

フレッシュモルタルの空気量減少の抑制による 硬化後モルタルの表面気泡発生防止

学籍番号 1200136 氏名 古竹 莉久 指導教員 大内 雅博

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

要旨： 気泡の移動・浮上・抜けを抑制することにより表面気泡の発生防止につながることを、自己充填コンクリートを想定したモルタル試験により検証した。時間の経過によるフレッシュモルタルの空気減少量とモルタル硬化表面の表面気泡との関係を調べた結果、水セメント比が同一かつ増粘剤を使用していなければ、練上がりから 2 時間後までの空気減少量と、表面に残る径の大きさ 500 μm 以上の気泡面積の合計との間には相関が見られた。しかし、水セメント比を低くしたり、増粘剤を添加したものは、時間経過による空気減少量に拘わらず表面気泡が発生しなかった。型枠との粘着力が高くなったことが、空気量減少に拘わらず表面気泡を発生させなかった可能性を得た。

Key Words: 自己充填コンクリート, 表面気泡, 増粘剤, 連行空気泡, 粘着力

1. はじめに

硬化後のコンクリートの表面気泡はコンクリート内の空気量の多少に関わらず確認されているが、美観上は無いことが望ましい。

本研究では、コンクリート中の気泡が移動（浮上）することによって型枠との境界面（コンクリート表面）に付着し、これが硬化後に表面気泡となるとの仮説を立てた。そして、気泡の移動・浮上（抜け）を抑制することにより表面気泡の発生防止につながることを、自己充填コンクリートを想定したモルタル試験により検証した。

モルタルの使用材料と基本配合を示す（表-1, 2）。フロー値が 250 ± 10 mm になるように減水剤の添加量を調整した。モルタルフロー試験、重量法による空気量試験を練混ぜ完了後に 10 分後, 1 時間後, 2 時間後にも行った。その際、再練混ぜは行わず巻込み空気の混入を防いだ。練り混ぜ完了 20 分後にモルタルを軽量型枠プラモールド ($\phi 50\text{mm} \times h100\text{mm}$) に投入した。硬化後、脱型し、クラックスケールを用いて供試体側面 $15,700 \text{ mm}^2$ の表面気泡を計測した。

表-1 使用材料

材料	概要	記号
水	上下水道	W
セメント	普通ポルトランドセメント	C
細骨材	石灰砕砂 (比重: 2.68, 吸水率: 0.81%, 粗粒率: 2.63%)	S
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸エーテル系化合物	SP
空気連行剤	変形ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤	AE
増粘剤	セルロースエーテル系	VMA
空気量調整剤	ポリアルキレングリコール誘導体	D

表-2 モルタルの配合

W/C	s/m	単位量 (kg/m^3)		
		W	C	S
0.45	0.55	264	586	1474
0.35	0.55	236	674	1474

2. 空気減少量が表面気泡量に及ぼす影響

増粘剤添加の有無や空気連行剤添加量の調整により空気減少量を変化させたモルタルの、練上り直後から 2 時間後までのモルタル中の空気の減少量と硬化後の表面気泡面積との関係を調べた（図-1）。増粘剤はセメントに混ぜ空練りを 30 秒間, 水と減水剤を投入後 120 秒間一括練を行った。空気量調整剤は一括練後に添加し 60 間練り混ぜを行った（表-3）。空気減少量は重量法を用いて測定し、練上り直後から 2 時間後までの値の差とした。表面気泡として空気径が $500 \mu\text{m}$ 以上のものを測定し、表面気泡の総面積を供試体側面の表面積で除した値（以下、表面気泡面積率という）を示した。

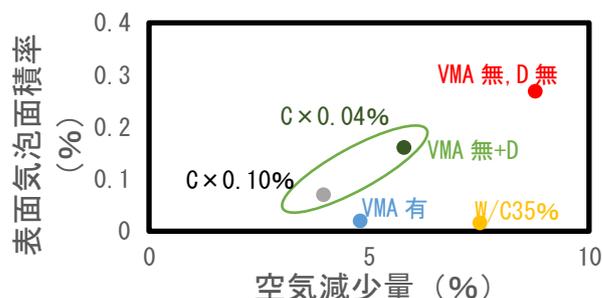


図-1 空気減少量と表面気泡面積率

表-3 配合パターン

W/C (%)	VMA (g/m ³)	D (%)	AE (%)
45	200	0	C × 0.005
45	0	C × 0.10	C × 0.005
45	0	C × 0.04	C × 0.005
45	0	0	C × 0.005
35	0	0	C × 0.015

空気減少量と表面気泡面積率との間にはほぼ高い相関が見られた。しかし、増粘剤を添加したもの、および、水セメント比 35%のものは空気減少量に拘わらず表面気泡が見られなかった。空気の減少量だけで表面気泡発生量を説明できなかった。

3. モルタル表面のセメントペーストの粘着力が気泡の型枠面との付着に及ぼす影響

W/C35%の硬化後供試体の表面を擦ると、表面近くに気泡が存在していたことが分かった(図-2)。そこで、モルタル表面と型枠面の付着力に着目した。付着力が大きければ、モルタル中を移動する気泡が表面に出ることが不可能となり、硬化後に表面気泡とならないと仮定した(図-3)。

前章で用いた材料・配合のフレッシュモルタルをテクスチャアナライザーで測定し面外方向の剥離強度を粘着力とした。モルタル表面を削ったことで見えた気泡を隠れ気泡面積率とし、比較した(図-4)。その結果、表面気泡面積率が同程度に低かった、W/C45%・増粘剤添加と W/C35%の隠れ気泡面積率は粘着力の高い W/C35%が高くなった。W/C35%は空気減少量が多かったにも拘わらず表面気泡が生じなかったのは、モルタル表面の粘着力が影響したと考えられる。各配合の隠れ気泡面積率と空気減少量の関係を示す(図-5)。表面気泡面積率で相関が得られなかった W/C45%・増粘剤添加と W/C35%含め隠れ気泡面積率と空気減少量に相関が見られた。粘着力が高いものは型枠にモルタルが強く付着し、気泡が表面に移動できなかったものと考察した。

なお、空気の減少量が多く気泡が動きやすいものでも、セメントペーストの粘着力が高ければ、気泡が表面に出てこない可能性があると考えた。

4. 結論

- (1) 時間の経過によるフレッシュモルタルの空気減少量とモルタル硬化表面の表面気泡との関係を調べた結果、水セメント比が同一かつ増粘剤を使用していなければ、練上がりから2時間後までの空気減少量と、表面に残る径の大きさ500μm以上の気泡面積の合計との間には相関が見られた。
- (2) しかし、水セメント比を低くしたり、増粘剤を添加したものは、時間経過による空気減少量に拘わらず表面気泡が発生しなかった。
- (3) 低い水セメント比や増粘剤添加により型枠との粘着力が高くなったことが、空気量減少に拘わらず表面気泡を発生させなかった可能性を得た。

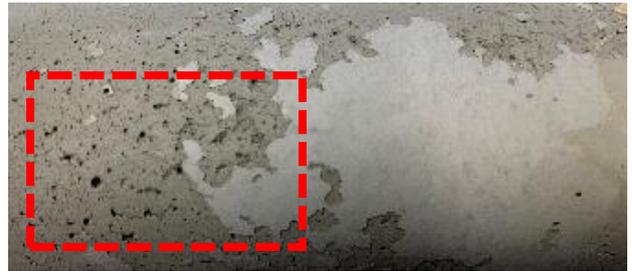


図-2 表面のセメントペーストを剥がして隠れた気泡が見えたもの

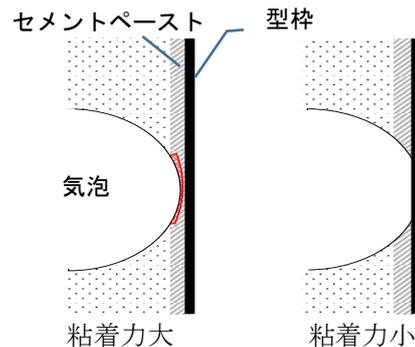


図-3 型枠面のペーストの粘着力の大小が表面気泡の多少に影響した様子

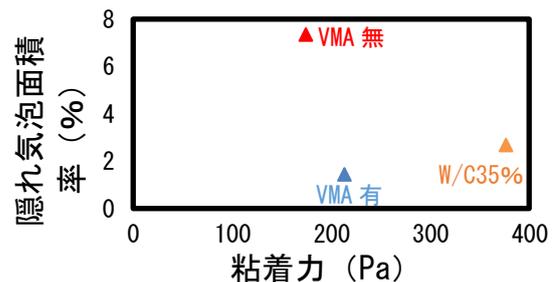


図-4 粘着力と隠れ気泡面積率

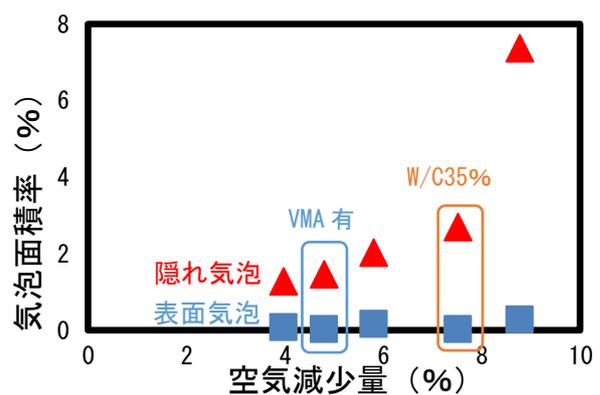


図-5 各配合の空気減少量と気泡面積率

参考文献

- 1) 大内, 北中, Anuwat: 増粘剤添加によるフレッシュモルタルへの連行空気泡の安定化, 令和元年度土木学会全国大会第74回学術講演会講演概要集, V-309, 2019年