ごみ溶融スラグおよび鉱物質微粉末を用いたコンクリートの基礎的性状

豊田工業高等専門学校　正会員　○河野伊知郎
豊田工業高等専門学校　正会員　大畑　卓也
株式会社日東コンクリート工業　非会員　松井　隆哉

１．まえがき

日本では毎年，膨大な量の生活ごみや産業廃棄物が排出されており，その多くがクリーンセンターなどで焼却処分されているが，焼却処理の際に発生する焼却灰などの廃棄物の処分場が不足している．また，国内の天然骨材は年々減少しており，骨材の調達難が取り沙汰されている．このような現状の中で，近年，廃棄物として処理されてきた焼却灰を溶融処理して製造したごみ溶融スラグ（以後，溶融スラグと略す）を建設資材として再利用する試みが行われている．しかし，溶融スラグはガラス質であることからコンクリートに混入した場合，ブリーディング率が増加するという傾向がある．

本研究では豊田市渡刈クリーンセンターにて製造されたごみ溶融スラグを川砂の一部と置換して用いたコンクリートに３種類の鉱物質微粉末を添加することにより，コンクリートの基礎的性状をどの程度改善できるのかを明らかにすることを目的としている．

２．使用材料

使用材料は以下のとおりである．セメントには高炉セメントB種，水は20℃の水道水，粗骨材は静岡県天竜川産の川砂利（最大寸法 25mm，表乾密度 2.61g/cm³，吸水率 0.77%，粗粒率 6.44），細骨材は静岡県天竜川産川砂，溶融スラグは豊田市渡刈クリーンセンター（流動床式ガス化溶融炉）で製造された溶融スラグを使用した．**表-1** に溶融スラグおよび川砂の物性値を示す．鉱物質微粉末には砕石粉（中央砕石株式会社で製造された平均粒径が異なる 2 種類の砕石粉 MS：平均粒径 36.6μm，MP：平均粒径 3.9μm，MS と MP を質量比 6:4 で混合），フライアッシュ（中部電力碧南火力発電所製で製造されたフライアッシュⅡ種，45μm ふるい残分 9%，比表面積 3570cm²/g），シリカフューム（エルケムジャパン株式会社製），混和剤には竹本油脂株式会社の高性能 AE 減水剤（NV-G5），AE 補助剤（AE200）および消泡剤（AKF-2）を適宜使用した．

３．コンクリートの配合

表-1 にコンクリートの基本配合を示す．なお，スラグ置換率（川砂を溶融スラグで置き換える割合）は 50%とした．また，３種類の鉱物質微粉末を添加するが，その微粉末添加率（セメント量に対する各種鉱物質微粉末の添加率）は 0%（無添加），3%，5%とした．

４．試験項目

コンクリートの基本配合を基に種々の配合で供試体を作製し，圧縮強度試験（JIS A 1108），割裂引張試験（JIS A 1113）を行った．圧縮試験の材齢は3日，7日，14日，28日，91日とし，供試体にはφ100×200mmの円柱供試体を用いた．割裂引張試験の材齢は28日とし，供試体にはφ150×200mmの円柱供試体を用いた．さらに，川砂を溶融スラグで置換するとブリーディング率が増加するが，鉱物質微粉末を加えることによるブリーディング抑制効果を確認するため，種々の配合でブリーディング試験（JIS A 1123）を行った．

表-1　溶融スラグおよび川砂の物性値

	吸水率 (%)	表乾密度 (g/cm³)	実績率 (%)	粗粒率
溶融スラグ	0.64	2.85	68.9	3.80
川 砂	1.62	2.95	64.5	2.95

表-2　コンクリートの基本配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/ m³)				混和剤 (g/m³)
		W	C	S	G	
37	44	127	340	829	1047	1.70

溶融スラグ，砕石粉，フライアッシュ，シリカフューム，強度，ブリーディング
〒471-8525　愛知県豊田市栄生町２－１　TEL 0565-36-5882　FAX 0565-36-5927

５．試験結果および考察

図-1 に圧縮強度と材齢の関係を示す．ここで，キャプションの S の後ろのアルファベット N は微粉末無添加を表し，M は砕石粉，F はフライアッシュ，S はシリカフュームを添加していることを表している．また，- の後ろの数字は微粉末添加率を表している．

基準となる SN-0（微粉末無添加）では材齢 3 日において 23N/mm², 7 日では 38N/mm², 14 日では 47N/mm², 28 日では 52N/mm², 91 日では 61N/mm² を示している．SM-3（砕石粉 添加率 3%）については材齢 14 日までは SN-0 と同程度の圧縮強度を示しているが，材齢 28 日以降は 3～6N/mm² 程度高い値を示している．SM-5（砕石粉 添加率 5%）については，全ての材齢において更に高い圧縮強度を示しており，材齢 91 日では 72N/mm² を示している．SF-3,5（フライアッシュ 添加率 3, 5%）および SS-3, 5（シリカフューム 添加率 3, 5%）についても SM と同様に材齢が進むにつれて圧縮強度が増加し，全ての材齢において SN-0 よりも高い圧縮強度を示している．また，全ての配合において微粉末添加率 5%の方が僅かではあるが高い圧縮強度を示している．

図-2 に材齢 28 日における各配合の引張強度を示す．基準となる SN-0 の引張強度は 4.2N/mm² を示している．SM-3 については 4.3N/mm²，SM-5 については 4.4N/mm² を示しており，圧縮強度と同様に添加率を 3%から 5%に増加させると僅かであるが引張強度が増加している．SF-3, 5 および SS-3, 5 についても同様の傾向が見られ，微粉末を添加することにより引張強度が高くなっている．

図-3 に微粉末添加率 0%および 3%のブリーディング率と経過時間の関係を示す．SN-0 については時間の経過とともにブリーディング率が増加し，経過時間 260 分において 0.61%となっている．その他の鉱物質微粉末を 3%添加した SM-3，SF-3，SS-3 についてはブリーディングがほとんど発生せず，高いブリーディング抑制効果がみられる．

６．まとめ

本研究で明らかになったことを以下に示す．

(1) 溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートに本研究に用いた 3 種類の鉱物質微粉末を混入することにより圧縮強度および引張強度が高くなる．また，本研究で用いた配合では微粉末添加率 5%の方が僅かではあるが高い強度が得られる．

(2) 川砂の一部を溶融スラグで置換するとコンクリートのブリーディング率が増加するが，鉱物質微粉末を 3%添加するだけでも大きなブリーディング抑制効果が得られる．

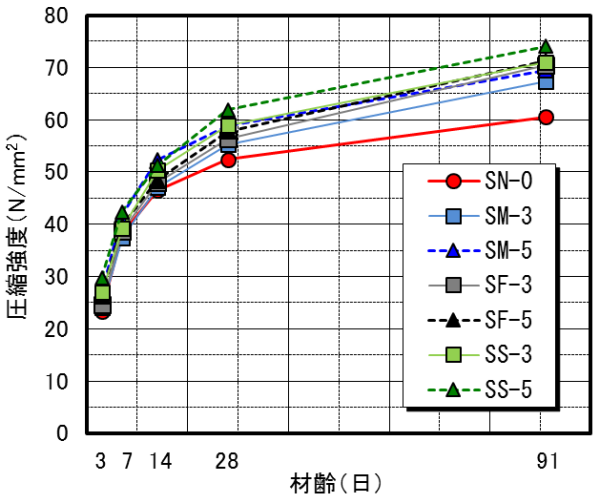

図-1　圧縮強度と材齢の関係

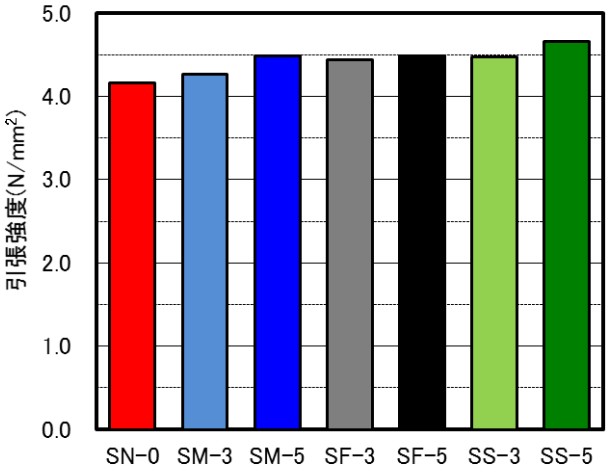

図-2　材齢 28 日における引張強度

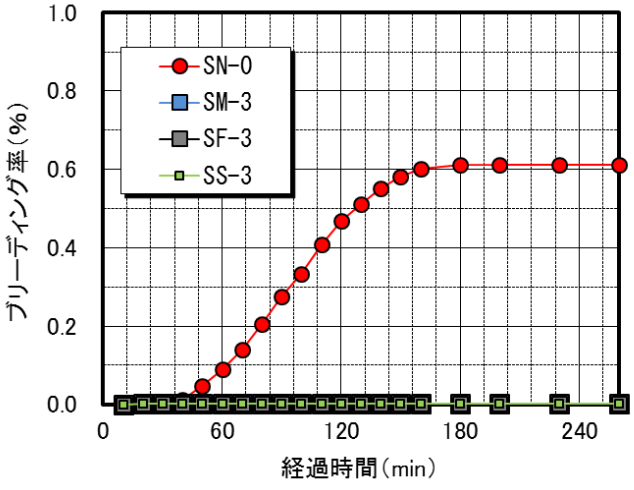

図-3　ブリーディング率と経過時間の関係