

住友金属 正会員 山川 純雄
住友金属 正会員 白川 潔
住友金属 正会員 ○ 三好 博嗣

1. 緒言

スチールファイバーモルタルおよびコンクリートの諸性質については、すでに内外で数多くの基礎研究が行なわれ、かなり解明されている。しかしながら、その応用研究はRC梁のせん断補強にスチールファイバーを使用したものとか、舗装など極限られたものしかない。

表1. 使用材料の強度

ファイバー容積率(%)	主鉄筋応力度(%)		モルタル強度(%)		
	降伏点	引張強さ	圧縮	引張	曲げ
0	39.1	58.3	337	33.0	47.9
1	〃	〃	327	43.4	58.7
2	〃	〃	385	53.3	111.1

2. 静的曲げ破壊実験

(1) 供試体; 図1, 2に供試体の形状寸法を示す。使用ファイバーは $0.21^t \times 0.60^w \times 25^l$ の扁平形で、供試体はファイバーなしのプレーンモルタルのものとファイバー容積率1%, 2%の計3体である。鉄筋および試験時のプレーンモルタルおよびファイバーモルタルの強度を表1にとりまとめ示す。

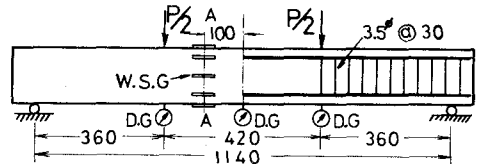


図1 供試体の形状と実験方法

(2) 実験方法; 実験は図1に示すような二点集中載荷とし、梁が破壊するまで静的に加力した。この間のスパン中央点および載荷点のたわみをダイヤルゲージ(1/100mm目盛)で、曲げスパン内の引張鉄筋およびA-A断面のコンクリートのひずみをワイヤストレンゲージで、また曲げスパン内の引張鉄筋重心位置でのひび割れ幅をコンタクトゲージで測定した。

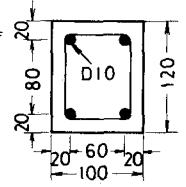
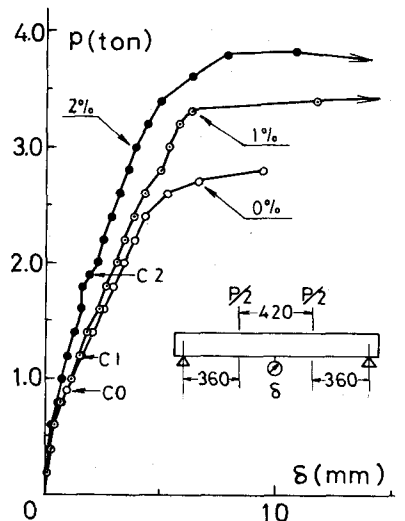


図2 梁の断面

(3) 実験結果とその考察

(i). 荷重-たわみ曲線; 図3に荷重Pとスパン中央のたわみ δ の関係を示す。図から明らかなように弾性域における勾配(梁の剛性)は、ファイバー容積率の大なるものほど大きい。これは、ファイバーモルタルの弾性係数がプレーンモルタルのそれより若干高いことと、梁の引張側のファイバーが剛性に大きく寄与しているためと考えられる。



なお、図中のC0, C1, C2はプレーンモルタル梁およびファイバー容積率がそれぞれ1, 2%の梁におけるひび割れ発生荷重を示すもので、プレーンモルタル梁のひび割れ発生荷重に対してファイバー容積率1, 2%のものはそれぞれ1.33, 2.11倍になっている(表2)。

(ii). 荷重-引張鉄筋のひずみ; 図4は荷重と曲げスパン内で生じた引張鉄筋のひずみとの関係を示したものである。図より、鉄筋のひずみはプレーンモルタル梁のひび割れ発生荷重(0.7~0.9トン)まではいづれの梁もほとんど同一であるが、それ以上の荷重に対してはファイバーモルタル梁の鉄筋ひずみの方がプレーンモルタル梁より小さい。

図3. 荷重-たわみ曲線

したがって、鉄筋が降伏する荷重もファイバーモルタルの方がブレンモルタル梁のそれより高くなっている。いま、 $P=1.39$ トンのときの鉄筋ひずみを比較すると、ブレンモルタルに対して容積率1, 2%のファイバーモルタルの場合、それぞれ0.76, 0.57となっており、鉄筋の応力は低くなる。

(iii). ひび割れ性状; 荷重と最大ひび割れ幅との関係を図5に示す。このひび割れ幅の測定位置は引張側鉄筋重心位置で60mmピッチで接着した鋼球付鋼板の鋼球間の距離をコンタクトひずみ計により測定した結果である。したがって、厳密にはひび割れ幅ではなく、ゲージ間のモルタルの弾性ひずみによる伸びも含まれている。

ブレンモルタルとファイバーモルタルのひび割れ幅を比較すると同一荷重においてはファイバーモルタル梁の方が小さい。

これは当然のことながら図4と関連があり、 $P=1.39$ トンのときブレンモルタルのひび割れ幅に対するファイバーモルタルのその比をとると、ファイバー容積率が1, 2%の場合、それぞれ0.73, 0.47となり、図4の主鉄筋のひずみ比とほぼ同一になる。

なお、ひび割れ分布状態はファイバーを混入することにより、ブレンモルタルとは若干様相を異にする。すなわち、ファイバーモルタルの場合のひび割れ間隔はブレンモルタルの場合より粗になる。また、ファイバー容積率が高いほど破壊時のひび割れ本数が少なく、ひび割れが1ヶ所に集中しやすい傾向がみられる。

3. 両振繰返し曲げ破壊実験

2と同一断面の片持梁(スパン:500mm)を用いて降伏荷重時のたわみの3.75倍のたわみを生じ

表2. 実験結果

ファイバー容積率 (%)	限界荷重 (トン)						設計荷重時の諸量*					
	ひび割れ発生		降伏		終局		鉄筋応力		最大ひび割れ幅		スパン中央たわみ	
	P_c	比	P_y	比	P_u	比	(kg/cm^2)	比	(mm)	比	(mm)	比
0	0.90	1.00	2.60	1.00	3.19	1.00	2100	1.00	0.075	1.00	1.90	1.00
1	1.20	1.33	3.32	1.28	3.51	1.10	1600	0.76	0.055	0.73	1.60	0.84
2	1.90	2.11	3.60	1.38	3.81	1.19	1200	0.57	0.035	0.47	0.90	0.47

(i). ブレンモルタル梁では $N=2$ のときすでに著しい耐力低下を示すのに対し、ファイバーモルタル梁では $N \leq 15$ の耐力低下はわずかである。

(ii). 耐力低下の原因は圧縮過程でのモルタルの圧壊剥離である。

(iii). 耐力(荷重振幅)が1サイクル目のそのの半になるときの繰返し数 N を比べると、ブレンモルタルが $N=15$ 、ファイバーモルタルが $N=73$ となり、ファイバー1%を混入することにより約5倍疲労強度が向上した。

4. 結 言

スチールファイバーコンクリートを鉄筋で補強した梁のひび割れ性状、強度、剛性および低サイクル疲労挙動を明らかにするために、まずファイバーモルタルでの性能を調査した。その結果、ファイバー量とともに強度、剛性が高くなり、ひび割れ幅が小さくなることおよび疲労強度が向上することが判った。

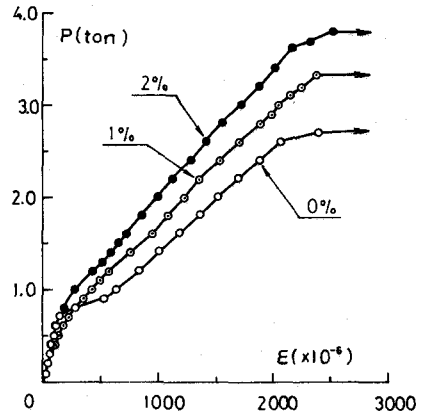


図4. 荷重-引張鉄筋のひずみ

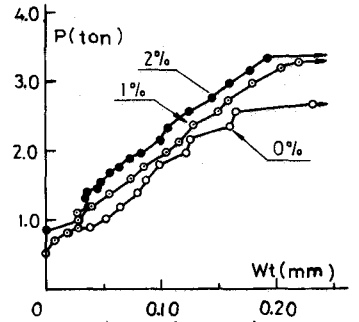


図5. 荷重-最大ひび割れ幅

*設計荷重 $P=1.39$ トン(鉄筋 $\sigma_s=2000\text{kg}/\text{cm}^2$)

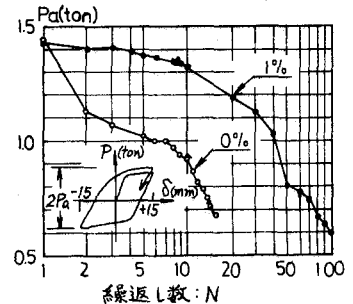


図6. 荷重振幅-繰返し数