

ウルトラファインバブルを含む混練水がモルタルのフレッシュ性状に与える影響

東京都市大学 学生会員 ○柳瀬 有梨
東京都市大学 正会員 栗原 哲彦

1. はじめに

ウルトラファインバブル（以下、UFB）の技術利用は生物分野をはじめとして様々な分野で行われている。近年の研究¹⁾ではマイクロナノバブル混合水を用いたセメントペーストの流動性向上が確認されている。本研究ではマイクロナノバブルよりも直径の小さなUFBを含む混練水がモルタルのフレッシュ性状に与える影響を調査した。

2. 試験概要

2.1 UFBの生成方法

UFBを含む混練水の生成には、圧力により水中にUFBを発生させる装置を使用した。既往研究²⁾より、UFBを効果的に水中へ混入できる水圧を0.3MPaに設定した。また、**図-1**に示すように循環させることでよりUFBの混入量が増えるため、8分間循環させ採水したものを混練水に用いた。生成・採水した水中に含まれるUFBの濃度の測定結果を**表-1**に示す。

2.2 使用材料およびモルタル配合

表-2に示すように、練り混ぜ水の異なる4ケースのモルタルについて試験を行った。セメントには早強ポルトランドセメントを使用し、細骨材には珪砂7号を使用した。モルタル配合（化学混和剤は水に含めて表記している）を**表-3**に示す。

2.3 テーブルフロー試験

JIS R 5201に基づいて行った。

2.4 ベーンせん断試験

本試験ではハンドベーンを用いた。ビーカーにモルタルを詰め、ハンドベーンの羽根（幅D15mm×高さH30mm）を挿入し回転させ最大トルク値 T_{max} を測定する。式[1]よりせん断強さ S_{fv} を求めた。

$$S_{fv} = T_{max} / \pi(D^2H/2 + D^3/6) \quad [1]$$

図-2にハンドベーンとベーンせん断試験の様子を示す。また、ビーカーとモルタル間の摩擦が測定値に影響しないことを確認するため、大きさの異なる3つのビーカーで予めベーンせん断試験を行った。

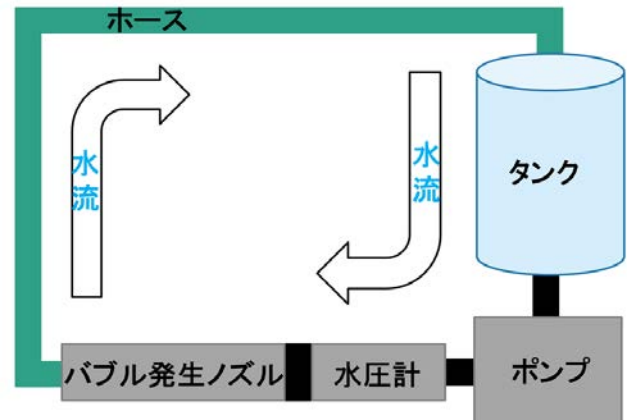


図-1 循環のイメージ

表-1 UFBの個数濃度

測定試料	UFB水 0.3MPa循環8分	水道水
個数濃度(個/ml)	267,888,680	70,441,451

表-2 各ケースの条件

1	2	3	4
水道水	UFB水	水道水 + AE減水剤	UFB水 + AE減水剤

表-3 モルタル配合（質量比）

水セメント比 (%)	水	セメント	細骨材
60	0.6	1	2

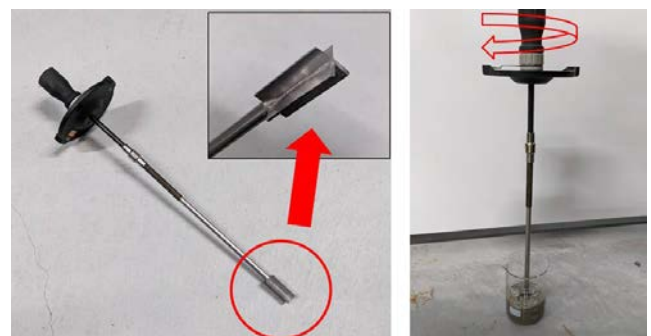


図-2 ハンドベーンおよびベーンせん断試験の様子

キーワード UFB, モルタル, ワーカービリティ, ベーンせん断試験

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL : 03-5707-0104 E-mail : nkuri@tcu.ac.jp (栗原)

表-4 に示す結果より、ビーカーの大きさによる測定値の変動はないことを確認し直径 50mm を採用した。

2.5 圧縮強度試験

JIS A 1108 に基づいて行った。φ 50mm×100mm の円柱試験体を作製し、14 日間湿布養生した試験体の測定を行った。

3. 試験結果および考察

3.1 テーブルフロー試験

試験結果（直交する 2 方向の平均フロー値）を表-5 に示す。ケース 1 を基準にすると、ケース 2 は 1.01 倍、ケース 3 は 1.05 倍、ケース 4 は 1.25 倍となった。ケース 1 と 2 を見ると、大差はなく、UFB の明確な効果を見ることはできないが、実際に触れた感触ではケース 2 の方が緩い感じを受けた。一方、ケース 3 と 4 を比較すると、UFB を使用したケース 4 のフロー値がわずかに大きくなった。

3.2 ベーンセン断試験

試験結果を表-6 および図-3 に示す。ケース 1 に対してケース 2 ではベーンセン断強さは小さくなり、モルタルの流動性が高いことが分かる。フロー値では判別できなかったが、ベーンセン断強さをを用いることで UFB の効果を見ることができた。ケース 2 と 3 を比較すると、ベーンセン断強さは同程度となった。これより、UFB 水を用いることで「水道水+AE 減水剤」と同程度の流動性を確保できる可能性があることがわかる。また、UFB を用いることでモルタルの流動性を向上できる点は、丸山らの研究¹⁾と同様の傾向が確認できた。

3.3 圧縮強度試験

試験結果を表-7 に示す。結果よりすべてのケースにおいて大きな差はみられず、UFB を用いることによる圧縮強度への影響はないことが確認できる。

4. まとめ

本研究ではベーンセン断試験を用いることにより、UFB を含む混練水がモルタルの流動性向上に作用するという結果が得られた。また、圧縮強度試験の結果から、UFB による強度の低下の懸念もないと考える。今後は、コンクリートへの使用や耐久性等の確認を行う必要があると考えている。

表-4 容器選定試験の結果

容器直径	50mm	75mm	100mm
測定最大トルク (cN・m)	6.7	6.8	6.7
ベーンセン断強さ (kN/m ²)	5.4	5.5	5.4

表-5 テーブルフロー試験の結果

ケース	1	2	3	4
フロー値 (mm)	154	155	162	192

表-6 ベーンセン断試験の結果

ケース	1	2	3	4
測定最大トルク (cN・m)	6.7	4.9	4.8	4.3
ベーンセン断強さ (kN/m ²)	5.4	4.0	3.9	3.4

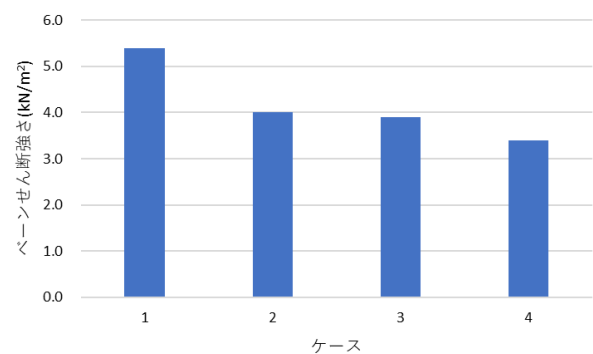


図-3 ベーンセン断強さの比較

表-7 圧縮強度試験の結果

ケース	1	2	3	4
圧縮強度 (N/mm ²)	29.6	31.8	31.0	29.3

謝辞

UFB の生成ノズルおよび濃度計測に関して、株式会社絆ジャパンならびに株式会社富士計器にご協力いただいた。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 丸山貴吉, 高橋直也, 鈴木翔太, 伊達重之: マイクロナノバブル混合水を用いたセメントペーストの流動性への影響, 土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, 41 巻, V-22, 2014
- 渋谷唯人: UFB を含む混練水を用いたモルタルの基礎性状に関する研究, 2021 年度東京都市大学卒業論文