

V-29

コンクリートのブリーディングと凍結融解抵抗性の関連について

八戸工業大学 学員 大北 泰生
正員 庄谷 征美
正員 杉田 修一

1. まえがき

リサイクル法の施行によって、従来利用が限定されていた建設廃材や産業副産物のコンクリート用材料、主として骨材の利用が図られる気運となった。これに伴い、これら骨材の物理的性質や粒度、粒形や表面形状によっては、過度なブリーディングを生ずるなど内部欠陥の発生によって、コンクリートの品質、特に耐久性能は大きな影響を受けることが考えられ、今後の利用可能性を考えた場合、この点の解明が是非とも必要である。本研究は、上記観点にたつて、フェロニッケルスラグ及び銅スラグを細骨材として利用したコンクリートのブリーディング特性及び耐凍害性について調べ、両者の関連を明らかにしようとしたものである。

2. 実験概要

2-1 使用材料：シリーズⅠセメントは普通ポルトランドセメントを用いた。A～Dフェロニッケルスラグ細骨材（FNS）は、表-1に示す5種類のものを用いた。比重は2.9～3.1前後であり、粒度、粒形は異なるが、水砕Dを除きJIS規格品である。粗骨材は最大寸法20mmの石灰石碎石（比重2.73）を用いた。シリーズ2：銅スラグ細骨材は表-2に示す6種類のものであり比重はF.C.Oが3.7%前後含まれるため3.5前後と重い、全て粉砕処理を施しており、JISのFNS

表-1 フェロニッケルスラグ細骨材の物理的性質

細骨材		比重	吸水率 (%)	実積率 (%)	粗粒率 (F.M.)	備考
天然砂	R	2.63	0.73	63.9	2.63	大井川産 混合用
	AR	2.56	0.95	65.2	3.10	
	BR	2.71	1.03	62.4	1.22	
スラグ 細骨材	A	3.08	0.60	59.2	1.73	日本治産、大江山 太平洋金属、八戸 “ 住友金属鉱山、日内
	B	2.86	1.77	63.6	4.00	
	C	2.35	1.13	68.2	2.51	
	B	3.09	0.50	48.7	2.32	
	D	2.99	0.31	62.6	3.31	

2.5の粒度に適合するものである。粗骨材は、最大寸法20mmの硬質砂岩系碎石（比重2.71）を用いた。

2-2 配合：表-3に配合の概要を示した。シリーズⅠでは、 $w/c = 4.5 \sim 6.5\%$ 、空気量=Plain $\sim 5\%$ 、スラグ細骨材混合率（容積比）0 $\sim 100\%$ （単味）とし、シリーズⅡでは $w/c = 5.5 \sim 6.5\%$ 、空気量=Plain $\sim 8\%$ 、スラグ細骨材混合率0 $\sim 100\%$ で、それぞれ数10種類の組み合わせの配合とした。

2-3 試験方法：フレッシュコンクリートでは、プロクター貫入法により凝結試験、JISの方法によるブリーディング試験を実施し、凍結融解試験はASTM C666

表-2 銅スラグ細骨材の物理的性質

細骨材種類	記号	比重	吸水率 (%)	F.M.	実積率 (%)	備考
天然砂	G	2.61	1.10	2.76	66.6	大井川産
銅スラグ細骨材	A	3.56	0.55	2.44	64.4	三菱マテリアル・鹿島
	B	3.55	0.45	2.33	65.6	小島製鉄所・小島製
	C	3.61	0.50	2.41	67.3	日鉄金属・鹿島製
	D	3.63	0.52	2.21	66.1	小島製鉄所・小島製
	E	3.64	0.50	2.59	66.6	日比谷製鉄所・玉野
	F	3.45	0.40	2.24	66.1	住友金属鉱山・関子

A法によって行い、また、気泡組織の観察はASTM C457-82aによった。

表-3 コンクリート配合の概要

シリーズ	水セメント比 (%)	スラグ細骨材混合率 (%)	目標空気量 (%)	目標スランプ (cm)	減和剤
I (7±0.2%F)	45, 55, 65	0, (50), 80, 100	plain 3 4 5	8	天然固態 酸塩系 A.E.系
II (調)	55, 60, 65	0, (30), 50, 100	plain 3 5 8	8	11"03系天然 固態酸塩 A.E.系水

3. 実験結果

3-1 フレッシュコンクリートの品質：シリーズⅠ、シリーズⅡともにブリーディングは普通細骨材コンクリートの最大2～4倍に増加する例が認めら

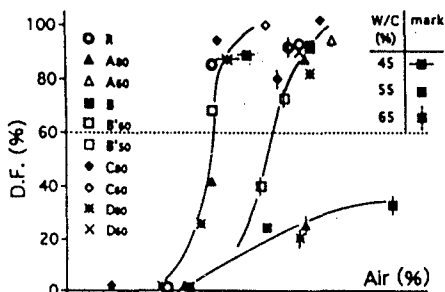


図-1 D. F ~ Air (フェロニッケルスラグ)

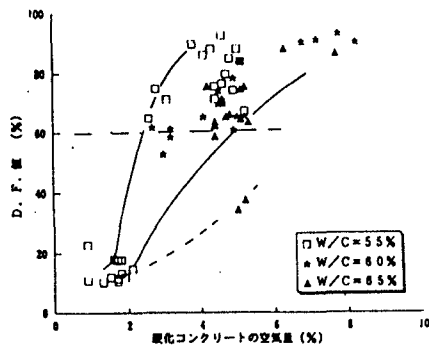


図-2 D. F ~ Air (銅スラグ)

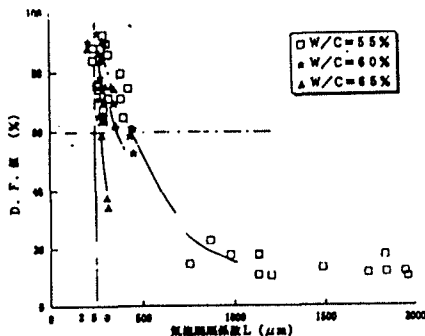


図-3 D. F ~ L (銅スラグ)

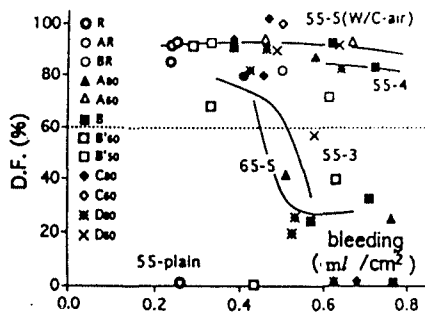


図-4 D. F ~ ブリーディング量 (フェロニッケルスラグ)

のものほど著しい傾向にあったが、天然砂との混合で改善されており、水の浮上する面での試験方法の問題も指摘される。

3-2 コンクリートの凍結融解抵抗性： 図-1, 2にD.F. ~ 硬化コンクリートの空気量の関係が示されている。図-1よりフェロニッケルスラグ使用では、スラグ使用量が多く水セメント比が65%程度となると空気量6%程度高めても耐久性は60%を大きく下回る結果がみられる。図-2にも一部このような傾向があり、単に空気連行だけでは十分な耐久性が得られない場合があることがわかる。図-3は、銅スラグ使用のケースで、LとD.F. 値の関係を示した。フェロニッケルスラグにはLを250 μ m以下にしても水セメント比が高くなると耐久性が得られないケースが多いが、銅スラグのケースでは、潜在水硬性のためか250 μ m以下では耐久的な結果が得られた。しかし、スラグ使用での気泡は粗くなる傾向があり、表面組織やブリーディングの気泡に及ぼす影響が伺われた。図-4, 5はブリーディングとD.F. 値の関係を示した。D.F. 値は、ブリーディング増加と共に低下傾向にありw/c ~ 空気量の組み合わせで劣化傾向が決定されることが明確にされている。このように、W/Cが大きくなるケースでは十分な空気連行を行ってもブリーディング量が0.5 ml/cm²を越えるようなケースでは、内部欠陥のため耐久性が大きく損なわれ、ブリーディング抑制が耐久性向上の大きな因子であることが確認された。

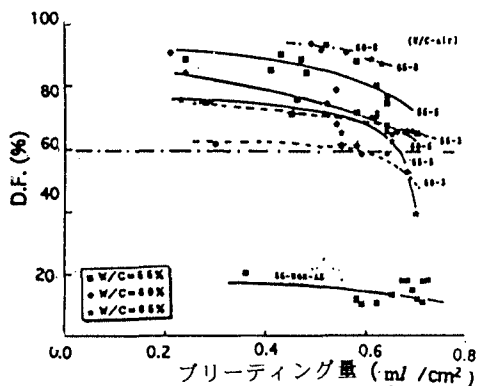


図-5 D. F ~ ブリーディング量 (銅スラグ)