

V-301 コンクリート中におけるフェロニッケルスラグのアルカリシリカ反応性

筑波大学 学生員 ○秋山 淳
筑波大学 正 員 山本 泰彦

1. まえがき

著者らは、フェロニッケルスラグ細骨材(以下、スラグと呼ぶ)のアルカリシリカ反応性をASTMのモルタルバー法および化学法に準じた方法で試験し、一部のスラグがアルカリシリカ反応性を有することを既に報告した¹⁾。本報告は、これまでの研究で反応性を有すると判定されたスラグを対象とし、これらをコンクリートに用いた場合の試験結果について述べるとともに、高炉スラグ粉末およびフライアッシュのアルカリシリカ反応抑制効果を試験した結果について論じたものである。

2. 使用材料および試験方法

細骨材として用いた反応性スラグは、S6およびS7であり、比較のために非反応性の硬質砂岩砂も使用した。これらの細骨材の物理的性質は表1のようであった。また、粗骨材には、アルカリシリカ反応を起さない石灰岩(最大寸法=20mm、比重=2.72、吸水率=0.74%、F.M.=6.77)を用いた。用いたセメントは普通ポルトランドセメント(アルカリ量=0.57%)である。

コンクリートの水セメント比および細骨材率は細骨材の種類にかかわらず一定とし、それぞれ56%および46%とした(表2)。コンクリートのアルカリ濃度については、セメント量に対する等価 Na_2O 量が1.3%となるように、練り混ぜ水に NaOH を加えて調整した。

高炉スラグ粉末およびフライアッシュの反応抑制効果はS7のスラグを用いたコンクリートについてのみ試験した。この試験では、高炉スラグ粉末2種(BF, BFg)およびフライアッシュ2種(FA, FB)を対象とし、それぞれをセメント量の30あるいは50%(容積率)と置換して用いた。これらの混和材の諸性質は表3に示す。なお、BFgはBFに2%の石膏を添加したものである。

コンクリートの練り混ぜおよび供試体(10x10x40cm)の作成は、20℃の室内で行った。供試体は、材令3日で脱型し、基長の測定を行った後に50℃、85%R.H.の恒温恒湿室内に保存した。ただし、供試体の保存に当っては、供試体を湿布で覆い、底部に水を張った蓋付のプラスチック容器の中に入れておいたので、供試体の表面は常に湿っている状態にあった。供試体の長さ変化は、ダイヤルゲージ法で測定した。また、供試体の動弾性係数も測定した。

3. 実験結果および考察

図1は、S6およびS7を用いたコンクリートを50℃、約100%R.H.の条件下で保存した場合における長さ変化を3ヶ月間測定した結果を示したものである。この図によれば、S7を用いたコンクリートの膨張量は、保存期間1ヶ月において既に非反応性の細骨材を用いた場合の約10倍にも達しており、その後もコンクリートが著しく膨張していることが認められる。また、このコンクリートの場合には保存期間1ヶ月の測定時に供試体の表面にひびわれが観察された。これらの結果は、図1がわが国のセメントに含まれているアルカリ

表 1 細骨材の物理的性質

種 別	比 重	吸水率 (%)	F.M.
S 6	2.86	0.91	2.50
S 7	2.95	1.12	2.63
硬質砂岩砂	2.61	1.25	2.98

表 2 混和材の物理的性質と強熱減量

種 類	呼 称	比 重	ブレン cm^3/g	lg.loss (%)
高炉スラグ 粉末	B F	2.90	4410	0.2
	B F g	2.89	4500	0.1
フライアッシュ	F A	2.15	3850	0.5
	F B	2.21	5130	3.5

表 3 コンクリートの配合

呼 称	細 骨 材	V/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m^3)			
				C	W	S	G
S 6	S 6	56	46	320	180	926	1034
S 7	S 7					955	
NN	硬質砂岩砂					845	

量の最大値(約1.1%)²⁾と比べて若干多い程度のアルカリ濃度(1.3%)での試験結果であることを考慮すると、S7が極めて強い反応性を有しており、通常のコンクリート中においてもアルカリシリカ反応による悪影響をもたらす可能性があることを示唆するものと思われる。

一方、S6は、アルカリ量が1.03%のセメント(NaOHは添加しない)を用いて行ったモルタルバー法の試験ではASTMの限界値にほぼ等しい膨張量を生じさせたものであるが³⁾、セメントに対するアルカリ濃度をこれより多くしても、コンクリートには異常な膨張を生じさせなかったのである(図1)。この結果は、アルカリ濃度を1.0~1.5%程度に高めて行うモルタルバー法などの試験で反応性を有すると判定されるものであっても、実際のコンクリート中においては反応を起さない骨材もあることを示すものと考えられる。また、S6のスラグの場合には、通常のセメントを用いる限り、コンクリートの異常な膨張の原因となる可能性はほとんどないと思われる。

図2は、S7を用いたコンクリート中における高炉スラグ粉末およびフライアッシュの膨張抑制効果を試験した結果を保存期間3ヶ月の場合について示したものである。この図を参照すると、高炉スラグ粉末あるいはフライアッシュの混入により、コンクリートの膨張量は著しく減少していることが認められるのであって、特に、高炉スラグ粉末の置換率を50%とした場合およびフライアッシュの置換率を30%とした場合の膨張量は、図1の非反応性の細骨材を用いたコンクリートの場合と同程度となった。これらの結果は、高炉スラグ粉末あるいはフライアッシュの使用が反応性スラグを用いたコンクリートの膨張抑制にも有効であることを示すものと思われる。

なお、バイレックスガラスを骨材としたモルタルの場合には、高炉スラグ粉末に少量の石膏を混入すると膨張抑制効果はかなり増すことを示した資料⁴⁾もあるが、このような効果は図2には明確には認められない。

図3は、以上に示した各コンクリートについて、長さ変化測定時に同時に測定した動弾性係数の経時変化を示したものである。この結果をもとにコンクリートの膨張量と動弾性係数の経時変化との関係を調べたが、両者の間の相関は認められなかった。ただし、図3に示したように、供試体のひびわれ発生時には動弾性係数の著しい低下が認められた。

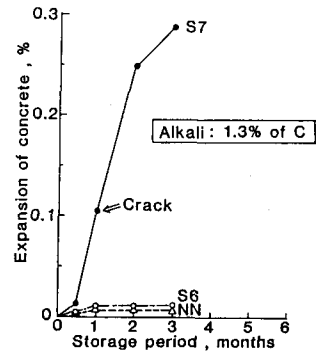


図1 スラグを用いたコンクリートの膨張量

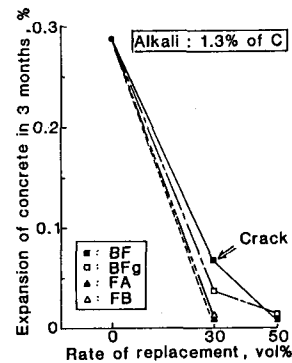


図2 混和材の膨張抑制効果

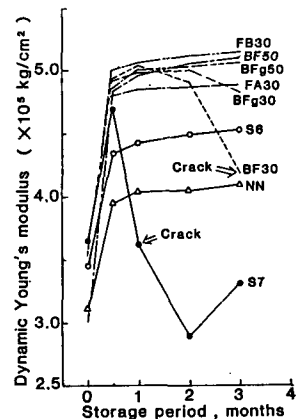


図3 コンクリートの動弾性係数の経時変化

(参考文献) 1) 秋山・山本: コンクリート用細骨材としてのフェロニッケルスラグの利用, 土木学会論文集, 第366号, pp103-112, 1986, 2. 2) セメント協会: アルカリ骨材反応についての見解, 1983, 10. 3) 秋山・山本: フェロニッケルスラグのアルカリシリカ反応性, (未発表). 4) A S R 共同研究委員会資料: アルカリ骨材反応の防止に対する高炉スラグ粉末の利用に関する研究, 1985, 8.