

フェロニッケルスラグ細骨材を用いたモルタルバーによる
膨張性状に関する一実験

立命館大学 正員 児島 孝之 高木 宣章
鶴鴻池組 正員 ○鈴川 研二

1. まえがき；産業副産物であるフェロニッケルスラグ（以下スラグと示す。）は製造方法によっては、コンクリート中でセメントのアルカリとの反応により膨張する可能性がある」と報告されている。本実験では2種類のスラグ細骨材（電気炉・水砕）を用い、モルタルバー法（ASTM C 227）に準じた試験を実施し、同時に膨張抑制効果があるとされている高炉セメントを用いた場合の膨張性状の検討も行なった。

表1 スラグの化学成分(%)

種類	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ni
N	53.5	4.5	2.0	0.2	37.0	0.1
S	51.5	8.2	1.2	1.0	33.4	0.1

2. 実験概要；2種類のスラグについて、アルカリを eq. Na₂O換算で 0.65%および 1.15%と添加したものとアルカリを添加しないものにそれぞれスラグ混入率を50%、100%とし、2種類のセメントを用いてモルタルバーを製作した。

表2 細骨材の物理的性質

細骨材	比重	吸水率
スラグ N	2.82	0.83%
スラグ S	2.98	0.96%
川砂	2.56	1.80%

(1) 使用材料；セメントは、普通ポルトランドセメント（eq. Na₂O=0.85%）とB種高炉セメント（eq. Na₂O=0.60%、置換率45%）の2種類を用いた。スラグの化学成分を表1に示す。普通細骨材には川砂を用いた。それぞれの細骨材の物理的性質を表2

表3 配合および試験条件

配合	C:S:W=1:2.25:0.44
フロー値	190±10
スラグ混入率(%)	50, 100
添加アルカリ量	eq. Na ₂ O=0%, 0.65%, 1.15%

に示す。添加アルカリにはNaClを用いた。

(2) モルタルバー；配合および細骨材の粒度はASTM C 227 に準じた。モルタルの練り混ぜ方法はJIS R

5201に準じ、フロー値は 190±10とした。モルタルバーの寸法は 25x25x285mmである。配合および試験条件を表3に示す。

(3) 試験方法；モルタルバーは打設翌日脱型し、材令24時間から40℃、100% R.H. の促進養生室に入れた。所定材令で供試体の長さの変化をコンパレータにより測定を行なった。その際、供試体を 20℃、90% R.H. の室内に入れ、室温になるまで静置した。

3. 実験結果および考察；モルタルバーの膨張ひずみと材令の関係を図1～3に示す。普通ポルトランドセメントを使用した場合、スラグNは材令1か月から一定の割合で膨張し始め材令3か月程度でほぼ一定の膨張ひずみを示すが、スラグSは材令1週間から大きく膨張し始め材令2か月程度で一定の膨張ひずみを示した。またスラグSはスラグNの約2倍の膨張ひずみを示し、スラグ混入率100%時の膨張ひずみは材令6か月でそれぞれ約0.6%、0.4%、0.15%であった。高炉セメントを使用した場合、K-N-1.15-50（セメント種類－スラグ種類－添加アルカリ量－スラグ混入率）、K-N-0.65-50では普通ポルトランドセメントを使用した場合より全材令にわたり膨張ひずみは大きくなった。またK-N-1.15-100、

K-S-1.15-50 は材令 3.5 か月で、K-N-0.65-100 は材令 7 か月で普通ポルトランドセメントを使用した場合と同程度の膨張ひずみとなり、K-N-1.15-100、K-S-1.15-50 ではさらに膨張ひずみは増加し続け、高炉セメントの膨張抑制効果が認められなかった。それ以外では高炉セメントによる膨張抑制効果が相当認められた。スラグ S は材令 6 か月でほぼ一定の膨張ひずみを示すが、スラグ N はアルカリ量が大きいと膨張ひずみは一定とならず、さらに増加の傾向を示している。このように使用セメントの種類によらずスラグ S はスラグ N より大きな膨張ひずみを示すが、表 1 に示すようにスラグの化学成分に大差がないことから、この 2 種類のスラグの反応性を詳しく調べる必要があると考えられる。材令 6 か月時の膨張ひずみと全等価アルカリ量との関係を図 4 に示す。材令 6 か月における ASTM の限界値 0.1% を下回るのは、K-N-0-50, 100、K-S-0-50, 100、P-N-0-50, 100、P-N-0.65-50 だけであった。両スラグともアルカリ量が大きいと大きな膨張ひずみを示した。本実験で使用した高炉セメントの置換

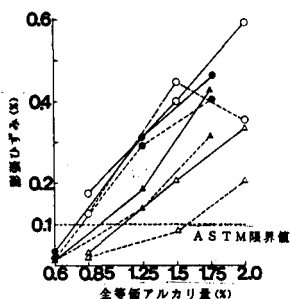


図 4 材令 6 か月時の全等価アルカリ量とモルタルバーの膨張ひずみの関係

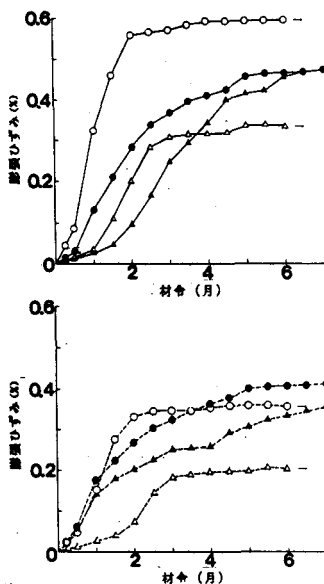


図 2 添加アルカリ量 1.15% の場合のモルタルバーの膨張ひずみと材令の関係

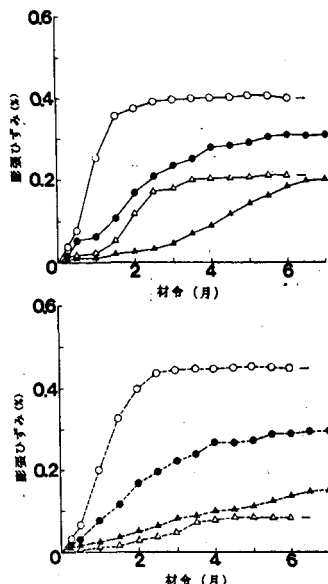


図 3 添加アルカリ量 0.65% の場合のモルタルバーの膨張ひずみと材令の関係

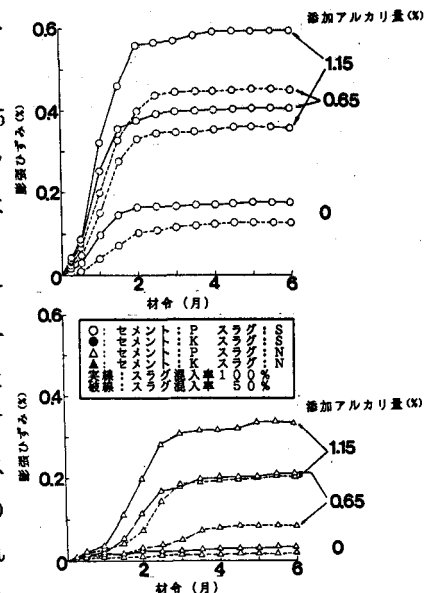


図 1 普通ポルトランドセメントを使用した場合のモルタルバーの膨張ひずみと材令の関係

率 45% 程度ではアルカリ量が大きいとその膨張抑制効果は認められず、普通ポルトランドセメントを使用した場合よりも大きな膨張ひずみを示す場合もあった。

4. まとめ; フェロニッケルスラグの種類によってその膨張性状は大きく異なり、高アルカリの条件下では、高炉セメントを用いてもあまり大きな膨張抑制効果は期待できなかった。しかし低アルカリの条件下では使用セメントによらず、ASTM の限界値を下回り無害と考えられるものもあるので、その利用に当たっては十分な配慮が必要である。