

フレッシュ時の空気量減少の抑制による 自己充填コンクリートの硬化後表面の残留気泡発生の防止

高知工科大学大学院 学生会員 ○古竹 莉久

高知工科大学 Anuwat ATTACHAIYAWUTH

高知工科大学 フェロー 大内 雅博

1. はじめに

硬化後のコンクリート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、コンクリート中に残留する気泡が移動・浮上することにより、型枠との境界面（コンクリート表面）に付着し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硬化後表面の残留気泡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。

2. モルタル試料について

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。増粘剤はセメントに混ぜ空練り 30 秒間の後、水と減水剤を投入後 120 秒間練混ぜた。空気量調整剤は練混ぜ直後に添加し、さらに 60 間練混ぜた。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 10 分後、1 時間後および 2 時間後に行った。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（ $\phi 50\text{mm} \times h 100\text{mm}$ ）に投入した。硬化後に脱型し、クラックスケールを用いて供試体側面 $15,700 \text{ mm}^2$ における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 モルタルの基本配合

W/C	s/m	単位量 (kg/m ³)		
		W	C	S
0.45	0.55	264	586	1,474
0.35	0.55	236	674	1,474

3. 空気減少量が硬化後表面の残留気泡発生に及ぼす影響

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（表-2）の、練上り直後から 2 時間後までのモルタル中の空気減少量と硬化後の表面気泡面積との関係を調べた。空気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。なお、2 時間後の空気量は 6.7~10.7% の範囲に分布したが、表面気泡面積との相関は見られなかった。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との間には相関が見られた。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。空気の減少量のみでは硬化後表面の残留気泡発生量を説明できなかった。

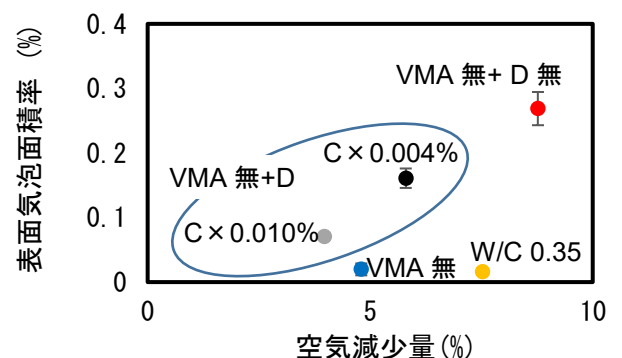


図-1 空気減少量と表面気泡面積率の関係

キーワード 自己充填コンクリート, 表面気泡, 増粘剤, 連行気泡, 粘着力

連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185 高知工科大学; 電話 0887-57-2411; FAX 0887-57-2420

表-2 モルタルの配合

W/C (%)	VMA (g/m ³)	D (%)	AE (%)
45	200	0	C×0.005
45	0	C×0.010	C×0.005
45	0	C×0.004	C×0.005
45	0	0	C×0.005
35	0	0	C×0.015

4. 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/C 35%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(写真-1)。そこで、モルタル表面と型枠面の付着力に着目した。粘着力が大きければ、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-2)。

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て比較した(図-3)。その結果、表面気泡面積率が同程度に低かったW/C 45%・増粘剤添加のもの、W/C 35%のものの隠れ気泡面積率は粘着力の高いW/C 35%の方が高くなった。W/C 35%はW/C 45%・増粘剤添加と比べ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察した。

各配合の隠れ気泡面積率と空気減少量の関係を示す(図-4)。空気減少量と表面気泡面積率で相関が得られなかったW/C 45%・増粘剤添加のもの、W/C 35%のものを含め、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つたものと考察した。空気の減少量が多く気泡が動きやすいものであって、型枠との境界面のセメントペーストの粘着力が高ければ、残留気泡が表面に出てこない可能性を得たと言える。



写真-1 硬化後に表面のセメントペーストを剥がすと直下に隠れ気泡が見えた

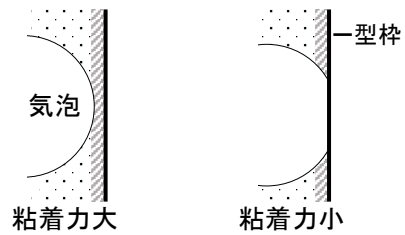


図-2 型枠面のペーストの粘着力による気泡の表面への移動への影響の可能性

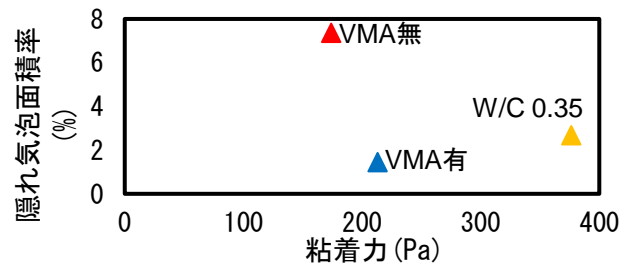


図-3 粘着力と隠れ気泡面積率

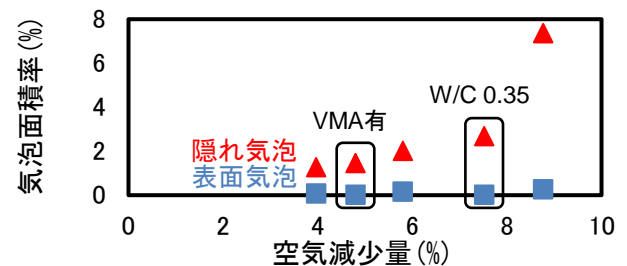


図-4 各配合の空気減少量と気泡面積率

5. 結論

- (1) 時間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ところ、水セメント比が同一かつ増粘剤を使用していない条件下では、練上りから2時間後までの空気減少量と、表面に残る径の大きさ 500 μ m以上の気泡面積の合計との間に相関が見られた。
- (2) しかし、水セメント比を低くしたものや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、空気量減少量に拘わらず表面に残留気泡を発生させず表面直下に気泡を留めた可能性を得た。

【謝辞】 本研究費の一部は日本学術振興会・科学研究費補助金(課題番号 17K147101)によった。

【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, 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