

(V-60) 普通細骨材にフェロニッケルスラグを混合した細骨材の混合率推定に関する一実験

足利工業大学工学部 正会員 ○黒井登起雄

足利工業大学工学部 正会員 松村 仁 夫

1. まえがき

フェロニッケルスラグ細骨材（以下 FNS細骨材と呼称）は、近年の良質な普通細骨材の入手が困難になりつつある現状では、これら普通細骨材の品質改善、すなわち粒度調整および塩化物含有量の低減等の目的で、高炉スラグ細骨材と同様、混合して使用する場合はほとんどである。このような場合、FNS 細骨材が実際のどの程度混合されているか、また、混合細骨材の均一性はどうかについて、判定の目安が得られる程度の簡易な試験方法が必要になる。そこで、本研究では、提案された「フェロニッケルスラグ混合細骨材の混合率推定試験方法（案）」の試験方法の手順および混合率推定方法に関する実験を2、3行い、検討した結果を報告する。なお、本研究は、土木学会フェロニッケルスラグ細骨材小委員会の指針取りまとめ作業に際して、日本鋳業協会梶原敏孝氏の協力を得て実施したものであり、記して感謝の意を表します。

2. 試験方法の基本的考え方及び要点

2.1 基本的考え方 FNS 細骨材の比重は、一般に2.76～3.13の範囲に広く分布している。一方、普通細骨材の比重は、産地および岩質等によって若干比重分布が FNS細骨材と重なる部分があるとしても、2.70以下であり、両細骨材には差がある。この試験方法（案）は、両細骨材の比重差を利用したもので、両細骨材の比重分布の境界付近の任意比重に調整した試験用溶液（以下重液と呼称）を用い、その重液より比重の大きい粒子（重粒子）と小さい軽い（軽粒子）とに分離して、それぞれの全体に対する割合を求めるものである。

2.2 試験方法の要点 試験に用いる重液（比重； 2.75 ± 0.01 ）は、市販の四臭化エタン（純液比重； $2.96/20^\circ\text{C}$ ）と四塩化炭素（純液比重； $1.58/20^\circ\text{C}$ ）の2つの試薬を容積率で混合して調製する。試料は、代表的な FNS混合細骨材を $105 \sim 110^\circ\text{C}$ の乾燥器で絶乾状態にした所定量のものをを用いる。試験操作は、図 1に示したように行い、重粒子の質量百分率を、（重粒子の乾燥質量／絶乾状態の全試料の質量） $\times 100$ から求めるものである。

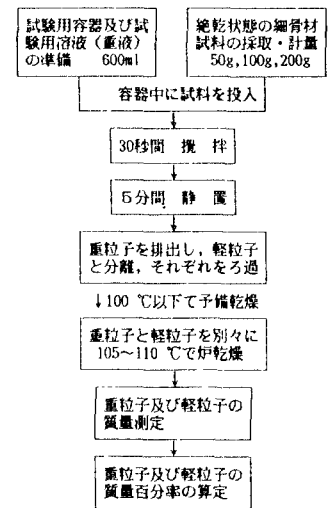


図 1 比重分離試験のフローチャート

3. 実験の概要

3.1 使用材料 細骨材は、表 1に示したように、製造法の異なる4種類の FNS細骨材および産地、粒度の異なる5種類の普通細骨材を用いた。FNS混合細骨材の重液による比重分離試験に用いた試料は、電炉徐冷砕と川砂（大井川産）《C+OR》および電炉水砕と海砂（愛媛県長浜町産）《D+DR》をそれぞれ組み合わせた2種類を用いた。

3.2 実験計画 実験は、製造方法の異なる各種 FNS細骨材および産地の異なる普通細骨材のそれぞれ単味の場合の重液による比重分離試験（実験①）と、それぞれを構成細骨材とした混合細骨材の比重分離試験（実験②）を行った。

3.3 実験方法 実験①では、4種類の FNS細骨材および5種類の普通細骨材のそれぞれ単味の重液による比重分離誤差を調べる目的で、重液 600mlを入れた1000mlのトルビーカー（φ92×200mm）内で比重分離

表 1 細骨材の種類及び物理的性質

フェロニッケルスラグ細骨材				普通細骨材			
記号	種類	表乾比重	粗粒率	記号	種類	表乾比重	粗粒率
A	キルン水砕	3.14	1.72	RR	円山砂	2.58	3.19
B'	電炉風砕	2.89	4.15	B'R	三沢産洗砂	2.82	1.15
C	電炉徐冷砕	3.05	2.90	OR	大井川産川砂	2.62	2.67
D	電炉水砕	2.83	3.94	DR	長浜町産海砂	2.60	1.84
				KR	鬼怒川産川砂	2.59	3.06

試験を行い、各細骨材の重粒子の質量百分率を求めた。FNS細骨材の値をa%、普通細骨材の値をb%とした。また、実験②では、2種類のFNS混合細骨材のFNS混合率(m%、容積百分率)を30、50および70%にして、分離試験時の試験用容器の形状および試料質量のFNS混合率推定値に及ぼす影響を調べた。容器は、容量1000mlのトールビーカー、メスシリンダー(φ65mm)およびビーカー(φ105×150mm)の3種類とした。試料の質量は、50g、100gおよび200gとした。実験②でも各要因および水準毎に混合細骨材の重粒子の質量百分率を求めた。この値をc%とした。なお、混合細骨材試料は、サンプリング誤差が含まれないように、所要のFNS混合率に相当する両細骨材量を計量、混合したものをを用いた。

3.4 FNS混合率推定値の算定 FNS混合率推定値(m')は、FNS混合細骨材の比重分離試験結果(実験値c)から次式によって算定した。

$$m'(\%) = \frac{(c-b) \gamma_n}{(a-b) \gamma_s - (c-b) \gamma_n} \times 100$$

ここに、 γ_s : FNS細骨材の比重
 γ_n : 普通細骨材の比重

4. 実験結果及び考察

表 2 FNS細骨材及び普通細骨材の重粒子量

4.1 FNS細骨材及び普通細骨材の比重分離誤差 4種類

のFNS細骨材および5種類の普通細骨材の単独粒子を比重分離したときの重粒子の質量百分率aおよびbの値を表2に示す。FNS細骨材のほとんどは重粒子に属するが、電炉風砕は粗粒で、かつ球形粒子が多いため、軽粒子に属する粒子が多く含まれる。普通細骨材(川砂および山砂)は、重粒子が僅かであるが、海砂はb値が20%程度にもなる。このaおよびbの値が混合細骨材の混合率推定するとき分離誤差として含まれる。したがって、試験に当たっては、混合細骨材試験と同時に構成細骨材の単独分離試験によって、aおよびbを求めておくことが必要である。

F N S 細 骨 材				普 通 細 骨 材			
種類 記号	試料の 質量 W ₀ g	a (%)		種類 記号	試料の 質量 W ₀ g	b (%)	
		順算値	逆算値			順算値	逆算値
A	100.0	96.5	98.3	AR	100.0	7.9	7.9
B'	100.0	46.5	46.6	B'R	100.0	19.8	20.0
C	50.0	97.4	97.8	OR	50.0	3.0	3.0
	100.0	96.3	96.6		100.0	5.0	5.0
	200.0	97.0	97.6		200.0	3.3	3.3
D	100.0	95.8	95.9	DR	100.0	16.8	16.9
	200.0	95.7	96.0		200.0	17.1	17.3
--	----			KR	100.0	8.5	8.5

注) 順算値: 試料質量(W₀)に対する百分率
逆算値: 重粒子質量と軽粒子の合計質量に対する百分率

4.2 FNS混合細骨材

の比重分離試験

(1) 試験用容器形状

分離試験用容器の形状の影響を調べた結果の例を図1に示す。混合率推定値に及ぼす容器形状の影響は、ほとんど認められない。しかし、

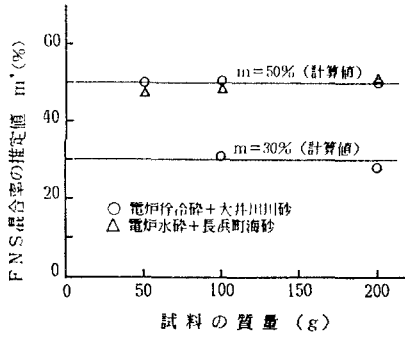


図 3 FNS細骨材の混合率推定値(順算値)に及ぼす試料質量の影響

作業上の点から、トールビーカーおよびコニカルビーカーなどは、適当な断面と高さを備えており、便利と考えられる。

(2) 試料の質量

試験時の細骨材試料の質量の影響を混合率m=30、および50%のとき調べた結果を図2に示す。A+ARの混合細骨材の試料50gとき、推定値が2~3%小さくなるが、100gおよび200gでは計算値に近い値を示しており、試験時の細骨材の試料量は、分離後のろ過操作から、100g程度が適当と考えられる。

4.3 試験方法の問題点

4.1で述べたように、電炉風砕は、分離誤差が多いと同時に、混合細骨材とした場合、とくに普通細骨材との比重差等により、代表的な試料のサンプリングが難しい。他のFNS細骨材でもこのサンプリング誤差は、無視することができない程大きいと考えられるので、サンプリング方法およびサンプリング量(一般には1kg程度としている)を更に検討する必要がある。

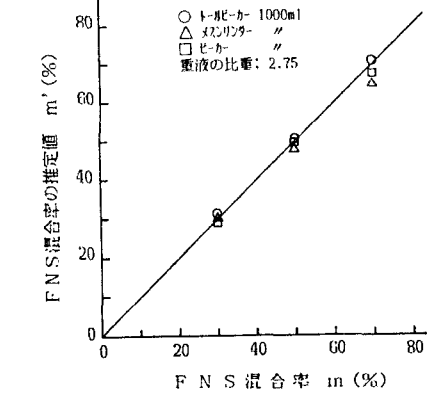


図 2 FNS細骨材混合率と推定値(順算値)の関係 《B+OR》