

廃瓦シャモットを細骨材として使用した 繊維混入モルタルの材料特性に関する基礎的研究

加藤雄介^{*1}・渡部憲^{*2}

Fundamental Study on Material Properties of Fiber Reinforced Mortar Using Waste Clay Roof Tile Fine Aggregate.

by

Yusuke KATO^{*1}, and Ken WATANABE^{*2}

(Received on Sep. 28, 2007 & accepted on Dec. 25, 2007)

Abstract

There are currently about 800,000 to 900,000 tons of waste clay roof tiles disposed of each year in Japan. It is, however, difficult to dispose of all these tiles at disposal facilities under present conditions. There have been a few studies up until now on using clay roof tile fine aggregate for concrete and mortar. However, in order for the recycling of waste clay roof tiles to be implemented in this way, it is necessary to improve the performance of concrete and mortar that includes clay roof tile fine aggregate. In this study, fiber reinforced mortar specimens that include waste clay roof tile fine aggregate were tested under compressive, split tensile and 3-point flexural loading to investigate the applicability of fiber reinforced mortar. The results suggest it is possible to improve ductility with fiber reinforced mortar specimens that include waste clay roof tile fine aggregate.

Keywords: Waste Clay Roof Tile Fine Aggregate, Fiber Reinforced Mortar, Fiber, Compressive Loading, 3-point Flexural Loading

1. はじめに

現在、陶器瓦は、建設リサイクル法の特定建設資材に指定されてないが、日本における生産量は、年間約5百万トンである¹⁻²⁾。また、瓦製造工場から出る不良品と解体や住宅リフォームなどから出る古瓦を含めると廃瓦として出される量は、全国で年間約80~90万トン³⁾といわれおり、一般的な産業廃棄物の中でもかなり多い。このすべての廃瓦を処理場にて処分することは難しいのが現状である。そのため、新たな処理方法としてリサイクルシステムの確立が早急に求められている。そこで、筆者等は、その廃瓦を砕いた廃瓦シャモットをコンクリート用骨材として使用することに注目した。

これまで、友竹等は、廃瓦をコンクリート用細骨材の代替材料とし、その適用性について一連の検討を行い、廃瓦モルタルの調合、強度特性等を明らかとし⁴⁻⁵⁾、RCボックスカルバートへの適用事例も報告している⁶⁾。また、その他に建築用塗り壁材や舗装材への適用事例もある³⁾。

以上のように、コンクリート用骨材として廃瓦使用の可能性は有望であり、構造部材用コンクリートのみではなく、様々な使用方法が考えられる。

しかし、今後、さらなる廃瓦のリサイクルを推し進めるためにも、廃瓦シャモットを使用した付加価値の高い(高性能な)モ

ルタルおよびコンクリートの開発が必要である。

そこで、本研究では、コンクリート2次製品として、内・外装用パネルをターゲットとし、廃瓦シャモットを使用したモルタルの高靱性化(高靱性セメント複合材料⁷⁾)を目指した。その第1段として、細骨材として廃瓦シャモットを使用したプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルの圧縮、割裂および切欠き梁3点曲げ実験を行い、繊維補強の効果について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 実験概要

本実験に使用した廃瓦シャモットの物性値を Table 1 に示す。本実験に使用した廃瓦シャモットの粒度分布を Fig.1 に示す。モルタル試験体の一覧を Table 2 に示す。細骨材として使用した廃瓦シャモットは、愛知県陶器瓦工業組合製、赤5mm アンダーシャモット(R-5)、赤2mm アンダーシャモット(R-2)、灰5mm アンダーシャモット(G-5)および灰2mm アンダーシャモット(G-2)である。この廃瓦シャモットは、廃瓦をショベルカーで供給装置に投入されたのち定量切出しされ、整粒破碎装置に供給・破碎された原料は選別装置でふるい分けされ、粒度毎の成品となる³⁾。また、廃瓦シャモットの物性値は産地により異なり、例えば骨材寸法0~5mmの場合、越前瓦では、表乾密度: 2.34g/cm³、吸水率: 3.70%⁴⁾、三州瓦では、表乾密度: 2.25g/cm³、

* 1 工学研究科建築学専攻博士課程前期

* 2 工学部建築学科 准教授・工博

吸水率：10.04%⁵⁾である。そのため、産地が異なる場合、本調査を基本として試し練りを行う必要がある。

モルタルの種類は、R-5 と R-2 を質量比 1:9 (R-5+R-2)、G-5 と G-2 を質量比 1:9 (G-5+G-2)、R-5 と G-2 を質量比 1:9 (R-5+G-2) でそれぞれ混合使用した廃瓦シャモットモルタル (WRTM) および砕石と山砂を質量比 7:3 で混合使用した天然細骨材モルタル (NM) の 2 種類で、水セメント比 (W/C) は、40、50 および 60% とした。繊維体積混入率 (V_f) は、0 および 3% で、使用した繊維は、ビニロン繊維 (径 0.20mm, 長さ 24mm) である。セメントは、WRTM ではコンクリート 2 次製品をターゲットとしているため、ホワイトセメントを使用した。なお、

Table 1 Physical properties of aggregate

Type of aggregate	ODD (g/cm ³)	SSD (g/cm ³)	Absorption (%)	F.M.	PSV (%)
R-5	2.26	2.07	9.57	4.67	57.58
R-2	2.22	1.98	12.28	2.14	72.24
G-5	2.27	2.10	7.95	5.01	56.89
G-2	2.18	1.96	11.15	2.48	69.93

ODD : Oven-dry particle density,
SSD : Saturated surface-dry particle density,
PSV : Percentage of solid volume

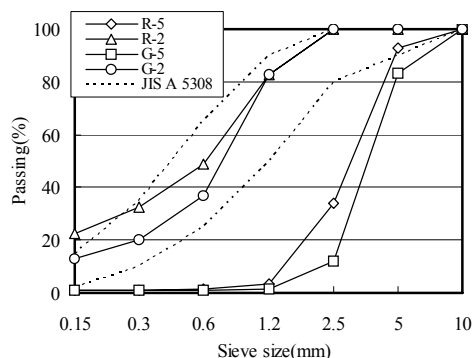


Fig. 1 Grading distribution

細骨材の混合割合、細骨材セメント比 (S/C) および繊維体積混入率は、試し練りによって決定し、载荷は、圧縮、割裂および切欠き梁 3 点曲げの 3 種類とした。試験体は、圧縮および割裂実験では $\phi 100 \times 200$ mm 円柱試験体、切欠き梁 3 点曲げ実験では $100 \times 100 \times 400$ mm 角柱試験体で、各 3 体製作した。試験体は、モルタル打設後 1 日で脱型し、試験時 (材齢 28 日) まで標準水中養生を行った。

2.2 圧縮载荷および計測方法

载荷は、2000kN アムスラー型試験機を使用した。Fig. 2 に、試験体の载荷および計測方法を示す。計測項目は、荷重、コンプレッソメーターによる縦および横ひずみ、载荷盤間変位とした。各計測データは、データロガーを使用して取込んだ。

2.3 圧縮軟化挙動の評価方法

圧縮軟化挙動の評価方法は、文献 8 を参考に、以下の手法で評価した (Fig. 3 参照)。まず、実験により得られた圧縮荷重 (P) - 载荷盤間変位 (δ_c) 関係を圧縮応力 (σ_c) - 塑性変形 (δ_c') 関係に変換する。このとき、P - δ_c 関係の最大荷重 (P_c) 時から初期剛性 (K) を基に荷重 0kN までおろした点 δ_0 を求め、その点を

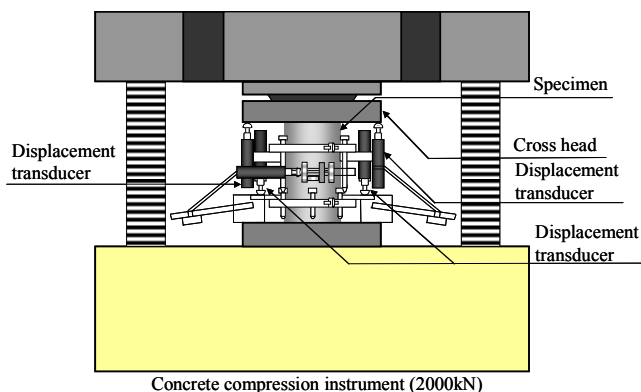


Fig. 2 Compressive system

Table 2 Outline of specimens

Specimen	Mortar type	Sand	Cement	Water-cement ratio (wt.%)	Sand-cement ratio (wt.%)	Fiber volume fraction (Vol.%)
NM40-VF0	NM	Natural	Ordinary Portland Cement	40	60	0
NM40-VF3						3
NM50-VF0						0
NM50-VF3						3
NM60-VF0						0
NM60-VF3						3
40R-5+R-2-VF3	WRTM	R-5+R-2	White Cement	50	178	3
40G-5+G-2-VF0		G-5+G-2				0
40G-5+G-2-VF3		G-5+G-2				3
50R-5+R-2-VF0		R-5+R-2				0
50R-5+R-2-VF3		R-5+R-2				3
50G-5+G-2-VF0		G-5+G-2				0
50G-5+G-2-VF3		G-5+G-2	3			
50R-5+G-2-VF3		R-5+G-2	3			
60R-5+R-2-VF3		R-5+R-2	3			
60G-5+G-2-VF0		G-5+G-2	0			
60G-5+G-2-VF3		G-5+G-2	3			

Fine aggregate: Natural: Crush sand (Percentage of absorption: 1.36%, Fineness modulus: 2.94, Maximum size: 5.0mm),

Pit sand (Percentage of absorption: 2.66%, Fineness modulus: 1.51, Maximum size: 2.5mm)

R-5: Red Waste Clay Roof Tile under 5mm (Percentage of absorption: 9.57%, Fineness modulus: 4.67, Maximum size: 5.0mm)

R-2: Red Waste Clay Roof Tile under 2mm (Percentage of absorption: 12.28%, Fineness modulus: 2.14, Maximum size: 2.0mm)

G-5: Gray Waste Clay Roof Tile under 5mm (Percentage of absorption: 7.95%, Fineness modulus: 5.01, Maximum size: 5.0mm)

G-2: Gray Waste Clay Roof Tile under 2mm (Percentage of absorption: 11.15%, Fineness modulus: 2.48, Maximum size: 2.0mm)

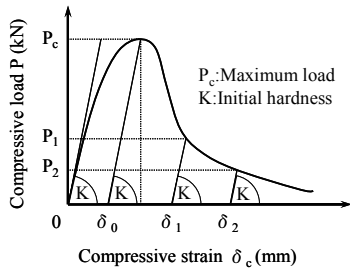
The mixing proportion of crushed sand and pit sand are 7:3, R-5 and R-2 are 1:9, G-5 and G-2 are 1:9, R-5 and G-2 are 1:9.

Fiber: Vinylon fiber (Diameter: 0.20mm, Length: 24mm, Young's modulus: 29kN/mm², Tensile strength: 975N/mm²)

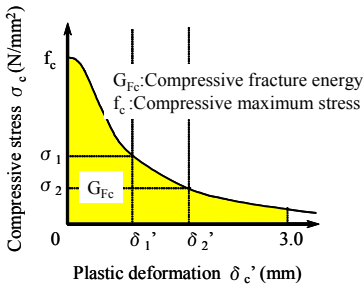
$\delta_c = 0$ mmとする。 σ_c は、圧縮強度(f_c)となり、 $\sigma_c - \delta_c$ 関係の第1点が定まる。以降、圧縮荷重 P_1 時では、Kを基に荷重 0kN までおろした点 δ_1 を求め、 $\delta_1' = \delta_1 - \delta_0$ 、 $\sigma_1 = P_1 /$ 試験体断面積となり、結果として $\sigma_c - \delta_c$ 関係が得られる。次に、 $\sigma_c - \delta_c$ 関係から δ_c が 3.0mm までの面積を求める。本研究では、これを圧縮破壊エネルギー(G_{Fc})とする。実験結果で δ_c が 3.0mm まで得られてないものは、実験データを外挿する。

2.4 切欠き梁 3点曲げ載荷および計測方法

切欠き梁 3点曲げ載荷の概要を Fig. 4 に示す。切欠きは、載荷直前に、ダイヤモンドカッターを使用して試験体中央に深さ 50mm となるように施工した。支点間のスパンは 300mm である。載荷は、100kNAUTOGRAPH 型精密万能試験機を用いて行い、クロスヘッド速度を制御した。クロスヘッド速度は、繊維補強モルタルでは、0.2mm/min の載荷速度としたが、プレーンモル



(a) Compressive load-Compressive Strain



(b) Compressive stress-Plastic deformation

Fig. 3 Evaluation method of Compression softening curve

タルでは最大荷重以後の急激な荷重低下を防ぐため、0.01mm/min の載荷速度とした。荷重は、100kN ロードセルで計測し、スパン中央部のたわみは、Fig. 4 に示す変位計測器具を試験体に取り付け、10mm の高感度変位計で計測した。各計測データは、データロガーを使用して取込んだ。

2.5 曲げ靱性の評価方法

曲げ靱性の評価方法は、文献9を参考に、以下の手法で評価した。曲げ強度は以下の式より求めた。

$$f1_b = \frac{P \cdot \ell}{b \cdot h^2} \times \frac{3}{2} \quad (1)$$

ここに、 $f1_b$: 曲げ強度(N/mm²)、 P : 最大荷重(N)、 ℓ : スパン(mm)、 b : 破壊断面の幅(mm)、 h : 破壊断面の高さ(mm)である。次に、曲げタフネスは曲げ靱性係数で表され、以下の式によって求めた。

$$f2_b = \frac{T_b}{\delta_{tb}} \times \frac{\ell}{b \cdot h^2} \times \frac{3}{2} \quad (2)$$

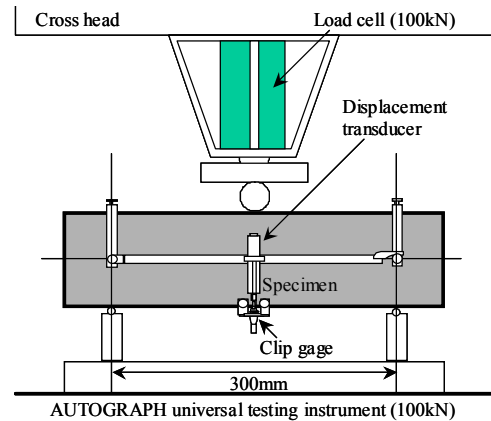


Fig. 4 3-point loading system

Table 3 Test results

Specimen	Fresh			Hardening							Flexural toughness*2		Number of crack*3	Crack band width*3 (mm)
	Flow value	Air content	Temperature of mortar	Density (g/cm ³)	Young's modulus (kN/mm ²)	Compressive strength (N/mm ²)	Compressive fracture energy (N/mm)	Split tensile strength*1 (N/mm ²)	Flexural strength (N/mm ²)	Displacement =7.5mm	Displacement =15mm			
	(mm)	(%)	(°C)							(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)		
NM40-VF0	248	0.7	20.0	2.16	19.5	59.2	46.76	3.30	4.42	2.59	—	1	—	
NM40-VF3	175	1.8	20.0	2.10	17.0	50.1	67.73	3.16	12.2	6.01	3.42	2	7.84	
NM50-VF0	245	0.9	19.0	2.11	16.2	40.0	23.20	3.05	3.39	1.93	—	1	—	
NM50-VF3	180	2.4	19.5	2.06	13.9	38.9	53.11	2.73	10.0	6.39	4.13	5	27.6	
NM60-VF0	239	0.9	19.0	2.05	12.9	29.0	18.88	2.26	2.74	1.77	—	1	—	
NM60-VF3	174	2.0	19.0	2.01	12.0	29.5	57.05	2.35	9.82	7.62	5.35	6	28.5	
40R-5+R-2-VF3	171	1.8	21.0	2.04	16.3	51.7	74.67	4.19	10.19	5.51	3.35	2	11.97	
40G-5+G-2-VF0	242	1.7	20.0	2.09	17.4	65.3	—	4.32	4.87	2.80	—	1	—	
40G-5+G-2-VF3	172	1.5	21.0	2.06	16.4	51.5	61.94	5.90	9.43	5.05	3.06	1	6.97	
50R-5+R-2-VF0	220	1.4	21.0	2.10	19.3	46.8	32.23	3.91	5.05	3.23	—	1	—	
50R-5+R-2-VF3	131	0.0	23.0	2.06	20.9	39.0	71.20	4.19	8.81	4.97	2.98	1	6.53	
50G-5+G-2-VF0	270	0.0	20.0	2.17	24.0	53.9	24.56	3.93	5.17	2.98	—	1	—	
50G-5+G-2-VF3	154	0.7	19.0	2.03	15.9	42.4	66.72	4.23	8.39	4.09	2.60	1	4.09	
50R-5+G-2-VF3	119	0.2	19.5	2.04	21.0	40.3	72.90	4.30	9.10	5.16	—	1	6.03	
60R-5+R-2-VF3	106	0.0	21.0	2.04	14.8	27.7	65.21	3.20	8.60	5.47	3.53	2	2.71	
60G-5+G-2-VF0	272	0.0	17.0	2.04	19.0	40.7	26.92	3.97	4.59	2.81	—	1	—	
60G-5+G-2-VF3	161	0.7	19.0	2.01	17.4	32.9	66.01	3.91	9.67	6.68	—	3	16.18	

*1 : Initial cracking stress for fiber reinforced mortar.
 *2 : For plain mortar, the value was obtained at maximum load.
 *3 : The values were observed after the test for notched beam specimens.

ここに、 f_{2b} : 曲げ靱性係数(N/mm²), T_b : 原点から δ_{tb} までの曲線下の面積(N・mm), δ_{tb} : スパン中央部のたわみ(mm), l : スパン(mm), b : 破壊断面の幅(mm), h : 破壊断面の高さ(mm)である。

3. 結果と考察

Table 3 に、実験より得られたプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルの各種材料特性一覧を示す。

3.1 ヤング係数, 圧縮および割裂強度

Fig. 5 および 6 に、骨材種類の異なるプレーンモルタルおよび繊維補強モルタル($V_f=3\%$)のヤング係数, 圧縮および割裂強度と W/C の関係を示す。Fig. 5(a)および Fig. 6(a)から、骨材とし

て R-5 と R-2 および G-5 と G-2 を混合使用した(以下, R0502 および G0502 と略記)プレーンモルタルおよび繊維補強モルタルのヤング係数の結果は、骨材として天然細骨材を使用したプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルのヤング係数の結果と比較すると、骨材として天然細骨材を使用したプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルのヤング係数は、W/C の増加に伴い低下する傾向を示しているものの、R0502 および G0502 のプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルのヤング係数は、W/C の増加に伴い不明瞭な傾向を示している。この傾向は、現時点では原因が特定できないため、今後、追加実験を行い原因を解明する予定である。また、Fig. 5(b), Fig. 5(c), Fig. 6(b)および Fig. 6(c)から、R0502 および G0502 のプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルの圧縮および割裂強度の結果は、骨材として天然細骨材を使用したプレーンモルタルおよび繊維補強モルタルの圧縮

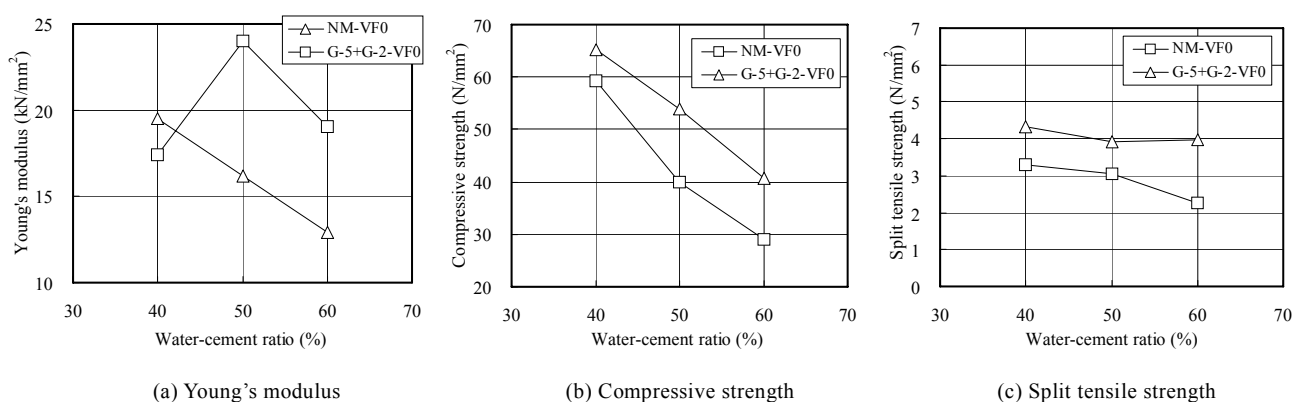


Fig. 5 Young's modulus, compressive strength and split tensile strength of plain mortar

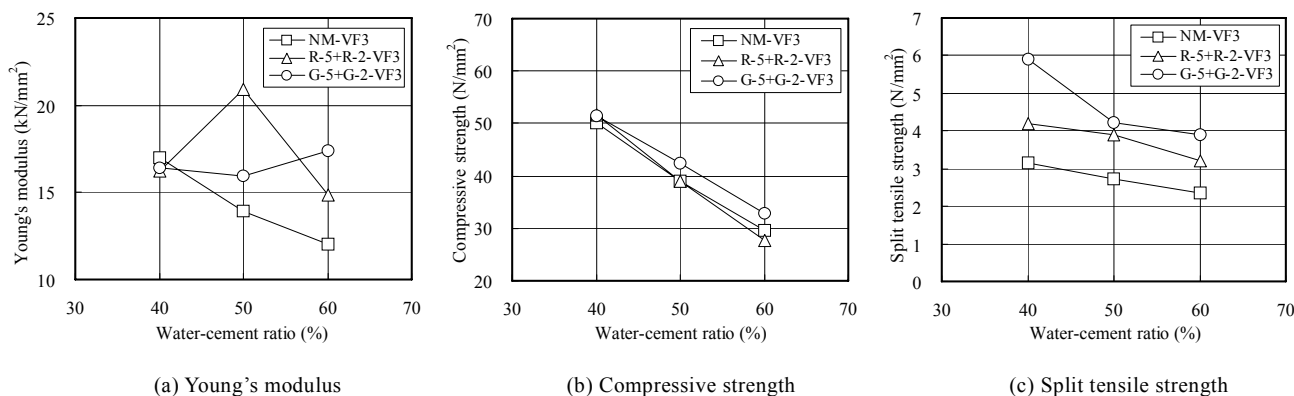


Fig. 6 Young's modulus, compressive strength and split tensile strength of fiber reinforced mortar

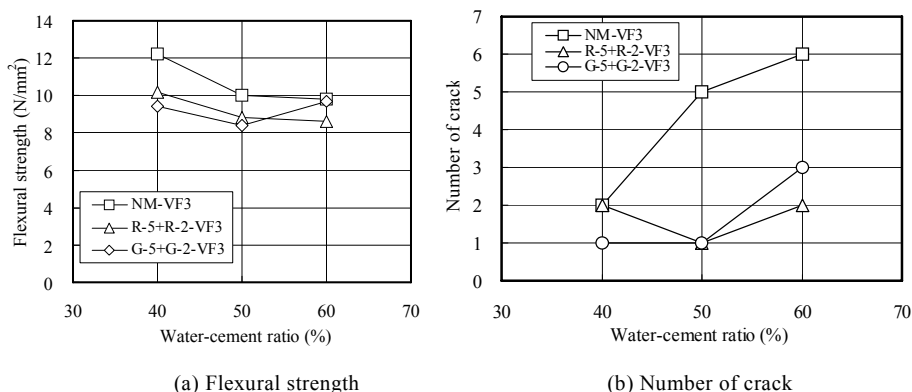


Fig. 7 Flexural strength and number of crack of fiber reinforced mortar

および割裂強度は、同程度またはそれ以上となる傾向を示している。

3.2 曲げ強度、ひび割れ本数

Fig. 7 に、骨材種類の異なる繊維補強モルタル($V_f=3\%$)の曲げ強度およびひび割れ本数と W/C の関係を示す。Fig. 7(a)から、曲げ強度は、G0502 の繊維補強モルタルの W/C=60% の場合を除き、W/C の増加に伴い低下する傾向を示している。G0502 の繊維補強モルタルの W/C=60% の曲げ強度が大きくなった原因として、廃瓦シャモットの吸水率が高いため表乾管理の影響が考えられる。また、ひび割れ本数(：切欠き先端に生じたひび割れ本数を、実験後に観察、Fig. 7(b))は、骨材種類に係わらず繊維補強モルタルにおいても、W/C=60% の場合が最も多くひび割れが発生する傾向を示している。

3.3 圧縮応力-塑性変形関係

Fig. 8(a)に、G0502 の W/C の異なるプレーンモルタルおよび繊維補強モルタル($V_f=3\%$)の圧縮実験により得られた圧縮応力/圧縮強度-塑性変形関係を示す。Fig. 8(a)から、繊維補強モルタルの結果は、圧縮強度以降 W/C の増加に伴い延性的な傾向を示している。さらに、繊維補強モルタルの結果は、プレーンモルタルの結果と比較すると、いずれの W/C においても圧縮強度以降延性的な傾向を示している。前掲、Table 3 の圧縮破壊エネルギーも同様の傾向を示しており、G0502 のプレーンモルタルについては、W/C=50%で 24.56N/mm、W/C=60%で 26.92N/mm、G0502 の繊維補強モルタルについては、W/C=50%で 66.72N/mm、W/C=60%で 66.01N/mm となった。

Fig. 8(b)に、W/C および骨材種類の異なる繊維補強モルタル($V_f=3\%$)の圧縮実験により得られた圧縮応力/圧縮強度-塑性変

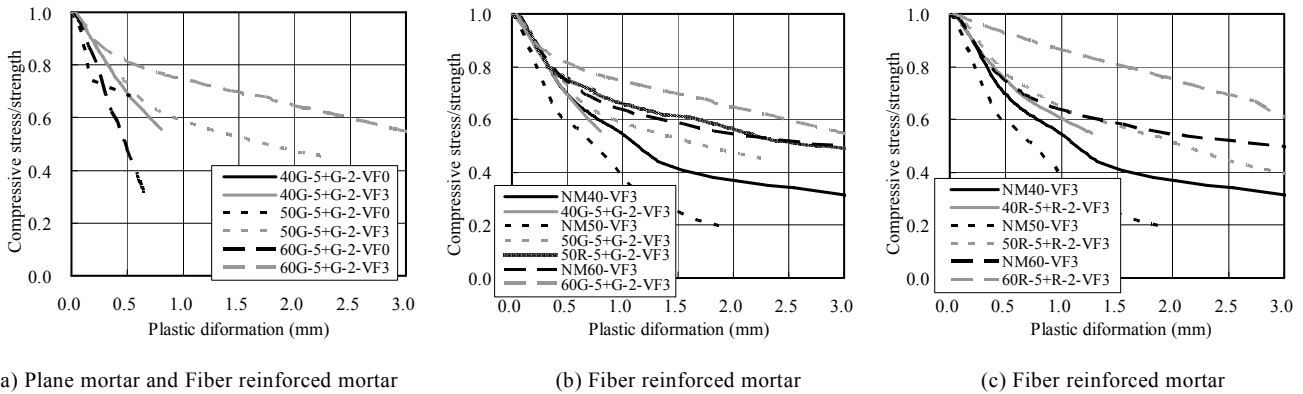


Fig. 8 Compressive stress-Plastic deformation

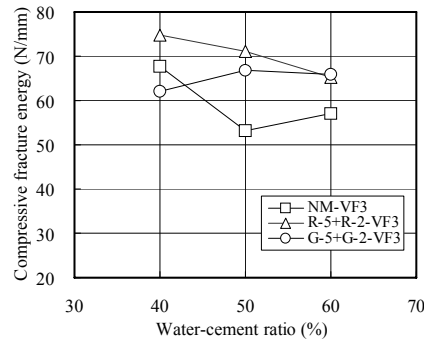


Fig. 9 Compressive fracture energy of fiber reinforced mortar

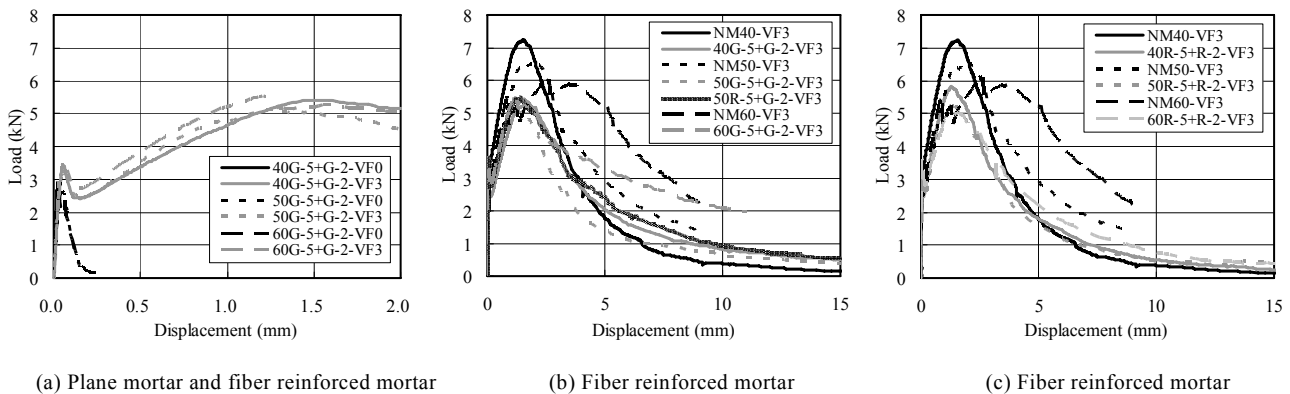


Fig. 10 Load-displacement relationship

形関係を示す。Fig. 8(b)から、G0502 の繊維補強モルタルの結果は、骨材として天然細骨材を使用した繊維補強モルタルの結果と比較すると、W/C=40%の場合、圧縮強度以降多少、脆性的な傾向を示しているものの、W/C=50, 60%の場合、圧縮強度以降延性的な傾向を示している。一方、骨材としてR-5とG-2を混合使用した(以下、R05G02と略記)繊維補強モルタルの結果は、G0502 および天然細骨材を使用した繊維補強モルタルの結果と比較すると、W/C=50%において、圧縮強度以降最も延性的な傾向を示している。前掲、Table 3 の圧縮破壊エネルギーも同様の傾向を示しており、G0502 の繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 61.94N/mm, W/C=50%で 66.72N/mm, W/C=60%で 66.01N/mm, 骨材として天然細骨材を使用した繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 67.73N/mm, W/C=50%で 53.11N/mm, W/C=60%で 57.05N/mm, R05G02 の繊維補強モルタルについては、W/C=50%で 72.90N/mm となった。

Fig. 8(c)に、W/C および骨材種類の異なる繊維補強モルタル ($V_f=3\%$)の圧縮実験により得られた圧縮応力/圧縮強度-塑性変形関係を示す。Fig. 8(c)から、R0502 の繊維補強モルタルの結果は、骨材として天然細骨材を使用した繊維補強モルタルの結果と比較すると、いずれの W/C においても圧縮強度以降延性的な傾向を示している。前掲、Table 3 の圧縮破壊エネルギーも同様の傾向を示しており、R0502 の繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 74.67N/mm, W/C=50%で 71.20N/mm, W/C=60%で 65.21N/mm, 骨材として天然細骨材を使用した繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 67.73N/mm, W/C=50%で 53.11N/mm, W/C=60%で 57.05N/mm となった。

3.4 圧縮破壊エネルギー

Fig. 9 に骨材種類の異なる繊維補強モルタル($V_f=3\%$)の圧縮破壊エネルギー-W/C 関係を示す。Fig. 9 から、圧縮破壊エネルギーは、R0502 の繊維補強モルタルの結果が最も大きくなる傾向を示している。さらに、R0502 および G0502 の繊維補強モルタルの圧縮破壊エネルギーの結果は、G0502 の繊維補強モルタルの W/C=40%の場合を除き、天然細骨材を使用した繊維補強モルタルより大きくなる傾向を示している。

このことから、R0502 および G0502 の場合、骨材として天然細骨材を使用したものと同程度、またはそれ以上の圧縮靱性を有することが確認できた。

3.5 荷重-たわみ関係

Fig. 10(a)に、G0502 の W/C の異なるプレーンモルタルおよび繊維補強モルタル($V_f=3\%$)の切欠き梁 3 点曲げ実験により得られた荷重-たわみ関係を示す。Fig. 10(a)から、G0502 の繊維補強モルタルの結果は、G0502 のプレーンモルタルの結果と比較すると、いずれの W/C においても破壊性状が延性的な傾向を示している。前掲、Table 3 のたわみ 7.5mm 時の曲げ靱性係数も同様の傾向を示しており、G0502 の繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 5.05N/mm², W/C=50%で 4.09N/mm², W/C=60%で 6.68N/mm², G0502 のプレーンモルタルについては、W/C=40%で 2.80N/mm², W/C=50%で 2.98N/mm², W/C=60%で 2.81N/mm² となった。

Fig. 10(b)に、W/C および骨材種類の異なる繊維補強モルタル ($V_f=3\%$)の切欠き梁 3 点曲げ実験により得られた荷重-たわみ関係を示す。Fig. 10(b)から、G0502 および天然細骨材を使用し

た繊維補強モルタルの結果は、骨材種類に関わらず W/C=60%の場合、最も破壊性状が延性的な傾向を示している。また、G0502 の繊維補強モルタルの結果は、骨材として天然細骨材を使用した繊維補強モルタルの結果と比較すると、最大荷重がいずれの W/C においても低い傾向を示している。さらに、R05G02 の W/C=50%の繊維補強モルタルの結果は、G0502 の繊維補強モルタルの結果と比較すると、R-5 の効果により破壊性状が延性的な傾向を示している。前掲、Table 3 のたわみ 7.5mm 時の曲げ靱性係数も同様の傾向を示しており、G0502 の繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 5.05N/mm², W/C=50%で 4.09N/mm², W/C=60%で 6.68N/mm², 天然細骨材を使用した繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 6.01N/mm², W/C=50%で 6.39N/mm², W/C=60%で 7.62N/mm², R05G02 の繊維補強モルタルについては、W/C=50%で 5.16N/mm² となった。

Fig. 10(c)に W/C および骨材種類の異なる繊維補強モルタル ($V_f=3\%$)の切欠き梁 3 点曲げ実験により得られた荷重-たわみ関係を示す。Fig. 10(c)から、Fig. 10(b)と同様に R0502 の繊維補強モルタルの結果は、W/C=60%において最も破壊性状が延性的な傾向を示している。前掲、Table 3 のたわみ 15mm 時の曲げ靱性係数も同様の傾向を示しており、R0502 の繊維補強モルタルについては、W/C=40%で 3.35N/mm², W/C=50%で 2.98N/mm², W/C=60%で 3.53N/mm² となった。

3.6 曲げ靱性係数

Fig. 11 に、骨材種類の異なるプレーンモルタルおよび繊維補強モルタル($V_f=3\%$)の切欠き梁 3 点曲げ実験より得られた、たわみ 7.5mm 時の曲げ靱性係数-W/C 関係を示す。Fig. 11 から、G0502 の繊維補強モルタルの結果は、G0502 のプレーンモルタルの結果と比較すると、曲げ靱性係数は改善している。さらに、R0502 の繊維補強モルタルの結果においても、G0502 のプレーンモルタルの結果と比較すると、曲げ靱性係数は改善している。一方、G0502 および R0502 の曲げ靱性係数の結果は、骨材として天然細骨材を使用した繊維補強モルタルの結果と比較すると、低い結果となった。

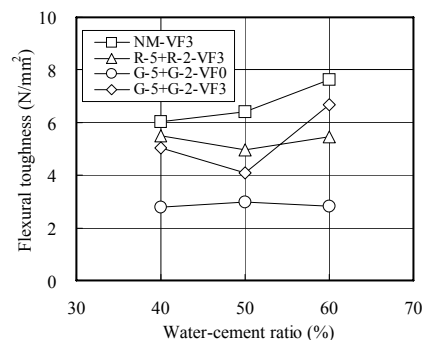


Fig. 11 Flexural toughness of plane mortar and fiber reinforced mortar

4. まとめ

骨材として、R-5とR-2、G-5とG-2およびR-5とG-2を混合使用したモルタルにおいても、繊維を混入することにより、骨材としてG-5とG-2を混合使用したプレー

ンモルタルより圧縮および曲げ応力下の靱性改善効果が期待できる等の知見が得られた。

今後、廃瓦シャモットを使用したモルタルの高靱性化を目指す。

謝辞

試験体製作に際し材料を提供して頂いた、愛知県陶器瓦工業組合に謝意を表します。なお、本研究の一部は科学研究費補助金(若手研究(B)課題番号：17760462, 代表者：渡部憲)の助成を受けて行われた。また、一部は東海大学工学部 2006 年度学部等研究教育補助金(代表者：渡部憲)の助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) 国土交通省：建設副産物適正処理推進要綱，国土交通省のリサイクルホームページ，[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/pdf/recyclehou/recycle rule/youkou.pdf](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/recycle/pdf/recyclehou/recycle%20rule/youkou.pdf)，2002.5
- 2) 藤原文夫：不良瓦の全量リサイクルプラント，クリモト技報，No.32，pp.6，1995.1
- 3) 高田治也：瓦廃材の骨材化システムの骨材資源，Vol.36，No.144，pp.212-216，2005.3
- 4) 友竹博一，清水利康，坂本一樹，鳥居和之：廃瓦再生骨材を使用したコンクリート製品の諸性質，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，No.1，pp.1355-1360，2003
- 5) 上原匠，梅原秀哲，友竹 博一，篠田 泰宏：瓦廃材を細骨材として用いたコンクリートの物性，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.1405-1410，2005
- 6) 友竹博一，松山幸広，梅原秀哲，篠田泰宏：廃瓦再生細骨材を使用したコンクリート製品の性能に関する研究，土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集，Vol.60，pp.815-816，2005
- 7) 高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会：高靱性セメント複合材料を知る・作る・使う，高靱性セメント複合材料の性能評価と構造利用研究委員会報告書，日本コンクリート工学協会，128pp.，2002.1
- 8) 渡部憲，大岡督尚，白井伸明，森泉和人：各種コンクリートの圧縮軟化挙動，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.2，pp.493-498，2000
- 9) 土木学会：コンクリート標準示方書[基準編]平成 11 年度版，JSCE-G552，繊維補強コンクリートの曲げ強度及び曲げタフネス試験方法，pp.217-219