

再生細骨材を使用したコンクリートのブリーディングの評価

DB11069 木谷 悠太

1.はじめに

再生骨材を使用したコンクリートは一般的にブリーディング量が少なくなるとされている。再生骨材は一度使われたコンクリートを解体して破砕、粉砕、分級等の処理を行って製造されているもので、モルタルなどが付着している。そのため、付着しているモルタルが水分を多く保持し、一般的な骨材より保水性が高いと考えられる。

しかし、そのことについて、まだ定量的な検討は行われていない。このため、本実験では基礎のデータを得るため、モルタルおよびコンクリートについてブリーディング試験を行った。

2.実験方法

2.1 使用材料および細骨材の品質

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）、粗骨材は青梅産硬質砂岩砕石（表乾密度 2.65g/cm^3 ）、練混ぜ水は上水道水を使用した。表 2 に細骨材の品質を示す。細骨材は密度による選別する湿式比重選別方式によって製造された再生細骨材 L、再生細骨材 M を使用し、比較のため、陸砂、標準砂、高炉スラグ細骨材を使用した。

2.2 試験方法

(1) 骨材に関する試験

骨材の試験方法は、当該 JIS に準じて行った。

再生細骨材 L、再生細骨材 M を金属製のふるいに各 2 回ずつふるい分けを行った結果、図 1 に示すように再生細骨材 M は規定の粒度曲線の下限を若干下回った。

他に再生細骨材 M、再生細骨材 L の付着セメントペースト量を測定したが、M と L が逆転してしまい、再度実験したが、同様の結果となったため、今回は掲載しない。

骨材修正係数は W/C45%、55%、65% に対して再生細骨材 M でそれぞれ 0.5%、0.6%、0.7%、再生細骨材 L で 0.6%、0.5%、0.7% であった。他の細骨材については測定していない。

(2) ブリーディング試験

ブリーディング試験はまず、モルタルについて行い、次いでコンクリートについて行った。

モルタル実験は、モルタル練りにより、各細骨材を使用したコンクリートの単位水量の予測とコンクリートのブリーディング試験結果の予測のために行った。

表 1 細骨材の品質

細骨材	表乾密度 (g/cm^3)	吸水 率(%)	実積率 (%)	微粒分 量(%)	粗粒率 F.M.
再生細骨材 M	2.48	5.27	58.7	1.10	3.30
再生細骨材 L	2.39	7.01	57.8	1.10	3.30
大井川水系陸砂	2.59	1.83	66.8	1.25	2.77
高炉スラグ細骨材	2.73	2.68	54.3	1.37	2.62

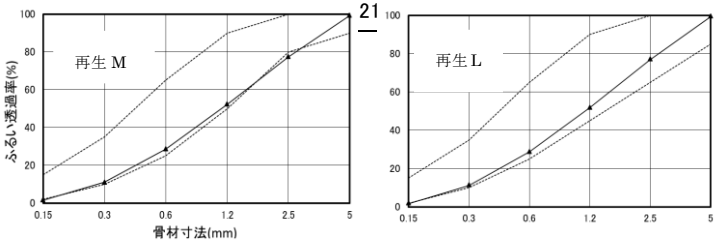


図 1 再生細骨材の粒度分布

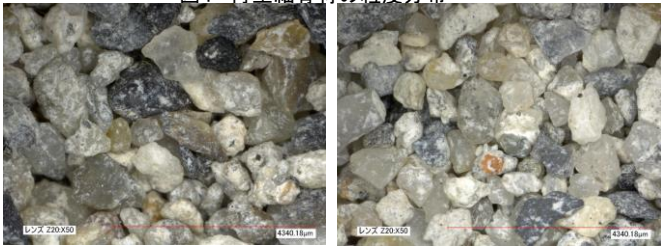


写真 1 再生細骨材 M

写真 2 再生細骨材 L



写真 3 モルタルのブリーディング試験の状況

表 2 モルタルの計画調合 (1m^3)

細骨材の種類	水セメント 比 (%)	単位水量 (kg/m^3)	フロー値 (mm)	単位容積質 量 (kg/L)	ブリーディング量 (cm^3/cm^2)	
					1	2
再生細骨材 M	55	320	253	2.03	0.12	0.13
		305	238	2.00	0.11	0.11
再生細骨材 L	55	310	247	1.98	0.12	0.09
		295	236	1.94	0.09	0.08
大井川陸砂	55	295	240	2.14	0.12	0.11
		280	232	2.14	0.10	0.10
標準砂	55	285	243	2.04	0.14	0.14
		270	225	2.07	0.11	0.13
高炉スラグ	55	330	217	1.98	0.15	0.15
		345	243	2.05	0.16	0.16

モルタルの練混ぜは、JIS R 5201 に準じてモルタルミキサで行った。目標フロー値は $240\text{mm} \pm 10\text{mm}$ になるように、単位水量を定めることにした。

モルタルのブリーディング試験には $5\phi \times 10\text{cm}$ のプラスチック製の容器を使用した。蓋には、ラッピングフィルムを用いた。計測は 30 分ごとに上面に出てきた水を取り除き、容器の質量を測り、減っていく質量の減少でブリーディング量を求めた。

コンクリートのブリーディング試験は、JIS A 1123 に準じて行った。ただし、取水時間間隔は 30 分とした。

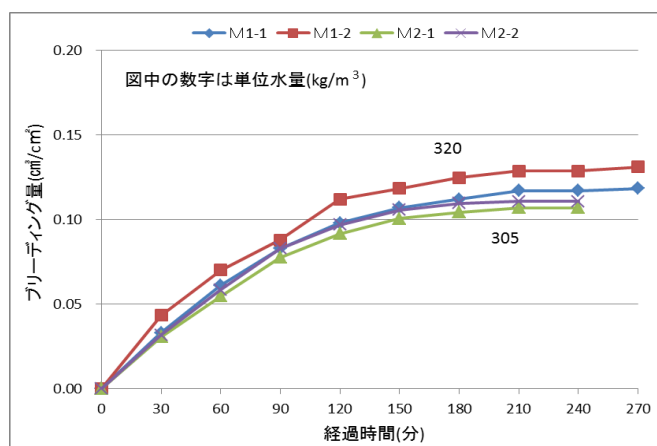


図 2 モルタルのブリーディング(再生細骨材 M)

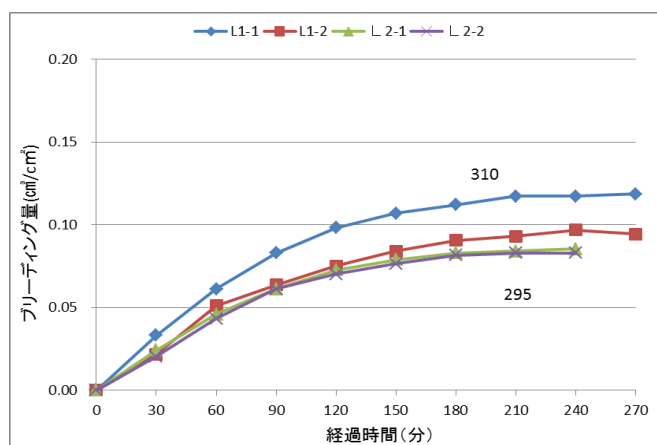


図 3 モルタルのブリーディング(再生細骨材 L)

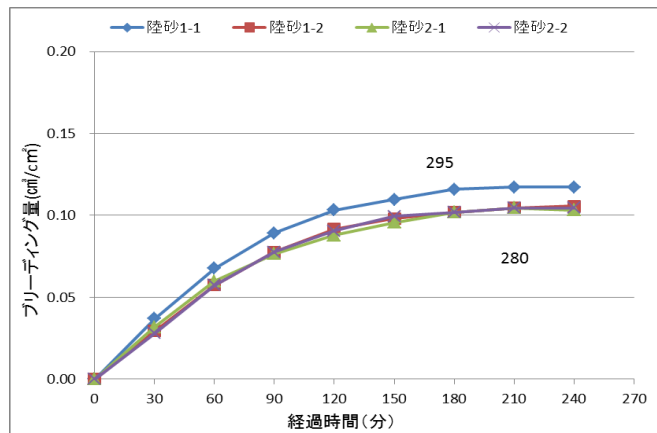


図 4 モルタルのブリーディング(陸砂)

3.実験結果

3.1 モルタルのブリーディング

モルタルの調合を表 2 に示す。

図 2～図 6 にモルタルのブリーディング試験結果を示す。いずれの細骨材を使用した場合も一般的な曲線の形を示しており、また、単位水量が多いほうがブリーディング量は多くなることが確認された。

図 7 は 5 種類の細骨材の結果を単位水量との関係（単位水量 119 でブリーディング 0 と仮定）¹⁾ で表したものである。

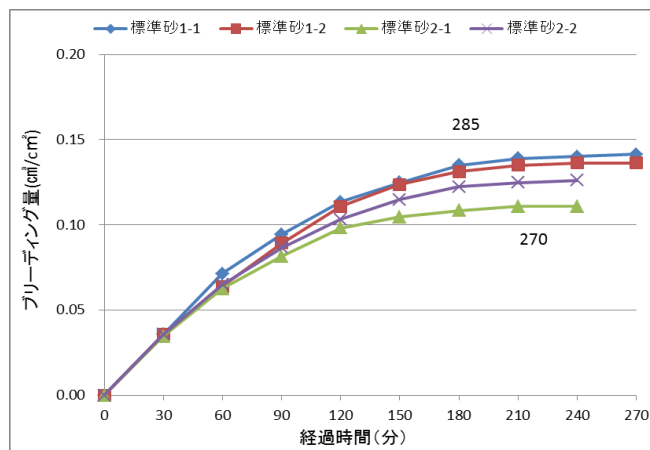


図 5 モルタルのブリーディング(標準砂)

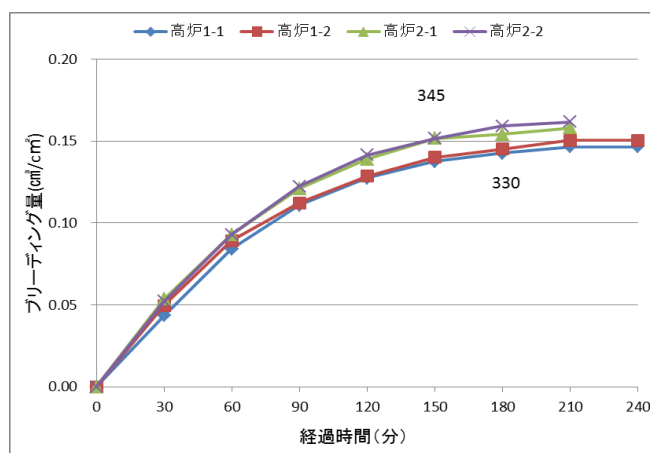


図 6 モルタルのブリーディング(高炉スラグ細骨材)

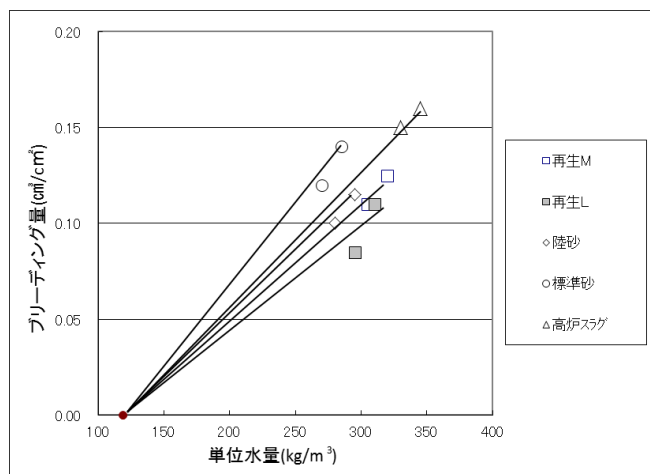


図 7 モルタルの単位水量とブリーディング量の関係

表 3 コンクリートの調査

調査	水セメント比 (%)	単位水量 (kg/m³)	単位粗骨材かさ容積 (m³/m³)	フレッシュコンクリートの試験				ブリーディング量 (cm³/cm³)	
				スランブ (cm)	空気量 (%)	単位容積質量 (kg/L)	練り上がり温度 (°C)	1	2
再生M	45	210	0.60	21.0	0.5	2.33	20.0	0.17	0.18
再生L	45	206	0.60	17.0	1.4	2.28	19.0	0.13	0.14
陸砂	45	202	0.60	21.5	1.0	2.36	19.5	0.23	0.18
高炉	45	220	0.60	21.6	1.8	2.34	20.0	0.31	0.33
標準砂	45	185	0.60	19.5	2.4	2.36	19.0	0.17	0.17
再生M	55	210	0.60	20.5	0.8	2.31	20.0	0.31	0.29
再生L	55	206	0.60	20.5	1.4	2.26	20.0	0.20	0.19
陸砂	55	202	0.60	21.5	0.1	2.38	18.5	0.33	0.34
高炉	55	220	0.60	19.8	1.6	2.34	20.0	0.59	0.68
標準砂	55	193	0.60	22.5	1.9	2.35	19.0	0.36	0.37
再生M	65	210	0.60	21.0	0.5	2.28	20.0	0.56	0.40
再生L	65	206	0.60	20.0	1.2	2.26	19.5	0.25	0.28
陸砂	65	202	0.60	21.0	0.4	2.36	21.0	0.43	0.44
高炉	65	220	0.60	16.6	2.5	2.31	20.0	0.45	0.47
標準砂	65	188	0.60	21.5	2.8	2.33	19.0	0.91	0.63

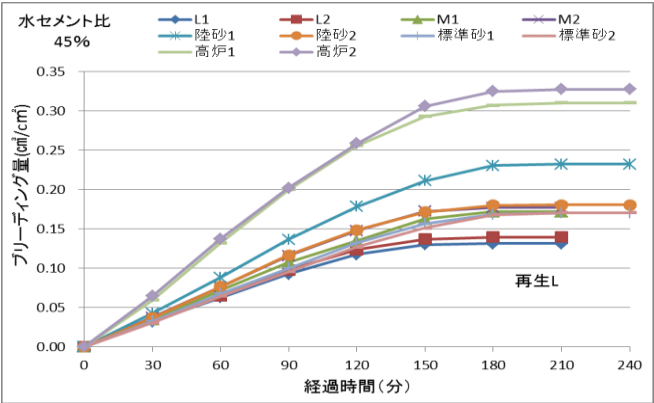


図 8 コンクリートのブリーディング(W/C45%)

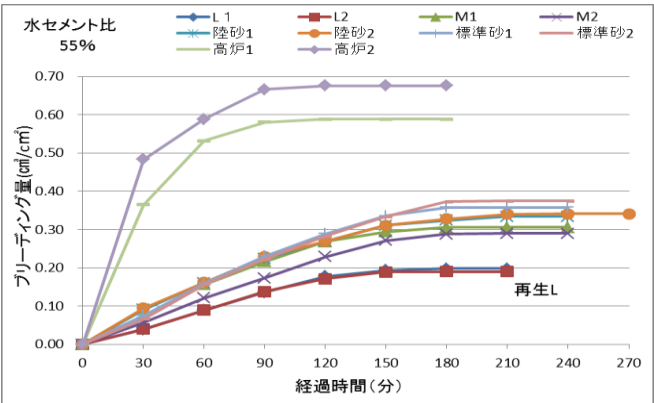


図 9 コンクリートのブリーディング(W/C55%)

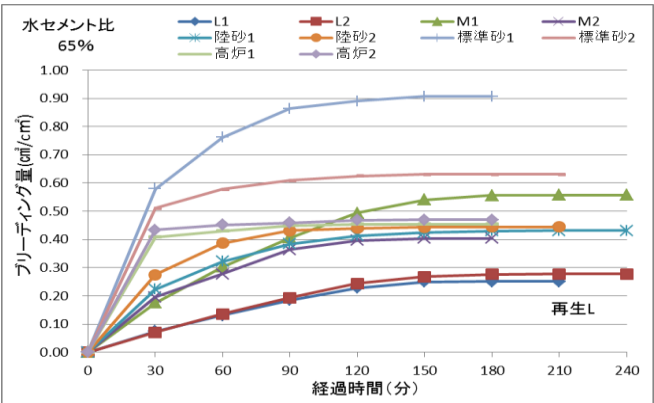


図 10 コンクリートのブリーディング(W/C65%)

る。これを見ると、再生細骨材 M は表 2 に示したように陸砂と吸水率に違いはあるが、モルタルのブリーディングでは陸砂とあまり差がないといえる。これに対し、再生細骨材 L は陸砂よりブリーディングが少ないといえる。

3.2 コンクリートのブリーディング

表 3 にコンクリートの調査を示す。目標スランブは 18cm のプレーンコンクリートで水セメント比は 45%、55%、65% の 3 水準で比べることにした。空気量は骨材修正係数を引いた値である。使用した細骨材はモルタル実験と同じものである。

図 8 ～ 10 に水セメント比ごとにコンクリートのブリーディング試験結果を示す。これによると、再生細骨材 L のブリーディング量は陸砂に比べて、いずれの水セメント比においても明らかに少なくなっている。しかし、再生細骨材 M に関しては、陸砂に対して少しブリーディング量は減ってはいるが、再生細骨材 L に比べるとその差はわずかであり、モルタルのブリーディングと同様の結果であった。水セメント比 65% では保水性の限度があるのか、高炉や標準砂が特に不安定であり、安定したデータが取りにくい結果となった。そして、図 11、図 12 で再生細骨材 M と L を比べると水セメント比が増加するにつれてブリーディング量が大きく変わり、保水性が大きく異なることがわかる。

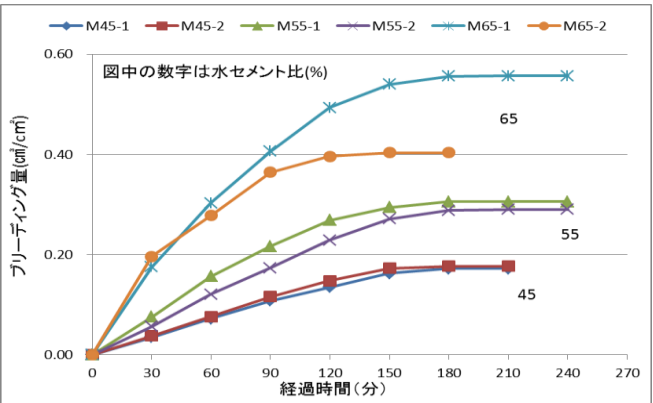


図 11 コンクリートのブリーディング(再生細骨材 M)

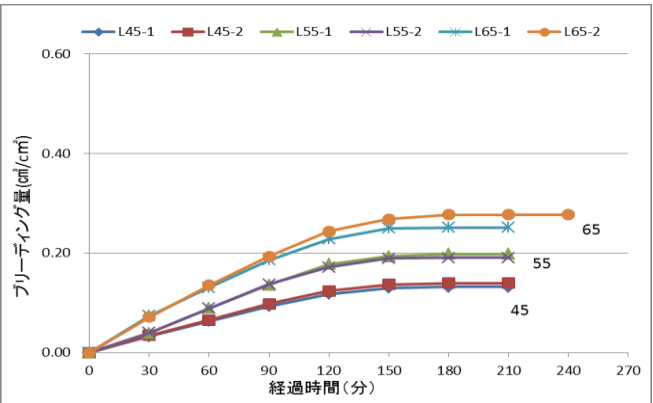


図 12 コンクリートのブリーディング(再生細骨材 L)

3.3 圧縮強度試験

表4、表5にブリーディングを取ったモルタルやコンクリートの圧縮強度試験結果を示す。表4によるとブリーディングを取った供試体の方が圧縮強度は高くなる結果になった。表5を見ると、再生細骨材 M、再生細骨材 L、陸砂の水セメント比 45%、55%の吸水量はあまり変化が見られないが 65%になると急激に吸水量が下がる結果になった。しかし、高炉スラグ細骨材と標準砂の吸水量はどの水セメント比でもあまり変わらない値になった。

図13はコンクリートのセメント水比と圧縮強度の関係を示しており、陸砂に対して、再生細骨材 M、L の順に強度が低くなる傾向を示した。

表4 モルタル供試体の圧縮強度試験結果

試験体	用途	吸水量 (g)	密度 (g/cm ³)	超音波伝播 速度(km/s)	圧縮強度 (N/mm ²)
再生M1	ブリーディング	6.3	2.19	4.21	46.0
再生M2	ブリーディング	6.3	2.17	4.13	46.3
再生L1	ブリーディング	6.8	2.15	4.03	39.1
再生L2	ブリーディング	7.2	2.14	4.02	36.4
陸砂1	ブリーディング	6.1	2.12	4.40	51.7
陸砂2	ブリーディング	6.0	2.16	4.38	55.4
標準砂1	ブリーディング	6.0	2.20	4.59	57.5
標準砂2	ブリーディング	6.4	2.25	4.52	48.9
高炉1	ブリーディング	7.8	2.29	4.51	44.3
高炉2	ブリーディング	7.4	2.29	4.52	42.2
再生M1	圧縮強度	6.8	2.28	4.09	41.7
再生M2	圧縮強度	6.6	2.26	4.06	39.6
再生L1	圧縮強度	7.6	2.25	3.96	32.0
再生L2	圧縮強度	6.8	2.23	3.92	30.9
陸砂1	圧縮強度	7.1	2.22	4.30	45.2
陸砂2	圧縮強度	5.8	2.22	4.28	48.8
標準砂1	圧縮強度	5.4	2.22	4.37	40.8
標準砂2	圧縮強度	6.5	2.21	4.37	37.0
高炉1	圧縮強度	8.1	2.20	4.25	36.8
高炉2	圧縮強度	7.8	2.18	4.28	39.1

表5 コンクリート供試体の圧縮強度試験結果

細骨材	水セメント比(%)	吸水量 (g)	密度 (g/cm ³)	超音波伝播 速度(km/s)	圧縮強度 (N/mm ²)
再生M	45	43.4	2.35	4.70	53.4
再生L	45	43.0	2.32	4.65	50.5
陸砂	45	37.9	2.40	4.84	56.9
標準砂	45	38.3	2.39	4.85	56.5
高炉	45	42.7	2.38	4.84	48.6
再生M	55	39.9	2.35	4.69	41.9
再生L	55	43.9	2.31	4.54	38.7
陸砂	55	35.7	2.39	4.63	43.8
標準砂	55	38.9	2.39	4.80	45.3
高炉	55	39.9	2.37	4.70	38.1
再生M	65	31.0	2.33	4.41	27.6
再生L	65	34.9	2.29	4.45	26.0
陸砂	65	28.1	2.37	4.53	32.6
標準砂	65	35.6	2.36	4.64	31.3
高炉	65	40.9	2.34	4.60	28.1

4.まとめ

今回の実験の結果、陸砂と再生細骨材 M、再生細骨材 L を比較すると、再生細骨材 Lの方がブリーディング少ないことが確認された。再生細骨材 M と陸砂との差はあまり見られなかった。

謝辞

本実験に際し、工学院大学阿部研究室の石橋涼氏の協力を得た。対して謝意を表します。

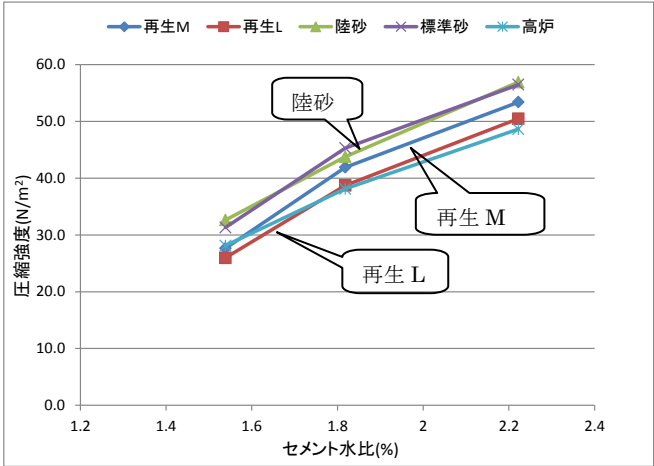
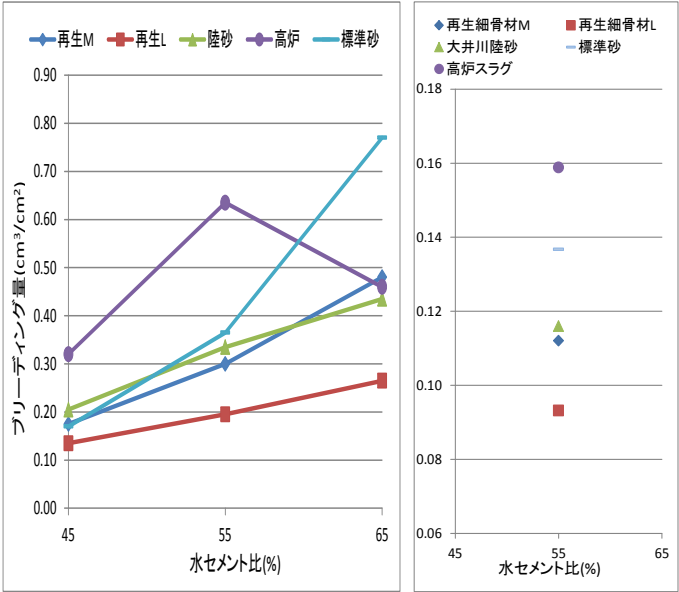


図13 コンクリートの水セメント比と圧縮強度の関係

図14 コンクリートとモルタルのブリーディングの比較



参考文献

1) 仲摩 諭、他：コンクリートのブリーディングに及ぼす各種要因の影響に関する実験、日本建築学会関東支部研究報告集、pp.41-44. 2014.2