

RC 棒部材の一軸引張実験に基づく若材齢コンクリートの付着喪失等価領域

呉工業高等専門学校 正会員 ○三村陽一 堀口 至
山口大学大学院 理工学研究科 正会員 吉武 勇

1. はじめに

マスコンクリートの温度ひび割れ幅予測に用いられる CP ひび割れ幅法では、ひび割れ位置における鉄筋のひずみに付着喪失等価領域(以下、 l_s)を乗じることによって、簡易にひび割れ幅を算定することができる。ここで l_s は簡易的に一律 200mm として評価されているが、コンクリートと鉄筋の付着特性は種々の要因によって変化するため、 l_s は必ずしも一定ではない¹⁾。そこで本研究では、既報²⁾の一軸引張実験に基づいて、 l_s の定量評価を試みた。

2. 一軸引張実験

本研究の一軸引張実験では、図-1 に示すように 100×100×1560mm のコンクリートの断面中央に異形鉄筋 D13(SD295A)を埋設した供試体を用いた。鉄筋定着長は、供試体の中央から片側に鉄筋径 D の 50 倍(50 D , $L=650$ mm)ずつの計 1300mm である。コンクリートにより付着拘束を受ける鉄筋のひずみ(以下、鉄筋ひずみ)を計測するため、供試体中央より片側部にひずみゲージを 65mm(5 D)の等間隔で貼り付けた。本研究におけるコンクリート配合および使用材料を表-1 に示す。実験を行った材齢は、1, 1.5, 2, 3, 7, 28 日である。実験方法の詳細は、別報²⁾を参照されたい。

一軸引張実験で得られたひずみ分布の一例を図-2 に示す。なお、図中に示す自由部鉄筋応力は、荷重 P_t を鉄筋断面積 A_s で除したものであり、コンクリートとの付着の影響を受けない自由部(ひび割れ位置)における鉄筋の応力を表している。また、コンクリートのひずみは、計測した鉄筋ひずみを用いて式(1)から算定したものである。

$$\bar{\varepsilon}_{ct} = \frac{P_t - \varepsilon_{st} E_{st} A_s}{E_{ct} A_c} \quad (1)$$

ここに $\bar{\varepsilon}$: 断面平均ひずみ, P : 荷重, ε : ひずみ, E : ヤング係数, A : 断面積を表し, 下添字の C, S はそれぞれコンクリートおよび鉄筋を表し, t, c はそれぞれ引張および圧縮を表す。

図-2 に示すように、材齢 7 日における自由部鉄筋応力(P_t/A_s) 245N/mm² では、定着端面からの距離が 260mm より大きくなると、鉄筋とコンクリートのひずみが同程度となった。一方、260mm より端面側では鉄筋とコンクリートのひずみに差が生じている。ここで、コンクリートと鉄筋のひずみ差の積分値(すべり S , 図-2 における着色部の面積, 式(2)参照)は、定着端面における鉄筋の抜け出し量である。

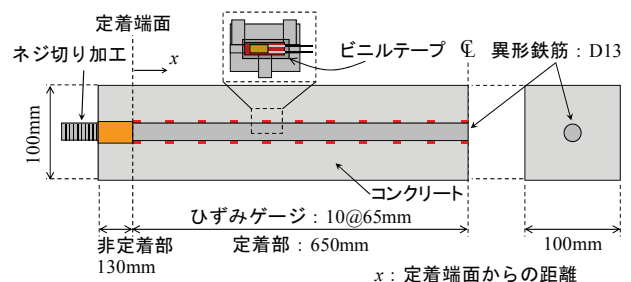


図-1 RC 棒部材

表-1 コンクリート配合と使用材料			
水セメント比 W/C		57%	
単位量 (kg/m ³)	水 W	165	水道水
	セメント C	290	高炉セメント B 種
	細骨材 S	812	海砂
	粗骨材 G	1030	碎石
	混和剤 Ad	2.9	AE 減水剤

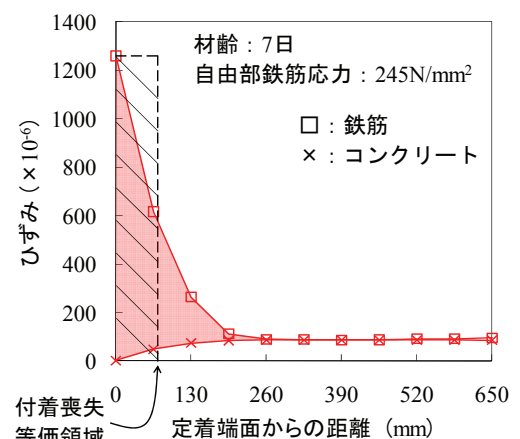


図-2 ひずみ分布の一例

キーワード 一軸引張実験, 若材齢コンクリート, 付着喪失等価領域

連絡先 〒737-8506 広島県呉市阿賀南 2-2-11 呉工業高等専門学校環境都市工学科 TEL 0823-73-8955

$$S = \int_0^L (\varepsilon_{st} - \overline{\varepsilon_{ct}}) dx \quad (2)$$

定着端面におけるすべり S は、鉄筋位置におけるコンクリートのひび割れ幅 (W_{cr}) の 1/2 を表すものであり、これを同位置の鉄筋ひずみで除すことにより、 l_s を算定できる。

3. 付着喪失等価領域の算定

一軸引張実験より得られたひずみを用いて求めた $W_{cr}(S \times 2)$ と自由部鉄筋応力の関係を図-3 に示す。なお、載荷過程において、コンクリートの断面を貫通するひび割れが生じた。図-3 には、貫通ひび割れ発生までの結果を示しているため、自由部鉄筋応力の最大値は各材齢によって異なっている。図-3 に示すように、自由部鉄筋応力と W_{cr} の関係は、いずれの材齢においても下に凸な曲線となった。また、材齢が進行すると、同一の自由部鉄筋応力に対する W_{cr} が小さくなった。これは、材齢(水和)の進行にともない、コンクリートの強度やヤング係数が発現することで異型鉄筋のふし前面における支圧抵抗が増加し、すべりが小さくなったためと考えられる。

図-3 に示す W_{cr} を基に求めた l_s を図-4 に示す。自由部鉄筋応力が比較的小さい場合(たとえば、材齢 3 日では 50N/mm^2 程度以下)、自由部鉄筋応力と l_s の関係は上に凸な曲線状を呈した。また、自由部鉄筋応力がある程度大きくなると、自由部鉄筋応力と l_s は概ね比例関係となり、その勾配は材齢の進行にともない小さくなった。ここで、コンクリートの圧縮強度(以下、 f'_c)と l_s の関係を図-5 に示す。材齢 28 日では f'_c が 30N/mm^2 を超え、 l_s は約 50mm と概ね一定となった。また、 f'_c が小さいと l_s は大きくなる傾向を示しており、 f'_c が 5N/mm^2 にも満たない材齢 1 日の l_s は 120mm 程度と、材齢 28 日の 2 倍以上となった。しかしながら、一般的に用いられる $l_s=200\text{mm}$ に比べ、本研究で得られた l_s は、材齢 1 日を除くと 100mm 以下と 1/2 にも満たないものであった。

4. まとめ

本研究の成果を以下にまとめて列挙する。

- (1) 自由部鉄筋応力がある程度大きくなると、自由部鉄筋応力と付着喪失等価領域は概ね比例関係となり、その勾配は材齢の進行にともない小さくなった。
- (2) コンクリートの圧縮強度が 5N/mm^2 にも満たない材齢 1 日の結果を除くと、本研究で得られた付着喪失等価領域は 100mm 以下であり、一般的に用いられる 200mm の 1/2 にも満たないものであった。

参考文献：

- 1) マスコンクリートの温度応力研究委員会：温度ひび割れ幅算定方法についての提案，日本コンクリート工学協会，1992。
- 2) 三村陽一，吉武 勇，森本公典，浜田純夫：若材齢コンクリートと異型鉄筋の局部付着特性に関する実験的研究，土木学会論文集 E，Vol.63，No.3，pp.410-423，2007。

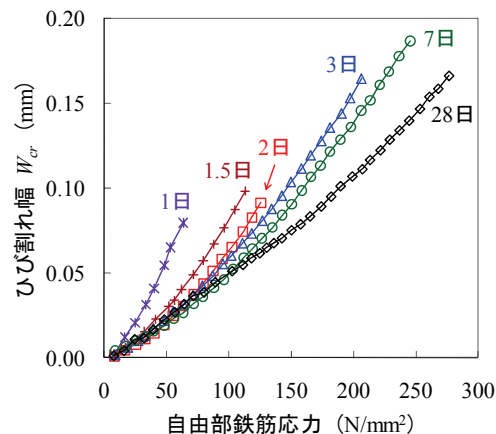


図-3 $P_t/A_s - W_{cr}$

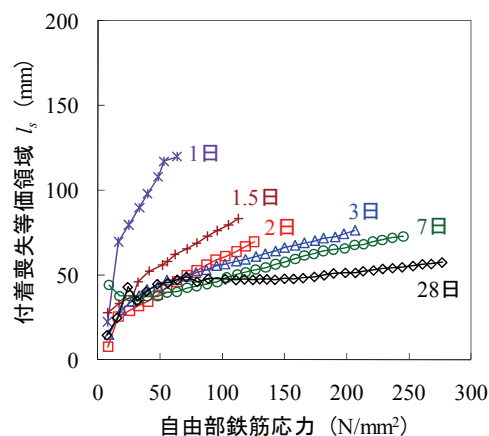


図-4 $P_t/A_s - l_s$

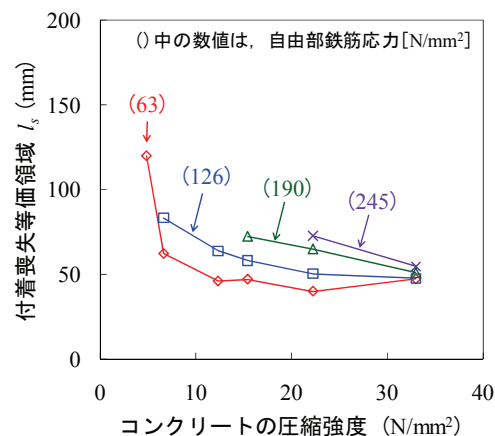


図-5 $f'_c - l_s$