砕石粉によるごみ溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの性状改善

豊田工業高等専門学校　正会員　○河野伊知郎，須田裕哉
豊田工業高等専門学校　非会員　山本貴正
株式会社日東コンクリート工業　非会員　松井隆哉
豊田市渡刈クリーンセンター　清掃施設課　非会員　棚橋靖仁

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，溶融スラグをコンクリートに多量混入した場合，ブリーディングが増加すると共に，希に赤錆の発生が報告されている．

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細骨材として用いたコンクリートに関して，赤錆の発生を抑えると共に，砕石粉を添加することによりコンクリートの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．赤錆発生要因およびその対策

赤錆が発生した溶融スラグを用いたコンクリートサンプルのX線分析を行ったところ，溶融スラグ微粉末の中に含まれる Fe が赤錆の主要因と推定される結果を得た．そこで，溶融スラグに含まれる150μm 以下の粒子を取り除いた溶融スラグ細骨材を用いて種々の実験を行った．

３．使用材料およびコンクリートの配合

使用材料は以下のとおりである．セメントには普通ポルトランドセメント，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/cm^3），細骨材は静岡県天竜川産川砂（表乾密度 2.63g/cm^3），溶融スラグは豊田市渡刈クリーンセンターで製造された溶融スラグから 150μm 以下の粒子を取り除いたスラグ（表乾密度 2.91g/cm^3），砕石粉は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 6:4 で混合），混和剤に高性能減水剤を使用している．

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 0%，50%，100%とした．また，微粒粉を補充するために砕石粉を添加するが，その砕石粉置換率（溶融スラグを砕石粉で置き換える割合）は 0%～20%とした．

４．試験項目

砕石粉をモルタルに混入することによる流動性，材料分離抵抗性および力学的性質に与える影響を確認するため，モルタルフロー試験およびセメント強さ試験（JIS R 5201）を行った．

また，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，材齢 3 日，7 日，14 日，28 日で圧縮強度試験（JIS A 1108）を行った．試験に用いた供試体は φ100×200mm の円柱供試体である．

さらに，溶融スラグをコンクリートに混入させた場合，スラグ置換率がブリーディング率に及ぼす影響および砕石粉を加えることによるブリーディングの低減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．

５．試験結果および考察

図-1 はモルタルフローとスラグ置換率の関係を示

表-1　コンクリートの基本配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/ m^3)				混和剤 (g/m^3)
		W	C	S	G	
50	44.0	170	340	784	990	1.70

溶融スラグ，砕石粉，モルタルフロー，圧縮強度，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

している．ここで，モルタルはスラグ置換率 100%とし，溶融スラグ細骨材のみを用いた．打撃前の 0 打について見てみると，砕石粉置換率が高くなるとモルタルフローが減少している．打撃数 15 打についても同様の傾向を示し，特に，砕石粉置換率 0%については打撃数 2 打で測定限界の 300mm に達すると共に，材料分離が確認された．

図-2 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 の後ろの数字はスラグ置換率を表し，- の後ろの数字は砕石粉置換率を表している．基準となるスラグ置換率および砕石粉置換率が 0%の S0-0 では材齢 3 日においては 28N/mm², 7 日では 35N/mm², 14 日では 39N/mm², 28 日では 45N/mm² を示している．川砂を溶融スラグで 50%置換しているスラグ置換率 50%について見てみると，S50-0 および S50-10 については全ての材齢において S0-0 よりも圧縮強度が僅かに低下しているが大きな強度低下は見られない．S50-20 については S0-0 よりも僅かに高い強度が得られた．スラグ置換率 100%について見てみると，S100-0 については全ての材齢において圧縮強度が S0-0 よりも 8N/mm² 程度低下している．S100-5 では S0-0 よりも 4N/mm² 程度の低下に留まっている．砕石粉置換率 10%の S100-10 では更に強度低下が小さくなっている．

図-3 にブリーディング率と経過時間の関係を示す．S0-0 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ているが，その値は非常に小さく経過時間 260 分において 0.88%となっている．S50-10 についても S0-0 と同程度のブリーディング率に留まっている．S100-0 については試験開始から急激にブリーディング率が増加し，260 分においては 21.0%に達している．S100-10 では砕石粉を混入したことによりブリーディング率が大きく抑制されており，260 分において 0.90%となっている．

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モルタルに砕石粉を混入することにより粘性が高まり，材料分離を抑制できる．

(2) 川砂を溶融スラグで全置換するとコンクリートの圧縮強度は大きく低下するが，溶融スラグを砕石粉で 10%置換することによりその圧縮強度の低下を抑制できる．

(3) 川砂を溶融スラグで全置換するとコンクリートのブリーディング率は増加するが，溶融スラグを砕石粉で 10%置換した場合は無置換のコンクリートのブリーディング率に近い値を示す．

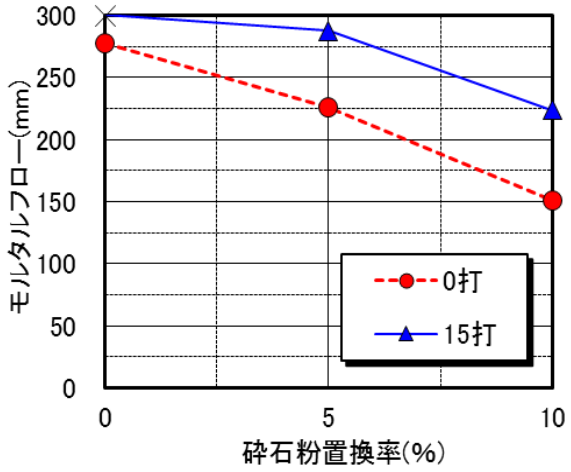

図-1 モルタルフローと砕石粉置換率の関係

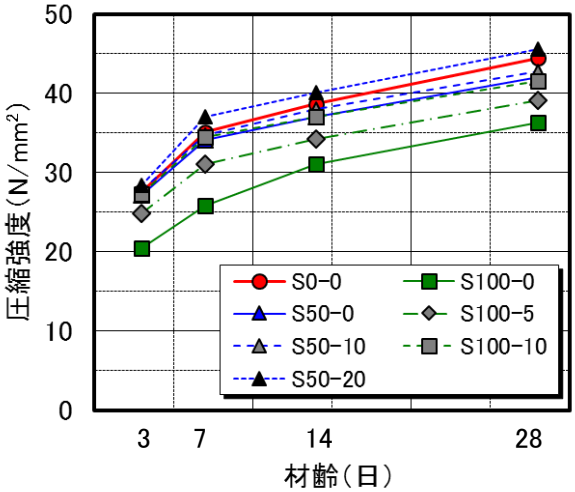

図-2 圧縮強度と材齢の関係

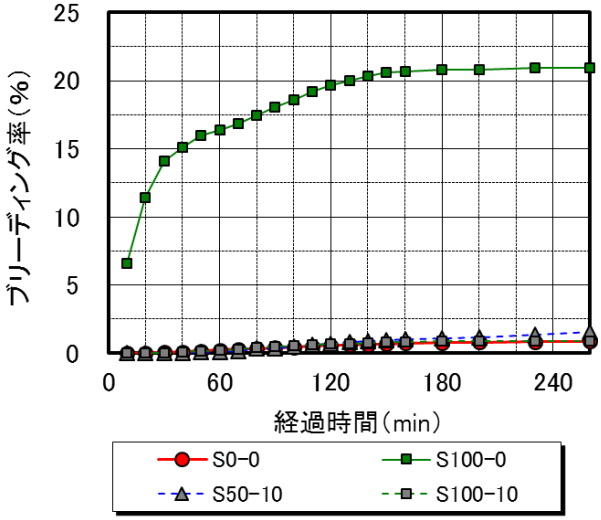

図-3 ブリーディング率と経過時間の関係