

強度レベルの異なる膨張 RC はりの曲げひび割れ特性

山口大学大学院 学生会員 ○坂本裕樹
(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
元山口大学大学院 正会員 濱岡洋亘

1. はじめに

近年、コンクリート構造物のスレンダー化・高耐久化に対し、高強度コンクリート等の適用事例が増えてきている。コンクリートを高強度化するためにはセメント量が多く富配合となり、初期ひび割れの危険性が高くなる傾向にある。近年では、そのような初期ひび割れの影響を低減する一方策として、膨張材がしばしば使用されている。本研究では、膨張材量、材齢および水粉体比(W/P)を実験パラメータとし、断面中央に1本のみ鉄筋を配した膨張 RC はりの曲げ実験を行い、ひび割れ抵抗性を評価した。

2. 膨張 RC はりの曲げ実験

(1) 配合条件

橋梁 RC 床版への展開を念頭において、本研究のコンクリート材料には、早強ポルトランドセメント C(密度 3.13g/cm³)と標準添加量 20kg/m³の石灰系低添加型膨張材 Ex(3.14g/cm³)を用いた。なお、その他の材料として北九州若松産海砂 S(密度 2.60g/cm³)、山口県宮野産の安山岩砕石 G(密度 2.70g/cm³)、およびリグニン系 AE 減水剤 Ad(C×1.5%)を用いた。本研究では、表-1 に

表-1 配合条件

配合記号	W/P (%)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
			C	W	Ex	S	G	Ad
N-Ex00	44	44	355	156	0	789	1031	5.3
N-Ex20		47	335		20			5.0
N-Ex30		48	325		30			4.9
N-Ex40		50	315		40			4.7
H-Ex00	30	30	520	156	0	737	945	10.4
H-Ex20		31	500		20			10
H-Ex30		32	490		30			9.8
H-Ex40		33	480		40			9.6

示すような粉体量 P(C+Ex)を一定としたコンクリートを作製した。すなわち、粉体量 P=355kg/m³(W/P=44%)と粉体量 P=520kg/m³(W/P=30%)と一定のもと、膨張材を用いない普通コンクリート(配合記号 Ex00)と、膨張材量を 20kg/m³(同 Ex20)、30kg/m³(同 Ex30)、40kg/m³(同 Ex40)とし膨張コンクリートを作製した。

(2) 供試体と実験方法

本研究では、曲げひび割れに対する鉄筋の補強効果をできるだけなくすとともに、膨張コンクリートの長さ変化を軸方向に拘束するため、断面中央に鉄筋 1 本(D13, SD295A)のみ張出し埋設した RC はりを作製した。図-1 に供試体形状および載荷方法を示す。図-1 に示す供試体形状は、一般的な橋梁 RC 床版の 2/3 モデルとなるように、供試体の断面寸法を 100×140mm とし、同床版の鉄筋比と同程度となるように、矩形断面の中心に鉄筋(鉄筋比 0.95%)を配置した。本研究の曲げ実験は 4 点載荷(荷重制御)で行い、載荷点間距離 150mm、支点間距離 700mm とした。等曲げ区間(載荷点間)の上下面には、ひずみゲージを貼付し、曲げひび割れが生じるまでのひずみを計測した。なお本報では、曲げひび割れが発生したときの載荷荷重を用いて曲げひび割れ発生応力(曲げ強度 *f_p*)を求めた。また、すべての供

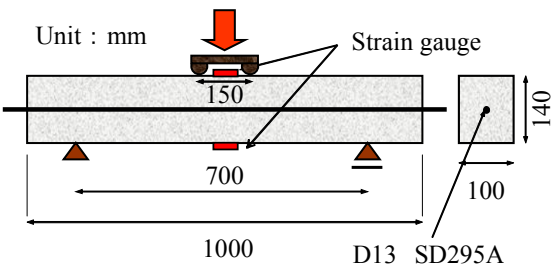


図-1 供試体形状および載荷方法

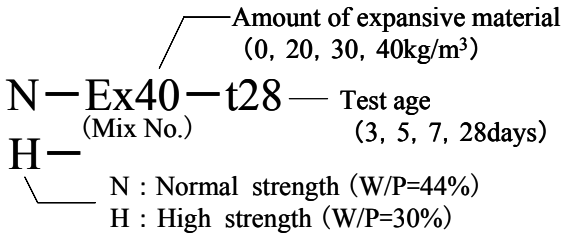


図-2 供試体記号の一例

キーワード 高強度コンクリート、膨張材量、水粉体比、曲げ強度

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-85-9306

試体は打設後、材齢 3 日で脱枠を行い、曲げ実験に供するまでいずれも湿布養生を施した。本報で用いる供試体記号の一例を図-2 に示す。本研究では、水粉体比や膨張材量、および材齢を主な実験パラメータとし、曲げ強度 f_f の変化を求めた。

3. 実験結果と考察

各供試体の曲げ強度 f_f およびその過程における曲げ応力-ひずみ関係の例を図-3 に示す。これらの結果から、 $W/P=44\%$ では、普通コンクリート (Ex00) に比べ、膨張コンクリート (Ex20, Ex30, Ex40) は、曲げ強度 f_f が高くなる傾向があった。また、膨張材量が増えるにつれ、ひび割れ発生までのひずみが大きくなり、コンクリートの(みかけの)伸び能力は大きいものであった。 $W/P=30\%$ においても、膨張コンクリートは、普通コンクリート (Ex00) に比べ、同等以上の伸び能力を有していた。膨張材量を 40kg/m^3 添加した場合、水粉体比 30% の膨張コンクリートにおいても、ひび割れ発生までのひずみが大きくなり、材齢が進行するにつれ、限界ひずみ ε_{Lim} までのひずみ挙動の非線形性がより顕著となった。

曲げ強度 f_f の一覧を図-4 に示す。図-4 に示すように、 $W/P=44\%$ のコンクリートに比べ、 $W/P=30\%$ のコンクリートの曲げ強度 f_f が高くなった。また、普通コンクリート (Ex00) では材齢 7 日以降で、曲げ強度 f_f の増加があまりみられないが、膨張コンクリートでは W/P に拘らず、材齢 7 日以降においても、曲げ強度 f_f は増加する傾向にあった。特に、膨張材量を 40kg/m^3 添加した場合においてその傾向がより顕著となった。また $W/P=30\%$ の場合、普通コンクリート (Ex00) に比べ、膨張コンクリートの曲げ強度 f_f が低くなる傾向を示した。これは、セメント量と膨張材量の割合や鉄筋量などが要因と考えられ、今後、膨張コンクリートの更なる高強度化に向けて、これらの要因を検討する必要がある。

4. まとめ

- (1) 膨張材量を 40kg/m^3 添加した場合、 W/P に拘らず、ひび割れ発生までのひずみが大きくなり、材齢が進行するにつれ、限界ひずみ ε_{Lim} までのひずみ挙動の非線形性がより顕著となった。
- (2) 膨張コンクリートでは W/P に拘らず、材齢 7 日以降においても、曲げ強度 f_f は増加する傾向にあった。特に、膨張材量を 40kg/m^3 添加した場合においてその傾向がより顕著となった。

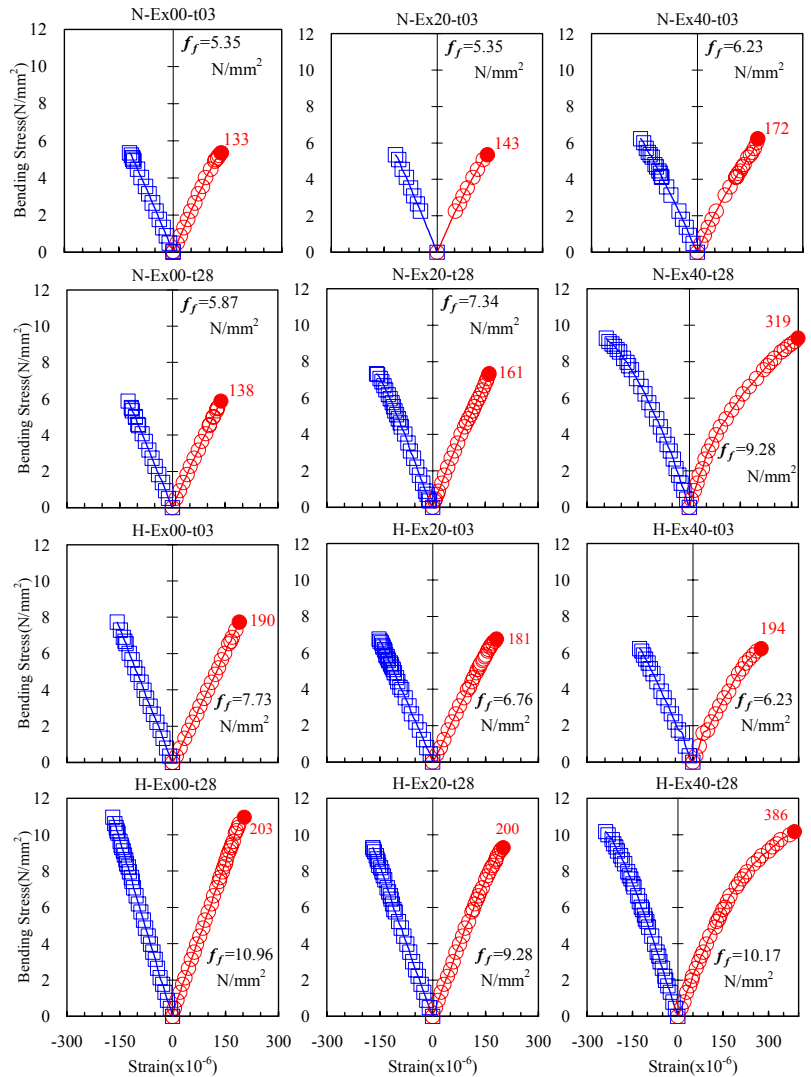


図-3 曲げ応力-ひずみ関係

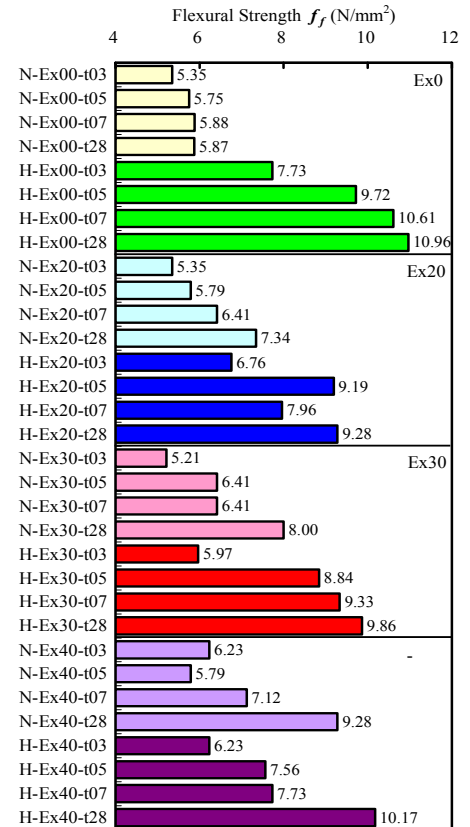


図-4 曲げ強度 f_f 一覧