面の供試体を3体作製した。

3. 材料特性

コンクリートの標準養生材齢28日での圧縮強度、引張強度および弾性係数は454、37.1、 3.75×10^5 （すべて kgf/cm^2 ）であった。

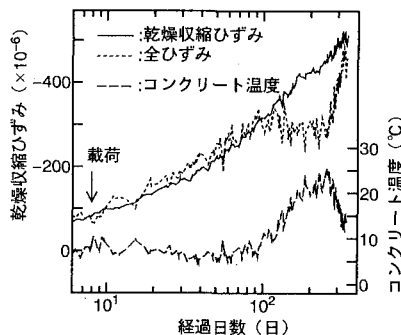


図-2 乾燥収縮ひずみの経時変化

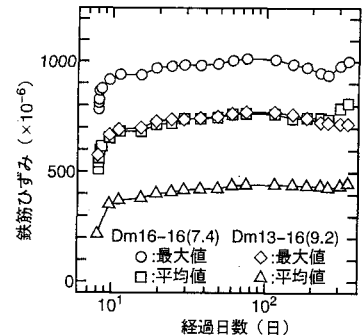


図-3 鉄筋ひずみの経時変化

載荷時での圧縮強度および弾性係数は463、 3.01×10^5 (すべて kgf/cm^2) であった。図-2は乾燥収縮ひずみと温度変化ひずみも考慮した全ひずみの経時変化を示したものである。あわせてコンクリート温度の経時変化も示す。

4. 結果と考察

経時的なひび割れ幅の増大は、鉄筋のひずみの変化の影響も受けるので、図-3に鉄筋応力度の異なる2種類の供試体のひび割れ断面および2つのひび割れ間要素中の全ひずみの平均の実測値を示す。これによれば、載荷後初期の段階でひずみの増加が認められる。

次に、図-4、5にDm16-16(7.4)、Dm13-16(9.2)の実測のひび割れ幅の増加量の平均値の経時変化を示す。これらによれば、両者の増加量はほぼ等しい。同図には、ひび割れ幅の増加量の平均値($\Delta \omega_{av}$)から、平均鉄筋ひずみの増加量($\Delta \varepsilon_{s, av}$)と平均ひび割れ間隔(l_{av})を掛けることによって求めた鉄筋ひずみ変化に依存したひび割れ幅を差し引いた値も示している。このひび割れ幅の増加量は温度変化とコンクリートの乾燥収縮によってもたらされたものと考えられる。ちなみにコンクリートの実測線膨張係数は $10.3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ であった。

図-6は、実測ひび割れ幅から逆算して求めた鉄筋位置のひび割れ間コンクリートのひずみと自由変形ひずみの関係を示したものである。ここで、ひび割れ間コンクリートのひずみは

$$\varepsilon c' = \Delta \omega_{av} / l_{av} - \Delta \varepsilon_{s, av}$$

で求めた。また、横軸の自由変形ひずみは、鉄筋とコンクリートとの線膨張係数差が小さいので、ほぼ自由乾燥収縮ひずみと考えることが出来る。この図から、鉄筋応力度が高いDm16-16(7.4)の場合は、およそ自由乾燥収縮の約80%がひび割れ幅増加に寄与し、鉄筋応力度が低いDm13-16(9.2)の場合の寄与率はおよそ65%であることがわかる。これは、図-7に示すように両者の平均付着応力がほぼ等しいことを考えれば、Dm13-16(9.2)の場合平均ひび割れ間隔が18.1cmと、Dm16-16(7.4)の場合の15.0cmより広く、そのために鉄筋からの拘束が高かったことによると思われる。なお、 300×10^{-6} (図-4の180日に対応) を過ぎたあたりから $\varepsilon c'$ が減少傾向を見せ

ているが、これはひび割れ幅の増加がピークに達した後に、乾燥収縮の進行の鈍化と温度降下によるものと考えられる。

5. あとがき

持続荷重を受けるP R C部材の載荷後のひび割れ幅の増加量に及ぼす乾燥収縮の影響について実験的に検討した。本実験の範囲では、プレストレスを高くすることによって引張鉄筋比を小さくすることは、ひびわれ間隔が広がる一方、乾燥収縮を拘束するため、ひび割れ幅の経時的な増加を助長することはないといえる。

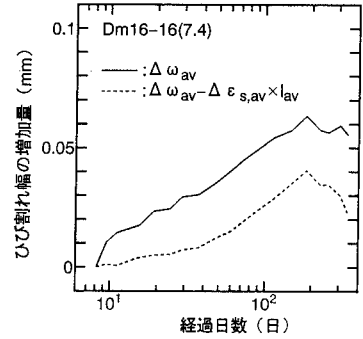


図-4 ひび割れ幅の増加量の平均値の経時変化

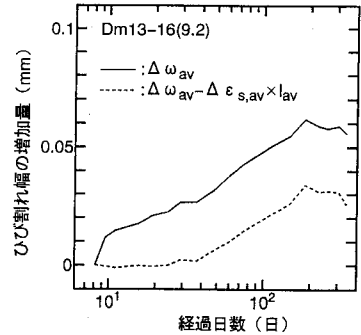


図-5 ひび割れ幅の増加量の平均値の経時変化

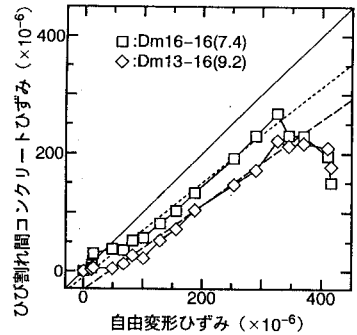


図-6 ひび割れ間コンクリートひずみと自由変形ひずみの関係

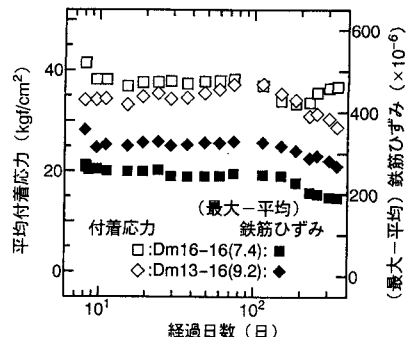


図-7 平均付着応力の経時変化