

カルボン酸系化合物のコンクリート用発泡剤としての適用性

岩手大学大学院	学生員	○ 斎藤 和也
岩手大学	正 員	藤原 忠司
岩手県工業技術センター		佐々木秀幸
セイナン工業(株)		江 東

1.はじめに

AE 剤は、コンクリートの耐凍害性の向上を目的として開発された。AE 剤によってもたらされる連行気泡は、同時にフレッシュコンクリートのワーカビリティを改善するなど、種々の効用を発揮する。筆者らは、産業廃棄物の有効利用に関する研究を行っているうち、偶然にも、コンクリート中で気泡を発生させる物質を見出した。この気泡の働きが AE 剤と同様であれば、混和剤として活用できる可能性がある。そこで、この物質を添加したコンクリートを対象とし、AE 剤を用いた場合に規定されている品質規格を満たすか否かを検討してみた。

2.実験概要

見出した物質は、粉末状のカルボン酸系化合物であり、これをセメントペーストにわずか添加しただけでも、所望の空気量が得られ、硬化ペーストの断面を顕微鏡で観察したところ、気泡はきわめて微細なものであった。気泡の発生機構は現段階で不明であるが、通常の AE 剤のような界面活性作用によるものではなく、何らかの化学変化によるものと推察されるため、この物質を発泡剤と想定することにし、このように呼ぶ。この物質のみならず、似たような分子構造をもつ場合に、同様の発泡性を示す可能性がある。ここでは、最初に見出した物質を NO.1 とし、分子構造が類似の他の 6 種類（NO.2～NO.7）についても、検討の対象にすることとした。比較のため、市販の AE 剤も用いる。AE 剤などの適用性は、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）に従って判断する。本実験で用いる発泡剤についても、この規格に従い、AE 剤と同様の性質を有するかを判断する。規格では、スランブ 8cm および 18cm のコンクリートについて所定の性能が要求されている。本実験では、このうちスランブ 8cm の場合について、AE 剤に要求される性能と照合する。

規格では、単位セメント量が 300kg/m^3 と指定されており、単位水量はスランブが $8\text{cm} \pm 1\text{cm}$ となるような量とする。はじめに、混和剤を用いない基準コンクリートの配合を見出す。この際、細骨材率は、40%～50%の範囲で良好なワーカビリティが得られる値とした。続いて、混和剤を添加する試験コンクリートの配合を決定する。空気量は、基準コンクリートの空気量に 3%を加えた値を目標値とし、その許容値は $\pm 0.5\%$ であり、細骨材率は、基準コンクリートから 2%減じた値とした。セメントには、異なる 3 社の普通ポルトランドセメントを等量ずつ混合したもの（密度： 3.15g/cm^3 ）を用い、細骨材に川砂（密度： 2.65g/cm^3 、吸水率：1.82%）、粗骨材に碎石（密度： 2.84g/cm^3 、吸水率：0.30%）を使用し、規格に示される方法に従って練り混ぜた。試験項目は規格に定められている、減水率、ブリーディング量、凝結時間、圧縮強度、長さ変化および凍結融解抵抗性である。

3.実験結果および考察

得られた配合を表-1 に示す。目標とする空気量は、発泡剤のわずかな添加で得られており、用いた化合物は優れた発泡性を有すると言える。基準コンクリートに比べ、単位水量は、AE 剤を用いたのと同程度に減少しており、AE 剤による連行気泡と同様に、ここでの発泡剤もワーカビリティを改善できることになる。

表-1 コンクリートの配合

種類	W/C(%)	s/a(%)	Air(%)	単位量(kg/m^3)				混和剤 (C×%)
				C	W	S	G	
基準	65.0	43.0	1.0	300	195	786	1117	-
AE剤	56.7	41.0	4.1	300	170	755	1165	0.300
NO.1	59.3	41.0	3.8	300	178	746	1151	0.018
NO.2	56.0	41.0	4.0	300	168	757	1168	0.035
NO.3	56.0	41.0	3.9	300	168	757	1168	0.010
NO.4	56.7	41.0	3.5	300	170	755	1164	0.025
NO.5	56.0	41.0	3.5	300	168	757	1168	0.022
NO.6	55.0	41.0	3.8	300	165	760	1173	0.030
NO.7	56.7	41.0	3.6	300	170	755	1164	0.020

キーワード：カルボン酸系化合物、発泡剤、ワーカビリティ、圧縮強度、凍結融解抵抗性

連絡先：岩手県盛岡市上田 4 丁目 3-5 岩手大学工学部建設環境工学科 TEL・FAX：019-621-6442

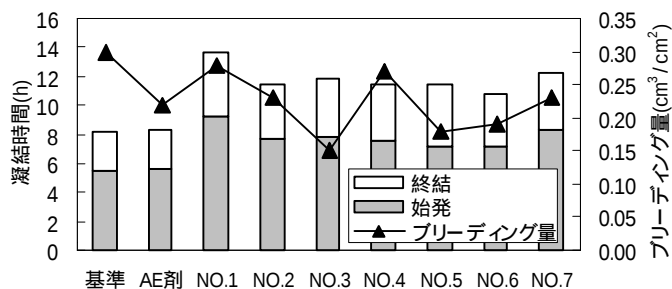


図-1 ブリーディング量と凝結時間

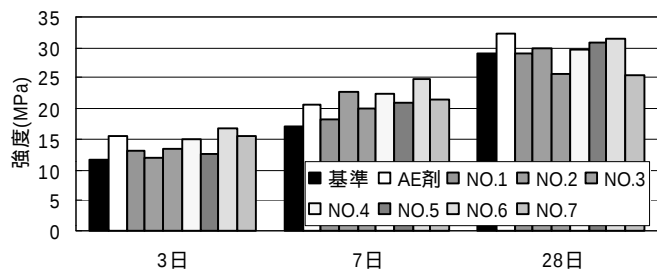


図-3 圧縮強度

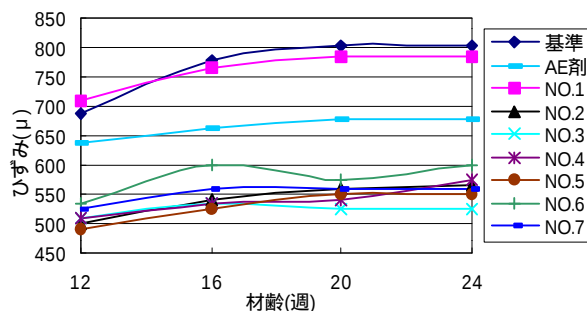


図-2 乾燥収縮

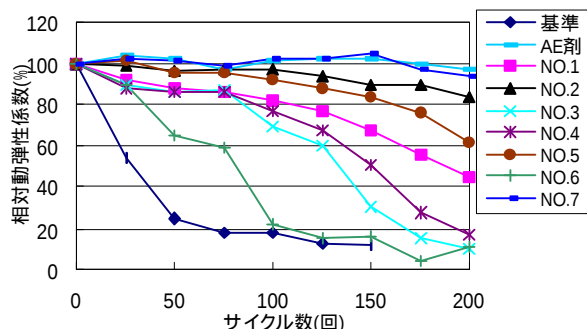


図-4 凍結融解抵抗性

ブリーディング量および凝結時間を図-1 に示す。発泡剤の種類によってブリーディング量は、比較的大きな違いを示しているが、全てにおいて基準コンクリートより小さい。単位水量が減ったことに加え、種類によっては AE 剤と同様に、あるいはそれ以上に、発生した気泡がブリーディングを抑制した可能性もある。また、基準および AE 剤を用いた場合に比べ凝結が大幅に遅れており、発泡剤は凝結遅延の作用を果たすと考えられる。

20、R.H.60%の恒温恒湿室における乾燥収縮ひずみを図-2 に示す。NO.1 を除けば、AE 剤を用いた場合より小さな収縮ひずみとなっている。単位水量が小さいことのほか、収縮低減の効果を有している可能性もある。

圧縮強度を図-3 に示す。発泡剤の種類により強度に差が見られるが、相対的に、材齢 7 日から 28 日へかけての強度の伸びが鈍く、さらに、長期の強度を調べてみる必要がある。絶対的に、基準コンクリートを下回るのは、NO.3 および NO.7 の材齢 28 日強度のみである。

凍結融解試験の結果を図-4 に示す。いずれの発泡剤も AE 剤に比べれば、凍結融解抵抗性は低くなっている。この範囲で、凍結融解抵抗性には、発泡剤の種類によって大きな差が見受けられる。NO.2 および NO.7 は抵抗性に優れており、発生した気泡が AE 剤による連行気泡と同様に、凍結時の水圧を緩和し、耐凍害性向上に寄与すると期待できる。これに対し NO.3、NO.4 および NO.6 の凍結融解抵抗性は、きわめて劣っている。このように、発泡剤の種類により形成される気泡の特性が異なると予想されるが、現段階では詳細は定かではない。

以上の結果をもとに、JIS A 6204 に示されている AE 剤の品質規格と照合したのが表-2 である。用いた発泡剤で、この規格をすべて満たすものは見当たらない。特に、凝結時間で規格を満たす発泡剤はひとつも無い。したがって、ここでの発泡剤を AE 剤と同じ目的で用いるのは、不可能であると言える。しかし、いずれの発泡剤も乾燥収縮を小さくしており、また、ブリーディングを抑えたり、初期の強度を高めたり、耐凍害性を確保できる発泡剤も存在することから、AE 剤とは別に、特定の性能を高めるために、この発泡剤を使用する可能性は残されている。前述のように、用いた発泡剤のいずれも、わずかの量で気泡を発生させる能力があることから、使用量を増やして、気泡コンクリートの混和剤として適用する方法も考えられる。いずれにしても、発泡機構の解明と硬化後の気泡組織の把握が重要であり、今後の課題としたい。

表-2 JIS規格との比較

項目	AE剤の規格	AE剤	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	NO.6	NO.7
減水率(%)	6以上	13	9	14	14	13	14	15	13
ブリーディング量の比(%)	75以下	74	93	77	50	90	60	63	77
凝結時間の差(min.)	始発	± 60	5	230	130	140	120	100	170
	終結	± 60	0	320	190	210	190	185	240
圧縮強度比(%)	3日強度	95以上	135	113	104	117	130	110	144
	7日強度	95以上	121	106	132	118	131	123	146
	28日強度	90以上	111	101	103	89	102	106	109
	長さ変化比(%)	120以下	85	97	71	65	72	68	75
相対動弾性係数(%)	80以上	97	44	83	10	17	61	11	94