

フェロニッケル細骨材を用いたコンクリートの 乾燥収縮性状に関する一実験

立命館大学 正員 児島孝之 ○学生員 和田教志
久保田建設 神谷 敏 協和道路 春名義則

1. まえがき. コンクリート用天然骨材の供給は年々減少し、品質も悪化の傾向にある。特に関面以面では細骨材として海砂が90%以上使用されているのが現状である。産業副産骨材としては高炉スラグがJIS化され、土木学会の指針も制定されるに至っている。ステンレスの原料であるフェロニッケルの精錬時に産出されるフェロニッケルスラグ（以下FeNiと略記）の生産量は高炉スラグの約1/10程度にしかすぎないが、地域によっては安定した細骨材の供給源となり得るものと考えられる。本研究は現在我が国で生産されている7種類のFeNi細骨材について、それらを用いたコンクリートの配合・強度および乾燥収縮特性について検討したものである。

2. 実験概要. セメントには普通ポルトランドセメントを、粗骨材には砕石（最大寸法20mm）を、細骨材には比較のために用いた川砂（N）とFeNi 7種類（出荷時に土木学会の粒度曲線に合うように調整したもの。A～G）を使用した。細骨材の製造方法、種別、物理的性質を表-1に示し、粒度曲線を図-1に示す。コンクリートの配合はFeNiを単独および川砂と容積比1:1で混合した場合の計15種類について $W/C = 50\%$ 、目標スランプ $8 \pm 1\text{cm}$ 、Air $4.5 \pm 1\%$ と一定とした。配合の決定においては配合条件を満足し、単位水量が最小となるように試練りによって S/a を決定した。示方配合を表-2に示す。供試体は、打設翌日脱型し、材齢7日まで水中養生をした後、恒湿恒温室（ $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 、 $RH = 60 \pm 5\%$ ）で乾燥を開始した。

3. 実験結果および考察 FeNiの粒形は、風砕砂であるBを除いて、粒が細かく角ばっており微粉分が多い。表-1によると、FeNiは川砂と比較して比重が大きく、吸水率が約1%以下で小さい。

表-2に示すようにFeNiコンクリートは風砕B、BNコンクリートを除くと、F.M.が小さく微粉分が多いために、川砂コンクリートよりも多くの単位水量を必要とするが、混合使用することにより単位水量を川砂コンクリートに近づけることができる。

図-2,3に材齢と圧縮強度との関係を示す。FeNiを単独で使用

表-1 細骨材の物理的性質

生 産 方 法 (mm)	種別	比重	吸水率 (%)	単位容積 質量 (kg/m^3)	実収率 (%)	収縮率 F.M.
N		2.56	2.73	1.66	64.8	2.50
A	電気 風砕	3.15	0.53	1.85	58.7	2.05
B	電気 風砕	3.10	1.03	2.01	64.8	2.33
C	電気 水砕	2.88	0.47	2.02	70.1	2.29
D	回転 水砕	3.07	0.48	1.85	60.3	2.42
E	電気 水砕	2.74	0.67	1.67	60.9	2.37
F	電気 水砕	2.87	1.02	1.86	64.8	2.45
G	電気 水砕	3.03	0.98	1.97	65.0	2.62

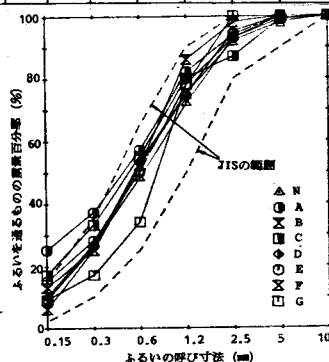


図-1 細骨材の粒度分布曲線

表-2 示方配合

	W/C	S/A	W	C	S	G
(%)	(%)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)
N	50	42	167	334	742	1068
A	50	34	207	414	660	1098
B	50	41	147	294	908	1138
C	50	40	175	350	771	1084
D	50	41	173	346	846	1070
E	50	40	187	374	712	1052
F	50	40	185	370	749	1058
G	50	40	168	336	825	1102
AN	50	38	193	386	311	383
BN	50	42	152	304	380	460
CN	50	42	173	346	361	407
DN	50	42	171	342	363	435
EN	50	42	181	362	354	379
FN	50	41	181	362	346	388
GN	50	42	168	336	366	433

注) 混和剤の5%をC×0.25%使用
それぞれの川砂との混合にはNを布配する。

したA~Gコンクリートの強度はFを除いて材齢91日で川砂コンクリートを上回っており、混合使用したAN~GNコンクリートの強度も川砂コンクリートの強度を上回っている。これよりW/Cを一定とした場合、FeNiコンクリートの強度はFeNiを単独または混合使用した場合でも高炉スラグコンクリートと同様に川砂コンクリートより長期強度は高くなるものと考えられる。

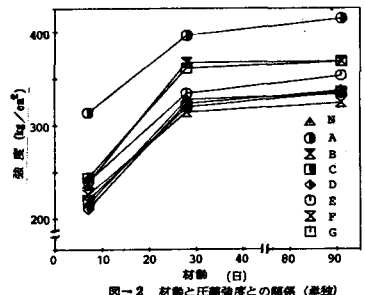


図-2 材齢と圧縮強度との関係 (単独)

図-4, 5に乾燥時間と乾燥収縮ひずみとの関係を示す。図-4, 5より、A, ANコンクリートは川砂コンクリートより乾燥収縮ひずみが大きく、その他のFeNiコンクリートは、単独および混合使用しても川砂コンクリートより単位水量が多いにもかかわらず(ただし、B, BNコンクリートは単位水量が川砂コンクリートより少ない。)乾燥収縮ひずみが小さい。A, ANコンクリートは微粉分が多く、所定のスランプを得るのに多くの単位水量を必要としたためと考えられる。コンクリートの乾燥収縮におよぼす骨材の影響は骨材によるセメントペーストの変形に対する抵抗性の程度により決まり、コンクリート中に占める骨材の実積率、骨材自身の強度、弾性係数、吸水率、粒形および表面形状等、種々の要因によって異なるものといわれており、A, ANコンクリートを除いたFeNiコンクリートの乾燥収縮ひずみが小さいのは、FeNiの吸水率が川砂の約1/3であり、骨材の強度、ヤング係数が川砂より大きい等の影響と考えられる。混合使用したAN~GNコンクリートの乾燥収縮ひずみは川砂コンクリートとそれぞれの単独使用したA~Gコンクリートの乾燥収縮ひずみの中間の値を示した。これよりFeNiコンクリートの乾燥収縮ひずみは、川砂の混合率が高くなるにつれて川砂コンクリートの乾燥収縮ひずみに近づくものと考えられる。

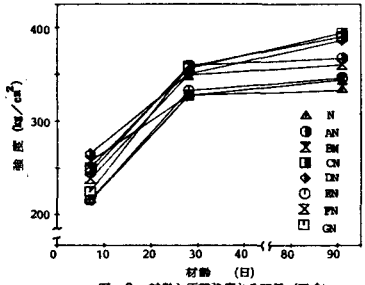


図-3 材齢と圧縮強度との関係 (混合)

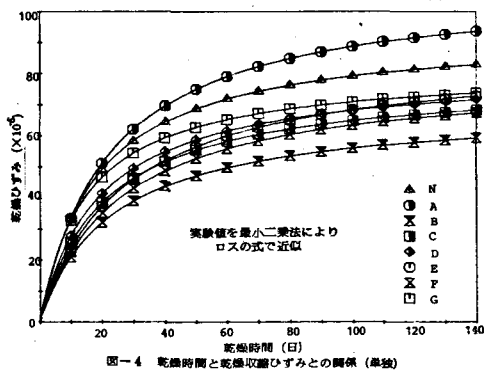


図-4 乾燥時間と乾燥収縮ひずみとの関係 (単独)

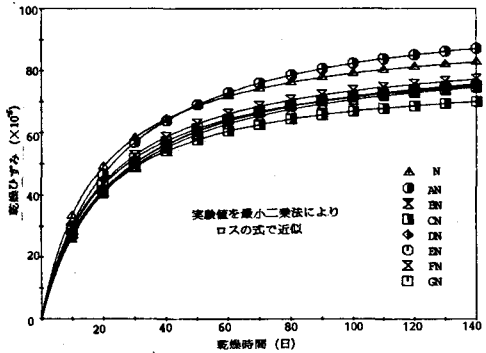


図-5 乾燥時間と乾燥収縮ひずみとの関係 (混合)

4. あとがき 本研究より乾燥収縮および強度については、FeNiが粒度・比重等に関する高炉スラグのJISの規準値を満足する品質を有するものであれば、それを用いたコンクリートは川砂コンクリートとほぼ同様に取り扱っても実用上問題がないと考えられる。また、天然骨材と混合使用したほうが配合・硬化コンクリートの性質ともに普通コンクリートに近づき、さらに乾燥収縮特性等は改善される場合もあることが認められた。