

微粉末を利用したダムコンクリート用 AE 剤の検討

(株)サンフローパリック 正会員 ○村田隆男 正会員 田中恭一
清水建設(株) フェロー会員 河井 徹 正会員 田中博一

1. はじめに

コンクリートダム施工現場においては細骨材の製造工程で大量の微粉末が発生するため、環境問題、経済性等の面から微粉末の有効利用が必要とされている。最近では、湿式製砂設備から発生した微粉末をフライアッシュと共にダム用の有スランプ内部コンクリートの材料として用いた場合のコンクリートの研究が進んでいる¹⁾。しかし、ダム用の有スランプコンクリートに微粉末を混入した場合は、所要の空気量を得るためのフライアッシュ用 AE 剤（以後 FA 用 AE 剤）の使用量が通常のコンクリートに比べ、大幅に増加する傾向が認められている。そこで、細骨材の製造工程で発生する微粉末を利用した場合に、低使用量で安定した空気量を進行させることのできるダムコンクリート用 AE 剤の検討を行った。

2. 試験概要

AE 剤の評価はダム用の有スランプ内部コンクリートに使用した FA 用 AE 剤 A（以下 A と略す）を基準として、市販の AE 剤 14 種類を使用しモルタル試験で行った。表-1 に AE 剤の種類を表-2 に使用材料の特性を表-3 に配合と練混ぜ方法を示す。

評価は 3 段階に分けて行った。評価 1 では各 AE 剤を同一使用量で練り混ぜ、A よりも進行空気量の大きい AE 剤を選定した。

評価 2 では評価 1 で選定した AE 剤を用い空気量を約 8% 程度進行させて、静置条件で空気量の経時的な安定性を調べた。更に、微粉末が空気量の経時変化に与える影響について検討した。

評価 3 では評価 2 で選定した AE 剤を用いて、練混ぜ順序を変えることによる進行空気量の改善についても検討した。

モルタル配合 No.1 は微粉末を用いた、ダム用の有スランプ内部コンクリート配合から粗骨材を取り除きモルタルで評価し易い配合に修正した。モルタル配合 No.2 は No.1 の配合から微粉末を全て細骨材に置き換えて、モルタルのコンシステンシーがほぼ同じになるように修正した配合である。尚、モルタル配合 1 にはワーカビリティ改善のため高性能 AE 減水剤を (C+FA) × 0.7wt% 添加し、モルタル配合 No.2 では高性能 AE 減水剤は無添加とした。

モルタルの練混ぜは、JIS R 5201 のモルタルミキサを使用し 1 バッチの練混ぜ量を約 0.8ℓ とし、全て低速回転で行った。練混ぜは評価 1、評価 2 では練混ぜ順序①に従い評価 3 では練混ぜ順序①、②、③で行った。

表-1 AE 剤の種類

種類	主成分	用途
A, B	ポリオキシエチレン系非イオン+硫酸系アニオン界面活性剤	FA 用 AE 剤
C	ポリオキシエチレン系非イオン界面活性剤	
D	リン酸エステル系アニオン界面活性剤	汎用 AE 剤
E	アミン系両性イオン界面活性剤	
F	硫酸系アニオン界面活性剤	
G,H,I	ロジン系アニオン界面活性剤	
J,K,L,M,N	硫酸エステル系アニオン界面活性剤	

表-2 使用材料の特性

中庸熟ポルトランドセメント [C]	$\rho = 3.22\text{g/cm}^3$ 比表面積 3.420cm ² /g
フライアッシュ JIS II 種 [FA]	$\rho = 2.30\text{g/cm}^3$ 強熱減量 1.0%
細骨材 安山岩砕石砂 [S]	$\rho = 2.64\text{g/cm}^3$ 吸水率 2.62% F.M2.53
微粉末 [SD]	$\rho = 2.61\text{g/cm}^3$ F.M0.49
高性能 AE 減水剤 [SPR]	ポリカルボン酸系 遅延形 (I 種)

表-3 配合と練混ぜ方法

配合	単位量 (kg/m ³)							
	W/(C+FA) (%)	F/(C+FA) (%)	W	C	FA	S	SD	SPR
モルタル配合 No. 1	57	60	285	202	302	799	360	3.53
モルタル配合 No. 2			255	180	270	1298	—	—
練混ぜ順序①	1/2S+C+FA+微粉末+1/2S 空練り 10 秒→W+AE+SPR → 60 秒練り→掻き落とし後→60 秒練り							
②	1/2S+C+FA+微粉末+1/2S 空練り 10 秒→W+1/2AE+SPR→60 秒練り→掻き落とし後→1/2AE 60 秒練り							
③	1/2S+C+FA+微粉末+1/2S 空練 10 秒→ +W→60 秒練り→掻き落とし後→AE+SPR→ 60 秒練り							

キーワード：微粉末、ダムコンクリート、AE 剤

連絡先：〒300-2635 茨城県つくば市東光台 5-2-3 TEL 0298-48-1888 FAX 0298-47-9057

3. 試験結果および考察

3.1 各 AE 剤の空気連行性（評価 1）

同一添加量における各 AE 剤の空気連行性試験結果を図-1 に示す。AE 剤 A の 3 倍以上の空気連行性を有する AE 剤を選定すると、J、K、L、M、N であり全て硫酸エステル系アニオン界面活性剤を主成分とする汎用 AE 剤であった。汎用 AE 剤であっても、主成分がリン酸エステル系、アミン系両性イオン、硫酸系アニオン、ロジン系の界面活性剤の場合は連行空気量が小さかった。また、FA 用 AE 剤も同様に小さかった。

3.2 空気量の安定性（評価 2）

評価 1 で選定した空気連行性の高い AE 剤について行った空気量の経時変化の結果を図-2 に示す。一般にフライアッシュを使用した配合では、汎用 AE 剤は空気量の経時的な安定性に欠けることが知られているが、汎用 AE 剤であっても低使用量で経時低下の小さい AE 剤があることが確認できた。更に、比較的空気量の経時低下の大きい AE 剤 J と、経時低下の小さい AE 剤 L を選び、微粉末の影響についてモルタル配合 No. 1 と No. 2 で検討を行った。AE 剤の添加率と空気量の経時変化の結果を図-3、図-4 に示す。微粉末を使用しない場合は AE 剤間の添加率の差は比較的小さいが、微粉末を使用すると添加率の差は大きく、 $A > J > L$ の順であり L は A の約 6 分の 1 であった。また、図-4 より微粉末を使用していない配合の経時変化は $L > A \approx J$ の順であり L の低下量は大きい、微粉末を使用すると $J > A > L$ の順になり L が一番小さくなる。これは微粉末を使用した場合、AE 剤の添加率や各粉体への吸着量が異なるためと推測される。

3.3 練混ぜ方法（評価 3）

評価 1, 2 で使用量が最も少なく、経時変化の安定した AE 剤 L を使用し、練混ぜ方法の違いによる空気連行性について試験を行った結果を図-5 に示す。空気量は練混ぜ手順①（一括投入）に比べ練混ぜ手順②の分割投入することにより空気連行性は 45% 程度増大した。これは分割添加することにより AE 剤の吸着量が少なくなることや、AE 剤添加後の練混ぜ時間の相違による影響と考えられる。

4. まとめ

フライアッシュと細骨材製造時に発生する微粉末を併用するコンクリートにおいて、低使用量で安定した空気を連行する AE 剤を検討した結果、汎用 AE 剤の中で硫酸エステル系アニオン界面活性剤に効果があることが判った。更に、分割添加等 AE 剤の添加時期を工夫することによって使用量をいっそう低減出来る可能性がある。今後、吸着量の測定を行うと共にコンクリートでの確認試験を行い、実用化に向けての検討を行う予定である。

【参考文献】1) 河井・長瀧・佐野・垂水：骨材製造時に発生する微粉末のダムコンクリートへの適用に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.22, No.2, pp.1447-1452, 2000.

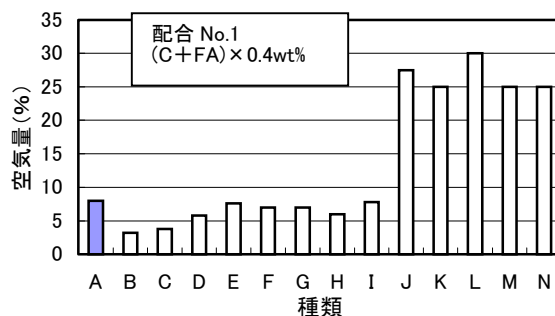


図-1 各 AE 剤の空気連行性

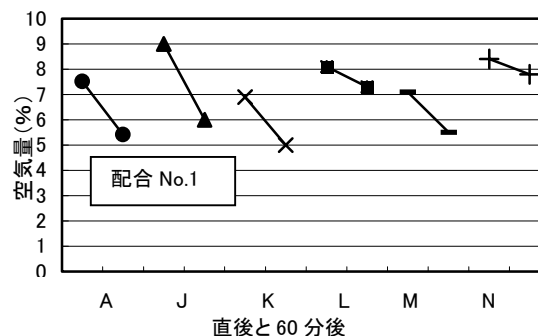


図-2 空気量の経時変化

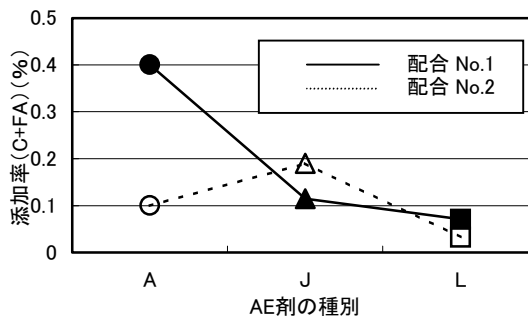


図-3 AE 剤の添加率に及ぼす微粉末の影響

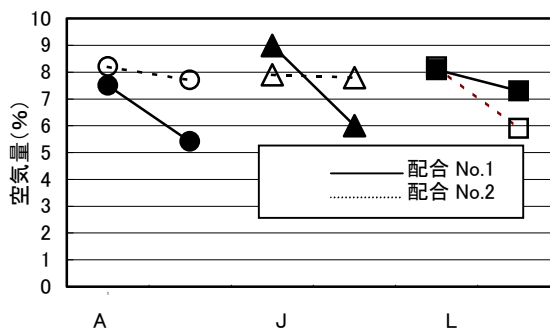


図-4 空気量の経時変化に及ぼす微粉末の影響

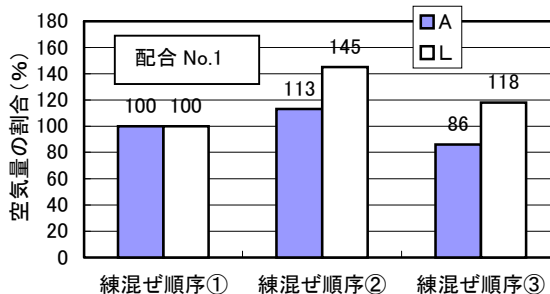


図-5 空気連行性に及ぼす練混ぜ順序の違い