論文　再生骨材の品質が高炉スラグ微粉末を高含有したコンクリートの圧縮強度に及ぼす影響の評価に関する検討

髙橋　祐一[*1]・村井　克綺[*2]・新田　稔[*3]・松田　信広[*4]

要旨：高炉スラグ微粉末を高含有した再生骨材コンクリートの圧縮強度は，再生骨材の品質の影響を受けており，低品質の再生骨材を使用した場合に小さくなる。このことから，本コンクリートの実用化にあたっては，再生骨材の品質基準を適切に設定する必要がある。再生骨材の品質を示す指標として，吸水率，相対吸水率およびペースト・モルタル混入率を選定し，これらと圧縮強度の関係からその有効性について検証した。その結果，再生骨材の品質を示す指標としては，相対吸水率およびペースト・モルタル混入率が有効であり，粗骨材の種類や強度算定式の設定時のばらつきなど安全率の考え方によって使い分ければよいと考える。

キーワード：高炉スラグ微粉末，再生骨材コンクリート，相対吸水率，ペースト付着率，モルタル混入率

1. はじめに

再生骨材は，コンクリート構造物の解体ガラの破砕後，磨砕処理や粒度調整などを行って製造されている。これらの過程の中で新たに大気に接する面が増加するため，CO_2 を吸収，固定化していると考えられる[1), 2)]。また，普通ポルトランドセメントの一部を高炉スラグ微粉末に置き換えることで，コンクリート材料に由来する CO_2 排出量を削減する低炭素コンクリートの適用例が増えている[例えば3)]。

一方，構造物に使用することができる再生骨材コンクリートは，再生骨材 M または H である。このうち，再生骨材 M については，JIS A 5022（再生骨材コンクリート M）において，品質基準を満足した「再生骨材 L＋普通骨材」を使用することが可能となった。再生骨材 L は，付着モルタルが多いことから，M と比較して低品質ではあるものの，CO_2 固定量は多くなるものと考えられる。

このような背景のもと，本研究では，セメントの 70% を高炉スラグ微粉末で置き換えた高炉セメント C 種相当の低炭素コンクリートに細骨材として再生細骨材 M，粗骨材として再生粗骨材 M もしくは再生粗骨材 L＋砕石 2005 を使用したコンクリート（以下，本コンクリート）の実用化に向けた検討を進めてきた[4), 5)]。実際のプラントで実施した 3 シーズンの実機実験では，再生骨材の品質のばらつきがフレッシュ性状や圧縮強度に及ぼす影響を確認する目的で実施しており，とくに標準期では，当該再生骨材製造工場が通常製造する品質よりも低品質の再生骨材を製造し，その差が及ぼす影響を確認した。その結果，フレッシュ性状に大きな差はみられなかったものの，標準養生圧縮強度（材齢 28 日）が冬期や夏期と比べて最大で 15N/mm^2 程度小さくなる結果（W/B30%）となった。このことから，本コンクリートの実用化にあたっては，再生骨材の品質基準を適切に設定することが重要といえる。

そこで，本検討では，再生骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響を評価することができる指標を確認することを目的に，再生細骨材または再生粗骨材の品質のみを変化させたコンクリートを対象とした室内実験（記号：I）を実施し，各指標と圧縮強度の関係を確認した。さらに，これまでに実施した室内および実機実験のデータ[4), 5)]を含めた検討を行い，その有効性について検証した。本報ではその結果について報告する。なお，本検討は**表－1** に示す 13 社で構成された「再生骨材を用いた CELBIC（C 種クラス）の実用化に関する研究会」において実施したものである。

2. 室内実験概要

本実験では再生細骨材または再生粗骨材それぞれが圧縮強度に及ぼす影響が明確になるように，室内実験 A では再生細骨材のみを，室内実験 B では再生粗骨材のみを変更したケースを設定し，それぞれ圧縮強度を確認した。

2.1 使用材料

本実験で使用した材料を**表－2** に示す。セメントは普通ポルトランドセメント，混和材として高炉スラグ微粉

表－1　共同研究への参加会社

青木あすなろ建設	○淺沼組	○安藤ハザマ
奥村組	熊谷組	鴻池組
◎五洋建設	鉄建建設	東急建設
東京テクノ	東洋建設	長谷工コーポレーション
矢作建設工業	（五十音順　◎：主査，○：幹事）	

*1 五洋建設（株）技術研究所建築技術開発部建築グループ長　博士（工学）　（正会員）
*2 青木あすなろ建設（株）技術研究所建築構造研究室
*3 （株）淺沼組　東京本店建築部品質管理室課長　（正会員）
*4 （株）東京テクノ　生産技術統括本部長　博士（工学）　（正会員）

表－2　使用材料（室内実験 A・B）

	種類・産地	記号	物性・主成分
セメント	普通ポルトランドセメント*1	C	密度：3.15g/cm³
練混ぜ水	上水道水	W	－
再生細骨材	再生細骨材 M	RMS	表－3 参照
普通粗骨材	砕石 2005／東京都八王子市	G	表－3 参照
再生粗骨材	再生粗骨材 M	RMG	表－3 参照
	再生粗骨材 L	RLG	表－3 参照
混和材	高炉スラグ微粉末 4000	BF	密度：2.89g/cm³
化学混和剤	高性能 AE 減水剤	Ad	ポリカルボン酸系化合物

*1 室内実験 A と B は異なるロットを使用した。

末 4000 を使用した。高炉スラグ微粉末の使用量は単位結合材量の 70%とした。骨材は**表－3** および**図－1** に示す品質のものを使用した。このうち室内実験 B では，実機実験（W：冬期，S：標準期，H：夏期）[5]と同一ロットの骨材を使用した。室内実験 A では，再生細骨材の品質を変化させるために RMSI と RLSI を混合して使用した。室内実験 B では RMSH を 100%使用した。また，再生粗骨材 L と砕石 2005 を混合した再生粗骨材 M における再生粗骨材 L の容積混合率は，室内実験 A および B ともに JIS A 5022 に示されている上限値の 50%とした。なお，ペースト付着率は，再生骨材を塩酸に浸漬して付着ペーストを溶解する操作を数回繰返し，付着ペーストを除去したことを目視で確認したものをふるいにかけ，0.075mm のふるいに残った試料と溶解前の質量差（絶乾質量），モルタル混入率は 5mm のふるいに残った試料と溶解前の質量差（絶乾質量）のそれぞれ溶解前の再生骨材の絶乾質量に対する割合として求めた。

2.2 調合および練混ぜ

室内実験 A および B における調合を**表－4** に示す。調合は，骨材に再生細骨材 M と再生粗骨材 M を使用した組合せを「MM」，再生細骨材 M と再生粗骨材 L および砕石 2005 を使用した組合せを「ML」，再生細骨材 M および再生細骨材 L と再生粗骨材 M を使用した組合せを「LM」，再生細骨材 M および再生細骨材 L と再生粗骨材 L および砕石 2005 を使用した組合せを「LL」としてそれぞれ設定した。水結合材比は，高強度になるほど再生骨材の品質の違いによる圧縮強度への影響を確認しやすくなると考え 30%とした。目標スランプ（許容差）は 23cm（±2cm），目標空気量（許容差）は 4.5%（±1.5%）とし，管理値内に収まるように化学混和剤の使用量を調整した。ただし，室内実験 B の 30MM-QG2.8 では，化学混和剤を後添加することでスランプを管理値内に収めた。

練混ぜは容量 60L の強制二軸練りミキサを使用し，練混ぜ量は 30L とした。また，混合骨材は，個別に計量し，練混ぜ時にミキサにて混合した。練混ぜ時間は 150 秒（室内実験 A）または 120 秒（室内実験 B）とした。

2.3 試験項目および試験方法

フレッシュコンクリートに対しては，スランプ（JIS A1101），空気量（JIS A 1128），コンクリート温度（JIS A 1156）の各項目について実施した。また，硬化コンクリートに対しては，標準養生圧縮強度（JIS A 1108）を実施し，試験材齢は 7 日，28 日，56 日および 91 日とした。

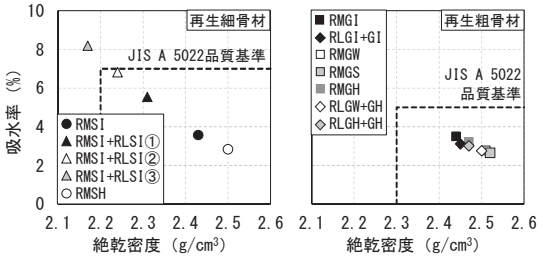
2.4 再生骨材の品質を示す指標の設定

再生骨材の品質を示す指標としては，再生細骨材または再生粗骨材の吸水率による方法が用いられることがある。一方，両方の品質を考慮した指標としては，日本建

表－3　骨材の品質（室内実験 A・B）

	種類	記号	絶乾密度 (g/cm³)	吸水率 (%)	ペースト付着率 (%)	モルタル混入率 (%)
室内実験 A	再生細骨材 M	RMSI	2.43	3.57	－	－
		RMSI+RLSI①*1*5	2.31	5.54	－	－
		RMSI+RLSI②*2*5	2.24	6.82	－	－
	再生細骨材 L	RLSI	1.95	12.91	－	－
		RMSI+RLSI③*3*5	2.17	8.19	－	－
	再生粗骨材 M	RMGI	2.44	3.51	－	－
		RLGI+GI*4*5	2.45	3.11	－	－
	再生粗骨材 L	RLGI	2.27	5.63	－	－
	普通粗骨材	GI	2.63	0.94	－	－
室内実験 B	再生細骨材 M	RMSH	2.50	2.83	16.0	－
	再生粗骨材 M	RMGW	2.51	2.77	11.6	23.9
		RMGS	2.47	3.22	14.5	24.7
		RMGH	2.52	2.65	11.2	20.3
		RLGW+GH*4*5	2.50	2.76	－	－
		RLGH+GH*4*5	2.47	3.01	－	－
	再生粗骨材 L	RLGW	2.35	5.09	18.8	38.7
		RLGH	2.30	5.68	21.7	40.2
	普通粗骨材	GH	2.64	0.68	－	－

*1 RMSI：RLSI=75：25（容積比） *2 RMSI：RLSI=60：40（容積比）
*3 RMSI：RLSI=45：55（容積比） *4 RLG：G=50：50（容積比）
*5 絶乾密度と吸水率は計算値を示す。
※ 骨材記号の後は，I：室内 A，W：冬期，S：標準期，H：夏期を示す。

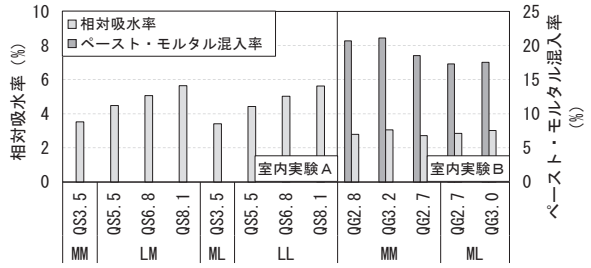


図－1　再生骨材の絶乾密度と吸水率の関係

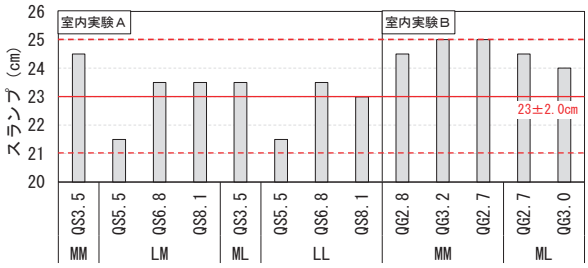
表－4　調合（室内実験 A・B）

	調合記号*1	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³) W	C	BF	RMS	RLS	G	RMG	RLG	Ad 使用量 (B×%)
室内実験 A	30MM-QS3.5	30	41.1	170	170	397	614	－	－	886	－	0.80
	30LM-QS5.5						461	134				0.80
	30LM-QS6.8						369	215				0.95
	30LM-QS8.1						276	295				1.0
	30ML-QS3.5		43.4	170	170	397	650	－	445	－	402	0.80
	30LL-QS5.5						487	142				0.85
	30LL-QS6.8						390	227				0.975
	30LL-QS8.1						292	312				1.025
室内実験 B	30MM-QG2.8	30	41.1	170	170	397	629	－	－	903	－	0.95 +0.05
	30MM-QG2.7									893		1.0
	30MM-QG3.2									907		0.95
	30ML-QG2.7		43.4	170	170	397	665	－	447	－	415	0.95
	30ML-QG3.0										408	0.95

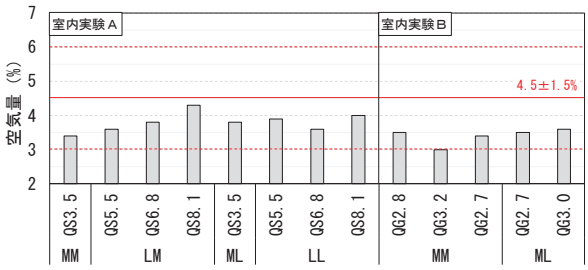
*1 調合記号：水結合材比・骨材組合せ-細骨材吸水率(QS)または粗骨材吸水率(QG)



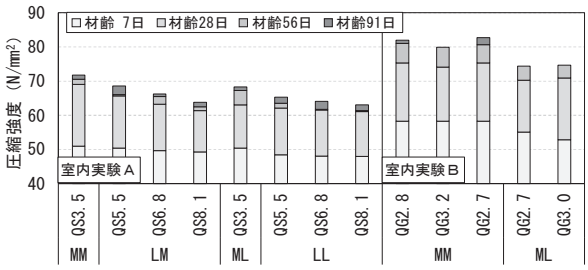
図－2　再生骨材の相対吸水率と
ペースト・モルタル混入率



図－3　スランプ試験結果（室内実験 A・B）



図－4　空気量試験結果（室内実験 A・B）



図－5　圧縮強度試験結果（室内実験 A・B）

築学会が発刊している「再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針(案)」[6]に示されている相対吸水率がある。また，既往の研究[例えば 7), 8)]において，再生粗骨材コンクリートの圧縮強度等の性質と再生粗骨材のモルタル混入率（質量比）との間には，高い相関性が認められている。このことから，混入モルタルは再生骨材の圧縮強度に及ぼす影響は大きいと言える。モルタル混入率は，再生骨材の吸水率が大きいほど大きくなる傾向にあるものの，再生粗骨材の吸水率が同程度であっても異なることが多く [7]，再生細骨材の付着ペーストについても同様であると考えられる。そこで，骨材の絶乾質量に対する再生細骨材のペースト付着量と再生粗骨材のモルタル混入量の和の質量比率をペースト・モルタル混入率として，再生骨材の品質を示す指標とすることを試みた。なお，相対吸水率は式(1)により，ペースト・モルタル混入率は式(2)によりそれぞれ算出した。

$$Q_t=\frac{Q_vG\times a+Q_rG\times b+Q_vN\times c+Q_rN\times d}{a+b+c+d} \quad (1)$$

ここに，Q_t　：骨材の相対吸水率（%）
Q_vG　：普通粗骨材の吸水率（%）
Q_vN　：普通細骨材の吸水率（%）
Q_rG　：再生粗骨材の吸水率（%）
Q_rN　：再生細骨材の吸水率（%）
a,b,c,d　：各骨材の絶対容積（L/m³）

$$PM=\frac{S_rM\times P_S+G_rM\times M_G}{S_vM+G_vM+S_rM+G_rM} \quad (2)$$

ここに，PM　：ペースト・モルタル混入率（%）
S_vM　：普通細骨材の絶乾質量（kg/m³）
G_vM　：普通粗骨材の絶乾質量（kg/m³）
S_rM　：再生細骨材の絶乾質量（kg/m³）
G_rM　：再生粗骨材の絶乾質量（kg/m³）
P_S　：再生細骨材のペースト付着率（%）
M_G　：再生粗骨材のモルタル混入率（%）

式(1)，式(2)により求めた室内実験 A および B における各調合の相対吸水率およびペースト・モルタル混入率を**図－2** に示す。相対吸水率は室内実験 A で 3.41～5.64%の範囲にあったのに対し，室内実験 B では 2.72～3.06%の範囲と小さくなった。また，室内実験 B を対象として求めたペースト・モルタル混入率は 17.3～21.1%であった。

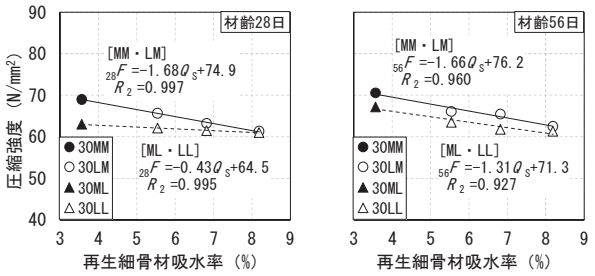
2.5 再生骨材の品質と圧縮強度の関係の検討

本コンクリートの実用化にあたって，使用するコンクリートの管理材齢は 28 日または 56 日としている。そこで，本検討における再生骨材の品質との関係の検討には，材齢 28 日と 56 日の値を使用した。また，**図－2** に示すように，再生粗骨材 M を 100%使用した調合（MM・LM）と，再生粗骨材 L と砕石 2005 を混合して使用した調合（ML・LL）は，概ね同程度の相対吸水率となるように設定している。そのため，各品質指標との関係については，粗骨材種類ごとに MM および LM と ML および LL の 2 つに分けて検討した。

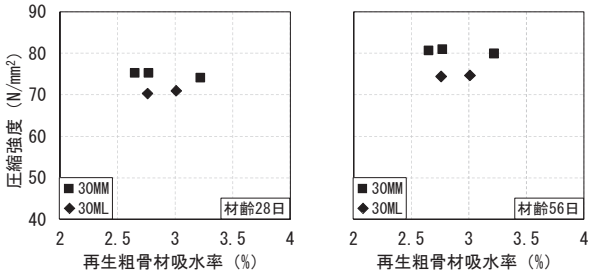
3. 実験結果

3.1 フレッシュコンクリート

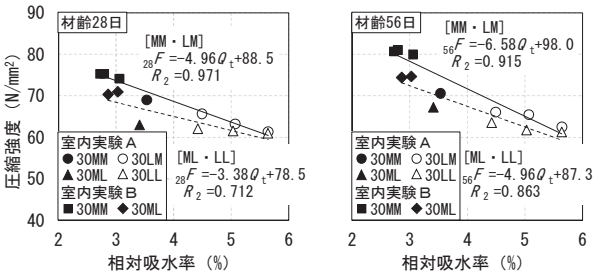
スランプ試験結果を**図－3** に，空気量の試験結果を**図－4** に示す。スランプおよび空気量はいずれの調合も管理値内に収まった。このうち，空気量は 3.0～4.5%の範囲内に収まる結果であった。



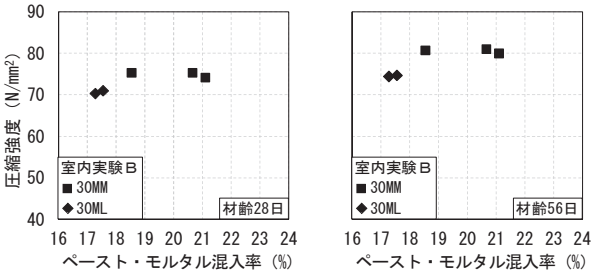
図－6　再生細骨材の吸水率と圧縮強度の関係
（室内実験 A）



図－7　再生粗骨材の吸水率と圧縮強度の関係
（室内実験 B）



図－8　相対吸水率と圧縮強度の関係
（室内実験 A・B）



図－9　ペースト・モルタル混入率と圧縮強度の関係
（室内実験 B）

3.2 圧縮強度

圧縮強度試験結果を**図－5** に示す。再生細骨材の品質を変化させた室内実験 A における材齢 28 日の圧縮強度は，再生粗骨材の種類ごとにみると，再生粗骨材 M を 100%使用した MM および LM が 61.3～69.0N/mm^2，再生粗骨材 L と砕石 2005 を混合使用した ML および LL が 61.0～63.0N/mm^2，材齢 56 日ではそれぞれ 62.5～70.6N/mm^2，61.3～67.2N/mm^2 となり，各材齢において再生細骨材の吸水率の違いによる差がみられた。一方，再生粗骨材の品質を変化させた室内実験 B では，材齢 28 日で MM が 74.1～75.3N/mm^2，ML が 70.3～71.0N/mm^2，材齢 56 日ではそれぞれ 79.9～81.0N/mm^2，74.4～74.7N/mm^2 となり，吸水率の違いによる差はほとんどみられなかった。また，室内実験 A および B ともに，MM および LM と ML および LL の圧縮強度を比較すると，粗骨材として再生粗骨材 M を 100%使用した MM および LM の方が，再生粗骨材 L と砕石 2005 を混合して使用した ML および LL よりも大きくなる傾向にあった。

4. 再生骨材の品質指標と圧縮強度の関係

4.1 再生骨材吸水率

室内実験 A における再生細骨材の吸水率と材齢 28 日および 56 日圧縮強度の関係を**図－6** に示す。各材齢における圧縮強度は，再生粗骨材種類の違いにかかわらず再生細骨材の吸水率の増加に伴って低下する傾向がみられた。粗骨材種類ごとに材齢 28 日および 56 日の圧縮強度の最大と最小の差をみると，MM および LM ではそれぞれ 7.7N/mm^2, 8.1N/mm^2, ML と LL ではそれぞれ 2.0N/mm^2, 5.9N/mm^2 となり，影響の程度が異なる結果となった。

室内実験 B における再生粗骨材の吸水率と材齢 28 日および 56 日の圧縮強度の関係を**図－7** に示す。各材齢における圧縮強度は，室内実験 A とは異なり，吸水率の増加による影響は明確ではなかった。これは，室内実験 A では再生細骨材の吸水率の範囲が 3.57～8.19%と大きかったのに対し，室内実験 B では再生粗骨材 M で 2.65～3.22%，再生粗骨材 L と砕石 2005 の混合骨材で 2.76～3.01%と小さかったことが影響したものと考えられる。

4.2 相対吸水率と圧縮強度の関係

室内実験 A および B における相対吸水率と材齢 28 日および 56 日の圧縮強度の関係を**図－8** に示す。各材齢における圧縮強度は，骨材の組合せにかかわらず相対吸水率の増加に伴って低下する傾向がみられており，比較的高い相関性が認められた。同程度の相対吸水率の場合，ML および LL は MM や LM と比較して圧縮強度は小さくなる傾向にあり，近似式の傾きも小さかった。これは，再生粗骨材 M を 100%使用した調合と，再生粗骨材 L と砕石 2005 を混合して再生粗骨材 M とした調合において，両者の相対吸水率の変動が同程度であっても，粗骨材種類によって圧縮強度に及ぼす影響が異なることを示していると推察される。

4.3 ペースト・モルタル混入率と圧縮強度の関係

室内実験 B におけるペースト・モルタル混入率と材齢 28 日および材齢 56 日の圧縮強度の関係を**図－9** に示す。両者の関係は，材齢にかかわらず両者の間には明確な傾

表－5　骨材の品質（室内実験・実機実験）

	種類	記号	絶乾密度 (g/cm³)	吸水率 (%)	ペースト付着率 (%)	モルタル混入率 (%)
室内実験	再生細骨材 M	RMSL	2.33	4.99	25.1	－
	再生粗骨材 M	RMGL	2.46	3.30	12.1	25.7
		RLGL+GL*1*2	2.48	2.92	－	－
	再生粗骨材 L	RLGL	2.31	5.51	19.9	41.4
	普通粗骨材	GL	2.65	0.66	－	－
実機実験	再生細骨材 M	RMSW	2.48	3.05	20.0	－
		RMSS	2.33	5.14	23.5	－
		RMSH	2.50	2.83	16.0	－
	再生粗骨材 M	RMGW	2.51	2.77	11.6	23.9
		RMGS	2.47	3.22	14.5	24.7
		RMGH	2.52	2.65	11.2	20.3
		RLGW+GW*1*2	2.50	2.76	－	－
		RLGS+GS*1*2	2.46	3.47	－	－
		RLGH+GH*1*2	2.47	3.01	－	－
	再生粗骨材 L	RLGW	2.35	5.09	18.8	38.7
		RLGS	2.26	6.72	20.9	40.8
		RLGH	2.30	5.68	21.7	40.2
	普通粗骨材	GW	2.64	0.72	－	－
		GS	2.65	0.71	－	－
		GH	2.64	0.68	－	－

*1　RLG：G=50：50（容積比）　*2　絶乾密度と吸水率は計算値を示す。
※　骨材記号の後は，L：室内，W：冬期，S：標準期，H：夏期を示す。

表－6　調合（室内実験・実機実験）

	調合記号*1	W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³) W	C	BF	RMS	RLS	G	RMG	RLG	Ad 使用量 (B×%)
室内実験	30MM-L	30	41.1	170	170	397	597	－	－	889	－	0.85
	30ML-L		41.3	170	170	397	632	－	447	－	410	0.75
実機実験	30MM-W	30	41.1	170	170	397	622	－	－	903	－	0.675
	30MM-S						597			893		0.95
	30MM-H						629			907		1.00
	30ML-W		43.4	170	170	397	657	－	447	－	415	0.80
	30ML-S						632				405	0.95
	30ML-H						665				408	0.90

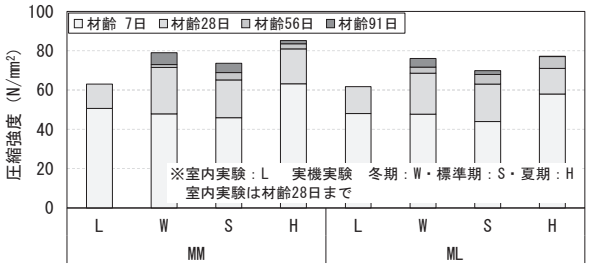
*1　調合記号：水結合材比・骨材組合せ-打込み時期
MM：再生細骨材 M+再生粗骨材 M　　ML：再生粗骨材 M+混合粗骨材

向が認められなかった。これは，データ数が少ないこと，再生粗骨材の品質の差が小さく，ペースト・モルタル吸水率の範囲が小さいことも影響していると考えられる。

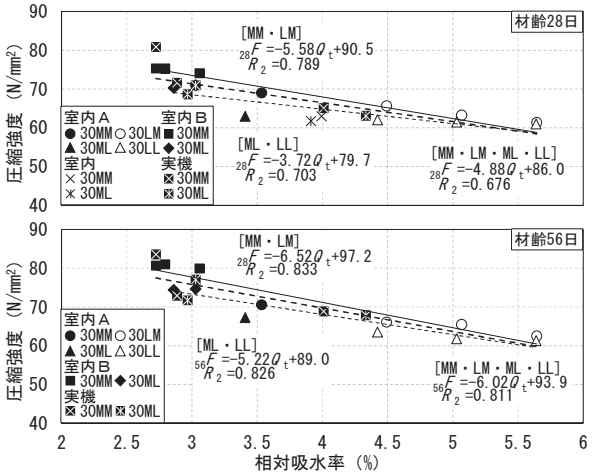
5. 相対吸水率およびペースト・モルタル混入率を用いた評価方法の有効性の検証

これまで，再生骨材コンクリートの圧縮強度に及ぼす影響を評価するために用いる再生骨材の品質を示す指標として，再生骨材の吸水率，相対吸水率およびペースト・モルタル混入率を選定し，検討を行ってきた。室内実験 A および B では，再生細骨材または再生粗骨材どちらかの品質を固定していたため，再生細骨材および再生粗骨材それぞれの吸水率を用いる方法で評価することができた。しかし，本研究では，細骨材および粗骨材のどちらにも再生骨材を使用したコンクリートを対象としているため，両者の品質は変動する。したがって，以降の検討では，細骨材と粗骨材両方の影響を考慮することができる相対吸水率とペースト・モルタル混入率に着目した。また，検討には，これまでに実施した室内実験 [4]および実機実験 [5]における W/B30%のデータを加えた。

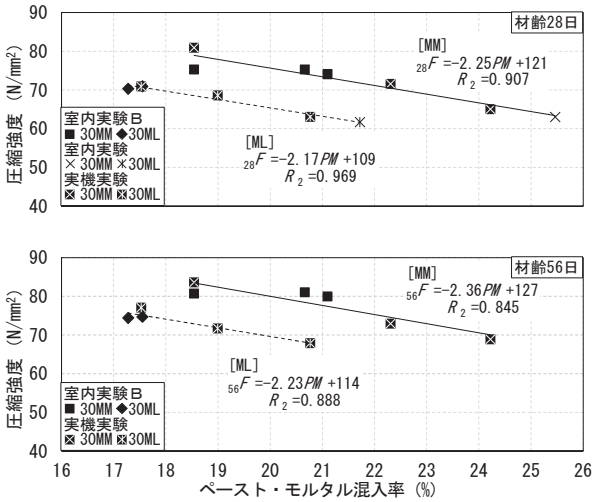
室内実験および実機実験で使用した骨材の品質は**表－5** に，調合は**表－6** に，圧縮強度試験結果は**図－10** にそれぞれ示すとおりである。



図－10　圧縮強度試験結果（室内実験・実機実験）



図－11　相対吸水率と圧縮強度の関係（全実験）



図－12　ペースト・モルタル混入率と圧縮強度の関係（全実験）

5.1 相対吸水率を用いた評価方法の有効性

相対吸水率と材齢 28 日および 56 日の圧縮強度の関係を**図－11** に示す。相対吸水率と圧縮強度の関係は，室内実験 A および B の検討時と同様に，相対吸水率の増加に伴って圧縮強度が低下する傾向にあった。材齢 28 日の結果をみると，MM では相対吸水率が 2.7%や 4.0%付近

で，ML では 3.4%や 3.9%付近で，近似式から外れるデータがみられているが，材齢 56 日の結果を含めて比較的高い相関性が認められており，文献 6)と同様に高炉スラグ微粉末を高含有した再生骨材コンクリートにも適用可能であるといえる。また，同程度の相対吸水率の場合には MM や LM よりも ML や LL の値が小さくなる傾向にあるものの，それほど大きな差はないことから使用した粗骨材種類にかかわらず，同一の関係式で評価できる可能性が示唆された。

5.2 ペースト・モルタル混入率を用いた評価方法の有効性

ペースト・モルタル混入率と材齢 28 日および材齢 56 日の圧縮強度の関係を**図－12** に示す。ペースト・モルタル混入率と圧縮強度の関係は，室内実験 B のデータのみでは明確とはならなかったものの，材齢 28 日および 56 日ともにペースト・モルタル混入率の増加に伴って圧縮強度が低下しており，いずれも高い相関性が認められた。これは，室内実験 B ではペースト･モルタル混入率が 17.3～21.1%と狭かったものの，データを加えたことで 17.3～25.5%に広がったことが影響したものと考えられる。しかし，相対吸水率とは異なり，使用した粗骨材種類が異なる場合，傾きは同程度であるものの，同一の関係式で評価することは難しい。この理由としては，再生粗骨材 L の方が M と比較して，混入モルタル中に含まれる塊で単独で存在している残留モルタル塊の割合が高いことが影響していると考えられるが，本検討では測定していないため，明確ではない。また，ML および LL のペースト・モルタル混入率は，粗骨材の 50%（容積比）に普通骨材を使用しているため，MM および LM と比較して小さくなりやすいことも影響していると思われる。

5.3 再生骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響の評価

再生細骨材および再生粗骨材の品質ともに変動した場合でも評価できる方法として，相対吸水率とペースト・モルタル混入率に着目して圧縮強度との関係を検討し，いずれも良好な相関性が認められた。相対吸水率では粗骨材種類にかかわらず，同一の関係式でその影響を比較的明確に評価できる可能性がある。一方，ペースト・モルタル混入率では相対吸水率と比較して，粗骨材種類ごとにより明確に再生骨材の品質の影響を評価することができる。しかし，ペースト付着率やモルタル混入率の測定には手間がかかるため，破砕値 [9]を用いた推定方法など，簡易な測定方法の開発が望まれる。

以上より，再生骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響の評価には，相対吸水率およびペースト・モルタル混入率のどちらも有効であり，粗骨材種類や強度算定式の設定時のばらつきなど安全率の考え方によって使い分ければよいと考える。

6. まとめ

本検討の範囲において得られた知見を以下に示す。

1) 再生粗骨材の品質が同一の場合，再生骨材コンクリートの圧縮強度は，再生細骨材の吸水率の増加に伴って低下する。
2) 再生骨材コンクリートの圧縮強度は，相対吸水率の増加に伴って低下する。また，粗骨材種類にかかわらず，再生骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響を同一の関係式で概ね評価することができる。
3) 再生骨材コンクリートの圧縮強度は，ペースト・モルタル混入率の増加に伴って低下し，再生骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響を粗骨材種類ごとにそれぞれの関係式で評価することができる。
4) 再生骨材の品質が圧縮強度に及ぼす影響の評価には，相対吸水率およびペースト・モルタル混入率のどちらも有効で，粗骨材種類や強度算定式の設定時のばらつきなど安全率の考え方によって使い分ければよい。

参考文献

1) 鈴木他：再生骨材の実製造プロセスにおける CO_2 固定量に関する研究　その 1 研究目的と試験概要，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.361-362，2024.8
2) 古川他：再生骨材の実製造プロセスにおける CO_2 固定量に関する研究　その 2 CO_2 固定量の結果，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.363-364，2024.8
3) 古川雄太：部位に応じて高炉スラグ微粉末の使用率を最適化した環境配慮型コンクリートの建物全体への適用事例，コンクリート工学，vol.62，No.11，pp.953-957，2024.11
4) 髙橋他：高炉スラグ微粉末を高含有した再生骨材コンクリートの実用化に向けた基礎検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.45，No.1，pp.934-939，2023.7
5) 髙橋他：高炉スラグ微粉末を高含有した骨材の組合せが異なる再生骨材コンクリートの実用化に向けた検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.46，No.1，pp.1099-1104，2024.6
6) 日本建築学会：再生骨材を用いるコンクリートの設計・製造・施工指針(案)，2014.10
7) 髙橋祐一他：モルタル塊残留率が再生骨材コンクリートの性質に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.32，No.1，pp.1433-1438，2010.7
8) 松田他：CO_2 ガスの強制吸着による低エネルギー型再生骨材製造方法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，pp.1732-1737，2014.7
9) 髙橋他：再生骨材中の混入モルタル量の品質管理方法および評価基準の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.35，No.1，pp.1453-1458，2013.7