

ビニロン繊維補強再生コンクリート梁部材の構造特性

－その2 乾燥収縮性状－

日大生産工（院） ○高橋 和丈 日大生産工 師橋 憲貴
株式会社クラレ 小川 敦久 日大生産工 桜田 智之

1. はじめに 昨年度の学術講演会では碎石を再生粗骨材で 50%置換したビニロン繊維補強再生コンクリート梁部材のフレッシュ性状および材齢 5 週時の付着性状について報告した。その結果、フレッシュ性状はビニロン繊維混入率の増加に伴いスランプ値は大きく減少したが、スランプ・空気量は、本研究で定めた目標値を概ね達成した。また、ビニロン繊維混入率の増加に伴いコンクリート強度も上昇したが、付着割裂強度にはより顕著な上昇が見られることを明らかにした。

一方、乾燥収縮性状は、鉄筋コンクリート部材の耐久性を考慮する上で重要な要因となる。本研究では再生骨材を使用しており、付着するモルタル分により吸水率が高く、乾燥収縮率が増加するため¹⁾、乾燥収縮率および乾燥収縮ひび割れの検討が必要と考える。繊維補強コンクリートは、普通骨材を用いた場合において、繊維を多く混入することで乾燥収縮率の抑制が見られるとの報告がある²⁾。本研究では、ビニロン繊維補強再生コンクリートについて、1 年経過時まで継続的に観測してきた乾燥収縮率および乾燥収縮ひび割れに関して報告する。なお、昨年度の学術講演会では述べていない碎石・天然砂ともに再生骨材で 50%置換したビニロン繊維補強再生コンクリートの付着性状および乾燥収縮性状についても検討する。

2. 実験概要

2.1 試験体概要 表-1 に試験体詳細を、表-2

表-1 試験体詳細

試験体名	骨材置換率	載荷時期	タイプ
1) RM00V	RMシリーズ 再生粗骨材 (50%)	5週経過時	再生コン クリート
2) RM00V1K		1年経過時	
3) RM05V		5週経過時	ビニロン 繊維補強 再生コン クリート
4) RM05V1K		1年経過時	
5) RM10V		5週経過時	
6) RM10V1K		1年経過時	
7) RMM00V	RMMシリーズ 再生粗骨材 (50%) 再生細骨材 (50%)	5週経過時	再生コン クリート
8) RMM00V1K		1年経過時	
9) RMM05V		5週経過時	ビニロン 繊維補強 再生コン クリート
10) RMM05V1K		1年経過時	
11) RMM10V		5週経過時	
12) RMM10V1K		1年経過時	

骨材置換率：普通粗骨材を中品質再生粗骨材で置換した割合
1K：乾燥収縮性状の検討の為1年間保存中の試験体

表-2 ビニロン繊維の標準性能

長さ ℓ (mm)	直径 d (mm)	アスペ クト比 ℓ/d	引張強度 (MPa)	切断伸度 (%)	ヤング率 (GPa)
30	0.67	45	900	9.0	23

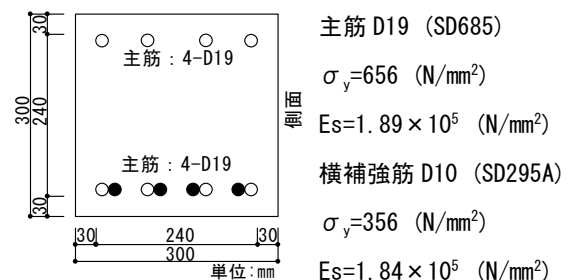


図-1 試験体断面

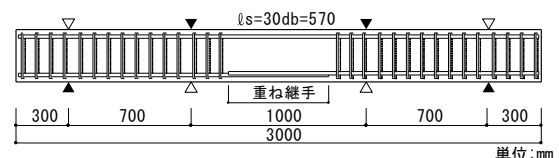


図-2 試験体形状

Structure Characteristic of PVA Fiber Reinforced Concrete with Recycled Aggregate
-Part.2 Drying Shrinkage Properties-

Kazuhiro TAKAHASHI, Noritaka MOROHASHI, Atsuhisa OGAWA and Tomoyuki SAKURADA

にビニロン繊維の標準性能を、また図-1 に試験体断面を、図-2 に試験体形状を示す。本研究で使用したコンクリートは、碎石を再生粗骨材で 50 % 置換しビニロン繊維を 0%, 0.5%, 1.0% の割合で混入した RM00V, RM05V, RM10V (RMV シリーズ) と、その RMV シリーズに対してさらに天然砂を再生細骨材で 50%置換した RMM00V, RMM05V, RMM10V (RMMV シリーズ) の計 2 シリーズのコンクリート梁部材を作製した。ビニロン繊維をコンクリートの補強に用いる場合、粗骨材寸法よりも繊維長さが短いと補強効果が低いため、本研究では長さ 30mm、直径 0.67mm のビニロン繊維を使用した。なお、試験体は長辺 3000mm の単純梁として、各面には乾燥収縮ひび割れを観測しやすいように水で希釈したペンキを塗布した。

2.2 調査 表-3 に骨材特性を、表-4 に調合表を示す。本研究で使用した再生粗骨材は中品質 (M)、再生細骨材は低品質 (L) のものである。

3. 付着割裂強度の評価 図-3 に付着割裂強度を示す。昨年度の学術講演会で明らかにしたとおり RMV シリーズにおける付着割裂強度はビニロン繊維混入率の増加に伴い比例して上昇した。これは、RMV シリーズにおいてはコンクリートのひび割れ発生後にビニロン繊維が引張力を受け持つことにより、付着割裂強度が高くなったものと考えられる。一方、RMMV シリーズにおける付着割裂強度はビニロン繊維混入率によらず概ね同等の値を示した。このことから、ビニロン繊維と再生細骨材との界面の付着力が小さいことが考えられ、ビニロン繊維が応力の伝播を受けることなく抜けてしまったものと推察される。

4. 乾燥収縮性状

4.1 乾燥収縮率 図-4 a)、b) に長さ変化試験体の乾燥収縮率を示す。乾燥収縮率の測定は JIS A 1129-2(コンタクトゲージ)³⁾ に準じて

表-3 骨材特性

シリーズ	骨材	表乾密度 (g/cm^3)	実積率 (%)	吸水率 (%)
RMV RMMV	碎石	2.70	—	0.86
	再生粗骨材	2.48	61.0	4.63
	天然砂	2.61	—	2.65
	再生細骨材	2.24	—	11.75

表-4 調合表

試験体	W/C (%)	単位質量(kg/m ³)						ビニロン 繊維 (vol.%)
		水 W	セメント C	粗骨材		細骨材		
				碎石	再生粗骨材	天然砂	再生粗骨材	
RM00V	60.0	200	333	449	413	826	0	0.0
RM05V								0.5
RM10V								1.0
RMM00V						413	354	0.0
RMM05V								0.5
RMM10V								1.0

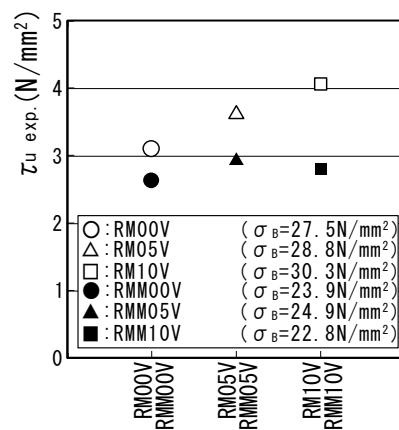


図-3 付着割裂強度

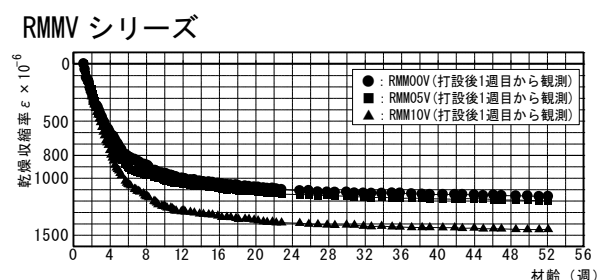
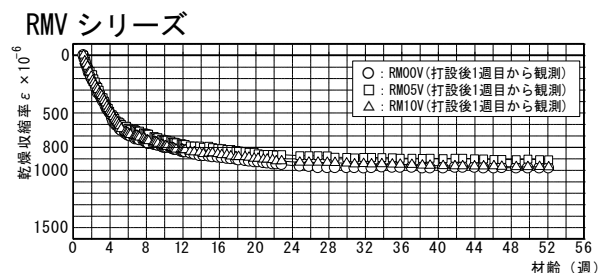


図-4 a) 長さ変化試験体の乾燥収縮率

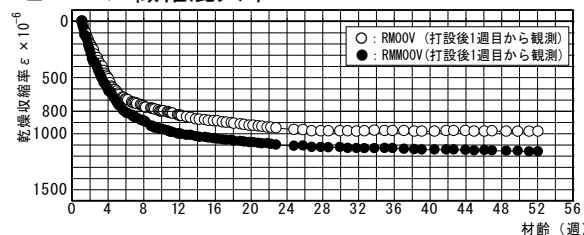
100mm×100mm×400mm の長さ変化試験体を作成した。長さ変化試験体は1シリーズにつき3体作製し、室温 20℃±2℃、湿度 60%±5%の恒温恒湿室保存とした。本研究で作製した試験体の乾燥収縮率は、測定を開始した材齢 1 週から約 8 週まで急激に増加し、16 週から 52 週まで緩やかに増加する傾向が見られた。

まず、ビニロン繊維混入率の違いによる比較をすると、砕石のみを再生粗骨材で 50%置換した RMV シリーズにおいてはビニロン繊維混入率によらず概ね同等の乾燥収縮率となった。しかし、砕石・天然砂をともに再生骨材で 50%置換した RMMV シリーズにおいては、ビニロン繊維混入率の増加に伴い、乾燥収縮率が大きくなっており、ビニロン繊維混入率 1.0%の RMM10V は RMM00V、RMM05V を大きく下回る結果となった。

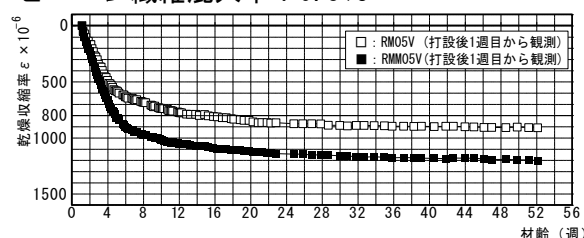
また、RMV シリーズ、RMMV シリーズにおけるビニロン繊維混入率のものを比較し、再生細骨材置換率の違いによる乾燥収縮率の比較をすると、全混入率において RMMV シリーズが RMV シリーズより大きい乾燥収縮率となった。これは、RMMV シリーズでは再生細骨材を使用しており、粗骨材と細骨材の平均吸水率が高いためと考える。また、混入率の増加に伴い RMV シリーズと RMMV シリーズの乾燥収縮率の差が大きくなっている。

これらのことから、RMMV シリーズにおいてビニロン繊維混入率の増加に伴い、乾燥収縮率が大きくなっているのは、再生細骨材中のセメント微粒分の影響によりコンクリート中のモルタルとビニロン繊維との材料的付着が悪いことが考えられ、そのため、微細な毛細管空隙が生じたために乾燥収縮率が大きくなったと推察する。また、ビニロン繊維混入率 1.0%の RMM10V の乾燥収縮率が大きく低下しているのは、セメント微粒分と接するビニロン繊維の表面積が多いため、より多くの毛細

ビニロン繊維混入率：0%



ビニロン繊維混入率：0.5%



ビニロン繊維混入率：1.0%

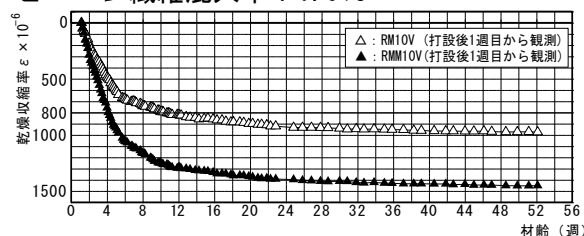


図-4 b) 長さ変化試験体の乾燥収縮率

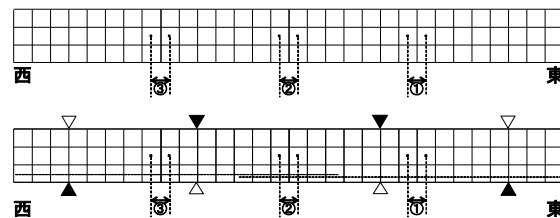
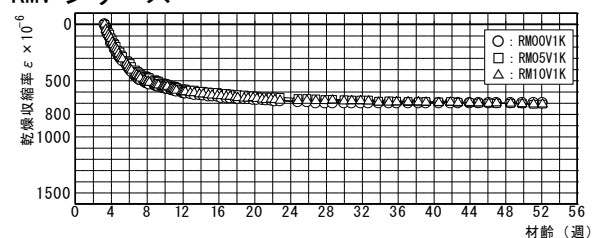


図-5 梁試験体の乾燥収縮率測定箇所

RMV シリーズ



RMMV シリーズ

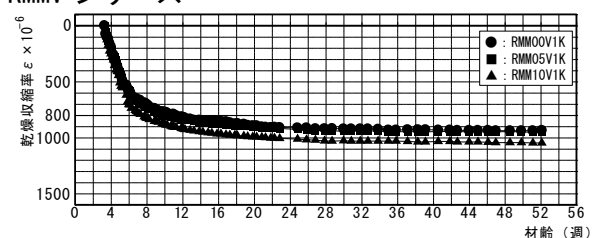


図-6 長さ変化試験体の乾燥収縮率

管空隙が生じたためと考える。

図-5 に梁試験体の乾燥収縮率測定箇所を、図-6 に梁部材 $B \times D \times L=300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 3000\text{mm}$ の乾燥収縮率を示す。梁部材は打設後 1 週目まで湿布養生を行い、2 週目から水中養生、3 週目に水中から引き上げ空調設備のない実験棟内に保存した。梁部材の乾燥収縮率の測定は、打設面および側面の各面 3 ヶ所について行った。図-6 推移は側面 3 ヶ所の平均を示す。梁部材の乾燥収縮率は図-6 に示すとおり長さ変化試験体の乾燥収縮率と同様の傾向が見られた。

4.2 乾燥収縮ひび割れ性状 図-7 に梁部材の乾燥収縮率を測定した面と同一の側面における 1 年経過時の乾燥収縮ひび割れ図を示す。RMV シリーズにおいてはビニロン繊維を混入することで若干の乾燥収縮ひび割れ本数の減少が見られた。一方、RMMV シリーズにおける乾燥収縮ひび割れ本数は RMMV と RMM05V は同程度であるが、RMM10V では著しく増加していることがわかる。これらは、4.1 で述べた原因によるものと考えられる。

5. まとめ 本研究の範囲内で以下の知見が得られた。

- (1) RMV シリーズにおける付着割裂強度はビニロン繊維混入率の増加に伴い比例して上昇したが、RMMV シリーズにおける付着割裂強度はビニロン繊維混入率によらず概ね同等の値を示した。
- (2) RMV シリーズではビニロン繊維混入率によらず概ね同等の乾燥収縮率となったが、RMMV シリーズでは、ビニロン繊維混入率の増加に伴い、乾燥収縮率が大きくなった。
- (3) RMV シリーズにおいてはビニロン繊維を混入することで若干の乾燥収縮ひび割れ発生本数の減少が見られた。その一方で、RMMV シリーズにおける乾燥収縮ひび割れ本数は、ビニロン繊維混入率の増加に伴い増加した。

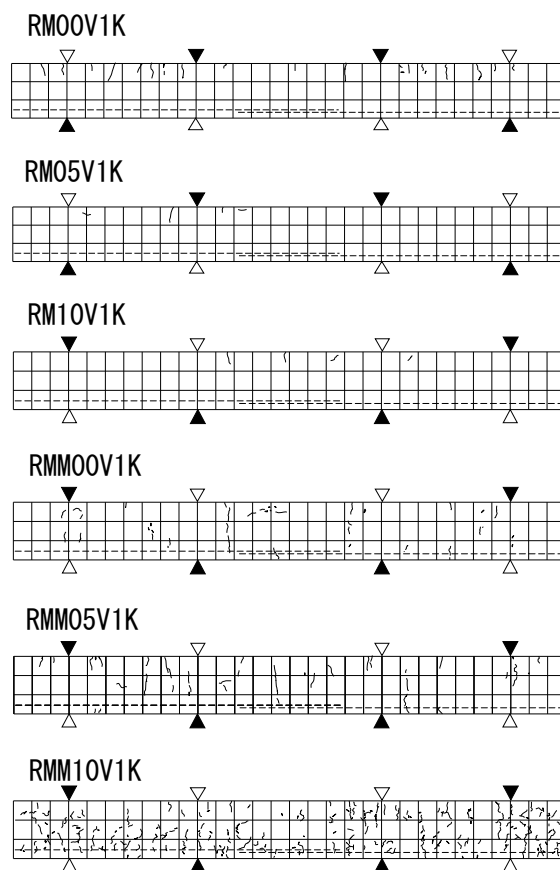


図-7 長さ変化試験体の乾燥収縮率

今後は、材齢 1 年経過時の付着性状について検討を行い、材齢の経過が付着性状に与える影響について検討をする予定である。

謝辞 本研究において葛西再生コンクリート工場には骨材の手配でご協力をいただきました。混和材メーカー F 社には調合計画において貴重なご助言をいただきました。ここに記して深謝いたします。

参考文献

- 1) 師橋憲貴、桜田智之：再生骨材と普通骨材を用いた鉄筋コンクリート梁部材の付着割裂強度に関する実験的研究、日本建築学会構造系論文集 第 73 巻 第 634 号、2175-2183、2008 年 12 月
- 2) 住学、竹内博幸、中出睦、谷垣正治：ビニロン繊維補強コンクリートに関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol. 25、No. 1、2003、pp. 257-262
- 3) 日本工業規格：JIS A 1129 (モルタル及びコンクリートの長さ変化試験方法—第 2 部：コンタクトゲージ方法)、2001 年 6 月