

ビニロン繊維添加によるセメント材料の強化

山崎 達夫 山口 知宏 久野 徹

Strengthening of Cement Materials by Adding Vinylon Fiber
by

Tatsuo YAMAZAKI, Tomohiro YAMAGUCHI and Toru KUNO

セメント材料は曲げ強度が小さく、靱性に乏しい。本年度はビニロン繊維添加による強度向上及び混練方法について検討した。オムニキサーによる混練はJ I S R 5201に規定された機械練りによる混練より良好な結果が得られた。繊維の添加に伴い、衝撃値が増加する。無添加の場合、 $0.18\text{J}/\text{cm}^2$ の衝撃値が繊維径 0.2mm 長さ 12mm のビニロンを3%添加で $0.85\text{J}/\text{cm}^2$ となり、5倍程度大きくなった。繊維径の大きさにより衝撃値は大きく変化し、繊維径の小さなものでは衝撃値は小さくなった。ガラス繊維添加の場合、曲げ強度や圧縮強度が無添加と同程度以下であったが、ビニロン繊維の場合、無添加で 24MPa の圧縮強度が繊維径 0.4mm のビニロン 0.5% 添加で約15%増加する。同様に曲げ強度も大きくなっている。ビニロン繊維とセメントの界面接着力がガラスとセメントのそれよりも大きいことによる。少量のネット状繊維の添加は強度を若干増加させた。

1. まえがき

セメント材料は曲げ強度が小さく靱性に乏しく、繊維を添加すると、強度などが増加するといわれている。ガラス繊維の添加量の増加に伴い、衝撃値¹⁾が増加した。しかし、曲げや圧縮などの強度の向上は認められなかった。本年度は合成繊維の代表的なビニロン繊維の添加により、セメント材料の強度、靱性、吸音率などの変化について、検討した。

2. 実験方法

使用原料として、ポルトランドセメント、豊浦標準砂、繊維径及び長さが異なるビニロンA (RMS182×6 長さ 6mm × $\phi 14\mu\text{m}$)、B (RF350×12 長さ 12mm × $\phi 0.2\text{mm}$)、

C (RF4000×30 長さ 30mm × $\phi 0.4\text{mm}$)を用いた。各種試験はJ I S R 5201に準じて行った。繊維を添加した場合、繊維をセメントや砂と均一に混練するのが困難である。その混練方法により、性状が大きく変化する事が予想されるので、混練方法について検討した。靱性はシャルピー衝撃値により、検討した。吸音率はJ I S A 1405の定在波法により求めた。表1に配合割合を示す。

3. 実験結果及び考察

3.1 混練方法による違い

オムニキサーは繊維とセメントなど比重差のある物質の混合、混練に有効であると言われているので、J I S R 5201に定められた機械練りによる方法とオムニキサーによる方法とを標準試験体で比較した。その結

表1 配合割合

原 料	標準試験体	0.5%添加	1%添加	3%添加
セメント	520	520	520	520
砂	1040	1040	1040	1040
水	338	338	338	338
ビニロン繊維	0	7.8	15.6	46.8

表2 混練方法と強度（7日値）

混練機	曲げ強度 (MPa)	圧縮強度 (MPa)	衝撃値 (J/cm ²)
練り混ぜ機 (JIS R 5201)	4.7	13.9	0.12
オムニミキサー	6.4	24.1	0.18

果を表2に示す。オムニミキサーによる混練方法がいずれの強度も大きくなっている。ただし、養生時間の増加に伴いその差は小さくなる。初期強度は混合能力に勝るオムニミキサーが有効に働くことが考えられる。

3.2 ビニロン添加による強度や靱性の変化

繊維径及び長さが異なるビニロンA、B、Cの3種類を標準試験体に添加して検討した。ビニロン繊維を添加した場合の曲げ荷重と変位量との関係を図1、2に示す。

標準試験体の場合は、変位量と共に曲げ荷重が増加して最高曲げ荷重に達した後は急激に曲げ荷重が減少した。ビニロン繊維添加の場合、変位量の増加に伴い曲げ荷重が増加し、亀裂が入ると曲げ荷重は若干減少するが再びなだらかに増加する。繊維添加量が多くなると亀裂による曲げ破壊荷重の減少が認められなくなる。

ガラス繊維添加の場合¹⁾、変位量の増加に伴い曲げ荷重が増加し、亀裂が入ると曲げ荷重は大幅に減少し、半分程度になり、再びなだらかに減少する。ビニロン繊維の場合と大きく異なる。

ビニロン繊維を添加したときの曲げ強度、圧縮強度、シャルピー衝撃値及びフロー値を表3に示す。細い繊維（ビニロンA）を添加した場合、曲げ強度、圧縮強度はやや低下するが衝撃値は増加する。繊維径の大きいビニロンB、Cを添加した場合、曲げ強度や衝撃値が著しく増加するが、それに比べて圧縮強度は若干の増加にとどまる。このように繊維を添加した場合は曲げ強度や衝撃値は増加するが、圧縮強度はあまり増加しない。

昨年度行ったガラス繊維添加の場合、衝撃値が増加したが、曲げ強度や圧縮強度は増加しなかった。特に圧縮

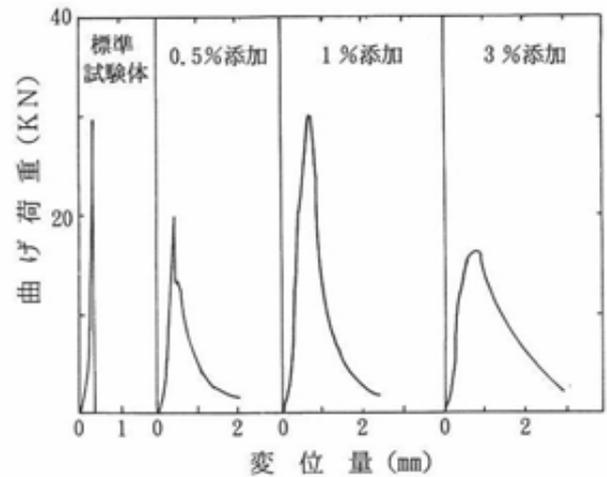


図1 曲げ荷重と変位量（ビニロン繊維A）

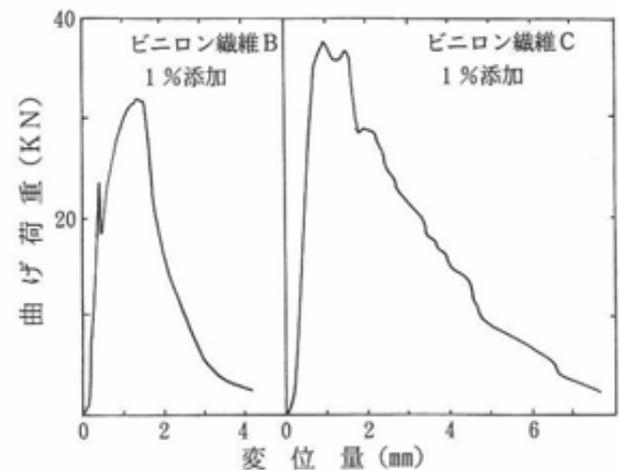


図2 曲げ荷重と変位量

強度の低下は著しかった。ビニロン繊維の場合と異なる結果を示した。

ビニロンでもガラスでも繊維の引き抜き抵抗により、急激な破断は免れているので、衝撃値は増加している。

表3 繊維添加量と強度の関係（7日値）

添加量 (%)	A			B			C			標準試験体
	0.5	1	3	0.5	1	3	0.5	1	3	
曲げ強度 (MPa)	4.2	6.5	3.8	6.0	6.8	10.7	5.9	8.2	10.9	6.4
圧縮強度 (MPa)	17.7	16.6	7.2	26.5	24.9	27.5	28.1	25.9	27.2	24.1
衝撃値 (J/cm ²)	0.25	0.22	0.24	0.38	0.48	0.85	0.38	0.40	0.82	0.18
フロー値	190	170	150	250	190	170	240	230	180	250

しかし、繊維とセメントとの界面接着力の大きさの違いにより曲げや圧縮の強度が変化する。ビニロン繊維添加素地の場合、界面接着力が大きいことから、曲げ強度が大きくなっていると思われる。

3.3 配向性について

ネット状のビニロン繊維(VK0707モルネット)を添加した試験体について検討した結果を表4に示す。0.05%添加した場合、曲げ強度が増加するが、0.5%添加した場合、添加効果がほとんど無い。

表4 ネット繊維添加量と強度の関係(28日値)

	曲げ強度(MPa)	圧縮強度(MPa)
標準試験体	7.8	33.3
0.05%添加	8.5	25.7
0.5%添加	6.9	21.6

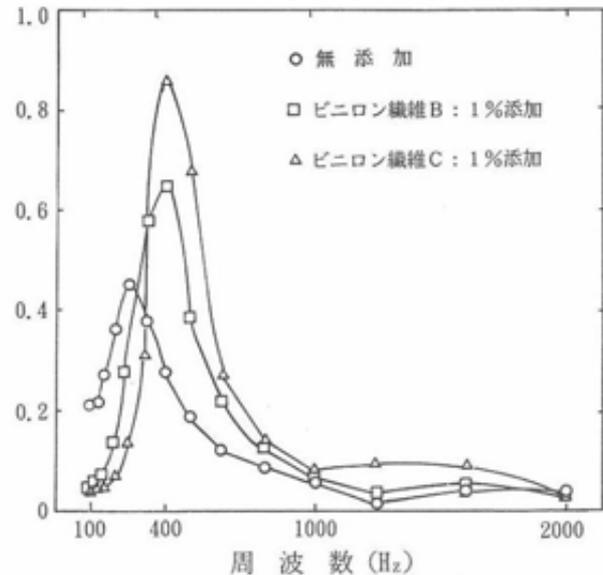
3.4 吸音率について

吸音率の測定結果を図3に示す。無添加の場合最高吸音率は0.5程度であるが、ビニロン繊維Bを1%添加で0.65で、ビニロン繊維Cを1%添加で0.85になる。ビニロン繊維の添加により、吸音率も上昇した。繊維の混在による吸音効果が反映したものである。

4. まとめ

- (1) オムニミキサーによる混練はJIS R 5201に規定された機械練りによる混練より良好な結果が得られた。
- (2) 繊維の添加に伴い、衝撃値が増加する。無添加の場合、 $0.18\text{J}/\text{cm}^2$ の衝撃値が繊維径0.2mm長さ12mmのビニ

図3 吸音率(背後空気層20mm)



ロンを3%添加で $0.85\text{J}/\text{cm}^2$ となり、5倍程度大きくなった。繊維径の大きさにより衝撃値は大きく変化し、繊維径の小さなものでは衝撃値は小さくなった。

- (3) ガラス繊維添加の場合、曲げ強度や圧縮強度が無添加と同程度以下であったが、ビニロン繊維の場合、無添加で24MPaの圧縮強度が繊維径0.4mmのビニロン0.5%添加で約15%増加する。同様に曲げ強度も大きくなっている。ビニロン繊維とセメントの界面接着力がガラスとセメントのそれよりも大きいことによる。
- (4) 少量のネット状繊維の添加は強度を若干増加させた。

文献

- 1) 山崎達夫, 山口知宏, 伊藤政巳, 愛知県常滑窯業技術センター報告, 22, 45~47(1995).