

超撥水型枠を使用したコンクリートの表面気泡に及ぼす締固めの影響

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 浦野 真次 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模した特殊なフラクタル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、締固めが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。

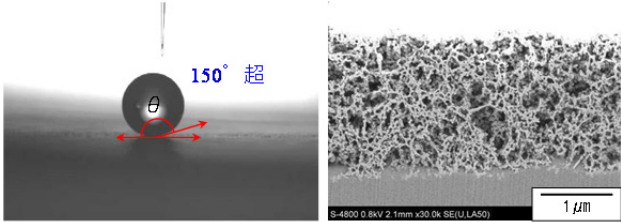


図-1 ハスの葉の表面構造を模した表面加工

2. 実験の概要

(1) 使用材料

型枠は、市販の塗装合板と開発した超撥水型枠を用いた。使用したコンクリートは、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。コンクリートの使用材料を表-1 に、配合およびフレッシュ性状を表-2 に示す。

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
化学混和剤	VSP	増粘効果を有する高性能 AE 減水剤

(2) 型枠面に作用する振動加速度および表面気泡率の測定

通常の塗装合板と超撥水型枠が相対するようにし、加速度計を型枠面に取り付けた型枠を使用した。試験水準は表-3 に示す通りである。シリーズ1 は、縦 YY×横 YY×高さ 40cm(YY は 25,50,75,100)のサイズの型枠であり、振動機-型枠面距離をパラメータとした。シリーズ2 は、縦 10×横 30×高さ 30cm のサイズの型枠であり、振動時間をパラメータとした。型枠にコンクリートを打ち込んだ後、棒状振動機を型枠の中央に差し込み、締固めを行った。型枠は材齢4日で脱型し、脱型後1週間気中乾燥させた。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[1]によって表面気泡率を算出した。

$$Rp = (RA \div AA) \times 100$$
 [1]

ここに、Rp：表面気泡率（%），RA：表面気泡部分の面積(cm²），AA：型枠の面積(cm²）

また、測定した型枠面に作用する振動加速度から、式[2]を用いて、締固めエネルギーを算定した²⁾。

$$E = \rho \alpha^2 t_0 / 4 \pi^2 f$$
 [2]

ここに、E：締固めエネルギー(J/L)，ρ：コンクリートの密度(kg/L)，α：最大加速度(m/s²），t₀：締固め時間(s)，f：振動数(s⁻¹)

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	目標スランプ (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		スランプ(cm)	空気量(%)	温度(℃)
33	18.0	4.5	50.8	335	170	506	338	926	0.7	17.5	4.6	21

表-3 締固め時間と振動機-型枠面距離の試験水準

締固め時間 (s)	シリーズ1				シリーズ2			
	10				2	5	10	20
振動機-型枠面距離 (cm)	12.5	25.0	37.5	50.0	5.0			

キーワード 超撥水，接触角，型枠，表面気泡，締固め，流動化
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

(3) コンクリートを流動化させた場合の検討

表-2のコンクリートにスランプフローが60cm程度となるようにVSPを後添加した。流動化コンクリートを、締固めを行わずに通常の塗装合板と超撥水型枠が相対するように製作した縦15×横90×高さ90cmの型枠に打ち込み、脱型後の表面気泡率の違いを検討した。

3. 実験結果および考察

(1) 型枠面に作用する振動加速度と距離の関係

振動加速度と振動機-型枠面距離の関係を図-2に示す。型枠面に作用する振動加速度は、振動機から型枠面との距離が遠くなるほど小さくなった。また、その関係は概ね指数関数で回帰できることが確認された。

(2) 締固めエネルギーと表面気泡率の関係

締固めエネルギーと表面気泡率の関係を図-3に示す。塗装合板を使用した場合、締固めエネルギーが大きくなるほど、表面気泡率が低減される傾向を示した。また、同じ締固めエネルギーのとき、超撥水型枠は塗装合板と比較して、表面気泡率を低減できることが明らかとなった。なお、締固めエネルギーが最小値の水準では、超撥水型枠を使用した場合においても表面気泡率は比較的大きい。超撥水型枠の表面気泡の低減効果を十分に発揮させるためには、コンクリートの配合に応じたある閾値以上の締固めエネルギーを与える必要があることを示唆していると考えられる。

(3) コンクリートを流動化させた場合の表面気泡率

流動化剤を添加した後のコンクリートは、スランプフローが58.5×57.5cmの流動化コンクリートとなり、材料分離がないことを確認した。コンクリートの表面気泡率を図-4に示す。締固めを行わない厳しい条件にもかかわらず、超撥水型枠を使用した場合、塗装合板と比較して表面気泡率が約80%低減可能であった。流動化コンクリートは型枠に充填されやすいが、表面気泡を低減する観点では、充填後に発生した表面気泡を低減することが必要である。超撥水型枠の場合、図-1の構造中を空気が通過できること、型枠とコンクリート界面が極めて離れやすく気泡が充填後でも上昇しやすいことが表面気泡を低減できた要因であると考えられる。

4. まとめ

市販の塗装合板と超撥水型枠を使用した場合の締固めの影響を検討した結果、超撥水型枠を使用した場合、締固めエネルギーが小さい場合でも、コンクリートの表面気泡を抑制できることが明らかとなった。また、流動化コンクリートを使用した場合においても、表面気泡の抑制効果が高いことが示された。

参考文献

- 1) 依田侑也, 黒田泰弘, 根本浩史, 西川浩之, 寺本篤史: 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) 國府勝郎, 上野敦: 締固め仕事量の評価に基づく超硬練りコンクリートの配合設計, 土木学会論文集, No.532, V-30, pp.109-118, 1996.2

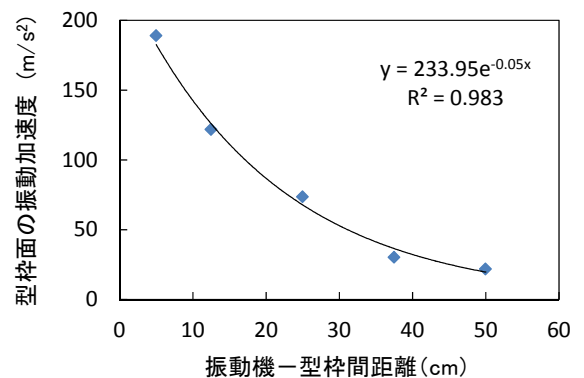


図-2 振動加速度と型枠面距離の関係

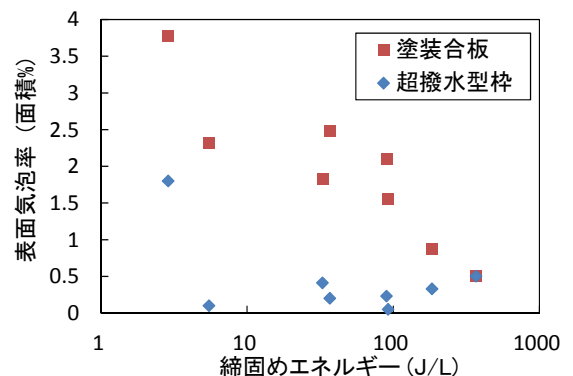


図-3 表面気泡率と締固めエネルギーの関係

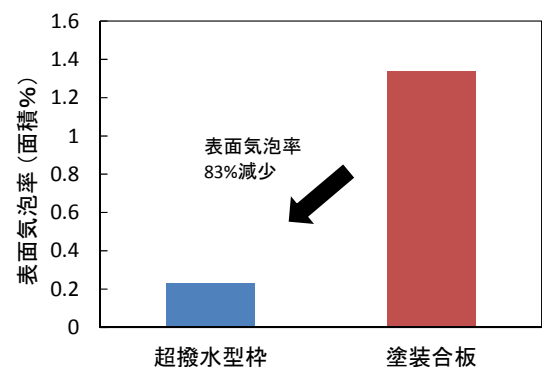


図-4 流動化コンクリートを使用した場合の表面気泡率