

膨張材量および水粉体比の異なる RC 棒部材の曲げひび割れ発生応力

山口大学大学院 正会員 ○三村 陽一 吉武 勇
 山口大学大学院 学生会員 坂本 裕樹 浜梶 方希
 (株)ピーエス三菱 正会員 石田 邦洋
 山口大学 田邊 将

1. はじめに

コンクリートのひび割れ抵抗性向上の一方策として膨張材がしばしば用いられる。本研究では、低添加型膨張材を用いた鉄筋コンクリート(RC)棒部材を作製し、これを曲げ実験に供することで、膨張材量ならびに水粉体比(W/P)の異なる RC 棒部材の曲げひび割れ発生応力について検討した。

2. 実験方法

本研究では、橋梁部材への適用を視野に入れ、早強ポルトランドセメントを使用するとともに、標準添加量 20kg/m^3 の石灰系低添加型膨張材を用いた。膨張材量および水粉体比を主なパラメータとした配合(表-1 参照)の RC 棒部材を作製し、これを用いた曲げ実験を行い、曲げひび割れ発生応力(曲げ強度)を求めた。なお、いずれの配合(実験ケース)においても、曲げ実験は材齢 3, 7, 28 日で行った。

本研究で使用した供試体の形状および載荷方法を図-1に示す。寸法 $100 \times 140 \times 1000\text{mm}$ の供試体を用いて、載荷点間距離 150mm, 支点間距離 700mm とする 4 点載荷(荷重制御)を行った。等曲げ区間(載荷点間)のコンクリート上下面中央には検長 60mm のひずみゲージを貼り付けており、曲げひび割れが生じるまで荷重およびひずみの計測を行った。なお一部の供試体では、供試体中央における鉄筋の縦リブ両面に検長 3mm のひずみゲージを貼り付け、養生期間中および曲げ実験時における鉄筋のひずみも計測した。

3. 曲げ応力算定方法

曲げ実験時の各位置(コンクリート上下面・鉄筋)におけるひずみの例を図-2に示す。本研究で用いた供試体では、鉄筋を断面中央(図心)に配置していることから、図-2に示すように、曲げ実験時において鉄筋ひずみはほとんど生じておらず、コンクリート上下面と鉄筋のひずみは概ね線形関係を示した。したがって、本研究では平面保持則に基づいて曲げ応力を算定した。なお本報では、曲げひび割れが発生したときの曲げ応

表-1 コンクリートの配合

W/P (%)	W/C (%)	Unit content (kg/m ³)					
		C	W	Ex	S	G	Ad
30	30	520	156	0	737	945	5.2
	31	500		20			5.0
	33	480		40			4.8
37	41	382			774	991	3.8
44	50	315			789	1031	4.7
51	59	265			818	1048	4.0

C:セメント, W:水, Ex:膨張材
 S:細骨材, G:粗骨材, Ad:混和剤

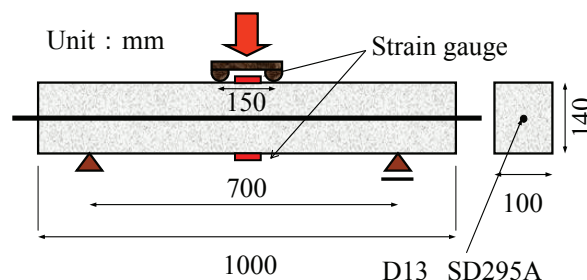
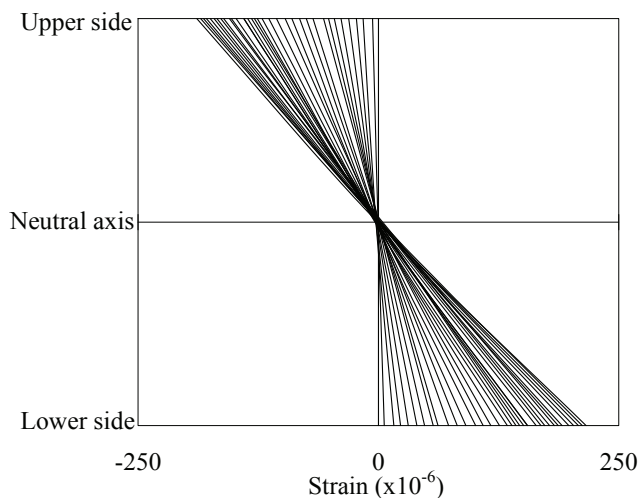


図-1 供試体の形状および載荷方法

図-2 曲げ実験時の各位置におけるひずみの例 (W/P=30%, Ex=0 kg/m^3 , 28days)

キーワード 低添加型膨張材, RC 棒部材, 曲げひび割れ発生応力, 膨張材量, 水粉体比

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 0836-85-9334

力を曲げひび割れ発生応力を曲げ強度 f_f として表している。

4. 膨張材量の異なる RC 棒部材の曲げ強度 f_f

W/P=30%の供試体における曲げ強度 f_f の一覧を図-3に示す。図-3に示すように、いずれの膨張材量のコンクリートにおいても、材齢の進行にともない曲げ強度 f_f が大きくなった。また、いずれの材齢においても膨張コンクリート(Ex=20, 40kg/m³)の曲げ強度 f_f は同程度であった。しかしながら、同材齢の曲げ強度 f_f を比較すると、W/P=30%の場合では、普通コンクリート(Ex=0kg/m³)の曲げ強度 f_f が最も大きく、膨張コンクリート(Ex=20, 40kg/m³)の曲げ強度 f_f は、普通コンクリート(Ex=0kg/m³)のそれに対し70%~90%程度であった。このような結果は、W/P=30%のような低水粉体比の高強度コンクリートへの膨張材の適用に際し、今後検討すべき課題といえよう。

5. 水粉体比の異なる RC 棒部材の曲げ強度 f_f

Ex=40kg/m³の膨張コンクリートにおける打設後12時間(材齢0.5日)から材齢28日までの湿潤養生期間中における鉄筋ひずみ(供試体中央)の経時変化を図-4に示す。図-4より、W/Pが大きいほど鉄筋のひずみも大きくなる傾向を示し、材齢28日における鉄筋ひずみはW/P=30%で 260×10^{-6} 程度、W/P=44%では 690×10^{-6} 程度およびW/P=51%では 760×10^{-6} 程度であった。これは、W/Pが小さいほど、コンクリートの自己収縮が大きくなり、膨張材による膨張作用が相殺されるため、鉄筋ひずみが小さくなったと考えられる。そのため、W/Pが小さいほど、コンクリートに導入されるケミカルプレストレスが小さくなり、前述したように、低水粉体比の場合では膨張材を添加しても必ずしも曲げ強度 f_f が向上しないと考えられる。

膨張コンクリート(Ex=40kg/m³)におけるW/Pと曲げ

強度 f_f の関係を図-5に示す。図-5に示すように、Ex=40kg/m³の場合、W/P=30~44%の膨張コンクリートは同程度の曲げ強度 f_f を示した。このことは、膨張材を40kg/m³添加した場合、W/Pを44%より小さくしてもひび割れ抵抗性の向上が望めないことを示唆するものと考えられる。

6. まとめ

- (1) 膨張材を添加しても必ずしも曲げ強度 f_f は大きくならず、W/P=30%の場合では、膨張材を添加していない普通コンクリートに比べ、膨張コンクリートの曲げ強度 f_f は70%~90%程度となる。
- (2) 膨張材を標準添加量の2倍である40kg/m³添加した場合、W/Pが大きいほど養生期間中に生じる鉄筋のひずみが大きくなる傾向を示すとともに、W/P=30%~44%の場合の曲げ強度 f_f がほぼ同程度となり、W/Pを44%より小さくしてもひび割れ抵抗性の向上が望めない可能性を示した。

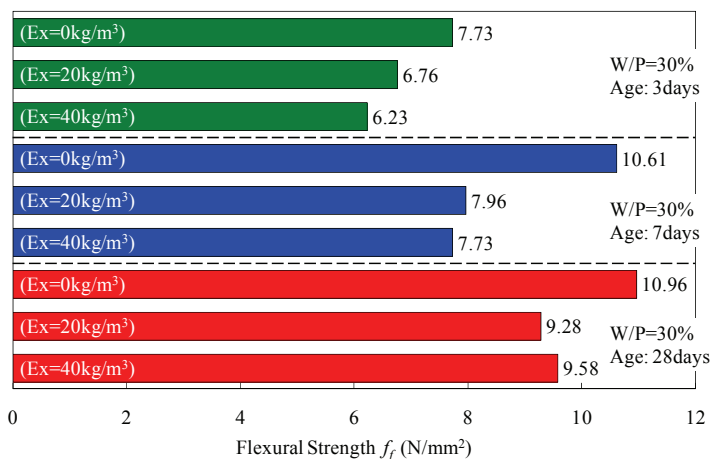


図-3 曲げ強度 f_f の比較(W/P=30%)

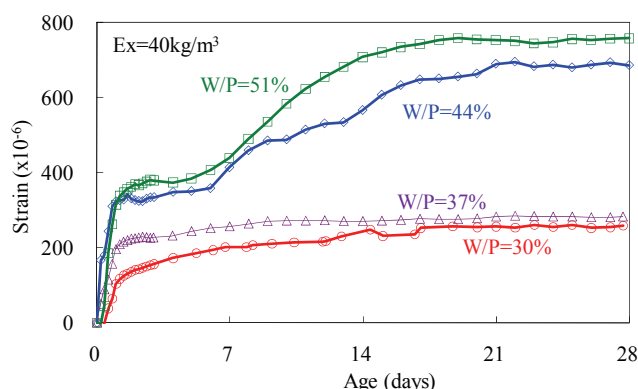


図-4 養生期間中における鉄筋ひずみ挙動

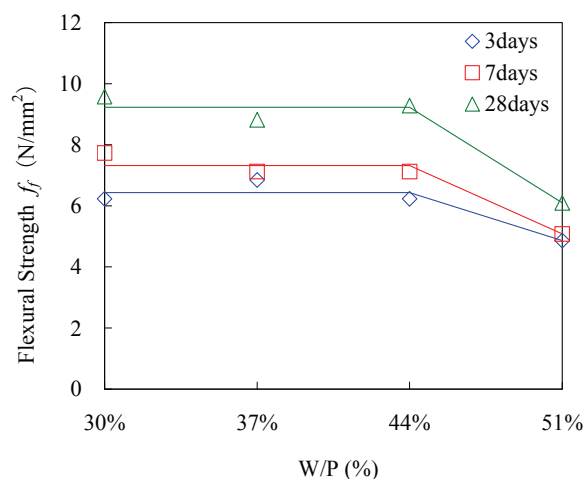


図-5 W/Pと曲げ強度 f_f の関係(Ex=40kg/m³)