

岐阜大学 学生会員 ○大 島 光 晴
 岐阜大学 正会員 六 郷 恵 哲
 名阪工材 林 富士男
 岐阜大学 正会員 小 柳 治

1. まえがき

レジンコンクリートは通常のセメントコンクリートに比べ高い曲げ強度をもつが、鋼繊維を混入することによってさらに曲げ靱性をも改善することができ¹⁾。本研究では以上の研究成果をもとに、レジンコンクリート(以下RECと略す)の構造部材への応用として、破壊域が大きくなる点で鋼繊維混入の効果に着しいと考えられる面部材を対象とし、鋼繊維の混入量を変化させた各種の鋼繊維補強レジンコンクリート(以下SFRECと略す)スラブを作成して載荷試験を行なうことによって、それぞれの破壊性状について検討した。

2. 実験概要

混入する鋼繊維は、フラット状の $\phi 1.0 \times 40$ mm(アスペクト比40)のものを使用し、混入率を0.5, 1, 2, 4%と変化したA~Dシリーズの4種類のSFRECスラブを作成した。なお、比較のために鋼繊維無混入のRECスラブ(Pシリーズ)ならびに、鋼繊維の0.5%, 1%, 2%のそれぞれに相当する鋼材量の異形鉄筋を直交方向に配筋した鉄筋補強レジンコンクリート(以下RRECと略す)スラブA_r, B_r, C_rシリーズを作成した。A_r, B_r, C_rシリーズに使用した鉄筋の種類ならびにそれぞれの有効高さ、配筋間隔、鉄筋比を表-1に示す。

各シリーズの配合を表-2に示す。なお、RREC各シリーズの配合はPシリーズと同じとした。RECの結合材には不飽和ポリエステル樹脂を使用し、硬化触媒にはMEKPOを、硬化促進剤にはナフテン酸コバルトを使用した。充填材として炭酸カルシウムを、細骨材に比重2.60、最大寸法10mmの玉砕石を用いた。鋼繊維の混入率が高い場合は単位樹脂量を増やし、各シリーズとも打設時のRECのやわらかさを同程度とした。

作成したスラブ供試体の寸法は $55 \times 55 \times 5$ cmであり、載荷はスパン長が50cmの等重りを許す4辺単純支持とし、 6×6 cmの銅板を介して中央に載荷した。変位計を載荷点中央の供試体裏側に取り付け、各シリーズ2体ずつの供試体の荷重と載荷点の変位との関係をX-Yレコーダに記録した。なお、各シリーズごとに曲げ試験には角柱供試体($10 \times 10 \times 40$ cm)、圧縮試験には円柱供試体($\phi 10 \times 20$ cm)を3体ずつ作成し、それぞれ強度試験を行なった。

3. 結果と考察

強度試験より得られた各シリーズのひびわれ発生荷重 P_c 、最大曲げ荷重 P_m 、曲げ強度 σ_b 、ならびに曲げ靱性の指標として変位が2mmまたは6mmとなるときの荷重変位曲線下の面積で表わされる曲げタフネス T_{b2} , T_{b6} の値を圧縮強度 σ_c と共に表-2に示す。鋼繊維無混入のPシリーズはひびわれ発生荷重が最大荷重となり、その後急激に荷重が低下した。それに対し、SFRECの各シリーズは、鋼繊維混入率の0.5%のAシリーズを除いてひびわれ発生荷重、曲げ強度ともPシリーズを上回っ

表-1 RRECスラブの使用鉄筋

種類	使用鉄筋	有効高さ (cm)	配筋 間隔 (cm)	鉄筋比 (%)
Ar	D3 ($\sigma_{sy}=30.0\text{kgf/mm}^2$, $\sigma_{su}=47.0\text{kgf/mm}^2$)	4.1	6	0.3
Br	D3 ($\sigma_{sy}=30.0\text{kgf/mm}^2$, $\sigma_{su}=47.0\text{kgf/mm}^2$)	4.1	3	0.6
Cr	D6 ($\sigma_{sy}=42.2\text{kgf/mm}^2$, $\sigma_{su}=55.4\text{kgf/mm}^2$)	3.8	7	1.2

表-2 配合と強度試験結果

種類	鋼 鉄 繊 維				単 位 量 (kg/m ³)					最大ひびわれ発生荷重 曲げ強度 曲げタフネス 圧縮強度					
	寸法 (cm)	アスペクト比	形状	混入率 (%)	樹脂	スラ-	細骨材	粗骨材	鋼繊維	Pc (tonf)	Pm (tonf)	σb (kgf/cm ²)	Tb2 (kgf·m)	Tb6 (kgf·m)	σc (kgf/cm ²)
A	φ1.0x40	40	flat	0.5	242	454	454	1135	39	6.58	6.58	197	4.3	9.2	1070
B	φ1.0x40	40	flat	1.0	248	448	448	1119	78	7.13	7.13	214	6.7	16.3	1070
C	φ1.0x40	40	flat	2.0	265	433	433	1083	159	7.67	7.70	231	12.1	31.4	1090
D	φ1.0x40	40	flat	4.0	294	407	407	1018	299	7.65	8.73	262	15.5	42.9	1090
P	—	—	—	0	231	462	462	1156	0	6.74	6.74	202	—	—	1110

表-3 収縮ひずみ

(x10 ⁻³)		
P	C	D
4.77	3.79	2.44
4.60	3.07	1.73
4.87	2.97	2.13

た。また、鋼繊維混入率が大きくなるにつれて曲げ強度、曲げタフネスの値が増加した。以上より、RECに鋼繊維を混入することは、曲げ強度および特に曲げ靱性を改善するために非常に有効な手段であることを確認した。

C, D, Pシリーズについて、RECの硬化に伴う収縮ひずみを測定した。測定は曲げ供試体の打設面にRECがゲル化した時英之測尺プラグを貼付し、その後と強度試験直前にノギスにより測尺間の距離を計測する方法を用いた。結果を表-3に示す。これより、鋼繊維混入の場合にはばらつきが大きいものの、鋼繊維無混入のPシリーズの収縮ひずみが最大となり、鋼繊維混入の割合が増すほど収縮ひずみが少なくなった。また、Ar, Br, Crシリーズの各RRECスラブ供試体作成後スラブ供試体にそりが発生した。これはRECの硬化収縮を、スラブ下面に配筋した鉄筋が拘束したためである。

各シリーズのスラブ供試体の載荷試験より得られた荷重変位曲線の例をSFRECスラブとRRECスラブに分けて図-1および図-2に示す。また、それぞれのスラブ供試体のひびわれ発生荷重 P_{cr} 、最大荷重 P_{max} を破壊の形態と共に表-4に示す。RRECの各スラブのひびわれ発生荷重は他シリーズよりも下回ったが、これは補強鉄筋がマトリックスのRECの硬化収縮を拘束するため、RECに引張り力の内面応力が発生するためである。図-1、図-2より、各シリーズともひびわれ発生までの荷重変位曲線はほぼ直線状となった。鋼繊維無混入のPシリーズでは変形が約1mmとなった時点で曲げひびわれを生じて瞬間的に曲げ破壊を起こし、耐荷力が急激に低下した。一方、SFRECスラブAシリーズはひびわれ発生後一時荷重は低下するが、その後鋼繊維の効果が発現し、ある程度の耐力を維持したまま十分な変形能力を示した。また、B, C, Dシリーズにおいても、ひびわれ発生荷重と同程度あるいはそれ以上の荷重を保ったまま変形した。RRECスラブはひびわれ発生後、鉄筋降伏を経て荷重が増加し、変形が約20mmとなるあたりで最大荷重に達した。特にCrシリーズは最大荷重の値は全シリーズの中で最大となったが、その後押抜きせん断破壊が生じ、荷重が急激に低下した。

4. まとめ

本研究において得られたSFRECスラブの特徴は次のとおりである。

- 1) SFRECスラブはRECの硬化収縮に伴う変形が一樣で、RRECスラブに見られるようなそりは生じない。
- 2) SFRECスラブは、耐力下降域までの荷重の低下の度合いがゆるやかであり、十分な変形能力をもつ。
- 3) 2次元部材であるRECスラブの場合は、鋼繊維混入率が0.5%の場合でも十分な靱性の改善ができた。
- 4) SFRECスラブは配筋の手間が不要であり、施工性の上ですぐれている。

<参考文献> 大島 他, "鋼繊維補強レジンコンクリートの強度と靱性" 土木学会第38回年次学術講演会講演概要集, 1983年

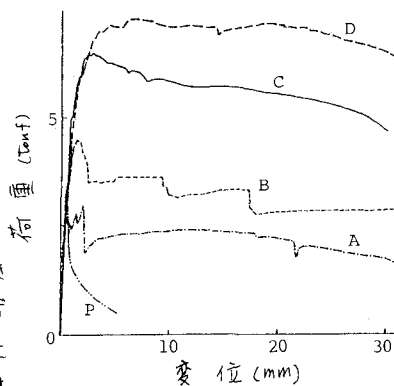


図-1 スラブ荷重変位曲線(SFREC)

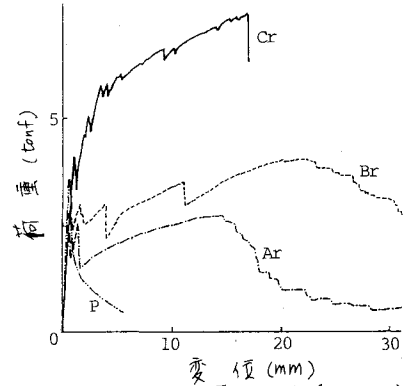


図-2 スラブ荷重変位曲線(RREC)

表-4 スラブ試験結果

種類	ひびわれ発生荷重 P_{cr} (tonf)	最大荷重 P_{max} (tonf)	破壊形態
A-1	3.53	3.53	曲げ破壊
A-2	3.36	3.36	
B-1	3.50	3.75	曲げ破壊
B-2	3.68	4.18	
C-1	3.38	5.28	曲げ破壊
C-2	3.63	6.49	
D-1	3.50	6.78	曲げ破壊
D-2	3.50	7.27	
Ar-1	2.75	2.93	曲げ破壊
Ar-2	2.57	2.67	
Br-1	2.59	4.01	曲げ破壊
Br-2	2.79	3.45	
Cr-1	2.75	7.61	押抜きせん断破壊
Cr-2	2.25	7.29	
P-1	3.00	3.00	曲げ破壊
P-2	3.50	3.50	