

スラグ細骨材を用いたコンクリートの均質性の向上に関する検討

首都大学東京 正会員 ○上野 敦、フェロー 國府勝郎、正会員 宇治公隆
大成建設 正会員 古田敦史

1. はじめに

スラグ細骨材を用いたコンクリートは、単位水量やブリーディングの増加によって、硬化後の耐久性が低下する場合がある。そして、コンクリートのブリーディングは、細骨材に密度の大きなものを使用した場合、特に顕著となる¹⁾。これまで著者らは、スラグ細骨材を用いたコンクリートの品質向上を目的として、スラグ細骨材の密度に応じた微粒分量やW/Cの調整によって、モルタルおよびコンクリートのブリーディングが抑制できることを明らかにしてきた¹⁾。本研究は、著者らが提案したブリーディング抑制のための調整を行ったコンクリートの硬化後の品質について検討したものであり、圧縮強度の発現性状と、促進中性化試験による中性化の進行性状について検討したものである。

表-1 コンクリートの配合

記号	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)						AE
			W	C	CS	EFS	FNF	G	C × %
CS	0.65	0.42	160	246	792	-	-	1098	0.3
EFS	0.65	0.42	160	246	-	1114	-	1098	0.5
微粒分	0.65	0.42	160	246	-	976	116	1098	0.5
W/C	0.524	0.42	160	305	-	1085	-	1070	0.5

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは、密度3.16g/cm³の普通ポルトランドセメントを使用した。細骨材には、電気炉酸化スラグ細骨材（記号：

EFS、密度：3.68g/cm³）および砂岩砕砂（記号：CS、密度：2.63g/cm³）を使用した。各細骨材は、粒度分布を一定に調整して試験に供した。細骨材の微粒分量の調整には、0.15mm以下の粒径を有するフェロニッケルスラグ微粒分（記号：FNF、密度：3.10g/cm³）を使用した。また、粗骨材には、砂岩碎石2005（密度：2.64g/cm³）を使用した。

2.2 コンクリートの配合および試験

コンクリートの配合は、表-1に示すとおり、砂岩砕砂（CS）を用いた基本となる配合においては、W/Cを0.65、s/aを0.42、単位水量を160kg/m³とした。そして、この基本配合の細骨材をEFSに置き換えた配合、既往の検討¹⁾に基づいて、EFSの密度に応じて細骨材の微粒分量を12.4%とした配合およびW/Cを52.4%に低減した配合について試験した。

コンクリートのブリーディングは、JIS A 1123に従って測定した。コンクリートの圧縮強度の発現性状については、JIS A 1108に従って、材齢7、14および28日まで20 水中養生を行ったコンクリートで試験した。また、練混ぜ直後の材料粒子の配列に対するブリーディングの影響や、ブリーディング抑制対策の効果を検討するため、φ10×20cmの円柱供試体を用いて、促進中性化試験を実施した。中性化試験用の供試体は、前述の観点から、材齢1日で脱型し、養生を行わず、中性化促進環境（20℃、60%RH、CO₂：5.0%(JIS A 1153)）に保管した。中性化深さは、円柱供試体の割裂面を使用して、JIS A 1152に従って、曝露材齢1、2、3および4週で測定した。

3. 結果および考察

3.1 ブリーディング¹⁾

各配合のブリーディングの経時変化は図-1に示すとおりである。CSを用いた場合と比較して、EFSを用いた配合の場合、最大ブリーディング量が顕著に増加し、微粒分量およびW/Cの調整を行った場合、最大ブリーディング量が抑制できることがわかる。

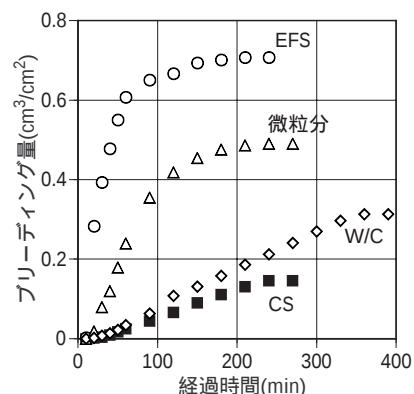


図-1 ブリーディングの経時変化

キーワード：スラグ骨材、ブリーディング、圧縮強度、中性化、均質性

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1 電話：0426-77-1111 ファクス：0426-77-2772

3.2 圧縮強度発現

各コンクリートの圧縮強度の発現性状は、図-2に示すとおりである。CSを用いた場合と比較して、EFSを用いた場合、強度発現は同等となっている。また、微粒分量およびW/Cを調整した配合の場合、強度が増加することがわかる。すなわち、EFSを用いることによるコンクリート強度への悪影響はないこと、また、微粒分量の調整によって、強度が増加する傾向があるとわかる。

3.3 中性化進行性状

各コンクリートの平均中性化深さの進行性状は、図-3に示すとおりであり、図-3での $\sqrt{t}$ 則による中性化速度係数は図-4に示すとおりである。平均中性化深さの進行は、CSを用いた場合とEFSを用いた場合とで同等となることからわかる。そして、細骨材の微粒分量またはW/Cを調整したコンクリートでは、中性化の進行が抑制されている。微粒分の増加による影響に関しては、図-2で示した強度発現が良好となることを考慮すると、微粒分の増加によってペースト部分が緻密となっているためと考えられる。

平均中性化深さの進行性状が同等となったCSを用いたコンクリートとEFSを用いたコンクリートの中性化試験時の割裂面の写真を図-5に示す。前述のとおり、これらの配合では、平均中性化深さは同等となっているが、フェノールフタレイン溶液による呈色領域と、呈色しない領域との境界部では、EFSを用いた場合、CSを用いた場合と比較して凹凸が非常に顕著となっていることがわかる。そして、この傾向は、供試体の側面部で特に顕著となっている。これは、ブリーディングによって、硬化初期のコンクリートの組織が不均質となっていることを表しており、部分的に物質透過性の高い領域ができることを意味する。このコンクリートの不均質さを定量化するため、供試体側面部について、呈色領域の境界部における汀線距離と直線距離を画像解析によって測定し、直線距離に対する汀線距離の割合を計算した。すなわち、この比が1に近いほどコンクリートが均質であることを示すこととなる。各コンクリートの、汀線距離/直線距離は、図-6に示すとおりとなり、EFSを用いたコンクリートの不均質さが明確となっている。そして、ブリーディング抑制のために、微粒分量を増加させた配合およびW/Cを減少させた配合については、汀線距離/直線距離が、CSを用いたコンクリートと同等となることからわかる。すなわち、ブリーディング抑制のための調整によって、コンクリートの均質さが向上していることが明らかになっている。

4. まとめ

(1)スラグ細骨材の密度に応じて微粒分量やW/Cを調整することによって、コンクリートのブリーディングを抑制できる。

(2)ブリーディング抑制のための調整によって、硬化コンクリートの均質さを向上させることができる。

謝辞 本研究は、科研費・若手研究(B)(No.15760336)によって行った。

参考文献 1)古田他：スラグ細骨材を用いたコンクリートのブリーディング抑制方法の検討、コンクリート工学年次論文報告集、vol.27、2005（投稿中）

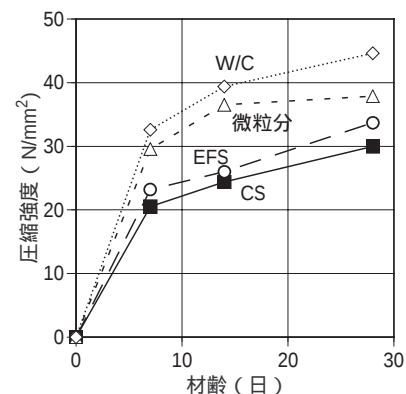


図-2 強度発現性状

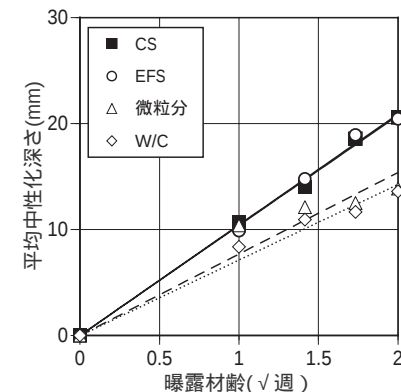


図-3 平均中性化深さの進行

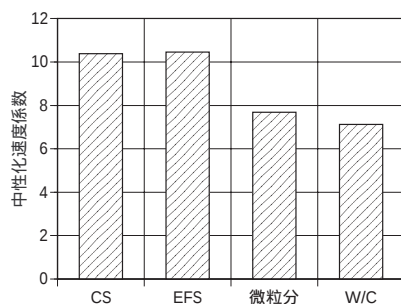


図-4 中性化速度係数

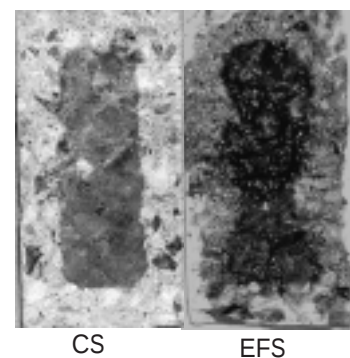


図-5 中性化供試体の割裂面

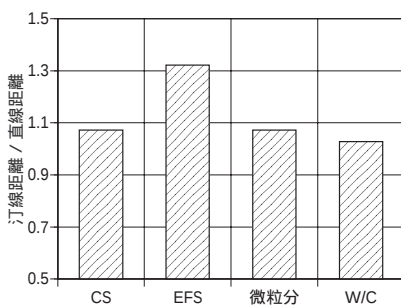


図-6 コンクリートの均質性