

V - 5

粉体系高流動コンクリートの気泡組織と凍結融解抵抗性

八戸工業大学 学生員 ○高橋 良太郎
 八戸工業大学 正会員 阿波 稔
 八戸工業大学 正会員 庄谷 征美

1 はじめに

近年、コンクリート構造物の供用される環境は年々厳しさを増しており、その要求される性能や機能も多様化してきている。そのような背景のもと、高性能コンクリートの一つとして、コンクリートの施工性の改善を主目的とした高流動コンクリートが開発され、すでに実構造物に使用されている。一方で、銑鉄やニッケル合金また銅、製鉄等の副産物として生成される各種スラグ細骨材の利用研究が進展し1997年、高炉スラグ細骨材、フェロニッケルスラグ細骨材および銅スラグ細骨材がJIS A 5011『コンクリート用スラグ骨材』として統合規格化されるにいたった。そこで本研究は、これらスラグ細骨材を粉体系高流動コンクリートとして適用した場合の気泡特性や凍結融解抵抗性について明らかにすることを目的としたものである。

2 使用材料および実験方法

表1 配合表

セメントは普通ポルト

ランドセメントを用いた。

細骨材は、高炉スラグ

(BFS)細骨材(F.M.2.35、密

度 2.67g/cm³)とフェロニ

ッケルスラグ(FNS)細骨

材 (F.M.2.48、密度

2.97g/cm³)と銅スラグ

(CUS)細骨材(F.M.2.20、密度 3.63g/cm³)を用いた。さらに比較用および混合用に川砂(F.M.3.06、密度 2.67g/cm³)を使用した。粗骨材は、最大寸法 20mm の石灰岩碎石および硬質砂岩碎石を使用した。コンクリートに流動性およびスランプ保持性を付与する目的でポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤、さらに、空気連行助剤として天然樹脂酸塩を主成分とする AE 剤を使用した。コンクリート、スランプフロー 700±50mm、V 型漏斗流下時間は 10～20 秒、ボックス充てん高さはボックス容器障害 R1 300 以上、空気量 4%および 5%を目標とした。

その配合を表 1 に示す。なお、コンクリートの空気量は、ミキサーの練り混ぜ時間を変化させて調整している。

凍結融解抵抗試験は、材齢 28 日間の水養生後、ASTM C 666 A 法に準じて水中凍結水中融解で行った。試験

では供試体中心温度を 5℃から -18 度に約 2.5 時間で低下させ、また -18 度から 5℃に約 1.5 時間で上昇するものとし、1 サイクル約 4 時間とした。そして相対動弾性係数の測定結果より、凍結融解 300 サイクル時の耐久性指数 (D.F) を求めた。

なお、硬化コンクリートの気泡組織の測定は、ASTM C 457 のリニアトラバース法に従い実地した。

3 実験結果

図 1 および図 2 は、Air4%および 5%のケースにおける凍結融解試験結果を示したものである。この図に見られるように、Air4%のケースでは、いずれのスラグを用いた場合もスラグ混合率の増加に伴い、耐凍害性は低下する傾向を示した。特に、高炉スラグ細骨材半量(100%)を使用した場合には、著しく低下する傾向を示した。しかし FNS 細骨材および CUS 細骨材を用いた場合には、Air5%を確保する事によって十分な耐凍害性が得られることが確認された。

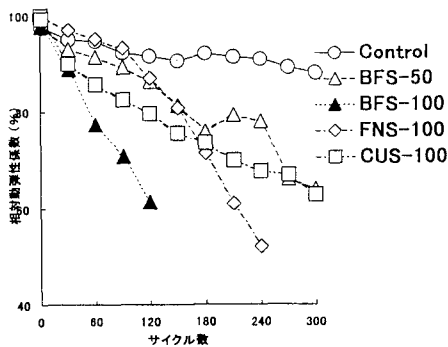


図1 凍結融解試験結果(Air4%)

表2 空気量、気泡間隔係数および D.F 値 (Air4%)

配合名	フレッシュコンクリート	硬化後の空気量(%)	気泡間隔係数(μm)	D. F 値
Control	4.2	4.1	342	90.3
BFS-50	4.0	4.0	421	64.0
BFS-100	4.0	3.9	446	24.6
FNS-100	4.0	4.3	350	41.1
CUS-100	4.0	2.8	401	69.1

表2は、Air4%の場合におけるフレッシュコンクリートの空気量、硬化後の空気量、気泡間隔係数および D.F 値を表わしたものである。この表よりスラグ混合率の増加に伴い気泡間隔係数が増大する傾向を示し、それにともない D.F 値も低下しているのが分かる。また、CUS 細骨材を用いたコンクリート空気量は、硬化後に 2.8%と大きく減少している。これは、CUS 細骨材の密度が大きいことを骨材表面がガラス質であることによるものと考えられる。

図3は、スラグ細骨材を用いた高流動コンクリートの気泡組織の分布を示したものである。(Air4%) この図に見られるように FNS 細骨材を用いた場合に Control コンクリートと比べて小さな気泡径が多く存在しているが 500 μm 以上の大きな気泡径も多く存在しているのが確認される。また、BFS 細骨材ケースは Control コンクリートと比べて全体的に粗大な気泡が多くエントレインドエアが極めて少ないのが確認される。このようなスラグ細骨材の空気連行性の違いにより、耐凍害性が大きく変化したものと考えられる。

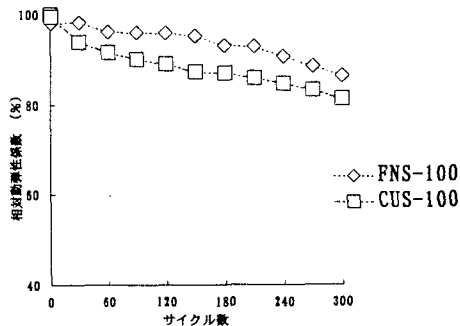


図2 凍結融解試験結果(Air5%)

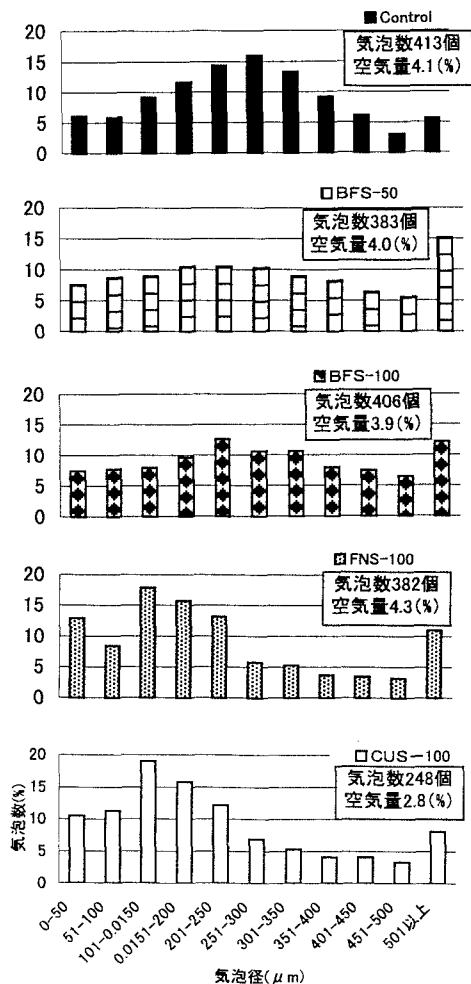


図3 スラグ細骨材を用いた高流動コンクリートの気泡分布 (Air4%)

4 まとめ

スラグ細骨材の種類により、そのコンクリートの空気連行特性は大きく異なる事が分かった。しかし、その特性を十分理解し、適切な空気量を連行させることにより各スラグの種類および混合率を変化させても十分な耐凍害性が確保できるものと考えられる。