

A E 剤添加による高流動コンクリートの表面気泡状態の変化

大分工業高等専門学校 正会員 一宮 一夫
九州工業大学工学部 正会員 出光 隆
同 上 正会員 山崎 竹博
九州共立大学工学部 正会員 渡辺 明

1.はじめに

筆者らは、高流動コンクリートを使用した製品を対象に、型枠との接触面に発生する気泡（以下、表面気泡という）の程度の合理的な評価方法についての研究を行ってきた。その結果、既報の離型剤の種類との関係以外に、A E 剤の添加量そのものが表面気泡の状態と密接な関係があることを確認した。

本報告では、A E 剤の添加量を変えた供試体の表面気泡特性の相異を数値的に評価し、A E 剤添加がセメントペーストの表面張力を低下させ、その結果、表面気泡の状態が変化することを検証した。

2. 実験概要

表 1 に使用材料、表 2 に A E 剤を添加しない高流動コンクリートの配合を示す。供試体は、空気量 1.5% のものをベースにし、練り上がり後の空気量が 5%、9% となるように A E 剤の添加量を調整した。

表 1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント、比重3.15
高炉スラグ微粉末	ブレン値6000、比重2.91
細骨材	海砂、比重2.58、F M 2.80
粗骨材	碎石、最大寸法20mm、比重2.73、F M 6.77
高性能減水剤	ナフタリン系
A E 剤	ヴィンゾール

表 2 高流動コンクリートの配合

コンクリートの練混ぜには水平 2 軸強制練りミキサーを使用した。練混ぜ順序は、骨材と結合材

	粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ フロー (cm)	空気量 (%)	水結合材 比(W/B) (%)	細骨材率 (S/a)	単位量 (kg/m ³)					
						水 W	セメント C	高炉スラグ B S	細骨材 S	粗骨材 G	減水剤 S P
重量(kg)	20	63	1.5	31.6	—	178	236	327	826	819	5.9
体積(l)	—	—	—	95.2	51.6	178	75	112	320	300	5.9

を入れ 30 秒間空練りし、さらに A E 剤を溶解した水と高性能減水剤を入れ 120 秒間本練りをした。練混ぜ終了後、鋼製型枠（内寸法：高さ 50cm × 幅 30cm × 奥行き 8cm）の天端位置から自由落下法により 90 秒間でコンクリートを打設した。離型剤は、コンクリート製品製造の際に多用されている油性のものとし、打設の 1 時間前に霧吹きで型枠内面に噴霧して脱脂綿で均一に塗布した。

表面気泡の状態の測定には、コンクリート表面の写真の画像解析を行い、コンクリート面積に対する表面気泡の総面積の百分率（以下、表面気泡面積比という）や表面気泡を円換算した場合の最大の気泡直径（以下、最大表面気泡直径という）、および表面気泡の大きさの分布状態などから表面気泡特性を評価した。なお、表面張力の測定には、ディニューイの表面張力計を使用した。

3. 実験結果および考察

3. 1 空気量と表面気泡の状態との関係

図 1 に空気量と表面気泡面積比ならびに最大表面気泡直径の関係を示す。

同図では、表面気泡面積比は、3 水準の空気量の内では 5% の場合が最も小さく、1.5%、9% では増えている。最大表面気泡直径も、表面気泡面積比と同様の傾向で、空気量 5% の場合が最も小さく、1.5%、9% では増加する。また、全般的に表面気泡面積比が大きいものは、最大表面気泡直径も大きく、施工条件と表面気泡の状態の関係を調べた、筆者らの既往の研究結

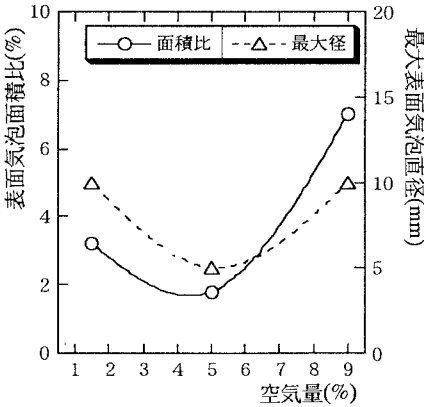


図 1 空気量と面積比、最大気泡直径との関係

果と同じである。

次に、気泡直径ごとの表面気泡面積の分布を図2に示す。同図によると、気泡直径ごとの面積の分布は、直径3mm 以上の場合は3水準の空気量とともに僅少であるが、直径3mm 以下の場合では増加し、その傾向は気泡直径が小さいほど著しい。特に、空気量9%の場合は、直径3mm 以下の面積の増加が顕著である。

3. 2 A E 剤によるセメントペーストの表面張力の変化

周知のように、A E 剤が空気連行性を有する理由のひとつに、セメントペーストの表面張力の変化がある。このことは、セメントペーストの表面張力が、連行空気と同じ空気泡である表面気泡の状態にも影響をおよぼすことを意味する。実際には、セメントペーストのようなサスペンションの表面張力を測定することは不可能なので、A E 剤を純水で希釈して表面張力を測定した。図3に、A E 剤、比較のために表面張力が純水に近いナフタレン系の高性能減水剤、それぞれの水溶液の表面張力の測定値を示す²⁾。その結果、A E 剤水溶液の表面張力は、純水の約半分に低下し、高性能減水剤水溶液の表面張力は、純水とほぼ同程度となった。

以上より、セメントペーストの表面張力は、A E 剤添加で一定値まで低下することが予想される。

3. 3 セメントペーストの表面張力が表面気泡の状態におよぼす影響

セメントペーストの表面張力と表面気泡の状態の関係を定式化するために、図4のようなセメントペーストの中に半径Rの半球形の表面気泡を考える。セメントペーストの圧力をp、表面気泡の内圧を $p + \Delta p$ 、セメントペーストの表面張力を γ とすると、力のつり合いから次式が成立する³⁾。この式は、セメントペーストと表面気泡の圧力差が一定の場合、セメントペーストの表面張力が低いものは表面気泡が小さいことを表している。

$$\Delta p = 2 \gamma / R$$

以上の関係から図1を説明すると、空気量1.5%の場合と比べて、空気量5%の場合の表面気泡面積比と最大表面気泡直径が小さくなるのは、セメントペーストの表面張力の低下による表面気泡直径の減少が、A E 剤添加にともなう連行空気量の増加に卓越するためと考えられる。そして、空気量9%までA E 剤添加量を増すと、連行空気量の著しい増加とそれにとまなう気泡間隔の減少により気泡の合が進み、表面気泡面積比、最大表面気泡直径ともに大きくなると考えられる。

4. まとめ

本研究の結果、セメントペーストの表面張力と表面気泡の状態の間には密接な関係があることがわかった。具体的には、セメントペーストの表面張力を小さくすると、実用的な空気量の範囲において、表面気泡の抑制効果があり、そのためには、適量のA E 剤添加が有効であることを確認した。

【参考文献】 1) 一宮一夫, 出光隆, 山崎竹博, 渡辺明: 高流動コンクリートの打設条件が表面気泡特性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, 1997.6 2) 笠井芳夫, 小林正凡: セメント・コンクリート用混和材料, 技術書院 3) 小野周: 表面張力, 共立図書

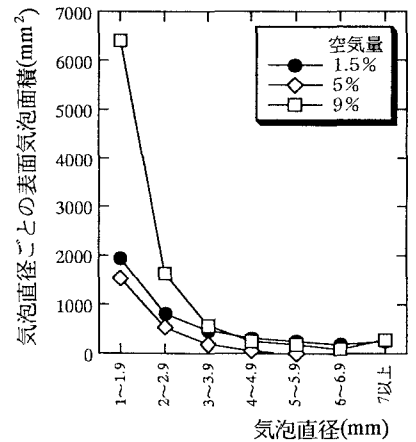


図2 表面気泡直径の分布

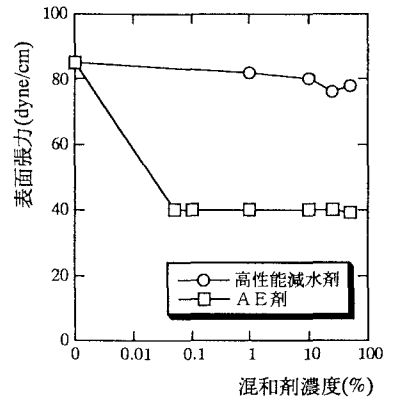


図3 混和剤濃度と表面張力の関係

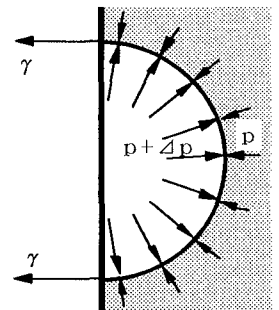


図4 表面気泡に作用する力