

スラグおよび石炭灰を用いた硬化体（NAクリート）の微細組織

中国電力 正会員 齊藤 直 山口大学 正会員 浜田純夫 山口大学 正会員 松尾栄治
中国電力 正会員 安野孝生 ハザマ 正会員 福留和人

1. はじめに

著者らは、石炭灰および金属スラグを多量に用いたコンクリート（以下、NAクリートと呼称）を開発し、消波ブロック等への適用を検討している¹⁾。これまでの検討から、消波ブロックへ適用可能な性能を有していること、また、室内試験による耐摩耗性試験および実海域における暴露実験から、優れた耐久性を有していることが確認されている。本研究では、微細組織の観点からNAクリートの材料評価を試みた。

2. 使用材料および配合

表-1 にスラグの品質を示す。電炉スラグは、膨張性のない酸化スラグ、転炉スラグは、蒸気エージング処理を行ったものとした。セメントは、普通ポルトランドセメントを、フライアッシュは、新小野田発電所産（JIS 種、密度： 2.18g/cm^3 、 SiO_2 ：54.5%）を用い、硬化促進剤としてNaClを単位水量の3.3%用いた。コンクリートの品質および配合条件を表-2 に示す。比較のために、水セメント比60～30%の普通コンクリートおよび水セメント比40%のセメントペーストの測定も行った。

3. 試験項目および試験方法

水銀圧入式ポロシメータによる細孔径分布の測定および走査型電子顕微鏡（SEM）観察を行った。試験材齢は、NAクリートでは、7、28 および1年、普通コンクリートおよびペーストでは、材齢28日とした。

4. 試験結果および考察

測定試料には、5mm以下のスラグあるいは細骨材が含まれるため、配合および使用するスラグ・骨材の粒度分布によって試料中のペーストの容積比が異なってくる。ここでは、定量的な比較を行うためにペースト中の細孔量に換算して測定結果の評価を行った。

図-1 に細孔半径と細孔容積の関係を、図-2 に細孔径分布を示す。材齢7日では、水セメント比60%のコンクリートと同様の細孔径分布であるが、材齢の経過とともに細孔半径10nm程度以上の毛細管空隙が減少

表-1 スラグの品質

スラグの種類	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	水浸膨張比* (%)	5mm以下の割合 (%)
転炉スラグ	3.31	1.35	0.37	34
電炉スラグ	3.46	1.20	-	50
銅スラグ	3.56	0.11	-	100

*：JIS A 5015：鉄鋼スラグの水浸膨張試験方法

表-2 NAクリートの品質および配合条件

コンクリートの品質		コンクリートの配合条件		
スランブ (cm)	密度 (g/cm ³)	W/(C+F) (%)	C/(C+F) (%)	スラグ量 (l/m ³)
2.5±1.5	2.3以上	33.5	25.0	400

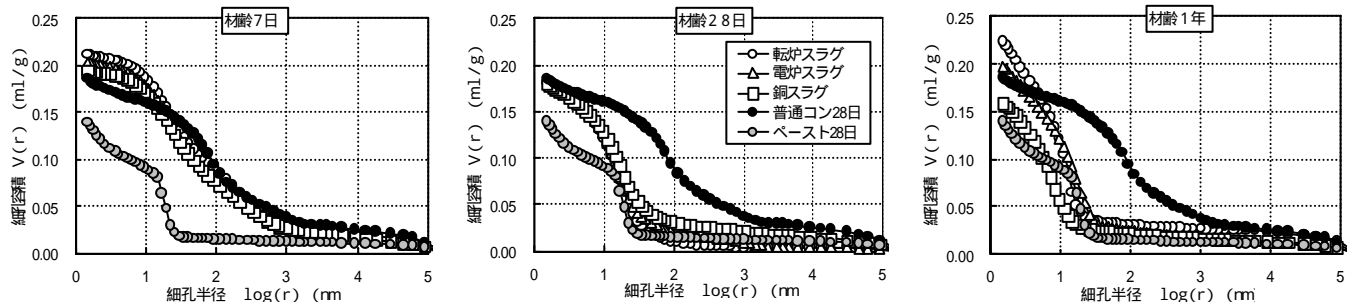


図-1 細孔径分布

キーワード：石炭灰，金属スラグ，消波ブロック，細孔径分布，電子顕微鏡観察

連絡先：中国電力石炭灰プロジェクト，〒730-8701 広島市中区小町4-33 tel：082-523-6362，fax：082-242-6367

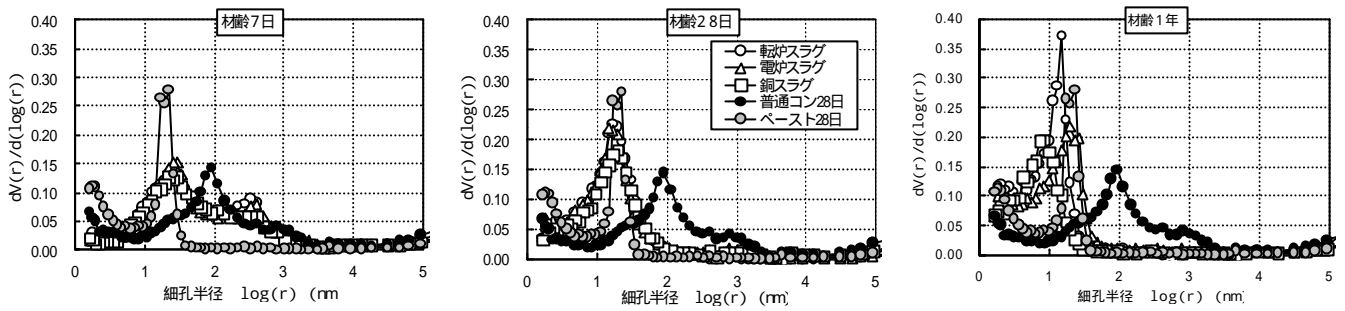


図-2 細孔径分布

し、組織の緻密化が進行している。材齢1年では、総細孔量、分布形状にやや差があるものの、全体には、水セメント比40%のセメントペーストと同程度の緻密な細孔構造となっている。このことから、フライアッシュのポゾラン反応が長期にわたって進行していることがわかる。一方、細孔構造へのスラグの種類の影響は、ほとんど見られない。

次に、毛細管空隙量と圧縮強度との関連性を調べた。図-3に総細孔量、細孔半径10nm以上および50nm以上の細孔量と圧縮強度の関係を示す。普通コンクリートと若干差は見られるが、NAクリートにおいても細孔量と圧縮強度の間には、高い相関が見られる。NAクリートの場合、水粉体比を低減して空隙を減少させることが、強度発現性の改善に大きく寄与している。この点が、普通コンクリートと細孔量と圧縮強度関係に差が生じている原因と考えられる。

写真-1にNAクリートのSEM写真を示す。写真から、緻密な微細組織を有していること、フライアッシュ回りに水和物が密に生成されていることが観察される。

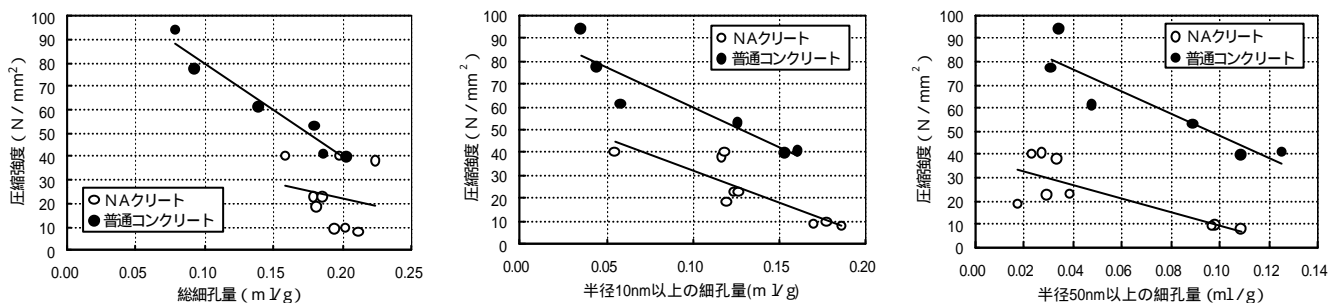


図-3 細孔容積と圧縮強度の関係

5. まとめ

(1) 材齢の経過とともに組織の緻密化が進み、材齢1年では、水セメント比40%のセメントペーストと同程度の緻密な細孔構造となる。

(2) 細孔構造へのスラグの種類の影響は見られない。

(3) 細孔量と圧縮強度の関係は、通常のコンクリートと差が見られる。

(4) SEM観察結果から、緻密な微細組織を有していること、また、長期材齢では、フライアッシュ回りに水和物が密に生成していることが観察された。

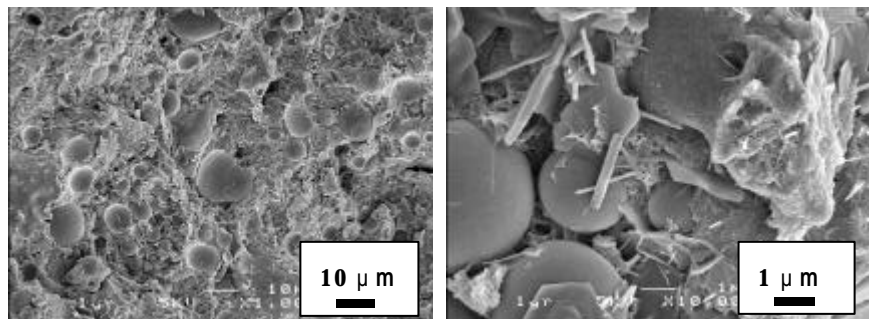


写真-1 NAクリートの電子顕微鏡写真（材齢1年）

【参考文献】1) 斉藤直他：金属スラグを骨材とした石炭灰コンクリート：日本コンクリート工学協会中国四国支部，産廃資源のコンクリート材料への有効利用に関するシンポジウム，2001.11