

高強度モルタルに埋設した異形鉄筋の若材齢期におけるひずみ挙動と付着特性

山口大学大学院 学生会員 浜梶 方希
 新光産業(株) 正会員 森本 公典
 山口大学大学院 正会員 三村 陽一
 (株)ピーエス三菱 正会員 石田 邦洋
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

若材齢期にあるコンクリートは、温度・自己収縮などの体積変化が著しく、これに起因したひび割れ(初期ひび割れ)がしばしば発生している。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。本研究では、特に自己収縮の著しい高強度モルタルを用いた両引き付着応力実験を行い、若材齢期における高強度モルタルと異形鉄筋の局部付着応力 - すべり関係を求めた。

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に示す一軸引張载荷装置を用いて、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。本研究における高強度モルタルの配合および使用材料を表-1に示す。

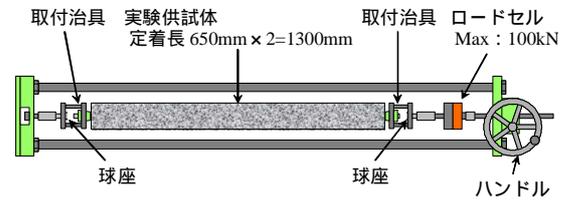


図-1 一軸引張载荷装置

表-1 高強度モルタルの配合および使用材料

水セメント比 W/C		17%	
単位量 (kg/m ³)	水 W	210	水道水
	セメント C	1235	シリカフェームセメント
	細骨材 S	997	海砂
	混和剤 Ad	37.05	高性能 AE 減水剤

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。

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

$$\sigma = \frac{DE_s d}{4} \frac{d}{dx} \quad (1)$$

E : ヤング係数
 A : 断面積
 x : 供試体中央からの距離

$$s = \frac{P - E_s A_s}{E_c A_c} \quad (2)$$

P : 荷重
 s : 鉄筋
 c : コンクリート

$$S(x) = \int_0^x \{ \sigma - \sigma_c \} dx \quad (3)$$

$s-b$: コンクリートにより付着拘束を受ける鉄筋

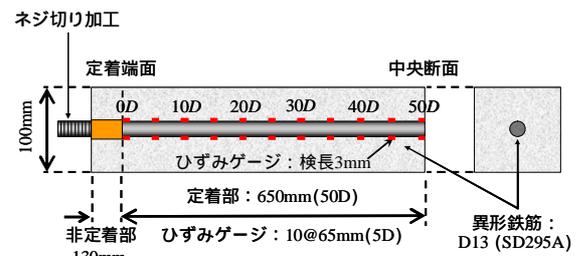


図-2 供試体および鉄筋ひずみ計測位置

3. 養生期間中のひずみ

本研究で用いた高強度モルタルは、水セメント比 W/C が 17% と極めて低いことから、一般的な強度のコンクリートに比べ自己収縮が大きくなる。そこで、高強度モルタルで作製した供試体を用いて、打設直後から材齢 7 日までの養生期間中における鉄筋のひずみを計測した。また、埋込型ひずみゲージを用いて、高強度モルタル(100×100×400mm)のひずみ変化を計測した。養生期間中におけるひずみの経時変化を図-3に示す。なお、図-3に示す鉄筋ひずみは定着端面 0D を基準(ゼロ)として算定したものである。

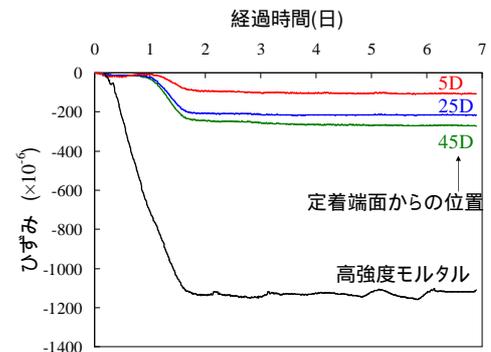


図-3 養生期間中におけるひずみの経時変化

キーワード 若材齢, 高強度モルタル, 局部付着応力, 自己収縮

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-35-9306

打設後数時間から高強度モルタルの収縮ひずみが生じた．このような高強度モルタルの収縮ひずみは，材齢 1.5 日程度まで急増しており，材齢 2 日程度において，概ね -1100×10^{-6} に収束した．これに対して，鉄筋ひずみは，材齢 1 日程度までほとんど生じていないことから，高強度モルタルとそこに内在する鉄筋間には付着効果がほとんどなく，体積変化にともなう両者間のすべりが生じていると考えられる．

養生期間中における鉄筋ひずみの軸方向分布を図 4 に示す．定着端面から $0D \sim 10D$ では，材齢 1.25 日以降鉄筋ひずみが急変しており，同領域において，付着を介した応力伝達がなされていると考えられる．一方，定着端面から $10D$ の位置より供試体の内部における鉄筋ひずみは，一部急変箇所があるものの概ね同程度であった．

4. 局部付着応力

4.1. 養生期間中の局部付着応力

養生期間中の鉄筋ひずみから算定した局部付着応力の経時変化を図 5 に示す．定着端面から $5D$ の位置における局部付着応力は打設後数時間から増加し始めた．また，定着端面から $5D$ および $10D$ の位置における局部付着応力は，材齢 1 日から急激に増加し，材齢 2 日程度でそれぞれ一定の値に収束した．一方，定着端面から $15D$ の位置より供試体の内部では，材齢が進行しても局部付着応力はほとんど生じなかった．

4.2. 局部付着応力 - すべり関係

本研究では，養生期間中のひずみ挙動が収束した材齢 2, 7 日において両引き付着応力実験を行った．局部付着応力の軸方向分布の例を図 6 に示す．材齢 7 日の場合，本研究の自由部鉄筋応力の範囲内では，定着端面から $195\text{mm}(15D)$ の位置で局部付着応力がほぼ 0(ゼロ)となり，鉄筋と高強度モルタルが一体化したと考えられる．一方，材齢 2 日の場合では，自由部鉄筋応力の増加に伴い，局部付着応力の生じる範囲が供試体内部に及び，その範囲は材齢 7 日の同一自由部鉄筋応力における局部付着応力分布に比べ，より供試体内部に及んでいた．

定着端面から $5D$ の位置における各材齢の $f_c'^{2/3} - S/D$ 関係を図 7 に示す．また，図 7 には材齢 7 日における一般的な強度のコンクリート(W/C=57%，普通コンクリート)の結果も併記している．高強度モルタルの $f_c'^{2/3} - S/D$ 関係は，材齢 2 日，7 日ともに概ね同じ曲線状を示した．また，高強度モルタルの $f_c'^{2/3} - S/D$ 関係は，普通コンクリートのそれと概ね同じの曲線状を呈したことから，材齢 2 日以降における高強度モルタルと異形鉄筋の局部付着応力 - すべり関係は，材齢によらず普通コンクリートと同じ評価法で推定できると考えられる．

5. まとめ

- (1) 高強度モルタルと異形鉄筋の局部付着応力は，定着端面から $5D$, $10D$ の位置において材齢 1 日から急増し，材齢 2 日程度でそれぞれ一定の値に収束した．
- (2) 材齢 2 日以降における高強度モルタルと異形鉄筋の局部付着応力・すべりは，一般的な強度のコンクリートと同様の $f_c'^{2/3} - S/D$ 関係を示す．

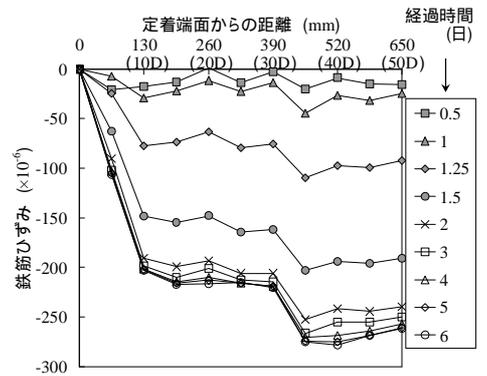


図 4 鉄筋ひずみの軸方向分布(養生期間中)

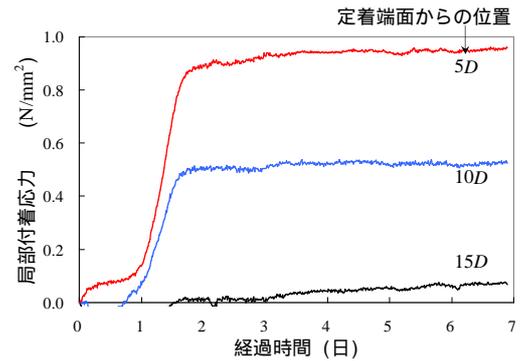


図 5 局部付着応力の経時変化(養生期間中)

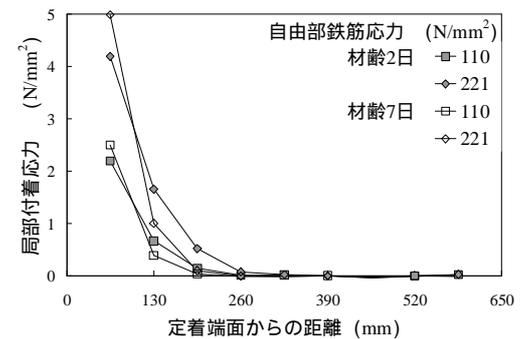


図 6 局部付着応力の軸方向分布

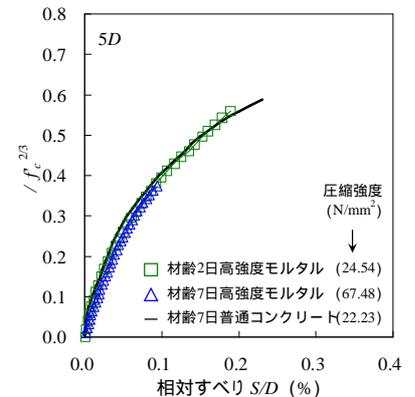


図 7 $f_c'^{2/3} - S/D$ 関係