

佐賀大学 理工学部 正会員 石川 達夫
 佐賀大学 理工学部 山内 直利
 佐賀大学 理工学部 乾 龍二

1. まえがき

熔融状態の高温の高炉スラグを大量の空気中で飛散させて作る風砕スラグは、粒化、冷却、回収の全過程で水を使わないため、ち密で球形をしたガラス質の人工砂となる。この風砕スラグの物理的性質は、自然産の砂に比べ、比重、吸水率、強度および形状において優れており、コンクリート用細骨材として用いるときは、その表面の滑らかな球状の形状により、ワーカビリティを改善し、単位水量を減らすことができる。しかし、風砕スラグ砂の粒度分布は粗く単粒度に近いのでコンクリート用細骨材としては、標準粒度をはずれてしまう。また、ガラス質の硬い表面組織は、粒子表面で滑りをおこし強度が伸びず、ばらつきやすいこともある。これを改善するため本実験では、風砕スラグ砂に微粉末を添加する方法を用い、モルタル試験を行い、フローと圧縮強度との関係を調べ、さら

2. 風砕モルタルの細骨材量とコンシステンシー特性

風砕スラグ砂それと同粒度に調整した川砂の物理的性質を表-1に示す。添加する微粉末としては、フライアッシュ、石灰石粉末とた。

2-1. 微粉末を添加した風砕スラグの実積率試験

風砕スラグに微粉末を容積比の内割りで添加した場合の実積率の変化を図-1に示す。実積率が高ければその骨材の粒度は良い。(1) 風砕スラグ、川砂に微粉末を添加する場合、(2) 微粉末に風砕スラグ、川砂を添加する場合のそれぞれのつまり方を表す2つの場合を仮定した。(1)の場合風砕スラグ、川砂の空隙をまんべんなく微粉末で置きかえたとき実積率100%とする。(2)の場合、微粉末がすべて風砕スラグ、川砂で置きかわったとき実積率100%とする。これらの直線の交点より求めた最大実積率と微粉末添加量の計算値と実測値を表-2に示す。この計算値と実測値との差は、微粉末のサイズ比と粒子の干渉によるものであり、微粉末添加量が25%程度までは風砕スラグの粒度は改善されるといえる。

2-2. 風砕モルタル試験

水を加えない粉体の場合では風砕と同粒度川砂では実積率にさほどの差は無かったが、水を加えると粒形の影響によりモルタル中の固形物の量にかなり差がでてきている。

表-1 風砕スラグとそれと同粒度に調整した川砂の物理的性質

	比重	単位容積重量 (kg/L)	実積率 (%)	粗粒率
風砕スラグ	2.88	1.89	64.9	3.78
川 砂	2.54	1.51	59.2	3.78

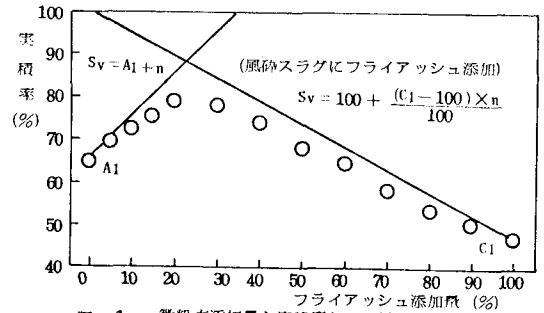


図-1 微粉末添加量と実積率との関係

表-2 微粉末を添加した場合の最大実積率の計算値と実測値

	風砕スラグ +フライ アッシュ	川 砂 + フライ アッシュ	風砕スラグ +石灰石 粉末	川 砂 + 石灰石 粉末
計算値				
最大実積率 Sv (%)	88	86	85	85
微粉末添加量 (%)	23	27	23	25
実測値				
最大実積率 Sv (%)	78	75	75	69
微粉末添加量 (%)	25	25	25	25

表-3 モルタルの配合条件

要 因	風砕スラグモルタル (または 同粒度川砂モルタル)				
S/C (%)	1.5	2.0	2.5		
W/C (%)	40	45	50	55	60
フライアッシュ 石灰石粉末添加量 (%)	0	5	10	15	20
AE 剤	セメントの 0.03%				

この結果より風砕スラグモルタルと同粒度川砂モルタルの配合条件を表-4のように決めた。

フローが小さ過ぎるものや、大き過ぎるものはこの組合せからはずした。コンシステンシーを一定に保ったモルタルの砂固形物比 $[s/(s+c)]$ (容積比) を変化させたときのモルタル中の単位細骨材量の関係を図-2に示す。図-2より風砕スラグはその粒形の良さの影響で細骨材量が同粒度の川砂に比較して多い。直線からはずれて曲線になる点が川砂の場合が小さく、粒形の悪さを示している。この曲線の部分ではエンブラップドエアの発生が多くなり細骨材の分散状態がひずんでくると考えられる。細骨材の実積率が大きいとモルタル中での間隙比の小さい密実なモルタルがえられる可能性が大きいといえる。フロー値220の圧縮強度を図-2に示す。川砂モルタルの場合、微粉末添加量の増大にともない単位水量は増加するが、その割に強度の増加は大きい。これは粗い川砂の粒度改善の影響と粒子のかみあいによるものと考えられる。風砕スラグの場合、圧縮強度のピークは微粉末添加量10%で現れ、これ以上添加量が增大すると単位水量が増して強度低下につながってくる。

3. コンクリートの配合についての検討

設計基準強度 $\sigma_{ck}=240\text{kg}/\text{cm}^2$ を配合I、 $\sigma_{ck}=400\text{kg}/\text{cm}^2$ を配合IIとし、スランプ10cmを目標に試験練りを行ない、さらに s/a を変化させて最小単位水量を求め

た。コンクリートの配合設計とは、コンクリート
を目標とする強度、耐久性、水密性などからベースマトリックスのセメント濃度を決め、次いで十分な作業性を有するに最小限必要と思われるベースマトリックスの量を決定すること、つまり単位水量を決めることである。配合設計は単位水量と細骨材率を決定する作業であり、単位水量が経験などで決定できると、配合設計の真の作業は骨材の粒子構成の決定、すなわち最適細骨材率の決定ということになる。所要のワーカビリティに対し最小の単位水量を与える骨材の粒子構成は、単位容積当りの骨材の詰め込みが十分で、最小の表面積をうるような粒子構成といえよう。言い換えるとコンクリートの締固めに必要な有効な内部仕事量が最小となるような粒子構成の選定ともいえる。以上のことより配合を決定したものについて圧縮強度試験を行った。その結果を図-4に示す。

4. まとめ

風砕スラグ砂に微粉末を添加することにより、風砕スラグ砂の粒度を改善することができる。

風砕スラグ砂の吸水率は、0.5%ときわめて小さく、吸水率0としてコンクリートを配合しても問題なく、吸水率管理が不要となる。

風砕コンクリートは普通コンクリートに比べ、スランプ10cmを得るのに単位水量を約5%減少でき、圧縮強度、ヤング係数とも大きくなる。

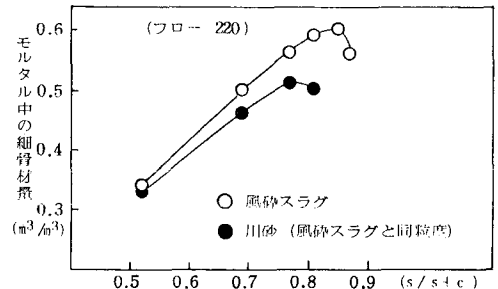


図-2 モルタルの砂固形物比と細骨材量との関係

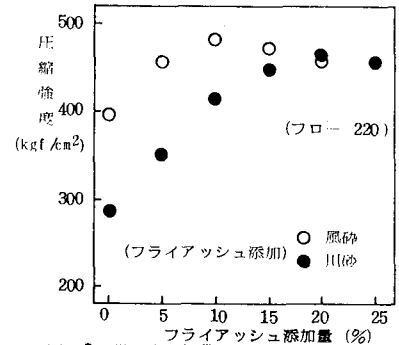


図-3 微粉末添加量と圧縮強度との関係

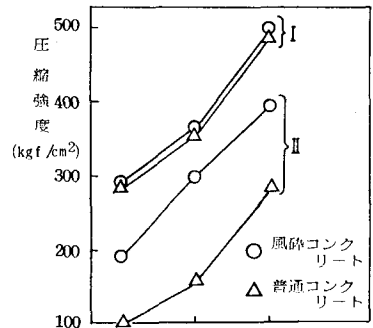


図-4 コンクリート圧縮強度試験結果