調査・報告

ファインバブルに関する調査研究

内藤　隆之[*]　星野　公明[**]　中川　昌幸[***]　天城　裕子[***]　山下　亮[***]　桑原　理絵[****]

Report of Market and Technology Trend of Fine-buble Technology

NAITO Takayuki[*], HOSHINO Kimiaki[**], NAKAGAWA Masayuki[***], AMAKI Yuko[***], YAMASHITA Ryo[***] and KUWAHARA Rie[****]

1. 緒　　言

ファインバブルとは，直径 100μm 以下の気泡を総称した呼称である。さらに直径 1μm を境として大きい気泡をマイクロバブルと呼び，小さい気泡をウルトラファインバブルと呼んで区別する。平成 29 年 6 月にファインバブルに関する規格が発行され，これまでに 4 規格の発行がなされてきた[1)]。

またファインバブルは，水中への易溶性のほか，水中で浮遊する気泡（特にウルトラファインバブル）の存在による効果[2)]に特徴があるとされている。しかし，この浮遊する気泡の計測（粒度分析）は困難であり，今日まで確立された粒度分析方法がなく，ISO 化に向けていくつかの方法が検討されている状況である。

昨年度は，ファインバブル発生装置を購入し，ファインバブル径計測装置の使用事例や，主にウルトラファインバブルによる測定データの蓄積を実施してきた。

今年度は，マイクロバブルを優先的に発生させる装置を導入し，ウルトラファインバブルとの比較事例として，アルミ材の研磨試験を行って加工効果について確認した。また，ファインバブル技術の普及を意図して，官学連携による研究会を組織したので，その活動概要を報告する。

*　県央技術支援センター
**　研究開発センター
***　下越技術支援センター
****　中越技術支援センター

2. 活動概要

2.1 講習会の開催

ファインバブルの利用技術に関する講習会を開催した。講習会の様子を図 1 に，内容を以下に示す。講演終了後，ファインバブル発生装置の実演を行った。

開催日：平成 30 年 12 月 14 日（金）
参加者：18 社 24 名
内　容：
①ファインバブル水による工業洗浄等の事例紹介
②ウルトラファインバブル水のビルメンテナンスと入浴利用における活用事例
講　師：
①大生工業㈱FB 事業部課長・加藤 克紀 氏
②㈱金星 前橋事業所所長代理・飯田 浩 氏

聴講者の関心がとても高く，質疑も活発であった。機械加工や工業洗浄におけるファインバブルの期待感は大いに感じられた。一方，ファインバブル技術は万能ではなく，使用条件の検討が今後の課題であることもわかった。

図 1　講習会の様子

2.2　技術動向調査

2.2.1　ファインバブル径計測装置

当初から課題とされてきたファインバブル径計測における気泡と非気泡粒子（介在粒子）とを区別する問題は，現時点で共振式質量測定法のみが対応できる方法である。ただし，測定前の試料調製方法について課題が多く，実用化にはまだ程遠い状況である。現状の対策については，ファインバブルを含ませる前後での計測結果を比較する方法などが有力とされているものの，ISO 化に向けて検討中である。

2.2.2　ファインバブルの利用技術

国内外を問わず農業，水処理，洗浄の各分野について利用事例が先行しているものの，学術的な解明が不十分な状況であり，経験的な事例の蓄積に傾倒している状況に課題がある。FBIA 等の関係団体が主導するシンポジウム等での情報収集は今後とも必要である。

2.2.3　SDGs との関わり

SDGs とは 2015 年 9 月の国連サミットで採択された 17 の国際目標（図 2[3]）であり，2030 年を年限として「誰一人取り残さない」持続可能で多様性と包摂性のある社会の実現を目指している。

ファインバブル技術は SDGs が掲げる 17 の目標の中で 9 の目標に関与できる可能性があるとされ，図 2 において，太枠の目標がファインバブル技術の関与できる分野とされている[4]。

図 2 SDGs の 17 の目標
（太枠がファインバブル技術の目標）

2.3　工業技術総合研究所の取り組み

本調査研究で導入したファインバブル発生装置 2 機種を用いて，シンプルな加工事例として耐水研磨紙による Al 研磨におけるファインバブル水の効果を確認した。

（試　料）φ10mm の純 Al
（研磨紙）#220
（研磨機）IS-POLISHER ISPP-1000
（(株)池上精機製）
（ファインバブル発生装置）
・HELIX NOZZLE TH-03（大生工業(株)製）
・GaLF FZ1N-07（IDEC(株)製）
（実験条件）表 1 のとおり

ファインバブル発生装置により水槽内にバブルを発生させ，その水槽に研磨機の水供給装置の吸込み口を入れてバブル水を研磨機に導入した。大生工業（株）のバブル水は 10 数 μm～100μm 程度までの径分布を持ち，26～40μｍ程度の発生頻度が高い。一方，IDEC（株）のバブル水は 0.05μm~0.2μm 程度までの径分布を持つ。実験の様子を図 3 に示す。

表 1　実験条件

荷重負荷おもり(g)	200
研磨板回転速度(rpm)	300
水供給頻度	5/max10
試料スイング	なし
耐水研磨紙	#220

図 3　実験の様子

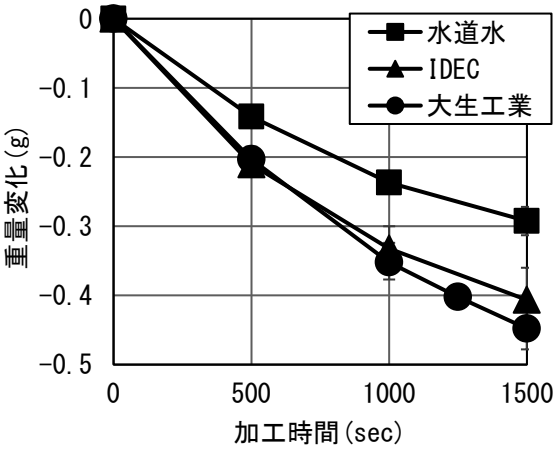

図 4　加工時間と重量変化

（実験結果）

研磨条件を一定とし，試料の重量減少を比較することにより水道水と IDEC（株），大生工業（株）の発生装置によるバブル水を用いたときの加工性を比較した。図 4 に加工（研磨）時間と重量変化の関係を示す。どちらのバブル水も水道水より重量減少量が大きかった。

また，加工時間が増加するにつれて重量減少率（直線の傾き）は徐々に小さくなっていた。これは耐水研磨紙の研磨砥粒の脱落や切粉による耐水研磨紙の目詰まりによるものが主な原因と考えられる。研磨におけるバブル水の効果は研磨紙表面における被研磨試料の目詰まり除去により，砥粒の切れ刃がより持続するためであると推測される。目詰まり除去効果の検討（被研磨試料を変える等）は今後の課題である。

2.4　県内支援機関等との連携構築

ファインバブルの用途開発や利用普及等を推進するため，新潟大学と燕三条地場産業振興センターとの連携によりファインバブル技術に関する研究会を立ち上げ，活動目標を『ファインバブル水による洗浄技術』として，その中で講演等を実施しながらファインバブルに関する知見を深め，技術開発テーマを検討していくこととした。なお，当該研究会には県内企業 15 社が参加している。今年度の活動実績は以下のとおり。なお，当該研究会は次年度も継続する予定であり，引き続き連携していく。

第一回：平成 30 年 7 月 12 日（木）
　演題「ファインバブルの可能性」
　講師　新潟大学 助教　牛田 晃臣 氏
第二回：平成 30 年 9 月 21 日（金）
　新潟大学 牛田研究室見学
第三回：平成 30 年 12 月 14 日（金）
　ファインバブル技術講習会
　※新潟県工業技術総合研究所主催の
　　講習会に共催で参加
第四回：平成 31 年 3 月 7 日（木）
　燕三条地場産業振興センターにて
　ファインバブル水による洗浄実験

3.　結　　言

(1) 県内企業ではファインバブル技術について機械加工や洗浄への利用に高い関心を示すものの，機構解明が不十分なため評価できず、普及するまでには至っていない。

(2) ファインバブル径計測では，気泡と非気泡粒子（介在粒子）との区別が課題であり，共振式質量測定法が気泡と介在粒子を区別できる唯一の測定法となっている。

(3) ファインバブル水による Al の研磨実験を通して加工特性の一端を確認できた。素材毎に最適な研磨条件の把握が必要と考えられ，個別に検討する必要がある。

(4) ファインバブル技術は国連主導の SDGs が掲げる 17 の目標の中で，9 の目標に関与できる可能性があるとされている。

(5) 新潟大学，燕三条地場産業振興センターと連携してファインバブル水による洗浄技術に関する研究会を四回開催した。

参考文献

1) https://www.iso.org/standard/68187.html?browse=tc
2) 矢部彰ほか，“ナノバブルによる固体微粒子汚れの洗浄”，伝熱，43，183，2004，pp.16-18.
3) https://miraimedia.asahi.com/sdgs-description/
4) https://www.iso.org/committee/4856666.html