

論文内容要旨(和文)

平成 15 年度入学 大学院博士後期課程

物質生産工学専攻

エネルギー環境工学講座

学生番号 03522208

氏名 彌富 隆一



論文題目； 自由界面から巻き込まれるガスによる気液攪拌操作に関する研究

【要旨】

自由界面から巻き込まれるガスによる気液攪拌操作は、酸化、水素化などの気液反応や生物・医薬産業における発酵工程、廃液処理における曝気操作など、さまざまな工業分野で幅広く用いられている。特に、溶解度の低いガスを用いる場合には、自由界面から巻き込まれたガスによる気液物質移動速度がプロセス全体の運転時間を支配しており、工業的には極めて重要な操作のひとつといえる。

しかしながら、既往の研究では、ガスを吹き込んだ状態のいわゆる通気攪拌操作に関する研究が殆どで、自由界面から巻き込まれるガスに着目した研究は皆無に近い。そこで本研究では、自由界面からのガス巻き込みのメカニズムを解明し、気液物質移動容量係数 k_{La} に対する装置形状や操作因子の相関を定量化して、工業的にも利用価値の高い、自由界面からのガス巻き込みによる気液物質移動速度を促進する指針の確立を目的とした。

研究では、まずフローパターンの解明を、透明実験槽を用いた観察および数値解析 (CFD) により行なった。数値解析結果の一部は、デジタルビデオを用いた 3 次元画像解析による流れの可視化技術によって検証し、その妥当性を確認した。

次に、同じ透明実験槽を用い、ガスホールドアップ量 (目視)、動力 (トルク計)、物質移動容量係数 k_{La} (DO 計) を測定した。データ解析の結果、自由界面からガスが吸収されていくメカニズムが、(表面更新) × (気泡巻き込み) × (液飛散) の複合的な作用であることを数値的に明らかにし、攪拌翼の液没距離と動力低下率をパラメータとしたガス吸収速度の相関式を導き出した。

最終章では、本研究で得られた知見に基づき、自由界面からの速やかなガス巻き込みが要求される実際のプラント (12m³&25m³) での問題解決を目的として、新たな攪拌翼形状を提案し、現実に装置を改造して、その性能検証を行なった。プラント運転の結果、従来の運転時間を約 1/4 に短縮することができ、新たな攪拌翼形状の有効性を実証することができた。加えて、本研究での k_{La} データを用いた推定運転所要時間が現実の運転結果と比較的良好な一致を見たことから、スケールアップ方針の妥当性が確認できた。

論文内容要旨 (英文)

平成 15 年度入学 大学院博士後期課程

物質生産工学専攻

エネルギー環境工学講座

学生番号 03522208

氏名 彌富 隆一



論文題目 Study of Surface Aeration without Sparging in Mixing Vessel

Surface aeration in mixing vessel without gas sparging is commonly adopted in many chemical processes, such as hydrogenation in polymerization process, ethylene oxide additional reaction in surfactant industries, and biological oxidation for the wastewater-treatment in environmental industries. In the literature concerned with gas-liquid mixing, most of all previous investigations are tested with gas sparging. Only a few of those are concerned with surface aeration without gas sparging, but their test conditions are restricted to constant liquid depth with small impellers. However, there are many cases where the liquid depth changes during operation and using several type of impellers in actual industries. Therefore, the aim of this study is to investigate the surface aeration phenomena without gas sparging at various liquid depths using a disk turbine (DT) and large paddle impeller Maxblend[®](MB).

Beginning of this study, flow pattern was investigated by 3 different methods, i.e., optical observation, computer fluid dynamics (CFD) and 3-D image processing. Results of these 3 methods were in good agreement and the reliable flow pattern has been found out.

Next experimental studies were carried out in concern with gas hold-up, power consumption and mass transfer coefficient ($k_L a$). As the results, surface aeration was observed the combined effect of surface renewal, gas entrapment and splash, conclusively the unique equation of $k_L a$, correlated with the power decrement ratio and impeller submergence depth, was obtained.

Using these experimental knowledge, we proposed the new impeller. After estimation based on the $k_L a V$ concept, 12m³ reactor was retrofitted with the new impeller. Finally the actual operation time of 17 hours was found to be strictly identical to our estimation, that is 75% reduction of the conventional 70 hours. This result shows the advantage of new impeller based on this investigation and the very good quality of the estimation procedure in industrial processes.

(12pt シングルスペース 300 語程度)

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成19年2月26日

理工学研究科長 殿

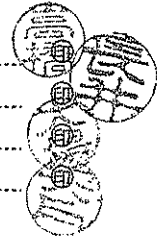
課程博士論文審査委員会

主査高橋 幸司 教授.....

副査長井 勝利 教授.....

副査大場 好弘 教授.....

副査宋戸 昌広 助教授.....



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名物質生産工学.....専攻

氏名彌富 隆一.....

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

.....自由表面から巻き込まれるガスによる気液攪拌操作に関する研究.....

3. 学位論文公聴会

開催日 平成 19年 2月 22日

場 所山形大学VBL 3F 秦ホール.....

4. 審査年月日

論文審査 平成 19年 2月 16日 ~ 平成 19年 2月 21日

最終試験 平成 19年 2月 22日 ~ 平成 19年 2月 26日

5. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査合格.....

(2) 最終試験合格.....

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

7. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

| 専攻名 | 物質生産工学 専攻 | 氏名 | 彌富 隆一 |
|---|-----------|----|-------|
| 学位論文の審査結果の要旨 | | | |
| <p>第1章 緒論 本研究の背景と目的について述べ、調査した既往の研究について述べ、本研究の立場を明確にした。</p> <p>第2章 フローパターン 実測並びに数値シミュレーションによりフローパターンを得、本論文で測定する諸特性を理解するための基礎データを得た。</p> <p>第3章 ガスホールドアップ 気液混合で重要な特性値であるガスホールドアップを翼の設置位置を変えて目視により測定し、翼設置位置が気体巻き込みに大きな影響を与えることを明らかにした。</p> <p>第4章 攪拌所要動力 気体巻き込み時の攪拌所要動力を測定し、従来の気液混合における諸特性を相関する際の無通気時の攪拌所要動力を用いることの矛盾を説明した。</p> <p>第5章 ガス吸収速度 ガス巻き込み速度を翼の設置位置を変化させて測定し、自由表面と翼設置位置の関係で表面更新、ガス巻き込み並びにスプラッシュの重畳作用であることを明らかにした。</p> <p>第6章 新型攪拌翼の提案と検証 前章までの考察を基に液位の変化に対応できる上部が広く下部が狭い長パドルを有する攪拌翼を提案し、その特性を検証した。</p> <p>第7章 総括 各章の研究によって得られた結論をまとめ、今後の展望について考察した。</p> <p>【論文】 Yatomi,R., K.Takenaka, K.Takahashi and P.A.Tanguy ; "Large Paddle Impeller for Enhancement of Surface Aeration without Sparging : Application to Polymerization Reactor with Liquid Level Change,"<i>J.Chem.Eng. Japan</i>, accepted</p> <p>【国際会議】 Yatomi,R., K.Takenaka, S.Morinaga, K.Takahashi and P.A.Tanguy ; "Large Paddle Impeller for Enhancing Surface Aeration : Application to Polymerization Reactor with Liquid Level Change," 12th European Conference on Mixing, Bologna, Italy (June 2006) Takahashi,K., H.Horiguchi, M.Mishima and Yatomi,R ; "Mixing Characteristics in a Vessel Agitated by Large Paddle Impeller MAXBLEND," 12th European Conference on Mixing, Bologna, Italy (June 2006)</p> <p>以上を総合的に判断して、本論文が博士論文として十分な価値を有するものと認め、よって合格と判定した。</p> | | | |
| 最終試験の結果の要旨 | | | |
| <p>自由表面から巻き込まれるガスによる気液攪拌操作は、酸化・水素化などの気液反応や生物・医薬産業における発酵工程・廃水処理における曝気操作などにおいて頻繁に見受けられる。しかしながら従来の気液混合に関する研究では強制的にガスを吹き込む場合について行われているに過ぎない。本研究では翼の設置位置を変化させた従来翼と代表的な大型翼のマックスブレンド翼を用いて、自由表面から気体を巻き込んだときのガスホールドアップや気液物質移動を測定し、この操作は表面更新、ガス巻き込み並びにスプラッシュの重畳作用で起きていることを明らかにした。さらに液レベル変化に対応できる新たな攪拌翼を提案し、その優れた特性を検証した。</p> <p>以上の研究内容及び関連分野について最終試験を行った結果、学識、能力は十分であり、よって合格と判定した。</p> | | | |