

滑落角と相互作用エネルギーを用いたコンクリート表面気泡の抑制効果の評価

清水建設(株) 技術研究所 正会員 ○ 依田 侑也 辻埜 真人 齊藤 亮介 黒田 泰弘
東洋アルミニウム(株) 先端技術本部 西川 浩之

1. はじめに

著者らは、図-1 に示すようなハスの葉の表面構造を型枠に付与するバイオミメティクス技術により、接触角が 150° 超となる型枠を開発した。また、既報¹⁾においてこの型枠を使用した際の表面気泡の抑制効果について報告した。

本報では、型枠表面の素材を変え、新しい評価指標として滑落角を用い、コンクリートの表面気泡に及ぼす影響について検討した結果について報告する。

2. 滑落角と相互作用エネルギー

滑落角は図-2 に示すように、ある平面を水平の状態から傾けていった際に、液滴が動き出す角度であり、

接触角と同様、水と材料表面の相互作用の評価に用いられ、近年注目されている。その理由は、水と材料の界面における接着の仕事量(付着エネルギーまたは相互作用エネルギーと呼ばれる)が、滑落角から算出でき、「せん断による滑落性」の評価に有効なためである²⁾。

本技術に関しても、型枠表面に達した気泡が、型枠とペースト界面における付着を引きはがすことにより容易に上昇し、表面気泡を低減している可能性があるため、滑落角および相互作用エネルギーを用いて評価を行うことは、材料の選定、配合や施工条件の最適化の観点から有効と考える。

3. 実験の概要

(1) 使用材料

使用材料を表-1 に示す。No. 0 は比較対象とする通常の塗装合板である。No. 1 は、塗装合板上に図-1 と同じ加工を施したものである。No. 2～No. 9 の水準は、各基材のシート上に、滑落角が変わるように様々な表面加工およびコートをし、評価に用いた。

(2) 滑落角の測定および相互作用エネルギーの算定

表-1 の素材を、平滑な面を持つ厚さ 5mm の塩化ビニル板に張り付け、協和界面科学社製の DM-501 を用いて滑落角を測定した。液滴の量は 20～40 μℓ とし、毎秒 1° の速さで水平面から徐々に傾けた。液滴を CCD カ

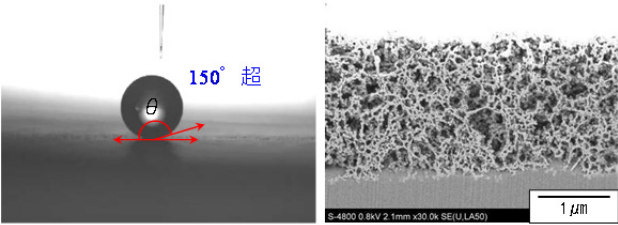


図-1 ハスの葉の表面構造を模した表面加工

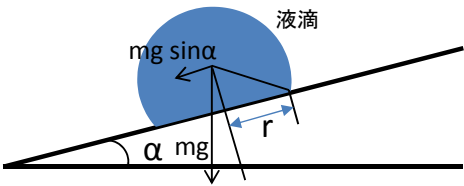


図-2 滑落角の概要

表-1 使用した材料

No.	基材	コート剤(1 層目)	コート剤(2 層目)
0	合板	目止め材	ウレタン系樹脂
1	塗装合板	酢酸ビニル系樹脂	疎水性シリカ
2	ポリエステル	酢酸ビニル系樹脂	-
3	ポリエステル	酢酸ビニル系樹脂	疎水性シリカ
4	ポリエステル	酢酸ビニル系樹脂	フッ素系コート剤
5	絹目加工のポリエチレン	-	-
6	絹目加工のポリエチレン	シリコン系コート剤	-
7	絹目加工のポリエチレン	シリコン系コート剤	疎水性シリカ
8	凹凸加工のポリエチレン	シリコン系コート剤	-
9	凹凸加工のポリエチレン	シリコン+フッ素系コート剤	-

キーワード 超撥水, 滑落角, 接触角, 相互作用エネルギー, 型枠, 表面気泡
連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島三丁目 4-17 清水建設株式会社 技術研究所 Tel : 03-3820-8741

メラによって経時的に観測し、液滴が10ドット前進した時の角度を滑落角と定義した。また、重力の傾斜方向成分と接触円周縁部にはたらく付着力がつり合っていると、相互作用エネルギーを、式[1]により算出した²⁾。

$$E = mg \sin \alpha \div 2\pi r \quad [1]$$

ここに、E:相互作用エネルギー(mJ/m^2)、 α :滑落角($^\circ$)、 r :水滴接触面の半径(μm)、 m :液滴質量(μg)、 g :重力加速度(m/s^2)

(3) コンクリートの表面気泡率の算定

本実験では既報¹⁾と同じ配合の呼び強度33のコンクリートを用いた。打込み直前のスランプは17.5cm、空気量は5.0%、温度は21 $^\circ\text{C}$ であった。内寸210 $\times$ 297 $\times$ 50mmの型枠にコンクリートを打ち込み、材齢4日で脱型した。脱型後1週間気中乾燥させ、コンクリート表面の直径1mm以上の空気泡を表面気泡と定義して、透明なOHPシートに写し取り、黒白の二値化処理の画像解析から、式[2]によって表面気泡率を算出した。

$$R_p = (RA \div AA) \times 100 \quad [2]$$

ここに、 R_p :表面気泡率(%), RA :表面気泡部分の面積、 AA :型枠の面積

4. 実験結果および考察

(1) 滑落角および相互作用エネルギー

図-3に、それぞれの型枠の滑落角および相互作用エネルギーを示す。相互作用エネルギーは滑落角より算定されるため、同様な傾向を示すが、No.4やNo6の水準で違いを生じた。これは主に r の影響である。

(2) 表面気泡率と滑落角および相互作用エネルギーの関係

図-4にそれぞれの型枠を使用した際の表面気泡率を示す。また、図-5に表面気泡率と滑落角の関係、図-6に表面気泡率と相互作用エネルギーの関係を示す。図-5より、滑落角が約20 $^\circ$ 以下になると表面気泡が減少し始め、約10 $^\circ$ 以下でその影響が顕著となった。また相互作用エネルギーにおいては約5 mJ/m^2 以下から、大きく表面気泡率が減少することが明らかとなった。

5. まとめ

コンクリートの表面気泡率を、滑落角および相互作用エネルギーを用いて評価できる可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 依田侑也ほか：超撥水機構を有する型枠を用いたコンクリートの表面気泡の抑制効果，土木学会第70回年次学術講演会，pp.563-564，2015.9
- 2) 村瀬平八：新しい概念によるはっ水表面の形成と滑水機構の考察，色材，73(2)，60-66，2000

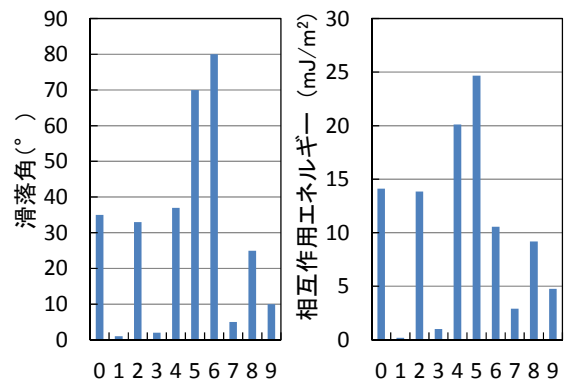


図-3 滑落角および相互作用エネルギー

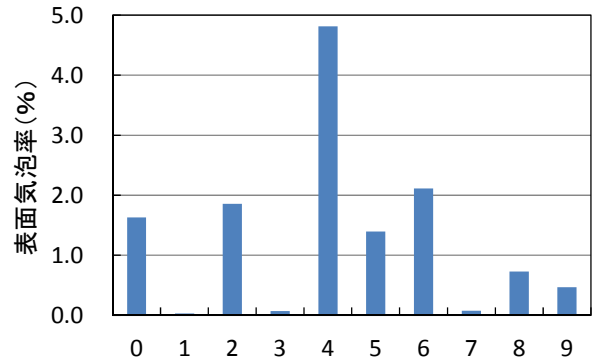


図-4 それぞれの型枠における表面気泡率

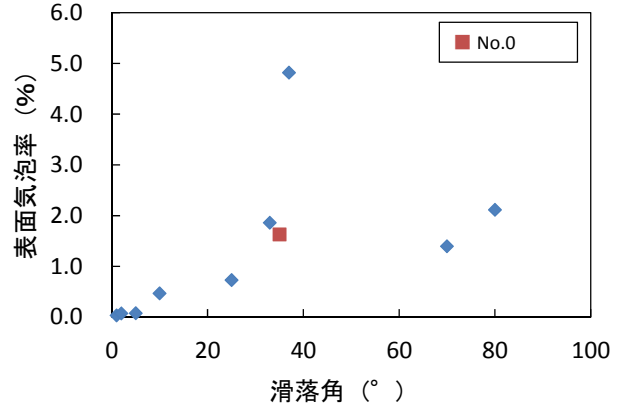


図-5 表面気泡率と滑落角の関係

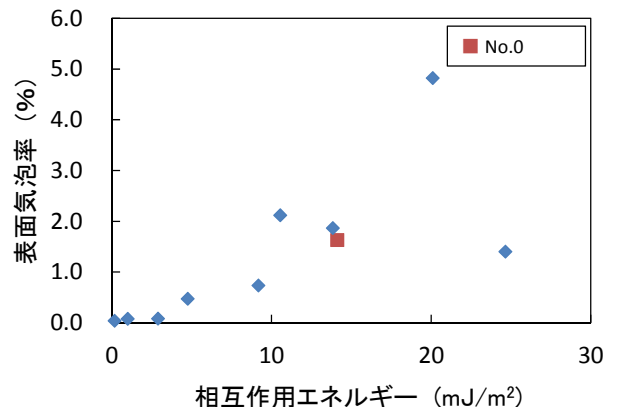


図-6 表面気泡率と相互作用エネルギーの関係