

高張力鉄筋を用いた超高強度モルタルはりの曲げ性状

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
 元山口大学大学院 正会員 濱岡洋亘
 飛島建設(株) 正会員 松田浩朗
 山口大学大学院 正会員 吉武 勇

1. はじめに

近年、圧縮強度が 100N/mm^2 を超える超高強度・高靱性コンクリート等の適用事例が増えてきている。また、鉄筋においても、高い降伏強度を有し伸び能力が優れた高張力鉄筋も開発されている。そこで本研究では、超高強度 RC 床版の開発を念頭に、超高強度モルタルと高張力鉄筋の組み合わせによる相互効果を検討するため、その要素実験として、超高強度高靱性モルタルに高張力鉄筋(USD685)を配したはりを作製し、その曲げ性状について検討を行った。併せて、画像解析による変形量を算出し、その適用性について検討を行った。

表-1 超高強度鋼繊維補強モルタルの配合

W/C (%)	単位量 (kg/m^3)				
	W	C	S	SF	SP
17	210	1235	948	79	37

表-2 鉄筋の性質

種類 記号	降伏点 (N/mm^2)	引張強さ (N/mm^2)
SD345	345~440	490~700
USD685	685~785	806~1100

2. 超高強度鋼繊維補強モルタルはりの曲げ実験

2. 1 曲げ実験概要

本実験で用いた超高強度鋼繊維補強モルタル(設計基準強度 120N/mm^2)の配合を表-1に示す。なお鋼繊維 SF(アスペクト比 81)の混入量は全容積の外割り 1%とした。超高強度鋼繊維補強モルタルはりに使用した鉄筋の性質を表-2に示す。本実験では超高強度 RC 床版の開発目的として、降伏強度 685N/mm^2 以上の高張力鉄筋(USD685)および降伏強度 345N/mm^2 以上の鉄筋(SD345)の二種類を用いて実験を行った。供試体形状および荷重状況を図-1に示す。なお、鉄筋を配置する供試体は、鉄筋定着性を確保するため鉄筋両端にねじ切り加工を行い、ナットを用いて定着させた。また実験時における測定項目は、供試体中央部のたわみ、供試体中央部の上下縁のコンクリートひずみ、鉄筋中央部のひずみおよび破壊荷重である。供試体の条件を表-3に示す。本実験では鉄筋種類および SF の有無、蒸気養生の有無を実験パラメータとして超高強度鋼繊維補強モルタルはりの曲げ強度実験を行った。

2. 2 画像解析による多点同時計測・評価実験

本実験では、曲げ実験供試体表面に図-2に示すような、中央部、中央+右側(または左側)、はり全体の3パターンの標点(直径 10mm)を設置した。本実験では 600 万画素デジタルカメラ(焦点距離 18mm)を使用した。また、ひび割れ発生前、ひび割れ発生後についてそれぞれ荷重中に3~4回、画像の撮影を行った。

3. 実験結果および考察

3. 1 破壊状況

曲げ実験によるはりの破壊状況を写真-1~写真-4に示す。写真-1

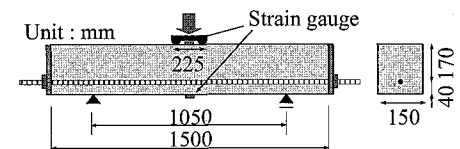


図-1 供試体形状および荷重状況

表-3 供試体の条件

	鉄筋	SF	蒸気養生
I	—	—	○
II	—	○	○
III	—	○	—
IV	SD345	○	○
IV'	SD345	○	○
V	USD685	○	○
V'	USD685	○	○

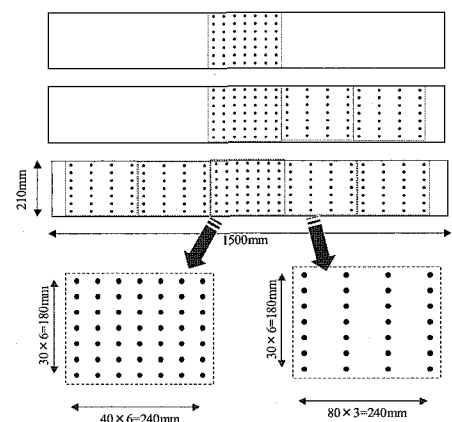


図-2 標点パターン

に示すように無筋供試体の SF を混入しない供試体 I では、ひび割れの分散はみられず、ひび割れ発生とともにひび割れが進展し、脆性的な破壊を示した。写真-2 に示す SF を混入した供試体 III では、鉄筋で補強していないにも拘らず、ひび割れの分散がみられ延性的な破壊を示した。写真-3、写真-4 に示す鉄筋で補強した供試体に関しては、無筋供試体に比べ、複数のひび割れの分散がみられた。また、写真-4 に示す高張力鉄筋 (USD685) を配した供試体 V において、モルタルの圧壊ではなく、鉄筋が先に降伏し曲げ破壊となった。

3. 2 ひび割れ発生および終局曲げモーメント

ひび割れ発生および終局曲げモーメントの結果を図-3 に示す。また、(IV), (V) に示す値は計算値を示す。ひび割れ発生曲げモーメントは各供試体とも同程度の値を示した。また、供試体 I では、補強材を含まないため、ひび割れ発生と終局曲げモーメントは同じ値となる。すなわち供試体 I は、ひび割れ発生と同時に破壊し、脆性的な破壊を示した。供試体 II においては、ひび割れ発生後も終局曲げモーメントは大きくなり、SF の効果が確認された。また、供試体 III においては、他の条件が同じ供試体 II と比べても、ひび割れ発生および終局曲げモーメントは同程度の値を示し、材齢 28 日以降の強度では養生の影響はみられなかった。さらに、供試体 V, V' においては、他の供試体と比べ、終局曲げモーメントが 2 倍以上大きくなり、高張力鉄筋による曲げ補強効果が高いことが分かった。また、実験値と計算値を比較した場合、ひび割れ発生曲げモーメントは各供試体とも計算値とほぼ同程度の値を示した。終局曲げモーメントは計算値より実験値が高くなる結果となった。

3. 3 画像解析結果

画像解析により算定した供試体最下段標点の変形量の一例を図-4 に示す。これより、はりの変形経過が簡易的に求められることができた。また本研究では、はり中央部における変位計の計測結果と画像解析による結果の比較を図-5 に示す。図-5 に示すように、変位計と画像解析の結果では同程度の結果が得られたことから、画像解析により概ね適切な変位を測定することができる。

4. まとめ

- (1) 曲げ補強筋を含まない供試体においては、超高強度モルタルを鋼繊維で補強することにより、複数のひび割れの分散がみられ、脆性的な破壊ではなく延性的な破壊を示した。
- (2) 鋼繊維の有無に拘らず、ひび割れ発生曲げモーメントは各供試体とも同程度の値を示し、計算値ともほぼ同程度の値を示した。
- (3) SD345 鉄筋に対して、約 2 倍の降伏強度を有する高張力鉄筋 USD685 を超高強度鋼繊維補強モルタルはりの補強材として用いることで、終局曲げモーメントが 2 倍以上大きくなった。
- (4) 画像処理による解析値と変位計による値を比較したところ、同程度の値が得られた。

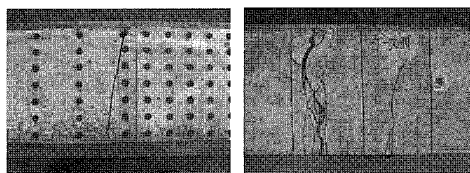


写真-1 ケース I 写真-2 ケース III

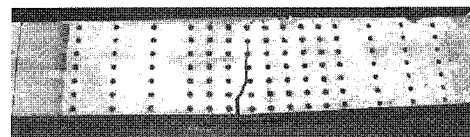


写真-3 ケース IV

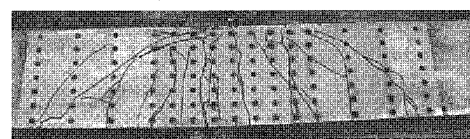


写真-4 ケース V

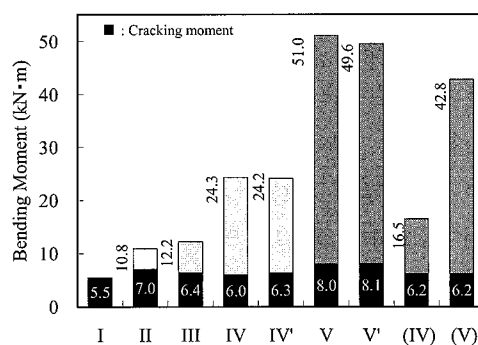


図-3 曲げ強度実験結果

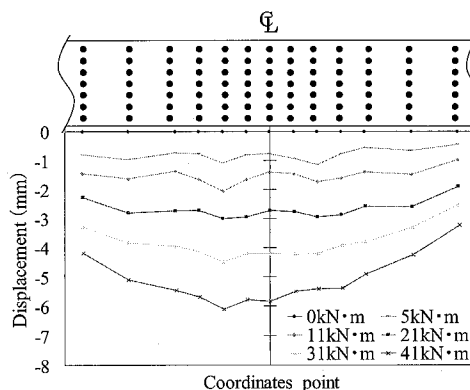


図-4 供試体最下段標点の変形量

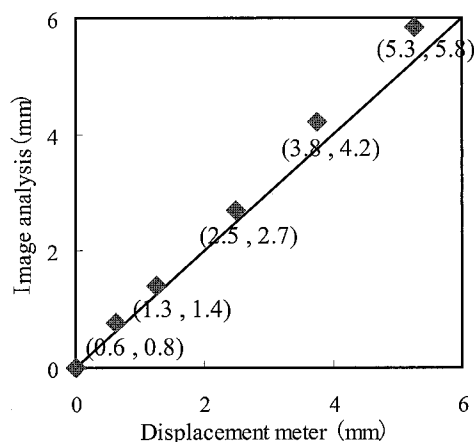


図-5 変位計による測定値と画像解析