

論文 廃品ボールを原コンクリートとする再生骨材モルタルの強度性状に及ぼす鉱物質微粉末の影響

永野 哲平*1・橋本 親典*2・渡辺 健*3・青井 洋規*4

要旨：本研究は、廃品となったプレストレストコンクリートボールを原コンクリートとする再生骨材モルタルを対象に、細骨材の一部を鉱物質微粉末に置換したモルタルの強度性状について検討した。強度性状の検討、示差熱重量分析による水酸化カルシウム量の測定を行った結果、細骨材の一部を鉱物質微粉末に置換することで、材齢 3 日程度の初期材齢から無混和のモルタルよりも圧縮強度が増加した。また、再生骨材モルタルは普通骨材モルタルよりも早期にフライアッシュのポゾラン反応が起こる可能性が確認され、これらの鉱物質微粉末混和による強度増加は普通骨材モルタルよりも再生骨材モルタルの方が大きい傾向がみられた。

キーワード：廃品コンクリートボール、再生骨材、強度性状、フライアッシュ、ポゾラン反応、外割置換

1. はじめに

近年、コンクリート業界でも資源循環や環境負荷低減が重視されるようになり、再生骨材に関する取り組みが積極的に行われている。著者らは、電柱として使用され廃品となったプレストレストコンクリートボール(以降、廃品ボールと称す)を破碎・洗浄し、粒度調整したのみの低度処理再生骨材に注目している。廃品ボールは、一般的に高強度コンクリートである。長瀧ら¹⁾は、原コンクリートの強度が高い場合であれば高強度の再生コンクリートが製造可能であると言及している。したがって、再生骨材の製造方法が低度処理であっても、原コンクリートが廃品ボールである再生コンクリートは、高い強度を発現できる可能性がある。さらに、廃品ボールは、品質のばらつきが小さいため、再生骨材としてコンクリートへ再利用するのに適しているといえる。

著者らは、廃品ボールを原コンクリートとする再生コンクリートに、フライアッシュ(以降、FA と称す)を混和材として用いた場合の強度及び耐久性の検討を行っている。著者らの既往の研究において、再生骨材モルタルに FA を細骨材代替として外割置換することによって、材齢 7 日程度の初期材齢から無混和のモルタルに比べて圧縮強度の増加が確認された。このメカニズムについては、FA の微粒子が骨材と新ペースト界面の遷移帯に充てんされるフィラー効果の可能性がある²⁾と報告した。同様の現象は、普通骨材を用いた山崎の論文³⁾でも報告されており、ペースト中で化学反応を起こさないと考えられる鉱物質微粉末でも、骨材の一部と置換することで材齢初期の圧縮強度を増加させると言及している。そのメカニズムについては、微粉末にセメントの水和反応を促

進させる物理的要因(以降、微粉末効果と称す)がある⁴⁾と考察している。また、陶山ら⁴⁾は、粉体を外割混合することでモルタルの細孔量が変化せずとも個々の細孔のサイズが小さくなる場合があることを示し、この細孔組織の細分化が圧縮強度増加の主要因であると考察している。このように、微粉末自体の水硬性が無視できる鉱物質微粉末を外割置換することによって初期材齢から圧縮強度が増加することは、多くの研究者によって報告が成されている。

一方で、廃品ボールを原コンクリートとする再生骨材は、セメントリッチな付着モルタル中の水酸化カルシウム(以降、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と称す)の影響を受けて、普通骨材と比較した際、鉱物質微粉末が強度性状に及ぼす影響は異なると推測した。そこで、本論文では、これらの既往の報告を考慮した上で、モルタル供試体を用いて、廃品ボールを原コンクリートとする再生骨材モルタルの強度性状に及ぼす外割置換した鉱物質微粉末の影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 概要

本論文は、2つの実験(実験 1、実験 2)から構成する。

実験 1 では、4 種類の FA を細骨材の一部に置換した再生骨材モルタル及び普通骨材モルタルを作製し、その強度性状を材齢 3 日の初期材齢から 180 日の長期材齢まで検討を行った。実験 2 では、FA 以外の鉱物質微粉末を加え、再生骨材モルタルと普通骨材モルタルで材齢 28 日までの初期強度性状の検討、さらに、示差熱重量分析による $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量の測定を行った。

*1 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 知的力学システム工学専攻 博士前期課程 (学生会員)

*2 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部エコシステムデザイン部門 教授 工博 (正会員)

*3 徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス研究部エコシステムデザイン部門 准教授 博(工) (正会員)

*4 徳島大学大学院 先端技術科学教育部 知的力学システム工学専攻 博士後期課程 (学生会員)

表-1 使用材料

セメント	・普通ポルトランドセメント 密度:3.16g/cm ³ , 比表面積:3330cm ² /g	
鉱物質微粉末	実験1	実験2
	・フライアッシュⅠ種(FAⅠ) 密度:2.40g/cm ³ 比表面積:5520cm ² /g	・試薬二酸化ケイ素(Si) 密度:2.65g/cm ³ 比表面積:1000cm ² /g
	・フライアッシュⅣ種(FAⅣ) 密度:2.20g/cm ³ 比表面積:1900cm ² /g	・石灰石微粉末(LSP) 密度:2.72g/cm ³ 比表面積:6670cm ² /g
	・高品質フライアッシュⅡ種(CfFA) 密度:2.25g/cm ³ 比表面積:3342cm ² /g	・シリカフューム(SF) 密度:2.32g/cm ³ 比表面積:19100cm ² /g
	・フライアッシュⅡ種(FAⅡ) 密度:2.31g/cm ³ , 比表面積:4080cm ² /g	
化学混和剤	・高性能AE減水剤(Ad1) ポリカルボン酸エーテル系 ・AE剤(Ad2) アルキルエーテル系 ・空気量調整剤(Ad3) ポリアルキレングリコール誘導体	

2.2 使用材料

(1) セメント及び鉱物質微粉末

表-1 に実験に使用したセメント、鉱物質微粉末及び化学混和剤を示す。セメントは、全ての実験において普通ポルトランドセメントを使用した。実験1で使用したFAは、JIS A 6201（コンクリート用フライアッシュ）に適合するⅠ種（記号：FAⅠ）、Ⅱ種（記号：FAⅡ）、Ⅳ種（記号：FAⅣ）とFAの未燃カーボンを1%以下に抑えた高品質FAⅡ種（記号：CfFA）の4種類である。

また、実験2では、実験1で使用したFAⅡ種に加えて、シリカフューム（記号：SF）、さらに、微粉末自体に水硬性がないとされる、試薬特級二酸化ケイ素微粉末（記号：Si）と石灰石微粉末（記号：LSP）を用いた。

(2) 細骨材

本実験で使用した再生細骨材は、水セメント比が30%、単位セメント量が500 kg/m³程度の高強度廃品ボールを破碎・洗浄し、5mm 以下の通過分を全量使用した低度処理のものである。普通骨材は、実験1と実験2では異なる。実験1では、阿波市市場町産砕砂を用いた。また、実験2では、JIS R 5201（セメント強さ試験）に用いられる標準砂を使用した。表-2 に使用した細骨材の物性値を示す。本研究で使用した再生細骨材の物理的性質をJISで区分すると、再生骨材L相当であった。

2.3 配合

(1) 配合（実験1）

実験1の配合を表-3に示す。配合名の頭文字(R, N)は再生骨材(R)と普通骨材(N)、それに続く記号は置換した鉱物質微粉末、PLは無混和の基準配合を意味する。再生骨材モルタルの配合は、砂セメント比を質量比で3.0とし、細骨材の一部を4種類のFAに置換率10%、20%、30%（細骨材質量比）で外割置換した。実験1では、化学混和剤を使用しない範囲での検討を行うため、置換率

表-2 細骨材の物性値

種類	実験	表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	微粒分量 (%)
再生細骨材	1, 2	2.32	2.12	9.59	6.50
普通砕砂	1	2.57	2.53	1.77	2.50
標準砂	2	2.65	2.64	0.42	—
再生骨材LのJIS	—	—	—	13以下	10以下

表-3 配合（実験1）

配合名	置換率 (%)	W/C (%)	W/P (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(P×%)	
				W	C	S	鉱物質微粉末	Ad1	
RPL	10	65	50	273	420	1260	0	—	
RFAⅠ				275	423	1142	127	0.25	
RFAⅡ				274	422	1139	127		
RFAⅣ				274	421	1136	126		
RCfFA				274	421	1138	126		
RPL	20	80	50	316	395	1185	0	—	
RFAⅠ				320	400	961	240	0.25	
RFAⅡ				319	399	957	239	—	
RFAⅣ				317	397	952	238	—	
RCfFA				318	398	954	239	—	
RPL	30	95	50	354	373	1119	0	—	
RFAⅠ				361	380	798	342	—	
RFAⅡ				359	378	793	340	—	
RFAⅣ				356	375	788	338	—	
RCfFA				358	376	790	339	—	
NPL	20	80	50	347	434	1303	0	—	
NFAⅠ				346	432	1037	259	—	
NFAⅡ				344	430	1032	258	—	
NFAⅣ				342	428	1027	257	—	
NCfFA				343	429	1029	257	—	

表-4 配合（実験2）

配合名	置換率 (%)	W/C (%)	W/P (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤(P×%)		
				W	C	S	鉱物質微粉末	Ad1	Ad2	Ad3
RPL	20	50	283	566	998	1247	0	—	0.008	—
RFAⅡ						285	248	—	0.024	—
RSi							285	—	—	0.006
RLSP							292	0.25	—	—
RSF							249	2.00	—	0.008
NPL	20	50	283	566	1135	1419	0	—	—	—
NFAⅡ						285	248	—	0.016	—
NSi							285	—	—	0.006
NLSP							292	0.25	—	
NSF							249	2.00	—	

の増加とともに、水粉体比 W/P が 50% となるように単位水量を増加させた。ただし、試験練りによって型枠への打込みが困難な配合に関しては、高性能 AE 減水剤（記号：Ad1）を添加した。普通骨材モルタルの配合は、置換率 20%、水セメント比 W/C=80%、水粉体比 W/P=50% で作製した。再生細骨材及び普通砕砂は、JIS R 5201（セメントの強さ試験）に準拠し、絶乾状態で使用した。

(2) 配合 (実験 2)

実験 2 の配合を表-4 に示す。JIS R 5201 (セメントの強さ試験) に準拠し、水セメント比 W/C は 50%, 普通骨材モルタルでは標準砂を使用した。ただし、砂セメント比は容積比で 3.0 とした。また、再生細骨材は表乾状態で使用し、4 種類の鉱物質微粉末を細骨材代替として置換率 20% (細骨材容積比) で外割置換した。いずれのモルタルにおいても、空気量が $3.0 \pm 1.0\%$ となるように AE 剤 (記号: Ad2) 及び空気量調整剤 (記号: Ad3) を添加した。高性能 AE 減水剤 (記号: Ad1) は、試験練りによって型枠への打込みが困難な配合に関して添加した。

実験 1 と異なり、砂セメント比及び置換方法を容積比で一定としたのは、密度が異なる細骨材及び鉱物質微粉末が同一容積内で占める割合を同じにするためである。

2.4 試験項目

(1) 圧縮強度試験 (実験 1, 実験 2)

圧縮強度試験は、試験直前まで 20°C 水中養生を行った後実施した。供試体寸法は $\phi 50 \times 100\text{mm}$ の円柱供試体であり、試験時は供試体上面にアンボンドキャッピングを使用した。実験 1 では、材齢 3 日、7 日、28 日、56 日、91 日、180 日の 6 水準、実験 2 では、材齢 1 日、3 日、7 日、14 日、28 日の 5 水準を試験材齢とした。また、圧縮強度試験後の供試体からコンクリートカッターによって中心部を切り出し、水和停止実施後、示差熱重量分析用の試料として使用した。

(2) 示差熱重量分析 (実験 2)

示差熱重量分析 (TG-DTA) によって、モルタルの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量の測定を行った。水和停止を実施した試料を $150\mu\text{m}$ 以下に粉碎し、40°C 炉乾燥させ、未水和水を蒸発させたものを試験試料とした。試験材齢は、圧縮強度試験 (実験 2) と同様の 5 水準とした。

3. 実験結果及び考察

3.1 鉱物質微粉末が強度性状に与える影響

(1) 圧縮強度 (実験 1)

図-1、図-2 及び図-3 に 4 種類の FA を置換率 10%、20%、30% (質量比) で外割置換した再生骨材モルタルの圧縮強度試験結果を示す。また、図-4 には、図-1 から図-3 の材齢 3 日圧縮強度をまとめて示す。図中の凡例は、置換した FA の種類を記号で示した。RPL は FA を置換していない基準配合を意味する。図-1 から図-3 において、置換率の増加によって W/C が増加しているため、基準配合 RPL の圧縮強度は低下している。

置換率 10% (図-1 及び図-4 の一部) では、材齢 3 日や 7 日の初期材齢で FA を外割置換したことによる基準配合 RPL からの強度増加は確認されない。これは、置換率が 10% と低置換率であるため、FA のフィラー効果等

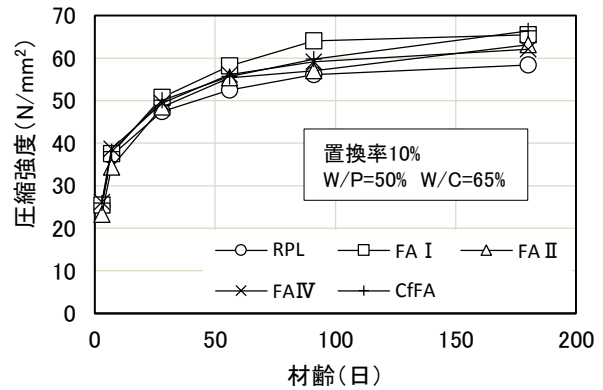


図-1 再生骨材モルタルの圧縮強度 (実験 1)

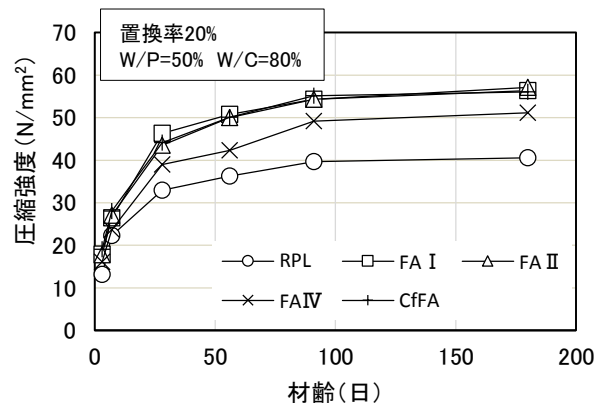


図-2 再生骨材モルタルの圧縮強度 (実験 1)

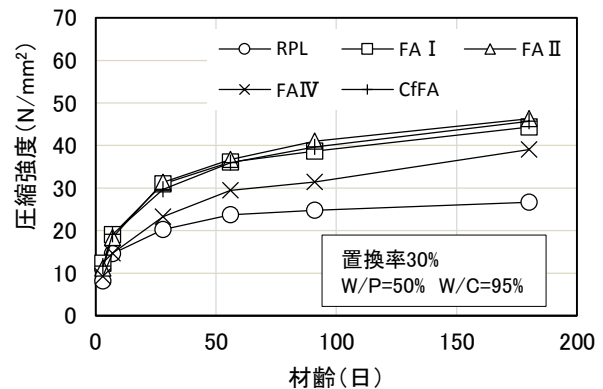


図-3 再生骨材モルタルの圧縮強度 (実験 1)

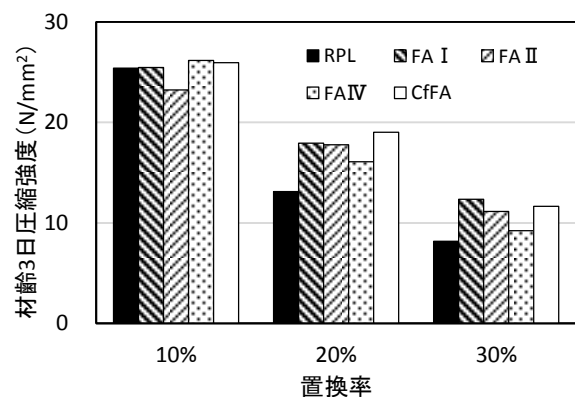


図-4 再生骨材モルタルの 3 日圧縮強度 (実験 1)

の物理的要因が顕著に現れなかったと考えられる。一方で、材齢 180 日の長期材齢では、全ての FA においてポズラン反応による強度増加が確認された。

また、置換率 20% (図-2 及び図-4 の一部) と 30% (図-3 及び図-4 の一部) では、置換率の増加に伴って、FA を外割置換したことによる基準配合 RPL からの強度増加が材齢 3 日や 7 日の初期材齢から確認された。すなわち、本実験においても FA の物理的要因による初期強度の増加が確認され、既往の報告と一致した。

図-5 に普通骨材モルタルの圧縮強度試験結果を示す。基準配合 NPL の圧縮強度は、図-2 に示す同一 W/C の再生骨材モルタルの基準配合 RPL よりも低下した。これは、普通砕砂に比べ、吸水率が 5 倍近くある再生細骨材を絶乾状態で使用したため、再生骨材モルタルの実質的な W/C が低下したためである。普通骨材モルタル (図-5) においても外割置換による初期強度の増加が確認できる。一方で、材齢 28 日の圧縮強度を図-2 に示した再生骨材モルタルの同置換率のものと比較すると、強度増加の程度が異なることが分かる。FA I 種を例にあげると、再生骨材モルタル (図-2) では基準配合 RPL に比べ 10N/mm^2 以上の強度増加があるのに対し、普通骨材モルタル (図-5) では約半数の 5N/mm^2 の強度増加に留まっている。また、残りの 3 種類の FA も同様の傾向を示している。これは、再生骨材の付着モルタル中の未水和セメントが反応している可能性も考えられるが、製造から数十年の時が経っている廃品ボールを原コンクリートとしているため、未水和セメントの反応は考えにくい。また、未水和セメントの反応が強度増加に寄与しているのであれば、基準配合 RPL も強度増加している。したがって、材齢 28 日で再生骨材モルタル (図-2) と普通骨材モルタル (図-5) で FA 混和による強度増加に顕著な差が現れたのは、再生骨材の付着モルタル中に含まれる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の影響を受けて、普通骨材モルタルよりも早期に FA のポズラン反応が生起したと考えられる。

(2) 圧縮強度 (実験 2)

図-6 に 4 種類の鉱物質微粉末を置換率 20% (容積比) で外割置換した再生骨材モルタル、図-7 に同様に置換を行った普通骨材モルタルの圧縮強度試験結果を示す。

シリカフューム (SF) を置換した再生骨材モルタル (図-6) と普通骨材モルタル (図-7) は、材齢 1 日から 28 日の全ての材齢で基準配合 RPL、NPL より高い圧縮強度を示した。これは、シリカフュームの比表面積が $19100\text{cm}^2/\text{g}$ と他の鉱物質微粉末に比べて高い比表面積を有していることから、セメント粒子間に充てんされるマイクロファイラー効果が発揮されたと考えられる。

一方で、FA II 種 (FA II) や二酸化ケイ素 (Si)、石灰石微粉末 (LSP) は、材齢 1 日では基準配合 RPL、NPL と

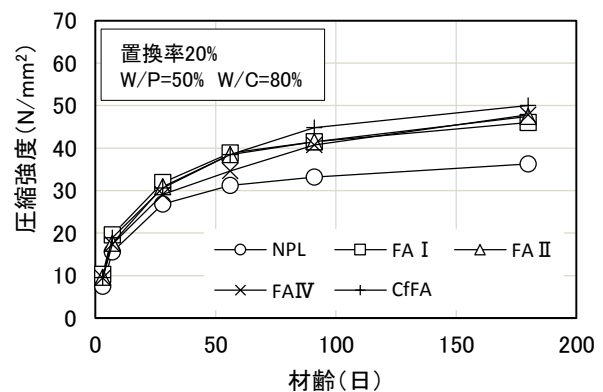


図-5 普通骨材モルタルの圧縮強度 (実験 1)

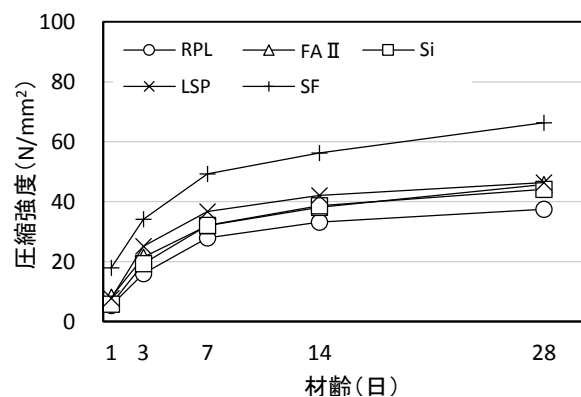


図-6 再生骨材モルタルの圧縮強度 (実験 2)

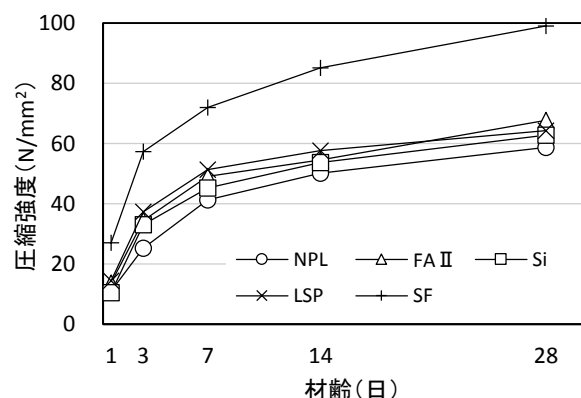


図-7 普通骨材モルタルの圧縮強度 (実験 2)

同等の圧縮強度であり、材齢 3 日以降に強度増加が確認できる。ここで、内川ら⁵⁾は、骨材とペースト界面部分に直径 50nm 以上の粗大な空隙に富む遷移帯が形成され、コンクリートの強度に多大な影響を与えると述べている。さらに、普通骨材モルタルの遷移帯厚さの評価を行い、遷移帯は材齢 3 日頃より形成され、材齢 7 日前後でその厚さは最大になると報告している。つまり、鉱物質微粉末を外割置換したことによる強度増加は遷移帯の形成時期に一致し、鉱物質微粉末が遷移帯に何らかの影響を及ぼしていると考えられる。

3.2 示差熱重量分析 (実験 2)

再生骨材モルタルと普通骨材モルタルの強度性状の検討から、FA の早期ポズラン反応の可能性が確認された。そこで、モルタル中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率を示差熱重量分析

によって測定した。

図-8 に再生骨材モルタル、図-9 に普通骨材モルタルの示差熱重量分析による $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の生成量を示す。再生骨材モルタルと普通骨材モルタルで $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率に大差はないが、使用した再生骨材と普通骨材の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率を測定したところ、再生骨材は 2.2% であり、普通骨材からは検出されなかった。また、示差熱重量分析による $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率は質量% である。したがって、本実験では、細骨材や置換した鉱物質微粉末によって単位質量中のセメント量は異なるため、含有率の絶対量は比較することができない。しかしながら、各種配合での材齢の進行に伴う $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率の増減の傾向を比較するには有効であるといえる。

一般的に、材齢の進行に伴って $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の含有率は増加する。本実験でも、再生骨材モルタルと普通骨材モルタル共に、ポゾラン活性を有する FA II 種 (FA II) とシリカフューム (SF) を除いて、材齢の進行に伴う $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率の増加が確認できる。シリカフューム (SF) 混入モルタルは、再生骨材モルタル (図-8) では材齢 3 日、普通骨材モルタル (図-9) では材齢 7 日から $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率が減少していることが分かる。これは、シリカフュームのマイクロフィラー効果によって水和反応が促進され、それに伴って生成された $\text{Ca}(\text{OH})_2$ とシリカフュームが材齢初期からポゾラン反応を起こしたためであると推察される。また、再生骨材モルタルが普通骨材モルタルよりも早期に減少傾向を示したのは、再生骨材の付着モルタル中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の影響であると考えられる。さらに、再生骨材モルタル (図-8) において、FA II 種 (FA II) の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 含有率が材齢 7 日から 28 日にかけて減少している。普通骨材モルタル (図-9) の FA II 種 (FA II) においても、材齢 14 日で減少しているが、材齢 28 日に再び増加していることからポゾラン反応が起こっているとは考えにくい。したがって、強度性状でも確認されたように、示差熱重量分析の結果から、材齢 28 日以前に FA の早期ポゾラン反応が生起している可能性がある。

以上の結果より、鉱物質微粉末を外割置換したモルタルの圧縮強度増加の要因は、材齢 3 日や 7 日では鉱物質微粉末の微粉末効果やフィラー効果、また、モルタルの個々の細孔サイズが小さくなる細孔組織の細分化といった物理的要因が作用する。さらに、再生骨材モルタルでは、付着モルタルの影響で普通骨材モルタルよりも早期にポゾラン反応が起こる可能性が高い。

3.3 強度増加率に与える骨材の影響

上述してきた通り、早期ポゾラン反応を含め、再生骨材と普通骨材で強度性状が異なる可能性が示唆された。そこで、鉱物質微粉末を外割置換したことによる基準配合からの強度増加を以下の式(1)で算出し、再生骨材モル

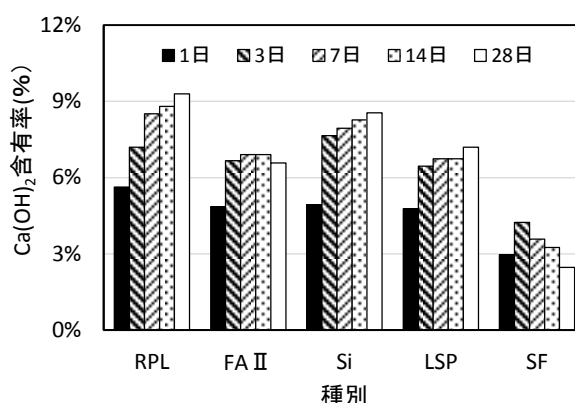


図-8 再生骨材モルタルの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量

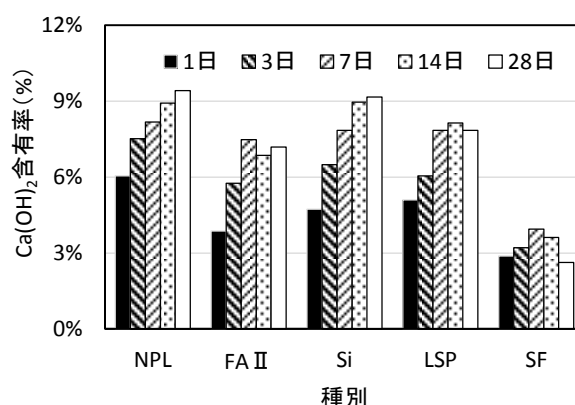


図-9 普通骨材モルタルの $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 生成量

タルと普通骨材モルタルで比較検討を行う。

$$\text{強度増加率 (\%)} = (A - B) / B \times 100 \quad (1)$$

ここで、A: 所定の材齢の鉱物質微粉末混入モルタルの圧縮強度 (N/mm^2)、B: 所定の材齢の基準配合モルタルの圧縮強度 (N/mm^2) である。

図-10 に実験 1 と実験 2 における同一材齢、同一微粉末での強度増加率の相関を示す。なお、実験 1 では、同一置換率である置換率 20% の再生骨材モルタルと普通骨材モルタルで比較を行い、材齢 28 日までの初期材齢 (図-10(a)) と材齢 28 日以降の長期材齢 (図-10(b)) で分けて示した。さらに、実験 2 (図-10(c)) において、シリカフュームの強度増加率は他の鉱物質微粉末に比べて明らかに領域が異なるので除去した。図中に示す 45° の直線より上側に位置することは、鉱物質微粉末による強度増加が普通骨材モルタルより再生骨材モルタルの方が大きいことを意味する。

実験 1 は質量置換、実験 2 は容積置換であるが、置換方法、材齢に関係なく、大半のデータが 45° の直線より上側に位置しており、鉱物質微粉末による強度増加は再生骨材モルタルの方が高いことが分かる。松下ら⁹⁾は、再生骨材モルタルの細孔構造の評価を行い、再生骨材から水分が滲出するため新ペースト部の細孔構造がポーラスになると報告している。つまり、本実験でも、再生骨材モルタルは普通骨材モルタルよりも新ペースト部がポ

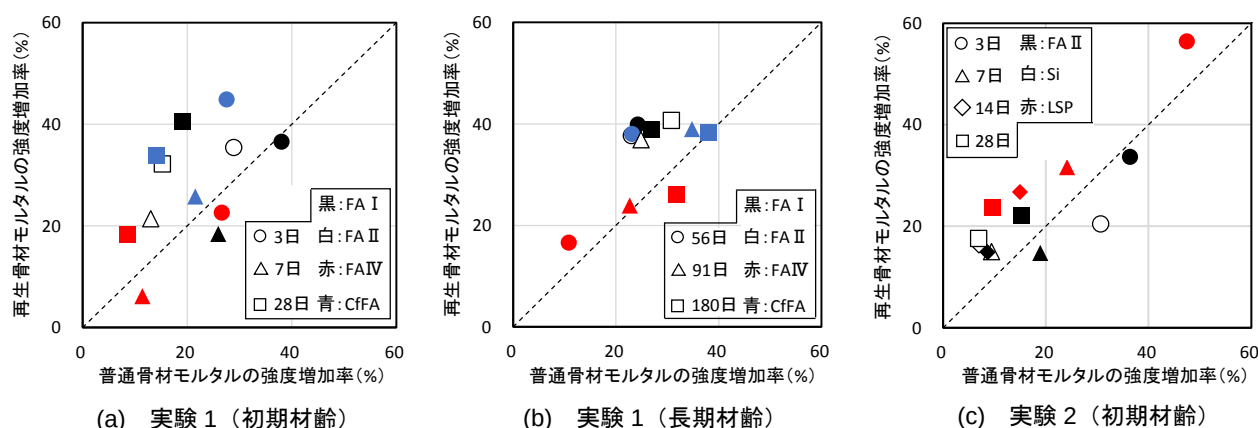


図-10 再生骨材モルタルと普通骨材モルタルの比較

ーラスになっていると推察される。鉱物質微粉末のフィラー効果や細孔組織の細分化といった物理的要因は、骨材と新ペースト部の界面及び新ペースト部を緻密化する効果である。したがって、もともとポーラスな新ペースト部を有する再生骨材モルタルに対して、鉱物質微粉末の物理的要因と FA ではポゾラン反応の化学的要因が効果的に働いたものと思われる。特に、本実験では、廃品ボールが原コンクリートである再生骨材を使用したことで、セメントリッチな付着モルタル中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の影響が顕著に現れたと考えられる。

4. まとめ

本研究は、廃品ボールを原コンクリートとする再生骨材モルタルの強度性状に及ぼす鉱物質微粉末の影響を検討した。以下に、本研究の範囲内で得られた知見を示す。

- (1) 鉱物質微粉末の置換率が 20%以上の場合、鉱物質微粉末をモルタルに外割置換することで、材齢 3 日程度の初期材齢から圧縮強度が増加した。この初期強度の増加は、鉱物質微粉末のフィラー効果及び細孔組織の細分化等の物理的要因であると推察される。
- (2) 強度性状及び $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量の測定から、再生骨材モルタルは普通骨材モルタルよりも早期にポゾラン反応が起こる可能性が確認された。これは、再生骨材の付着モルタル中に含まれる $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の影響であると考えられる。
- (3) 外割置換した鉱物質微粉末による強度増加は、普通骨材モルタルより再生骨材モルタルの方が大きい。これは、再生細骨材から水分が滲出することで、普通骨材モルタルよりも新ペースト部がポーラスになり、鉱物質微粉末の物理的要因が効果的に働いたと考えられる。

本実験の結果から、廃品ボールを原コンクリートとする再生骨材モルタルの圧縮強度に関して、FA 等の鉱物質微粉末が効果的に働く可能性が期待できた。このことから、再生骨材の製造に関して、低度処理によって付着モルタルを残す利点についても今後検討するべきであると

いえる。今後は、処理方法を変えて製造された再生骨材におけるデータの蓄積が必要であると思われる。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、四国電力（株）から FA（FA I 種、FA II 種及び FAIV 種）、（株）ゼロテクノ四国から高品質 FA（CfFA）、三菱マテリアル（株）セメント事業カンパニー生産部セメント研究所から石灰石微粉末（LSP）の試料提供を受けました。ここに付記し感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 長瀧重義，佐伯竜彦，飯田一彦：再生粗骨材を用いたコンクリートの諸特性，セメント・コンクリート論文集，No.52，pp.462-467，1998
- 2) 橋本親典，青井洋視，渡辺健，石丸啓輔：フライアッシュモルタルの早期強度発現に影響を及ぼす再生骨材に関する実験的検討，第 40 回セメント・コンクリート研究討論会論文報告集(論文)，pp.15-20，2013.11
- 3) 山崎寛司：鉱物質微粉末がコンクリートの強度に及ぼす効果に関する基礎研究，土木学会論文集，第 85 号，pp.15-45，1962.9
- 4) 陶山裕樹，小山智幸，伊藤是清，松藤泰典：各種紛体を外割混合したコンクリートにおける細孔組織を考慮した圧縮強度に関する検討，コンクリート工学論文集，第 24 巻，第 3 号，pp.89-99，2013.9
- 5) 内川浩，羽原俊祐，沢木大介：硬化モルタル及びコンクリート中の遷移帯厚さの評価並びに遷移帯厚さと強度との関係の検討，コンクリート工学論文集，第 4 巻，第 2 号，pp.1-8，1993.7
- 6) 松下博通，佐川康貴，川端雄一郎：再生細骨材を用いたモルタルの細孔構造の粗大化と強度及び耐久性の低下，土木学会論文集 E，Vol.62，No.1，pp.230-242，2006.2