

雲母を混和したコンクリートの強度性状及び収縮低減性に関する研究

宇都宮大学 学生会員 ○千田 太樹
 宇都宮大学 学生会員 鈴木 成
 宇都宮大学 正会員 藤原 浩巳
 宇都宮大学 正会員 丸岡 正知

1. はじめに

近年、良質な骨材の枯渇等で骨材事情が悪化していることから、レディーミクストコンクリート工場で製造されるコンクリートの乾燥収縮ひずみは増大しているといわれており、工場によっては、「住宅の品質確保の促進等に関する法律」(品確法)を満たすコンクリートの製造が困難になると思われる。

一方、乾燥収縮を抑制する混和材料として雲母が用いられている事例があり、その効果をコンクリートにおいて確認する必要があると思われる。

本研究では、雲母を混和したコンクリートと普通コンクリートとの乾燥収縮及び硬化性状の比較、及び、それらの性状が変化する原因の考察を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料及び配合条件

表-1に使用材料を、表-2及び表-3に配合条件をそれぞれ示す。また、表-4に試験項目及び試験内容を示す。

本実験では、20メッシュふるいを通過した中国産白雲母($KAl_2AlSi_3O_{10}(OH)_2$)、及び、フィンランド産金雲母($KMg_3AlSi_3O_{10}(OH)_2$)を使用した。

雲母は化学的に安定しており、コンクリート中で反応を起こさないと考えられるため、結合材として扱わず、細骨材の微粉末として扱い、細骨材の一部と置換した。

配合WM5, WM10, WM15については、雲母の混和量による性状の変化の比較のために雲母の単位量をそれぞれ5 kg/m³, 10 kg/m³, 15kg/m³とし、細骨材に対して置換した。

また、雲母の種類による性状の変化の比較のため、金雲母を 10kg/m³細骨材に対して置換した配合 GM10についても検討した。

表-1 使用材料

材料の種類	記号	材料名	密度(g/cm ³)
結合材(P)	OPC	普通ポルトランドセメント	3.16
雲母	WM	白雲母	2.00
	GM	金雲母	2.90
細骨材	S	鬼怒川産川砂	2.58
粗骨材	G	笠間産碎石	2.66
		5号 : 6号 = 6 : 4	
水	W	上水道水	1.00
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系	1.07
AE減水剤		高性能AE減水剤	
空気連行剤	AE	AE剤	1.04
空気量調整剤	DF	消泡剤	1.00

表-2 配合条件

W/P(%)	単位水量(kg/m ³)	s/a(%)	スランプ値(cm)	空気量(%)
57	178	45	18±2	4.5±1.5

表-3 配合

配合名	単位量(kg/m ³)						
	W	OPC	WM	GM	S	G	
OPC	178	315	/		786	991	
WM5					5.0	780	991
WM10					10.0	773	991
WM15					15.0	767	991
GM10					10.0	777	990

表-4 試験項目、及び試験内容

試験項目	試験内容	養生	試験実施材齢
SEM観察	走査型電子顕微鏡により雲母の粒子及び、コンクリート中の雲母の周辺の状況を観察した。	水中	7日
圧縮強度試験	JIS A 1108 に準拠した。	水中, 封緘	7日, 28日
静弾性係数試験	JIS A 1149 に準拠した。	水中	28日
割裂引張強度試験	JIS A 1113 に準拠した。	封緘	7日, 28日
長さ変化試験	JIS A 1129-3に準拠した。	-	-

キーワード : 白雲母, 金雲母, 乾燥収縮

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科材料研究室 TEL028-689-6211

3. 試験結果及び考察

(1) SEM 観察

図-1に白雲母の、図-2に金雲母のSEM写真をそれぞれ示す。図-1及び図-2よりいずれも雲母が非常に薄い層状になっているのが分かる。

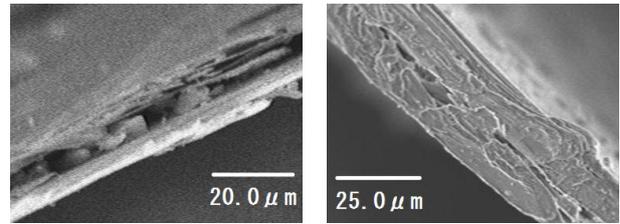


図-1 白雲母SEM写真

図-2 金雲母SEM写真

また、図-3に配合WM10の、図-4に配合GM10のSEM写真をそれぞれ示す。図-3及び図-4において、いずれの雲母を混和した場合も、雲母からの水和物などの反応生成物は認められなかった。

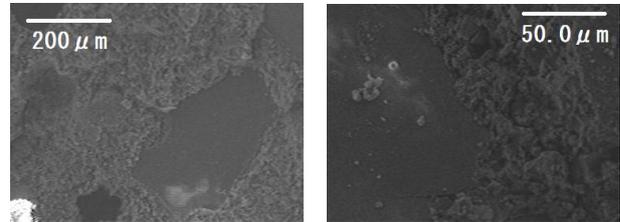


図-3 WM10 SEM写真

図-4 GM10 SEM写真

(2) 圧縮強度試験及び静弾性係数試験

表-5に圧縮強度試験及び静弾性係数試験の結果を示す。

圧縮強度においては、配合WM5, WM10, WM15について、雲母の混和量が多くなるほど強度は低下した。

これは薄板状の雲母が水和生成物同士の結合を阻害するようにマトリックス中に分散していること、図-3及び図-4からわかるように雲母とセメントとは付着が弱くはがれやすいことが原因と考えられる。

また、静弾性係数はすべてOPCと同程度となった。

一方、配合WM10, GM10を比較すると、圧縮強度、静弾性係数ともにすべての養生方法、材齢においてWM10が上回った。

表-5 圧縮強度試験及び静弾性係数試験結果

配合名	圧縮強度 (N/mm ²)				静弾性係数 (kN/mm ²)
	水中養生		封緘養生		水中養生 28日
	7日	28日	7日	28日	
OPC	20.8	30.7	18.7	26.7	30.3
WM5	25.8	38.3	25.3	29.3	32.0
WM10	21.4	30.8	25.1	29.3	32.2
WM15	15.8	22.9	16.9	22.4	29.2
GM10	19.3	27.8	19.9	28.7	30.3

(3) 割裂引張強度試験

表-6に割裂引張強度試験の結果を示す。

材齢28日強度は配合WM15を除きOPCを上回り、雲母の混和により引張強度は増加する傾向を示した。

また、圧縮強度試験結果と同様に雲母置換量の増大に伴い、引張強度は減少する傾向を示した。その理由も同様のものと考えられる。

一方、配合WM10, GM10を比較すると、28日強度は同等だが、7日強度においてWM10が上回った。

表-6 割裂引張強度試験結果

配合名	割裂引張強度 (N/mm ²)	
	7日	28日
OPC	2.19	2.25
WM5	1.87	3.00
WM10	2.40	2.91
WM15	1.82	2.16
GM10	2.08	2.90

(4) 長さ変化試験

図-5に長さ変化を、図-6に質量変化をそれぞれ示す。

すべての配合において、質量変化率と静弾性係数がほぼ同等であるにもかかわらず、雲母を混和した配合はOPCと比較して28日の収縮ひずみが 50×10^{-6} ~ 130×10^{-6} 程度小さくなった。

一方配合WM10, GM10はほぼ同等の値を示しており、乾燥収縮においては雲母の種類による差は見られない。

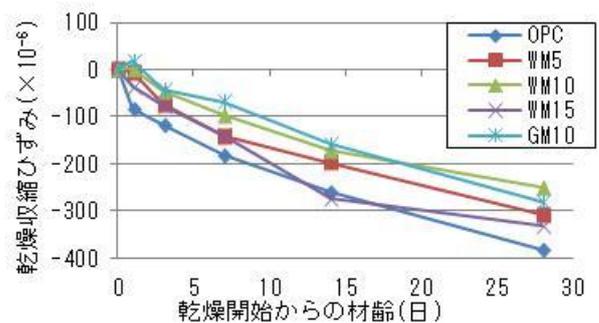


図-5 長さ変化

4. まとめ

本研究では、雲母の混和によるコンクリートの乾燥収縮及び強度発現特性に及ぼす影響について検討した。本研究で得られた知見を以下に示す。

雲母はコンクリート中において析出物を生成せず、雲母の混和量が増えるほど圧縮強度及び引張強度は低下した。また、雲母の混和による変形抵抗性の変化はほとんど見られないが、引張強度は長期材齢で増大した。白雲母による乾燥収縮低減効果は本実験の範囲では単位量で 10kg/m^3 細骨材に対して置換した場合、最大となった。

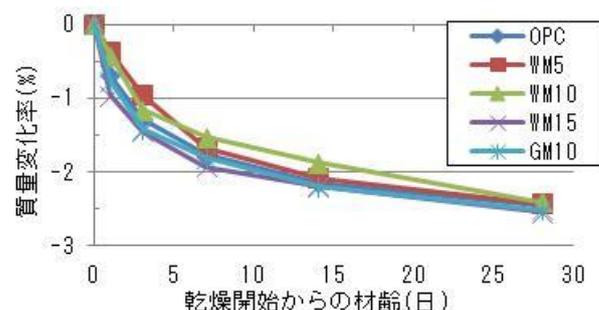


図-6 質量変化