

高エーライトセメントと混和材を併用したコンクリートの諸物性に関する研究

法政大学大学院 学生会員 ○仙場 亮太
(株)デイ・シイ 正会員 二戸 信和
法政大学 大川 裕
法政大学 正会員 溝渕 利明

1. 目的

環境負荷低減の観点から、CO₂の排出を低減できる高炉スラグ等の混和材を使用する手段が有効であると考えられている。一方で、混合セメントは初期強度発現が遅いことや中性化進行が速いことが大きな課題となっている。そこで、本報では高炉セメントの性能改善を目的とし、初期強度および中性化抵抗性向上のため、エーライト量を約70%まで高含有させ、f-CaOを増加させた高エーライトセメントの高炉スラグ微粉末及びフライアッシュとの併用の有効性について検証を行った。

表-1 コンクリートの配合条件

2. 研究方法

2. 1 使用材料

実験は、高エーライトセメントと高炉スラグ微粉末及びフライアッシュを併用した混合セメント及び比較用として普通ポルトランドセメント(N)を用いて行った。表-1 にコンクリートの配合を示す。水粉体比は55%一定とした。また、配合条件は目標スランプを15±2.5cm、目標空気量を4.5±1.0%とした。

2. 2 検討方法

本検討では、混合セメントを用いたコンクリートにおいて、力学的特性については圧縮強度試験(JIS A 1108)及び割裂引張試験(JIS A 1113)、熱的特性については断熱温度上昇試験、収縮特性については乾燥収縮試験(JIS A 1129-3)、耐久性については凍結融解試験(JIS A 1148)を行った。

3. 試験結果及び考察

3. 1 断熱温度上昇試験結果

終局断熱温度上昇量 Q_{∞} 、温度上昇速度に関する定数 γ について、Nと比較した結果を図-1に示す。図-1より、AB-seriesの場合終局断熱温度上昇量 Q_{∞} は置換率に伴って低下していく傾向が認められた。また、置換率0及び25%では、Nを約2℃上回り、置換率50%以上では、Nを約8℃下回る結果となった。また、上昇速度に関する定数 γ は置換率50%でNとほぼ同等となり、置換率0及び25%では上回る結果となった。

AFA-seriesにおいては終局断熱温度上昇量 Q_{∞} が置換率20%でNとほぼ同等になり、発熱特性に関してはフライアッシュが高炉スラグ微粉末より少ない置換率で高い抑制効果が得られた。

記号	セメント種	混和材 (ブレン値)	水紛体比	置換率 (%)	単位量(kg/m³)				
					W	C		S	G
N	普通	－	55	－	164	298		812	1019
A	高エーライト セメント	－		－	180	327		781	980
AB-25		高炉スラグ (4000)		25	171	311		795	997
AB-50				50	164	298		806	1011
AB-63				63	161	293		811	1017
記号	セメント種	混和材 (ブレン値)	水紛体比	置換率 (%)	W	C	FA	S	G
AFA-20	高エーライト セメント	フライアッシュ	55		172	250	63	782	989
AFA-30				30	165	210	90	791	1001
AFA-40				40	160	175	116	797	1009
AFA-50				50	156	142	142	802	1014
AFA-60				60	152	111	166	806	1020

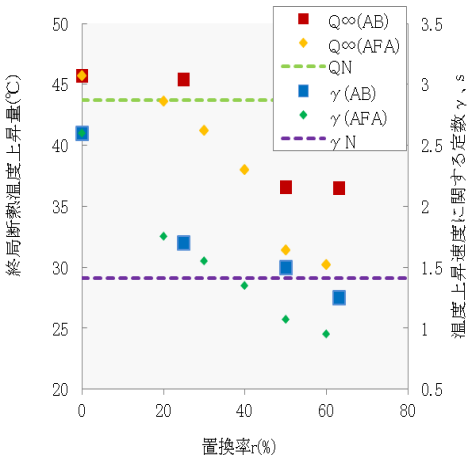


図-1 置換率と断熱温度上昇特性

キーワード 高エーライトセメント、力学的特性、熱的特性、乾燥収縮、凍結融解

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町3丁目7-2 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL042-387-6286

3. 2 力学的特性試験結果

AB-series における材齢と圧縮強度との関係を図-2 に示す。図-2 より、初期材齢においてはスラグ置換率の増加に伴って圧縮強度が低下する結果となった。しかし、28 日強度では A との差異が小さくなり、AB-25 は A とほぼ同等な圧縮強度となった。また、材齢 91 日においては、AB-25 及び AB-50 が A を大きく上回る結果となった。さらに、AB-63 ではほぼ N と同等な圧縮強度の推移となった。

AFA-series における材齢と圧縮強度との関係を図-3 に示す。図-3 より、各材齢において、置換率の増加に伴い圧縮強度は低下する結果となった。AFA-20 における初期強度は、ほぼ N と同等であり、初期強度の改善は見られたものの、材齢 28 日以上長期強度で見ると徐々に差異が大きくなり、材齢 91 日でその差異は 5N/mm^2 となった。

3. 3 乾燥収縮試験結果

各ケースの材齢と長さ変化率との関係を図-4 に示す。図-4 より、AB-series、AFAseries とともに、N、A よりも長さ変化量は小さくなり、AB-50 と AB-63 とで挙動がほぼ同等となる結果となった。特に AFA-series では、AB-series よりも長さ変化量は小さくなり、AFA-60 においては材齢 91 日で N と比較し約 300μ 小さくなった。

3. 4 凍結融解試験結果

N, A および AB-series における、相弾性係数の推移を図-5 に示す。図-5 より、AB-series は、サイクル数 300 回で N と A との結果と比較すると 5%程度動弾性係数が上回っていることから、凍結融解抵抗性に対して有効であると思われる。

4. 結論

本検討より以下の知見が得られた。

- 1) 混合セメントの課題であった初期強度発現が遅い点に対して、エーライト量を増加させたセメントに高炉スラグを置換することで初期強度発現の改善できた。
- 2) 高エーライトセメントを基材としても、混和材により温度上昇量、温度上昇速度が抑制できた。特にフライアッシュを混和材として使用することで、高い発熱抑制効果が見られた。
- 3) 混和材の置換により単位水量が低減され、収縮量が低減した。
- 4) 混和剤の置換により、凍結融解抵抗性の向上が見られた。

謝辞 本研究は低炭素型汎用セメント技術研究会の一環として行ったもので、セメントの製造を担当していただいた株式会社デイ・シイをはじめとする関係各位に感謝いたします。

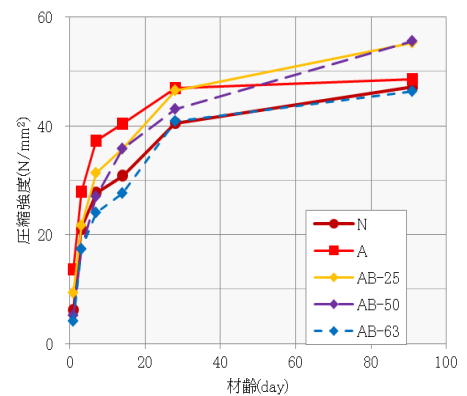


図-2 AB-series 材齢と圧縮強度

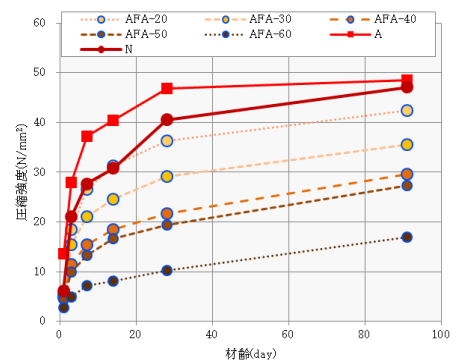


図-3 AFA-series 材齢と圧縮強度

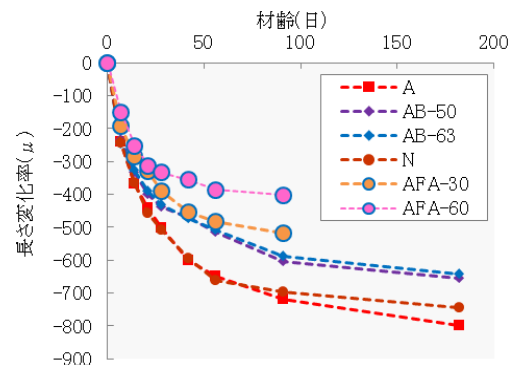


図-4 材齢と長さ変化量

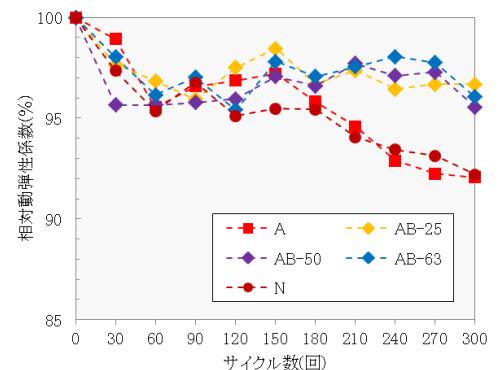


図-5 サイクル数と相弾性係数