ガラス発泡軽量資材のコンクリートへの適用性検討に資する基礎研究

八戸工業高等専門学校　学生会員　○磯島　亜花利
八戸工業高等専門学校　学生会員　　小田桐　友萌
八戸工業高等専門学校　　正会員　　庭瀬　一仁

１．はじめに

近年，地域社会における廃ガラスの資源循環と利活用を目的とした無機系多孔質軽量発泡資材（以下，ガラス発泡材）の開発が進み，土木，緑化，農業，水質浄化など様々な要求に活用されている[1)]．本研究では，この材料の長所を活かしつつ，コンクリート用骨材としての適用性を検討するための基礎研究として，モルタルとしたときのフレッシュ性状と圧縮強度を実験的に評価した．

ガラス発泡材は，廃ガラスを粉砕，焼成発泡して製造される無機鉱物性のため，熱や薬品に強く，物理的，化学的にも安定しており，さらにその製造工程において粒径，比重及び吸水率が調整可能である．今回の実験では，粒径を 1.2mm 以下，絶乾比重を 0.40g/cm^3 程度，吸水率を 20%程度の材料を検討対象とした．

２．実験方法

表 1 に使用材料を，表 2 にセメントペーストと骨材の質量比（P:SS）を3：2としたときの示方配合を示す．試料はモルタルミキサーで作製し，フレッシュ性状の目視確認とモルタルフロー試験を実施した．また，以上のフレッシュの確認により比較的良好なフレッシュであった 3 配合について円柱供試体（φ50 ㎜，h100㎜）を作製し，圧縮強度試験を行った．

３．実験結果

(1)フレッシュ性状

写真 1 にモルタルフロー試験による練り混ぜ直後のフローの様子を，表3に質量比3：2のフロー試験結果を示す．W/C70%では材料分離が顕著に表れ，W/C40%では流動性が小さかったことから，50%程度が良好と判断した．次に，この 50%の配合の P:SS を 4：3 に変化させ，表 4 の示方配合に調整し，さらに W/C を 40%に調整したケースを追加した．表 5 に質量比 4：3 のフロー試験結果を示す．

表 1　使用材料

	密度(g/cm^3)
OPC （普通ポルトランドセメント）	3.16
FA （フライアッシュ）	2.19
LS （石灰石微粉末）	2.70
SS （ガラス発泡材）	0.4 程度
SP （高性能 AE 減水材）	1.00

表 2　示方配合（P:SS→3:2）

W/C	OPC	SS	W	SW	SP
40%	333	310	161	31	3.3
50%	306	306	181	31	3.1
70%	263	298	211	30	2.6

SW:練り混ぜ中のガラス発泡材への吸水量（吸水率の半分程度）

40%　　50%　　70%

写真 1　フロー試験（W/C=40%, 50%, 70%）

表 3　フロー試験結果（P:SS→3：2）

	0min	30min	60min	90min	120min
W/C=40%	17.20	14.79	11.76	10.32	
W/C=50%	29.18	15.69	13.87	12.61	11.21
W/C=70%	30.00	17.25	13.85	11.97	11.07

キーワード　ガラス発泡軽量資材，フライアッシュ，軽量コンクリート
連絡先　　〒039-1192　青森県八戸市大字田面木字上野平 16-1　八戸工業高等専門学校　TEL0178-27-7223

表 4　示方配合（P:SS→4：3）

W/C	OPC	SS	W	SW	SP
40%	305	320	151	32	3.1
50%	280	315	169	32	2.8

表 5　フロー試験結果（P:SS→4：3）

	0min	30min	60min	90min
W/C=40%	12.73	12.05	11.44	
W/C=50%	14.59	13.20	11.96	11.26

(2) 供試体の目視観察

写真 3 に P:SS が 3：2 の供試体表面の写真を，写真 4 に P:SS が 4：3 の供試体表面の写真を示す．水セメント比が大きいほど空隙が多く見られた．また，P:SS が 4：3 の供試体は，3：2 の供試体と比較すると空隙が少なく材料分離も少なくなった．

(3) 圧縮強度試験

表 6 に材齢 7 日の圧縮強度試験の結果を示す．W/C が 50%の配合では，P:SS が 4:3 のほうが骨材の単位量が増えてセメントペースト分が減っているにもかわらず，幾分 4:3 のほうが高い強度を示した．これは供試体作製時に 3:2 のほうが材料分離の傾向がみられたことから，供試体に不均質性があったことによるものと考えられる．P:SS が 4：3 では W/C50%に比べ W/C40%の強度が高くなっている．これらから強度は骨材の割合よりも水セメント比に依存しており，一般的な傾向であることを確認した．

4．考察

水セメント比が小さいと空隙が少ない傾向にあるがセメントペーストと骨材が一体化しない場合があるため，適当な重量比，吸水率を見つける必要がある．時間経過に伴う材料分離によりブリーディングがみられたことから，ブリーディングが生じない範囲での軽量化が求められると考えられる．また，水セメント比が大きいほど初期の流動性は得られやすいが，材料分離が激しく時間経過に伴う流動性の低下も顕著に表れるため，水セメント比の調整も必要だと考えられる．

5．おわりに

本研究の範囲では，ガラス発泡材を骨材として用いると軽量化の利点があるが，一般的なコンクリートに比べ強度が低く，材料分離や空隙が多いことからも，現状では構造部材としての利用を前提とした軽量コンクリートとしての使用は難しいといえる結果となった．

今後は，骨材の粒度調整や水と粉体量の比率の調整を行うとともに，ポゾラン反応による緻密化や粘性を持たせることを目的としてフライアッシュや石灰石微粉末，高性能 AE 減水材，C-S-H 系早強剤などを併用し，流動性，強度の面からさらに適性を高めた配合を検討し，諸実験により性能評価することが必要である．

40%　50%　70%

写真 3　供試体表面（W/C=70%, 50%, 40%）

40%　50%

写真 4　供試体表面（W/C＝40%, 50%）

表 6　圧縮試験結果

P:SS	W/C	N/mm^2
3:2	50%	15.0
4:3	50%	17.0
4:3	40%	20.5

6．謝辞

本研究を行うにあたり，有限会社ループの千葉様より試料提供をいただきました．心よりお礼申し上げます．

7．参考文献

1）ガラス発泡資材事業協同組合　組織概要
http://supersol.jp/wordpress/wp-content/uploads/2021/11/d6eebc9b4ff07f56bdc65de6895d50c9.pdf