

若材齢コンクリートと異形鉄筋の局部付着特性に関する一実験

山口大学大学院 学生会員 ○浜梶 方希
 山口大学大学院 正会員 三村 陽一
 新光産業(株) 正会員 森本 公典
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

初期ひび割れの制御・防止を合理的に行うためには、若材齢コンクリートと鉄筋の付着特性を適切に評価する必要がある。そこで本研究では、材齢およびコンクリートの断面寸法をパラメータとした両引き付着応力実験を行い、軸剛性の異なる若材齢コンクリートと異形鉄筋の局部付着応力—すべり関係の経時変化を求めた。

2. 両引き付着応力実験

コンクリートの体積変化に起因した初期ひび割れが発生するとき、主に鉄筋・コンクリートともに引張応力下にあると考えられる。そこで本研究では、図-1に示す一軸引張載荷装置を用いて、コンクリートから張り出した鉄筋に引張力を与える両引き付着応力実験を行った。本研究におけるコンクリートの配合および使用材料を表-1に示す。また、供試体名称および実験項目を表-2に示す。

本研究における鉄筋定着長は、供試体中央から片側に鉄筋径 D の50倍($50D$, 650mm)ずつの計 1300mm とした。供試体および鉄筋ひずみの計測位置を図-2に示す。軸剛性が局部付着特性に及ぼす影響を求めるため、コンクリートの断面寸法を $100\times 100\text{mm}$, $200\times 200\text{mm}$ の2種類とし、材齢1, 2, 3, 7日において両引き付着応力実験を行った。

本研究では、式(1)を用いて局部付着応力 τ 、式(2)および式(3)を用いてすべり S を算定した。

$$\tau = \frac{DE_s}{4} \frac{d\varepsilon_{s-b}}{dx} \quad (1) \quad \begin{array}{l} \varepsilon : \text{ひずみ} \\ E : \text{ヤング係数} \\ A : \text{断面積} \end{array}$$

$$\varepsilon_c = \frac{P - \varepsilon_{s-b} E_s A_s}{E_c A_c} \quad (2) \quad \begin{array}{l} x : \text{供試体中央からの距離} \\ P : \text{荷重} \\ s : \text{鉄筋} \\ c : \text{コンクリート} \end{array}$$

$$S(x) = \int_0^x \{\varepsilon_{s-b}(x) - \varepsilon_c\} dx \quad (3) \quad \begin{array}{l} s-b : \text{コンクリートにより付着拘束を受ける鉄筋} \end{array}$$

3. 実験結果および考察

3.1. 軸方向の鉄筋ひずみおよび局部付着応力分布

軸方向の鉄筋ひずみ分布の一例を図-3に示す。自由部鉄筋応力の増加にともない、軸方向の鉄筋ひずみ分布の勾配が大きくなるとともに、分布勾配の生じる範囲が供試体中央に及

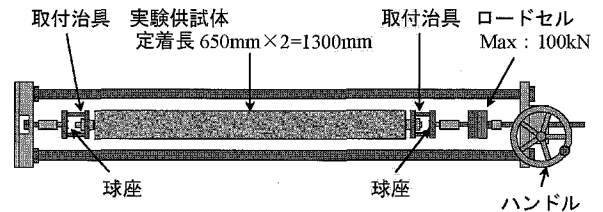


図-1 一軸引張載荷装置

表-1 コンクリートの配合および使用材料

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	砕石
	混和剤 Ad	2.9	AE 減水剤

表-2 供試体名称および実験項目

供試体名称	断面寸法(mm)	材齢(日)
N100	100×100	1, 2, 3, 7
N200	200×200	1, 2, 3, 7

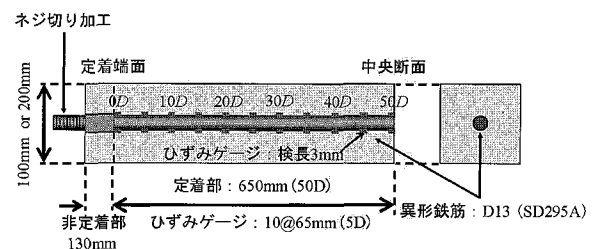


図-2 供試体および鉄筋ひずみ計測位置

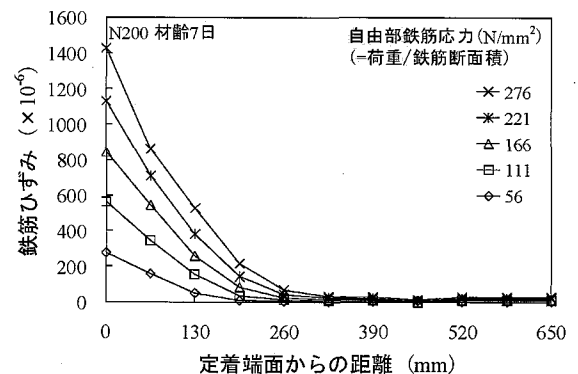


図-3 軸方向の鉄筋ひずみ分布

んでいた。一方、鉄筋ひずみの分布勾配がほとんど生じていない範囲(完全付着領域)の鉄筋ひずみは、式(2)で算定されるコンクリートの断面平均ひずみとほぼ一致していた。このことより、このような領域ではコンクリートと鉄筋の間にすべりはほとんど生じなかったと考えられる。

軸方向の局部付着応力分布の例を図-4に示す。自由部鉄筋応力の増加にともない、局部付着応力が大きくなるとともに、局部付着応力の生じる範囲が供試体中央に及んでいた。また、N100 供試体に比べ、N200 供試体の方が局部付着応力の生じる範囲がより供試体中央に及んでいた。

3.2. 局部付着応力-すべり関係

異なる軸方向位置における $\tau-S/D$ 関係の例(材齢 7 日)を図-5に示す。N100 供試体における $\tau-S/D$ 関係は、いずれの位置においても概ね同じ曲線状を示したことから、鉄筋軸に沿った位置によらず同程度のものとして取り扱うことができると考えられる。一方、N200 供試体の場合、定着端に近いほど相対すべり S/D が大きくなる傾向にあった。

材齢の異なる $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係の例を図-6に示す。材齢 1 日における $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係は、 $\tau/f_c^{2/3}=0.15$ 程度までは材齢 2, 3, 7 日とほぼ同じ曲線状を呈した。 $\tau/f_c^{2/3}$ がそれより大きくなると、相対すべり S/D の増加が顕著となった。一方、材齢 2 日以降の $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係は概ね同じ曲線状を示した。

軸剛性の異なる $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係(材齢 7 日)を図-7に示す。N100 供試体に比べ、N200 供試体の方が同一 $\tau/f_c^{2/3}$ における相対すべり S/D が大きく、5D の位置におけるその差異は 2 倍以上に及ぶものであった。このような相対すべり S/D の差異は、定着端面からの位置が供試体の中央に近づくほど小さくなった。これは、図-3 に示すように、供試体の中央ほど鉄筋ひずみが小さくなったためと考えられる。

4. まとめ

- (1) 鉄筋およびコンクリートともに引張力が作用する場合、鉄筋ひずみとコンクリートの断面平均ひずみの差をもって算定したすべり S 、および圧縮強度の $2/3$ 乗で正規化した $\tau/f_c^{2/3}$ を用いることで、鉄筋軸に沿った位置によらず、材齢 2 日以降の $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係は概ね同じ曲線状になることを示した。
- (2) 断面寸法 $100 \times 100 \text{ mm}$ のコンクリートに比べ、軸剛性が大きい $200 \times 200 \text{ mm}$ のコンクリートと異形鉄筋の間に生じるすべりは大きく、5D の位置におけるその差異は 2 倍以上であった。また、供試体の中央に近い箇所ほど、相対すべり S/D の差異は小さくなった。

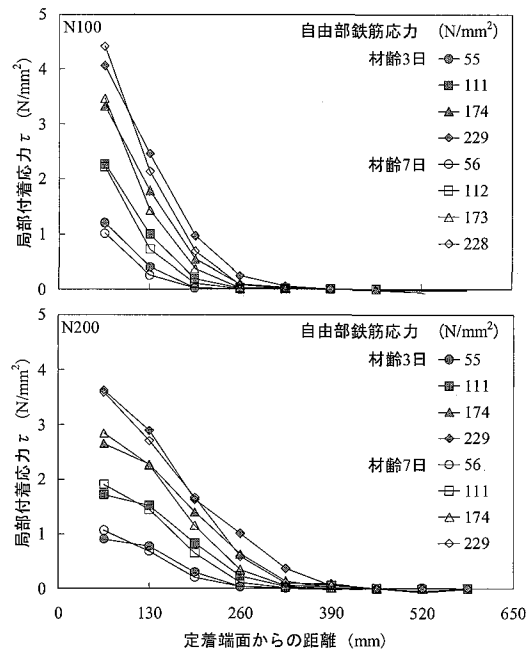


図-4 軸方向の局部付着応力分布

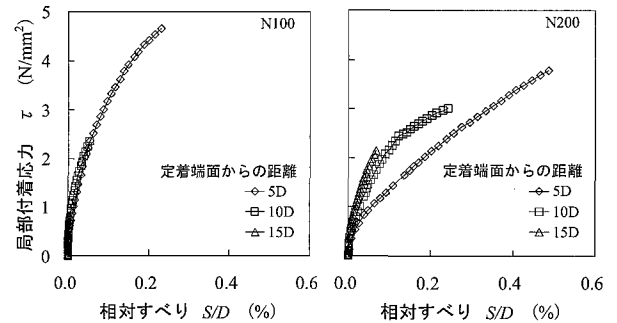


図-5 異なる軸方向位置における $\tau-S/D$ 関係(材齢 7 日)

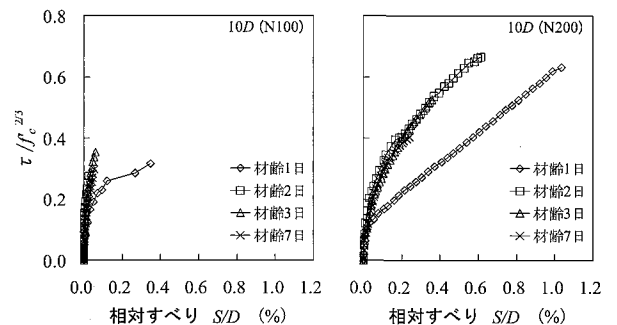


図-6 材齢の異なる $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係

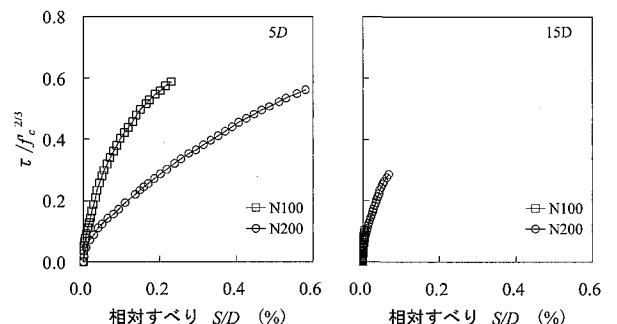


図-7 コンクリート断面寸法(軸剛性)の相違による $\tau/f_c^{2/3}-S/D$ 関係(材齢 7 日)