



Title	円管内脈動流れとそれによる酸化鉄ペレット還元反応促進効果に関する基礎的研究
Author(s)	碓井, 建夫
Citation	大阪大学, 1974, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/31068
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

[5]

氏名・(本籍)	碓井建夫
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 3070 号
学位授与の日付	昭和 49 年 3 月 25 日
学位授与の要件	工学研究科冶金学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	円管内脈動流れとそれによる酸化鉄ペレット還元反応促進効果 に関する基礎的研究
論文審査委員	(主査) 教授 近江 宗一 (副査) 教授 荻野 和己 教授 森田善一郎 教授 村田 暹 教授 福迫 達一 教授 森川 敬信

論文内容の要旨

本論文は層流域から乱流域にわたる円管内脈動流れの圧力、速度を理論と実験の両面から解析し、さらにこの流れを用いた場合の酸化鉄ペレット還元反応促進効果について、速度論的検討を加えたもので、7 章からなっている。

第 1 章は緒論で、本研究の必要性、各章の相互関係について述べた。

第 2 章では円管内の波動伝播を伴う層流脈動流れについて、粘性圧縮性流体の圧力と速度に関する従来の解を無次元の形で整理し、この解の近似の物理的意味と成立範囲について、その詳細を明らかにするとともに、圧力、速度などの力学的特性に関して細密な考察を行なった。

第 3 章では従来ほとんど顧みられなかった乱流脈動流れについて解析した。すなわち圧縮性をわずかに考慮した近似的な基礎式をたて、レイノルズ応力の項を時間平均流れに対する渦動粘性係数を使っておきかえたうえ、これに対する 5 種類の分布モデルを設定して速度や波動伝播定数など決める式を導いた。つぎに具体的な計算を遂行し、各モデルの比較と周波数・レイノルズ数の影響の検討および層流の場合との比較などを行ない、流れの特性を解明した。

第 4 章と第 5 章では、それぞれ層流と乱流の場合について、円管内の空気および水の脈動流れにおける圧力と速度を、ひずみゲージ型圧力変換器—動ひずみ計と熱線風速計を使って、装置が許す限り広範囲にわたって測定し、管横断面上速度分布の形状、圧力・速度の管軸方向の分布に関して豊富な資料を整え、第 2 章と第 3 章で述べた近似解と比較して、周波数、レイノルズ数、振幅などの影響を詳しく検討し、近似解は実験結果と広範囲にわたってよく一致することを示した。

第 6 章ではまず定常流れにおいて、酸化鉄ペレット単一球に対する一界面の未反応核モデルによる総括反応速度の式を、収支抵抗を考慮して導出し、物性値などに再検討を加えて新しく計算を行ない従来の実験結果をより合理的に説明できることを示した。つぎにこの結果を用いて、脈動流れを適用

した場合の還元反応促進効果がガス境膜内拡散抵抗の減少にあると推論し、第2章から第5章までの流体力学的な成果より、ガス境膜内物質移動係数に北浦らの式が利用できるものとして反応速度を理論的に推算し、操作条件の反応促進効果に及ぼす影響を詳しく調べ、酸化鉄ペレットの還元反応に脈動流れを応用することの有効性を示唆した。

第7章は結論で、第2章から第6章までの結果を総括した。

論文の審査結果の要旨

本論文は、層流域から乱流域にわたる円管内脈動流れの圧力、速度を理論と実験の両面から解析し、さらにこの種の流れを用いた場合の酸化鉄ペレット還元反応促進効果について、速度論的検討を加えたものである。

まず波動伝播をとまなう円管内脈動流れの圧力、速度について

- (1) 層流域における従来の近似解について、その近似の物理的意味と成立範囲を明らかにするとともに、圧力、速度などの力学的特性を詳しく調べた。
- (2) 乱流域においては、渦動粘性係数に対する5種類の分布モデルを設定し、その各々について圧縮性をわずかに考慮した近似解を導出した。つぎに計算結果より、各モデルの比較と周波数・レイノルズ数の影響の検討および層流の場合との比較などを行ない、流れの特性を解明した。
- (3) 層流と乱流の場合の空気と水について、広範囲にわたる実験を行ない、豊富な資料と上記近似解とを比較して、従来ほとんど知られていない周波数、レイノルズ数、振幅などの影響を詳しく検討し、近似解は実験結果と広範囲にわたってよく一致することを示した。

また、脈動流れを用いた酸化鉄ペレット単一球の還元反応について

- (4) まず定常流れにおいて、一界面の未反応核モデルによる総括反応速度の式は、収支抵抗を考慮した場合、従来の実験結果をより合理的に説明できることを明らかにした。
- (5) 脈動流れを適用した場合、ガス境膜内拡散抵抗が減少し還元反応が促進されるものと予想し、上記(1)から(4)の成果をもとに反応速度を計算し、操作条件の反応促進効果に及ぼす影響を詳しく調べ、酸化鉄ペレットの還元反応に脈動流れを応用することの有効性を示唆した。

以上のように本論文は、従来十分明らかにされていない円管内脈動流れにおける圧力、速度の変動その他の力学的特性を、層流と乱流の各場合について対比しつつ、理論と実験の両面から解明するとともに、酸化鉄還元反応に脈動流れを応用することの有効性を指摘しており、その成果は流体工学の分野、および鉄鋼製錬を始めたとする冶金工学の分野に貢献するところが大きく、博士論文として価値あるものと認める。