

細骨材中に廃ガラスカレットを混入したコンクリートの基礎特性について

山口大学大学院 学生会員 ○岡本 幸一郎
山口大学大学院 学生会員 澤田 敬文

山口大学大学院 正会員 高海 克彦
山口大学 学生会員 外山 勇希

1. はじめに

近年, わが国の経済は「大量生産・大量消費・大量廃棄」により, それにより, 廃棄物は増加の一途を辿り, その処分方法が大きな問題となっていた. 廃ガラスやプラスチックは焼却すると, 有害なガス(ダイオキシン)が発生し, 埋め立て処分を行っても, 自然に再帰するには多大な時間を要する. よって, 廃ガラスやプラスチックの処分方法に問題が生じてきたのである.

これらの問題を解決するため, 1997 年に容器包装リサイクル法が, 2008 年に改正容器包装リサイクル法が施行された. このような容リ法によって, ガラス瓶の再利用や再資源化は比較的行われるようになった. しかし, 今現在なお年間約 100 万トンの廃ガラスが埋め立てられているのが現状である. これにより, 周辺の環境への影響や最終処分場の枯渇の問題がまだ懸念されているのである.

また一方で, 近年, 建設業界ではコンクリート用天然骨材としての海砂の採取が禁止ないし制限されてきており, 良質な海砂の採取が困難になってきている. これは, 海砂を採ることによりその近辺の環境や生態系に影響が及ぶためである. そのため海砂に代わる天然骨材が必要とされている.

前述したとおり, 今現在なお年間約 100 万トンの廃ガラスが埋め立てられている状況である. また, 海砂の採取量が毎年減少しており, 代替材の開発が大きな問題となっている.

そこで, 本研究では海砂の代替材としての, 廃ガラスカレットの大量使用の可能性を検討することを目的とし, 以下のような実験を行った. まず, 廃ガラスカレットの材料特性を把握するために, 物性試験を行った. 次に, 廃ガラスカレットを細骨材として置換したコンクリートのフレッシュ性状と強度特性の把握・比較を行った.

2. 実験の概要

2.1 使用材料および物性試験

細骨材として, 廃ガラスカレット(写真-1), 北九州若松産海砂を用いた. 今回使用した廃ガラスカレット(以下, S.W.G と略す)は, 下関市の工場で粉砕処理されたものを使用した. セメントは普通ポルトランドセメントを用いた.

物性試験は, S.W.G, 海砂に関して, 密度・吸水率試験(JIS A 1109)とふるい分け試験(JIS A 1102), 単位容積質量・実積率試験(JIS A 1104), 微粒分量試験(JIS A 1103)を行った.

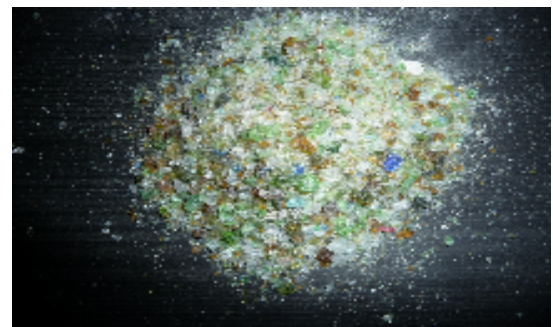


写真-1 廃ガラスカレット

2.2 コンクリート試験

S.W.G の置換率は 0 から 100% の間で 10% ごとに行った. また, 配合表は表-1 に示すとおりである. そして, コンクリート試験項目として, スランブ試験(JIS A 1101), 空気量試験(JIS A 1128), 圧縮強度試験(JIS A 1108)の 3 つを行った. 圧縮強度試験の供試体は直径 10cm×高さ 20cm の円柱供試体を使用し, 養生期間は 7, 28 日間とした.

表-1 コンクリート配合表

W/C(%)	置換率(%)	C(kg)	W(kg)	S(kg)	S.W.G(kg)	G(kg)	AD(g)
50	0	350	175	748	0	1022	2.45
	10	350	175	673	71	1022	2.45
	20	350	175	598	143	1022	2.45
	30	350	175	524	214	1022	2.45
	40	350	175	449	285	1022	2.45
	50	350	175	374	357	1022	2.45
	60	350	175	299	428	1022	2.45
	70	350	175	224	499	1022	2.45
	80	350	175	150	571	1022	2.45
	90	350	175	75	642	1022	2.45
	100	350	175	0	713	1022	2.45

3. 実験結果

3.1 物性試験結果

S.W.G と海砂の密度, 吸水率, 微粒分量, 単位容積質量, 実積率, 粗粒率の結果を表-2 に示す. S.W.G は, 密度において $2.5 \sim 2.65 \text{g/cm}^3$ という JIS の規定値をわずかに下回った. この点においては, S.W.G だけで使用する例は少なく, 海砂と混合使用することが一般的であるため, 細骨材として規定値を満足すると考えられる. また, 吸水率はほぼ 0 に等しい値となり, ほとんど吸水しないことが分かった. そして, 微粒分量は規定値である 3.0%以下を満たす結果となった. それから, 微粒分量は海砂に比べ多いということと, 粗粒率により海砂に比べ粗い粒度の骨材であるということが分かった. 図-1 に海砂と S.W.G のふるい分け曲線を示す. 試験の結果, S.W.G の方が全体的に粒径も小さく, 微粒分の量も多いということがわかる.

表-2 物性試験結果

	密度(g/cm^3)	吸水率(%)	微粒分量(%)	単位容積質量(kg/l)	実積率(%)	粗粒率
S.W.G	2.48	0.4	2.7	1.52	61.5	3.36
海砂	2.6	1.19	1.1	1.60	62.4	2.61

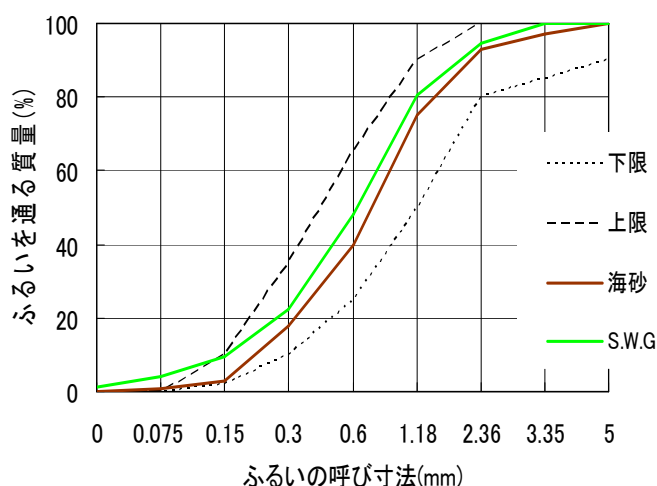


図-1 海砂と S.W.G のふるい分け曲線

3.2 コンクリート試験結果

(1) スランプ試験結果

コンクリートのスランプ試験の結果と締固め係数のグラフを図-3 に示す. 締固め係数とは, コンクリートの締固めやすさの程度を表したものである. 数値が大きい程, 締固めやすさの程度が良いことを表

す. 次に締固め係数の算出方法を示す. まず, 各置換率における細骨材の実積率を測定する. そして, 角ばり係数を実積率から式(1)によって算出し, 締固め係数は, 算出された角ばり係数を用いて図-2 の骨材の角ばり係数と締固め係数との関係より読取る. 表-3 に実積率, 角ばり係数, 締固め係数の結果を示す. また結果においては, 置換率が 30%までは, 置換率の増加に伴いスランプ値は徐々に小さくなる. しかし, 置換率が 40%になるとスランプ値が大きくなり, 50%以降は徐々に小さくなる. 締固め係数と見比べると締固め係数が大きくなると, スランプ値は小さく, 逆に小さくなると, スランプ値は大きくなっていることがわかる. このことから S.W.G と海砂のかみ合わせがスランプ値に影響しているのではないかと考えられる.

$$\text{角ばり係数} = 67 - d \quad (d: \text{実積率}) \cdots (1)$$

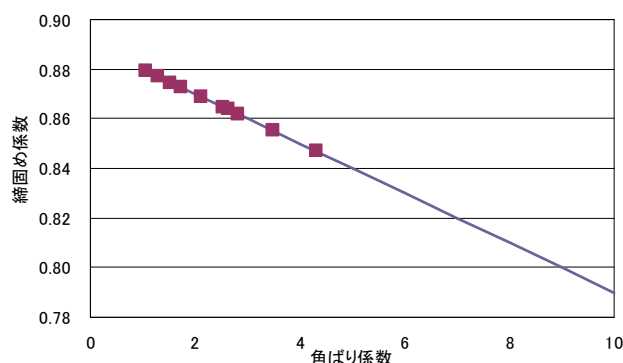


図-2 締固め係数と角ばり係数の関係

表-3 実積率と角ばり係数, 締固め係数の結果

実積率	角ばり係数	締固め係数
62.7	4.3	0.848
64.2	2.8	0.862
64.4	2.6	0.864
64.9	2.1	0.868
63.5	3.5	0.856
64.5	2.5	0.864
65.3	1.7	0.872
65.5	1.5	0.874
66.0	1.0	0.878
65.7	1.3	0.876
63.7	3.3	0.857

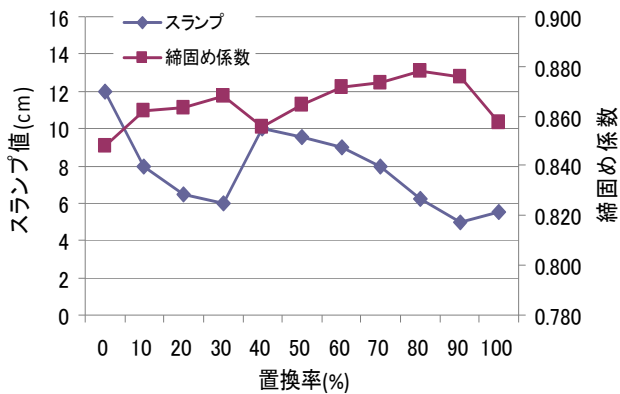


図-3 各置換率のスランプ値と締固め係数

(2) 空気量試験

コンクリートの空気量試験の結果を図-4 に示す。置換率の増加に伴い、空気量も増加する傾向にある。これは、S. W. G の微粒分量が海砂より多く、微粒分量が増加すると空気量が増加する傾向にあるためだと考えられる。微粒分が増加すると、それに伴い微小の気泡も増加する。そして、微小な気泡は外に逃げ出しにくいいため、空気量が増加する。よって、置換率の増加に伴い、空気量が増加したのだと考えられる。

(3) 強度試験

コンクリートの強度試験の7日強度及び28日強度の結果を図-5, 図-6 に示す。7日強度 28日強度共に、10～50%までは置換率の増加に伴い、圧縮強度は減少傾向にあるが、それ以降ではあまり減少せず、ほぼ一定の値となっている。28日強度は置換率 0%に比べて、10%の時強度が3割程増加する。また、7日強度に比べて、28日強度では十分強度が出ており、S. W. G を混ぜたコンクリートも普通コンクリート同様に養生すれば28日養生で強度が得られるということが分かる。

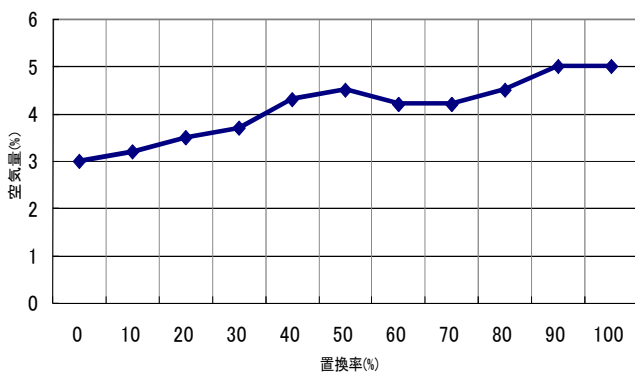


図-4 各置換率の空気量

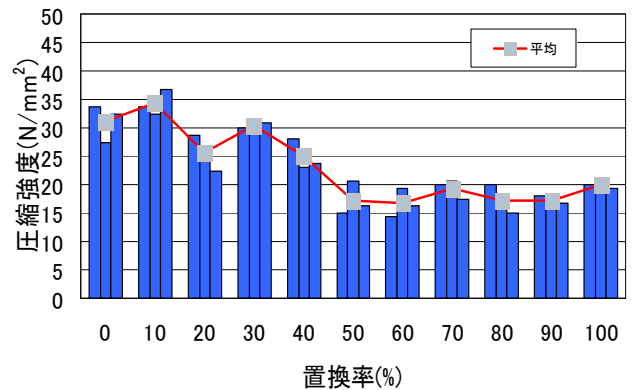


図-5 各置換率と7日間圧縮強度

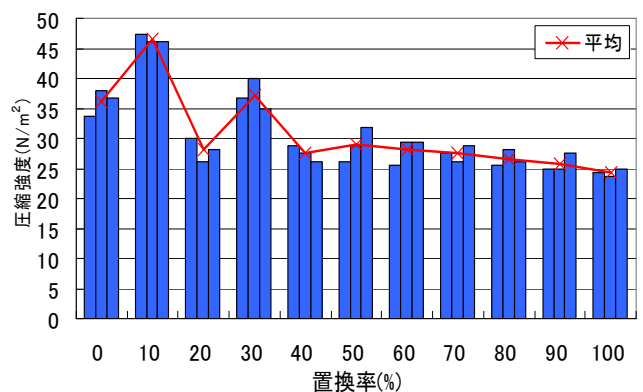


図-6 各置換率と28日間圧縮強度

4. 結論

- (1) 吸水率, 微粒分量は細骨材の規定値に達しており, 密度は若干規定値を下回るが, 海砂と混ぜて使うことで, 細骨材として使うことができる。
- (2) スランプ値は S. W. G と海砂のかみ合わせに影響され, 一定の傾向は見られなかった。
- (3) 空気量は置換率の増加に伴い, 増加傾向にある。
- (4) 圧縮強度は 7, 28 日強度ともに置換率 10%では強度は上昇するが, それ以降は 40～50%まで減少する傾向にあり, それ以降はほぼ一定の強度を示す。
- (5) S. W. G を混ぜたコンクリートも普通コンクリート同様に養生すれば 28 日養生で強度が得られる。

5. 参考文献

- 1) 社団法人 日本コンクリート工学協会 廃棄物のコンクリート材料への再資源化研究委員会 報告書
- 2) 岡田清, 明石外世樹, 小柳治: 土木材料学