

せんい強化複合材料の応力—歪性状

正会員 岸谷孝一\* 同 O 平居孝之\*\*

1 はじめに

水硬性セメント類は引張強度が小さくねばり強さが少ない典型的な脆性材料であるが、これをマトリックスとしてせんい強化複合材料とすると引張強度及びねばり強さが著しく改善されると考えられている。せんい強化複合材料の強化機構に関する研究は、微視力学と巨視力学の方向から進められせんい強化ゴムFRRからせんい強化プラスチックFRP・せんい強化メタルFRMへと発展し、航空機材料・各種構造物・工業用材料の分野で利用されているが、脆性材料のせんい補強機構も大変興味のある課題である。

さて今回は産業廃棄物である硫黄の処理問題から注目を集めるようになった石こうを用いて数種のせんい強化複合材料を製作し、単軸圧縮と単軸引張荷重をかけて応力度—歪度を測定してせんい強化に影響を及ぼすせんいの性状について検討を行った。

2 せんい強化石こうの製作

水・凝結促進剤・II型無水石こうを5分間混練した後せんいを混入してさらに数分混練したものを型枠に打込み外部にバイブレーターを使用した。出来た供試体は任意の方向にせんいが混入されたものとなる。せんい強化石こうのせんい混入率には最適な混入率があることが指摘されており〔文献1, 2〕, 今回と同じ材料を用いたせんい強化石こうのせんい混入率を変化させた場合の強度の変化に関する実験結果より〔文献3〕, せんい混入率を選び表2に示す割合とした。打設後24時間で脱型し20°C 70% RHの恒温恒湿室で1週間養生して試験を行なった。

3 試験方法

圧縮応力度—歪度の測定用供試体はφ10cm×20cmシリンダーを用い、荷重速度3kg/cm<sup>2</sup>・secの連続荷重に対する歪度を対面上の2枚のペーパーストレインゲージにより測定した。引張応力度—歪度の測定には4cm×4cm×16cmヨーカン型枠の長辺4面に木片を組込んだ型枠で作った両端面4cm×4cm中央断面2cm×2.5cmの写真3に示す供試体を用い、端部を鋼板ではさみ加重速度0.2kg/cm<sup>2</sup>・secの連続加重に対する歪度を対面上の2枚のペーパーストレインゲージにより測定した。石こう単味の場合はネックの部分鉄線により補強し引張荷重用アタッチメントによる局部応力集中のための破壊を防いだ。この試験方法によりポリプロピレンせんいと石綿せんい混入の一部を除いて中央部予定破断面で破壊し、脆性材料の純粋引張試験方法として供試体の製作が容易で良好な結果が得られた。

表1 各材料の詳細

マトリックス	II型無水石こう (CaSO <sub>4</sub> )
小野田セメント試製品・混水比(水/石こう重量)40%	
凝結調節時間(終結)60分・フロー値230	
ペースト比重1.84 硬化体比重1.70 PH≒10	

せんい	鉄線 #29 亜鉛引き	石綿 クリンタイル	ポリプロピレン せんい
比 重	7.9	2.6	0.9
長 さ mm	12	0.1~1	11
直 径 mm	0.33	2×10 <sup>-5</sup>	0.021
細長比 長さ/直径	36	50000/50000	520
破断のび %	29.9	—	20.0
強 度 kg/mm <sup>2</sup>	32.9	70	50
弾性係数 kg/cm <sup>2</sup>	570,000	600,000	36,000

表2 調 合 (gr)

せんい体積率 V<sub>f</sub> = せんい体積 / 供試体体積

種 類	V <sub>f</sub>	石こう	水	せんい
石 膏 単 味	0	7886	3154	0
鉄 線 #29	0.10	7097	2839	4740
石 綿	0.03	7649	3060	414
ポリプロピレンせんい	0.03	7649	3060	162



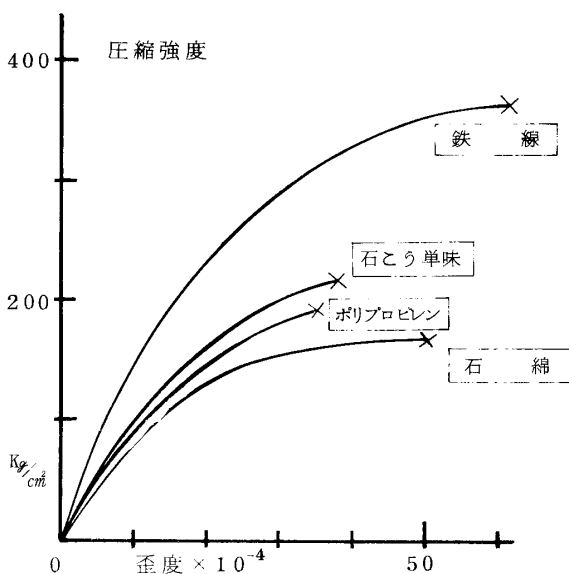


図4 圧縮応力度-歪度

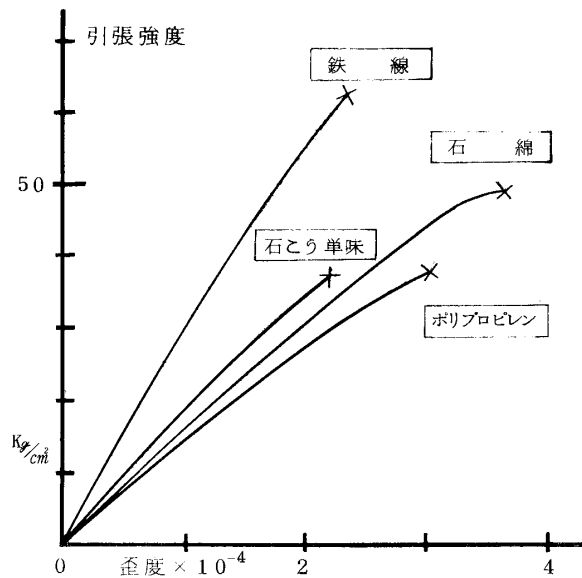


図5 引張応力度-歪度

表6 せんい強化の効果

せんい				せんい強化の効果								
種類	分散	細長比	弾性係数 $E_m$ : マトリックス	圧縮				引張				ねばり強さ = $\int \sigma d\epsilon$
				強度	最大歪度	弾性	ねばり強さ	強度	最大歪度	弾性	ねばり強さ	
鉄線#29	良	36	$> E_m$	++	++	++	++	++	0	++	+	++ 効果大いにあり
石綿	からみ合う	5000 50000	$> E_m$	-	+	-	0	+	++	-	++	+ 効果あり
ポリプロピレンせんい	良	520	$< E_m$	-	-	-	-	0	+	-	+	0 効果なし
												- 逆効果

4 実験結果と考察

実験結果を図4と図5に示す。これよりせんい強化の効果をまとめた表6をみると、圧縮の場合強化の内容に対する効果の傾向はほぼ同じで鉄線による強化の効果は大きくポリプロピレンせんいでは逆効果になっている。引張の場合強化の内容によって効果の傾向は大きく異なっている。また圧縮と引張を比較するとせんい強化の効果がちがっている。このようなせんい強化の効果を調べるためにここでは表6のごとく「せんいの分散」「せんいの細長化」「マトリックスの弾性係数に対するせんいの弾性係数の大小」と強化の内容との関連を考えると圧縮性状についてはせんいの分散が良好な場合弾性係数がマトリックスの弾性係数より大きいせんいによる強化が、いずれの強化の内容においても効果が大いにある。引張性状については強度及び弾性に関して弾性係数がマトリックスの弾性係数より大きいせんいによる強化が効果があり、最大歪度及びねばり強さに関して細長比の大きいせんいによる強化が効果が大きくなっている。

せんい強化複合材料の弾性は、せんいの分散が良くまたせんいとマトリックスの界面問題を無視した場合、せんいとマトリックスの個有値の中間値になると考えられている。今回のせんい強化石こうでは鉄線とポリプロピレンせんいによる強化では中間値となっているが、石綿による強化ではマトリックスより弾性が大きくなるべきところがそうになっていない、これは石綿のように細長比の大きなせんいによる強化が、せんい分散の良さの程度に大きく影響されるためと考えられる。

[文献] (1) "Mechanical Properties of Grass Fibre Reinforced Gypsum" Journal of Materials Science 4・1969 (2) "FRG-Compositeの力学的性質" 岡島達雄 (3) "セッコウをマトリックスとした複合材料に関する実験的研究" 平居孝之 (2)(3)共大会梗概集昭和47年

※ 東京大学助教授工博 ※※ 東京大学大学院