

高炉スラグ細骨材を多量に用いたコンクリートの凍結融解抵抗性と乾燥収縮

鳥取大学大学院	学生会員	○堤 嵩示	鳥取大学大学院	正会員	黒田 保
鳥取大学大学院	正会員	吉野 公	宇部三菱セメント(株)	正会員	大西 利勝
			JFE ミネラル(株)	正会員	吉澤 千秋

1 はじめに

近年、環境保全を重視するようになり採取の制限や禁止によって良質な天然砂の入手が困難になりつつある。この天然砂の代替として環境負荷低減性のある高炉スラグ細骨材が注目されるようになった。しかし、同細骨材の使用量の増加は単位水量およびブリーディングの増加が問題となり使用に消極的である。そこで、本研究では高炉スラグ細骨材を多量に用いることを目的とし、使用量増加による問題を石灰石微粉末の添加によって改善する。そして石灰石微粉末を添加した配合について凍結融解抵抗性と乾燥収縮を測定した。

2 実験概要

本研究では、破碎方法の違う 2 種類(K, F)の高炉スラグ細骨材を使用する。K の高炉スラグ細骨材はバーマック法によって改善されており、遠心によって機械の壁や粒同士がぶつかることで角が丸くなるのに対し、F の高炉スラグ細骨材はハンマー

表1 実験要因および水準

要因	水準
細骨材の種類	高炉スラグ細骨材(K、F)、石灰石砕砂
粗骨材の種類	普通砕石
水セメント比(%)	55
高炉スラグ細骨材置換率(%)	20, 80, 100
単位粉体量(kg/m ³)	石灰石微粉未添加, 350, 400, 450

クラッシャーによる整粒のため粒が角張っている。普通細骨材の代替として高炉スラグ細骨材を一般的な使用範囲である置換率 20%および本研究の対象として 80%, 100%で使用了。このとき高炉スラグ細骨材を多用するため問題と

表 2 細骨材の物性

骨材種類		表乾密度 (g/cm ³)	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	粗粒率 (F.M.)	実積率 (%)	微粒分 (%)
細骨材	石灰石砕砂	2.67	2.64	1.06	2.76	67.8	7.9
	高炉スラグ細骨材 (K)	2.78	2.76	0.49	2.20	59.3	2.6
	高炉スラグ細骨材 (F)	2.71	2.70	0.32	2.42	56.6	2.5

なる単位水量とブリーディング量の増加を石灰石微粉末の添加によって改善する．またその使用量はセメントと合わせて単位粉体量とし，石灰石微粉末無添加， 350kg/m^3 ， 400kg/m^3 ， 450kg/m^3 ，とした．記号は(高炉スラグ細骨材の産地名)(置換率)－(単位粉体量)と表記する．例えば，K100-P350 は(倉敷産高炉スラグ)(置換率 100%)－(粉体量 350kg/m^3)を表している．以下の図，表ではこの記号を用いる．また，表 1 に実験要因および水準を表 2 に細骨材の物性を示す．

3 結果および考察

3.1 凍結融解試験

相対動弾性係数の結果について置換率 80%を図 1(a)に置換率 100%を図 1(b)に示す. この結果から, 置換率 80%と 100%の両方で単位粉体量が少ないコンクリートでは相対動弾性係数は低い, 単位粉体量の増加によって凍結融解抵抗性が改善する傾向が見られた. これは, 単位粉体量が少ないコンクリートは表 3 に示すようにブリーディング量が高く凍結融解抵抗性

表3 最終のブリーディング量と

凍結融解抵抗性

配合	最終フリーディング量	凍結融解抵抗性
K80-P350	0.37	89
K80-P400	0.17	85
K80-P450	0.11	79
F80-P350	0.54	52
F80-P400	0.19	80
F80-P450	0.11	89
K100-P350	0.49	51
K100-P400	0.36	75
K100-P450	0.11	92
F100-P350	0.42	56
F100-P400	0.21	51
F100-P450	0.12	87

は低い傾向にあり、このことからブリーディング量が凍結融解抵抗性に影響していると考えられる。これについて、凍結融解抵抗性の低下にブリーディング量の増加が関係するという報告¹⁾があるため、最終の相対動弾性係数とブリーディング量の関係を検討した(図2)。この図からブリーディング量が多くなると相対動弾性係数は低下する傾向にあり、ブリーディング量の影響はあると言える。また、粉体の増加によって供試体が緻密になり、エントラップトエアが減少するため空気量も減少する。そのため、所定の空気量を満たすた

キーワード 高炉スラグ細骨材, 凍結融解抵抗性, 乾燥収縮

連絡先 〒680 - 8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学工学部土木工学科内建設材料研究室

TEL 0857-31-5281

めに AE 助剤を添加することで、エントレインドエアが多くなることが凍結融解抵抗性の向上の一因だと考えられる。これについて最終の相対動弾性係数と AE 助剤添加量の関係を図 3 に示す。AE 助剤を添加したコンクリートは相対動弾性係数 60%を上回る傾向にあり、この結果から AE 助剤の添加によるエントレインドエアの増加は凍結融解抵抗性の向上に関与している。また、同じ単位粉体量では相対動弾性係数は K の高炉スラグ細骨材よりも F の高炉スラグ細骨材の方が大きくなる傾向があった。これは K の高炉スラグ細骨材と F の高炉スラグ細骨材で整粒方法が違い、この違いによって F の高炉スラグ細骨材は粒が角張るためエントラップトエアを混入しやすかったからだと考えられる。

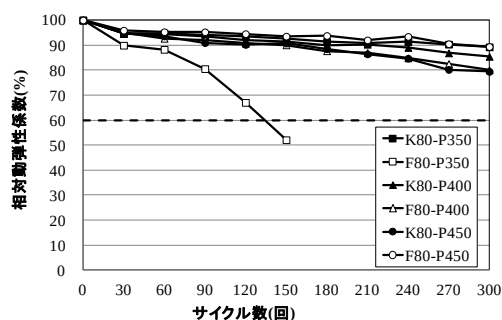


図 1(a) 相対動弾性係数(置換率 80%)

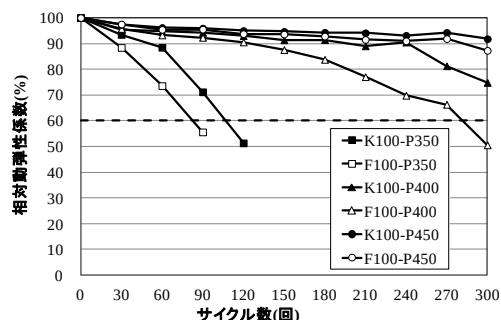


図 1(b) 相対動弾性係数(置換率 100%)

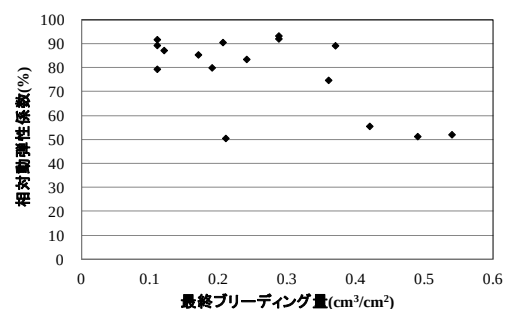


図 2 最終の相対動弾性係数とブリーディング量

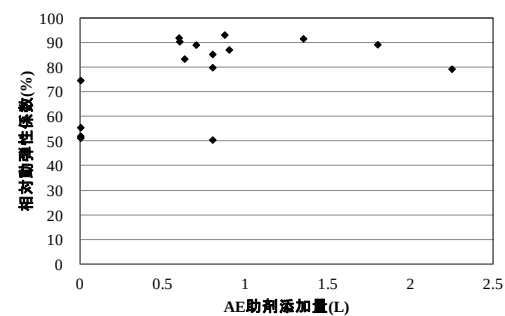


図 3 最終の相対動弾性係数と AE 助剤添加量

3.2 乾燥収縮試験

乾燥収縮試験の結果について置換率 80%を図 4(a)に、置換率 100%を図 4(b)に示す。乾燥収縮ひずみは置換率 80%および置換率 100%では単位粉体量ごとで大きな違いはなかったが、単位粉体量が多くなると乾燥収縮ひずみは大きくなる傾向があり、置換率 80%では単位粉体量 400kg/m^3 から置換率 20%より大きくなる結果となった。置換率 100%では、現状は乾燥収縮ひずみが置換率 20%より大きくなることはなかった。また、現在の結果から乾燥収縮ひずみの大きさは置換率 80%および 100%で 600×10^{-6} 以下になり、乾燥収縮は小さい結果になると予想される。

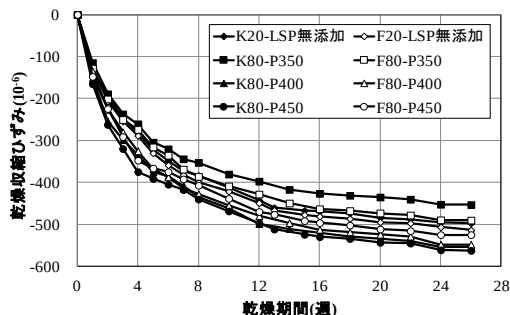


図 4(a) 乾燥収縮ひずみ(置換率 80%)

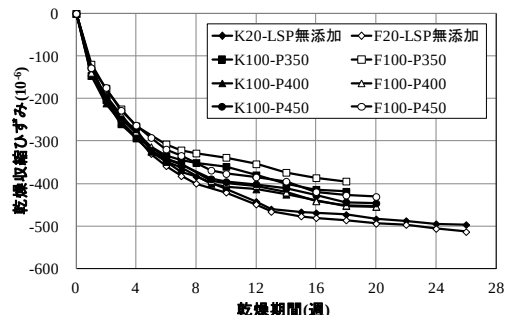


図 4(b) 乾燥収縮ひずみ(置換率 100%)

4 参考文献

坂田昇, 管俣匠, 林大介, 作榮次郎: コンクリートの凍結融解抵抗性に及ぼすブリーディングの影響に関する一考察