

V-316 コンクリートバーを用いたボゾランのASR抑制効果に関する実験

建設省土木研究所 正会員○石井良美

建設省土木研究所 正会員 小林茂敏

1. まえがき

アルカリ・シリカ反応(以下、ASR)を抑制する方法としては、すでに低アルカリセメントの使用、ボゾランの添加、総アルカリ量の規制などが諸外国でだされている。我が国においても近年のASRによるコンクリート構造物の劣化が報告されている状況から、建設省としてもASRの抑制対策として現時点で良いと考えられるいくつかの抑制方法を暫定案として提示している。提示した抑制方法の合理性を確認するために行ったモルタルバーの実験の結果はすでに報告¹⁾しているため、ここではコンクリートバーを用いた実験の結果の一部を報告する。

2. 試験概要

2.1 使用材料

反応性骨材として九州地方で産出する輝石安山岩を用い、比較用に非反応性骨材として粗骨材に関東地方で使用実績のある笠間産碎石、細骨材として富士川産川砂を使用した。セメントには普通ポルトランドセメント($\text{Na}_2\text{Oeq}=0.93\%$)、混和材としてフライアッシュ($\text{Na}_2\text{Oeq}=3.23\%$)、高炉スラグ粉末($\text{Na}_2\text{Oeq}=0.49\%$)を用いた。

2.2 試験方法

表一に示す試験条件についてW/C=55%、スランブ $8\pm 1\text{cm}$ でコンクリートを製作した。アルカリの添加は Na_2Oeq をNaOH水溶液を用いてポルトランドセメント重量の0.5、1.0%を添加した。従ってセメントの Na_2Oeq は各々0.93、1.43、1.93%となるが本文では便宜的に各々1.0、1.5、2.0%として用いる。供試体は $10\times 10\times 40\text{cm}$ とし材令28日までは水中養生を行い、その後 38°C の恒温室に湿気箱に立てて貯蔵した。なお、供試体の乾燥を防ぐために供試体に湿布を巻いた。測定は 20°C の恒温室で温度を降下させた後に長さ変化、動弾性係数、重量等の諸測定を行った。

表一 コンクリートの試験条件

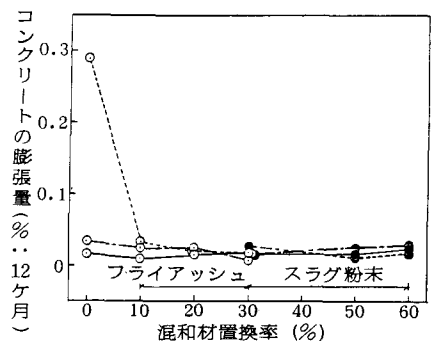
	反応性骨材	非反応性骨材
Alカリ量	1.0, 1.5, 2.0 %	
フライアッシュ	0, 10, 20, 25, 30 %	0 %
スラグ	0, 30, 40, 50, 60 %	0 %

3. 試験結果及び考察

フライアッシュ、高炉スラグ粉末の置換率とコンクリートの膨張量との関係を図一に示す。この反応性骨材はモルタルバーでは $\text{Na}_2\text{Oeq}1.2\%$ で6ヶ月に0.1%以上の膨張を示すものであるが、コンクリートの場合では $\text{Na}_2\text{Oeq}2.0\%$ で始めて10週から膨張をし、12ヶ月で0.3%の膨張を示した。また、1.0%、1.5%では膨張は示さなかった。 $\text{Na}_2\text{Oeq}2.0\%$ の場合もフライアッシュを10%以上、スラグ粉末を30%以上置換した場合には膨張が抑制された。

フライアッシュや高炉スラグ粉末はいずれもアルカリを含んでいたが、これらのアルカリも含めた結合材としての総アルカリ量と膨張量の関係を図二に示す。フライアッシュはポルトランドセメント以上にアルカリを含んでいたために置換率を増加させれば結合材での総アルカリ量は増加している

すなわち、膨張したものは混和材無置換のものだけであるがこのコンクリートの総アルカリ量が $6.6\text{kg}/\text{m}^3$ であるのに対



図一1 混和材置換率と膨張量

してフライアッシュを30%置換したものは 7.4kg/m^3 となる。しかし、膨張は示していない。このことより、フライアッシュに含まれるアルカリはASRの膨張にはあまり関与しない、あるいは $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}$ の増加以上に抑制効果が著しいかのいずれかであろうと考えられる。

図-3に本実験で膨張したコンクリートの経時変化を示す。反応性骨材を用いたコンクリートは $\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}2.0\%$ 総アルカリ量 6.6kg/m^3 で膨張したが、非反応性骨材として用いたコンクリートも2.0%で膨張を示した。ただし、非反応性骨材を用いたコンクリートは前者に比べ膨張速度が遅く膨張量も1/2程度であった。また、動弾性係数はどちらも膨張量に応じて低下するが、その後徐々に回復する傾向を示した。重量もまた膨張量に応じて増加の傾向を示した。本実験だけではまだ試験数が少なく確かなことはいえないがアルカリ量を少し高めただけで一般に使用されている骨材もASRを起こす可能性を示唆していると思われる。またコンクリートでのASRの膨張の現象はDent Glasserが提唱²⁾したように①反応による生成物の発生（膨張量の少ない状態）②生成物により空隙が充たされた後圧力を発生（クラックの発生および膨張量の増大）③膨張物質により生成したクラックがゲルによって一部充たされる（動弾性係数の回復）湿潤、乾燥の繰り返しとともに①②③の繰り返しにより、コンクリートの破壊が進行するようになると思われる。

4. まとめ

反応性骨材を例にコンクリートを用いてフライアッシュ及び高炉スラグ粉末のASR膨張抑制を検討した。その結果、本実験に使用した材料の範囲内で次の事が明らかとなった。①コンクリートで試験した場合、膨張を始めるアルカリ量（セメント重量比：%）はモルタルよりも高くなる②コンクリートバーでもボゾランの抑制効果が認められた③フライアッシュによつてはアルカリ量を増大させるものもあるが、それでもASRを抑制する効果をもつ④わずかのアルカリ量の増大が使用実績のある骨材を用いたコンクリートを膨張させるようなこともあるので、アルカリ量の低減が大切である。

【参考文献】

- 1) 石井、蒔田他；第8回コンクリート工学年次講演会論文集、1986
- 2) Dent Glasser, L.S.; Cement and Concrete Research Vol.9, 515-517 (1979)

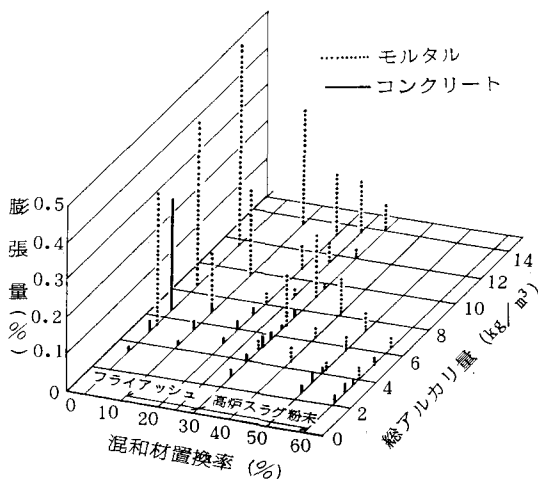


図-2 総アルカリ量と膨張量

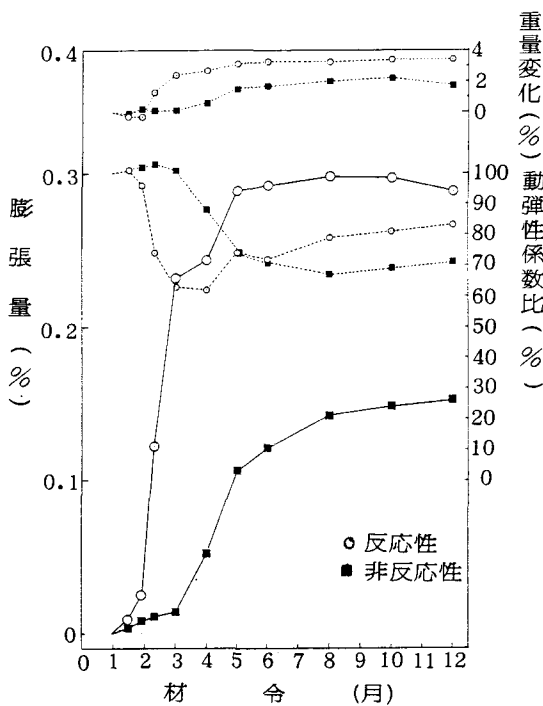


図-3 供試体の経時変化