

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

清水建設(株) 技術研究所 正会員 ○ 依田 侑也 黒田 泰弘

清水建設(株) 土木技術本部 正会員 根本 浩史

東洋アルミニウム(株) 先端技術本部 西川 浩之

広島大学 大学院工学研究院 社会環境部門 正会員 寺本 篤史

1. はじめに

撥水性とは、水に対する濡れにくさであり、固体表面の水滴の接触角 θ (図-1 参照) が撥水性の指標になっている。材料の表面自由エネルギーを下げた場合の θ は、 120° 程度が限界と言われており¹⁾、それ以上の撥水性をもたせるためには、図-2 に示すハスの葉のように、フラクタル次元の高い、特殊な表面形状が必要と言われている。本報では、写真-1 に示すように、ハスの葉を模したフラクタル機構をコンクリートの型枠表面に付与し、 θ が 150° を超えるような超撥水の場合におけるコンクリート表面気泡の抑制効果についての検討結果を示す。

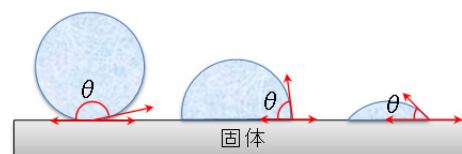


図-1 接触角

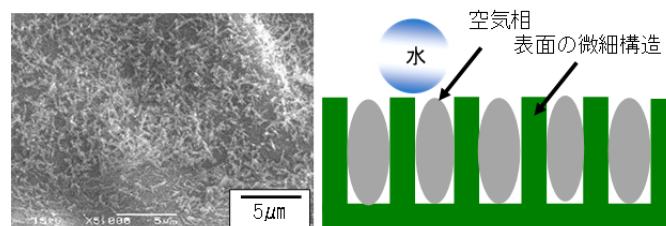


図-2 ハスの葉表面のSEM像と模式図

2. 超撥水機構を有する型枠

Cassie と Baxter は、図-2 に示すように、表面の深く細かい凹凸形状によって得られる空気相と水の接触角が 180° であることを仮定して、超撥水性に関する理論を説明している²⁾。このような表面にフレッシュコンクリートが接した場合、打込み時に生じた界面の気泡は容易に空気相に広がり、外部に放出されやすくなると推察され、コンクリートの表面気泡を抑制する効果が期待できる。また、硬化コンクリートの表面部は細かな凹凸状態になり、光が乱反射することが推察され、光沢が無くなる代わりに表面の色むらも抑制できると考えられる。さらに、型枠が濡れにくくなることから離形性に優れ、型枠の転用回数の増加についても期待できると考えられる。

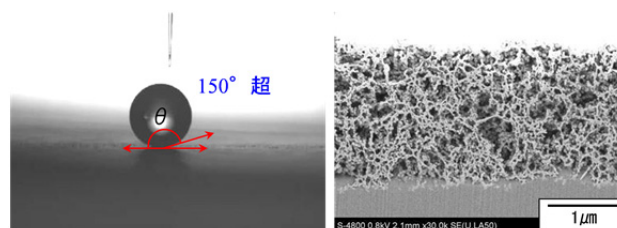
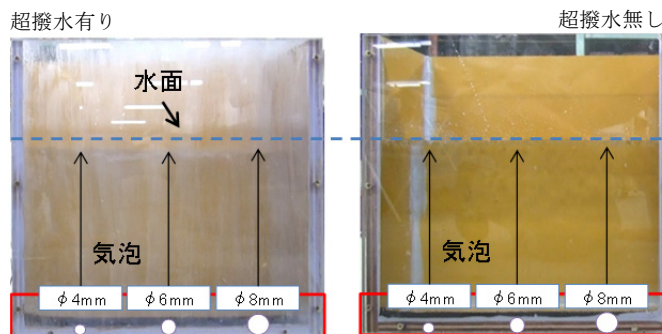


写真-1 超撥水型枠の接触角と構造



型枠面に連続的に気泡を出す装置を設置

図-3 脱泡メカニズムの検証実験

3. 実験の概要

(1) 超撥水型枠の気泡の挙動の確認

図-3 に示すように、 θ が約 85° のアクリル製の型枠とその表面に θ が 150° を超えるような超撥水機構を有する型枠の2つを準備した。超撥水機構が気泡に与える影響を確認するために、底面から連続的に気泡を発生する装置 (60mm 間隔に $\phi 4\text{mm}$ 、 $\phi 6\text{mm}$ および $\phi 8\text{mm}$ の孔) を取付けた、内寸 $300\text{mm} \times 300\text{mm} \times 100\text{mm}$ の型枠で検討した。型枠に水を $2/3$ 程度まで満たし、コンプレッサーを用いて双方の空気圧が同じとなるように

表-1 使用材料

種類	記号	材料
セメント	C	普通ポルトランドセメント 3.16g/cm ³
細骨材	S1	千葉県市原市産 山砂 2.60g/cm ³
	S2	栃木県佐野市産 石灰岩砕砂 2.67g/cm ³
粗骨材	G	栃木県佐野市産 石灰岩碎石 2.70g/cm ³
化学混和剤	SP	高性能 AE 減水剤

キーワード 超撥水, 接触角, 型枠, 表面気泡, 離型性, フラクタル

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

表-2 コンクリートの配合およびフレッシュ試験結果

呼び強度	目標スランブ(cm)	目標空気量(%)	W/C(%)	単位量 (kg/m ³)					SP (C×%)	フレッシュ試験結果		
				C	W	S1	S2	G		スランブ (cm)	空気量 (%)	温度 (°C)
33	18.0	4.5	50.8	335	170	506	338	926	0.7	19.5	4.8	22

空気を送り込み、型枠を鉛直面に対して約 15° 傾けて水と型枠界面における気泡の挙動を観察した。

(2) 超撥水型枠の硬化コンクリートの仕上がり

通常の塗装合板と超撥水機構を有する塗装合板が相対するように製作した内寸 600×600×200mm の型枠にコンクリートを打ち込み、打ち込み時の型枠表面に接するコンクリート面の状況と、脱型後のコンクリート表面を観察した。また、それぞれの型枠に接していたコンクリート面からコアを採取・切断し、切断面を研磨後、電子顕微鏡により反射電子像によるコンクリート内部の気泡の観察を行った。表-1 にコンクリートの使用材料を、表-2 に配合およびフレッシュ試験結果を示す。

4. 実験結果および考察

(1) 超撥水型枠の気泡の挙動の確認

写真-2 に、型枠上面から撮影した脱泡状況の違いを示す。超撥水機構がない場合は、気泡がアクリル板と水との界面に密集して気泡が多数確認されるのに対し、超撥水機構を有している場合は微細な気泡が界面に確認できるものの、滞留することなく空気中に放出されていることがわかる。これは、超撥水機構により、型枠と水の界面に脱泡を促す隙間が存在していることを示しているものと考えられる。なお、本実験での気泡を発生する装置の孔の寸法による違いは特に認められなかった。

(2) 超撥水型枠の硬化コンクリートの仕上がり

写真-3 に、打ち込み時および脱型後のコンクリート面の状況を示す。超撥水機構を有する型枠では、打ち込み中にセメントペーストが型枠に付着せず、脱型後のコンクリート面は、超撥水機構がない場合に比べ、表面気泡が減少していた。断面の反射電子像の撮影結果を写真-4 に示す。超撥水機構を有する型枠を用いた場合では、超

撥水機構がない場合に比べ、型枠近傍の表面気泡が低減できていることが確認できた。このことから、超撥水機構を有する場合では、界面に到達した気泡はコンクリート内部に留まることなく、抜けていると判断される。

5. まとめ

超撥水機構を有する型枠を使用することにより、打ち込み時に生じる型枠表面の空気は脱泡され、コンクリートの表面気泡を抑制する効果が確認できた。

参考文献

- 1) K. Watanabe, et al: J. Oleo Sci., 53, p.547. (2004)
- 2) Cassie ABD, Baxter S: Wettability of porous surfaces, Trans. Faraday Soc., 40, 546-551 (1944)

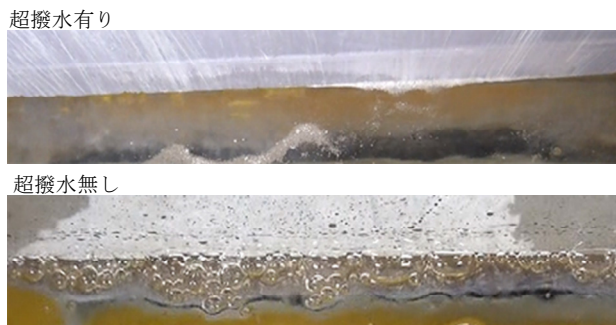


写真-2 超撥水機構の有無による脱泡状況

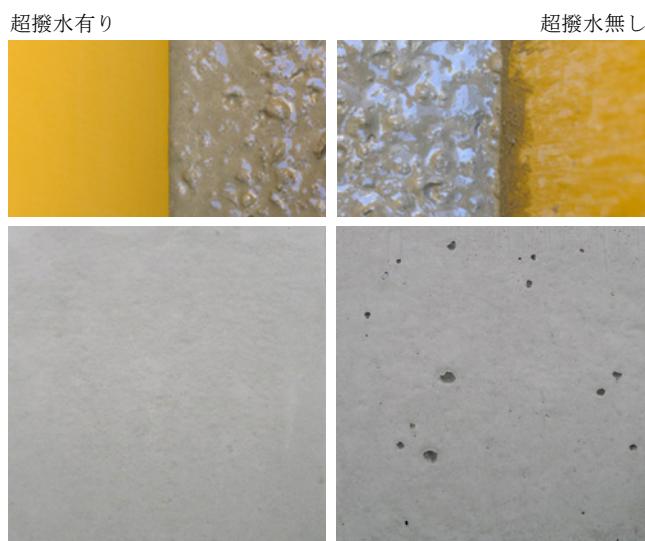


写真-3 打ち込み時と脱型後のコンクリート面

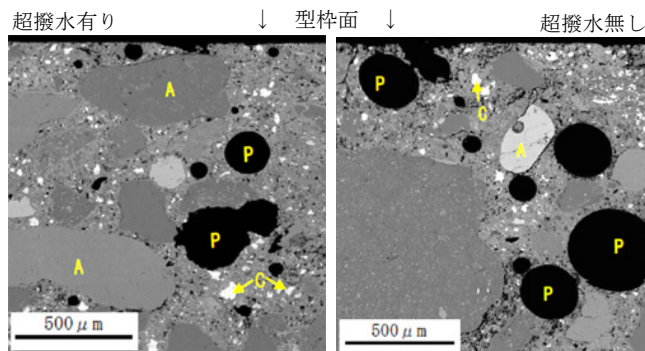


写真-4 コンクリートコアの切断面の撮影結果