

(21) 還元金鉄ペレット単一球の還元反応におよぼす脈動の効果
(還元金鉄ペレットの脈動還元反応速度-IV)

大阪大学工学部 谷口滋次 近江宗一 大阪大学大学院 山田光矢

1. 系者言 鉄金石類の還元反応に脈動流を用いる研究は1960年頃から行なわれてはいるが、反応過程を速度論的に考察したものは少ない。前報で脈動流を用いることにより反応の促進が期待できるとを理論計算で示したのについで、本報では単一球の還元において、虫車型弁、回転コック、およびピストンによる脈動流を用いた結果を報告する。

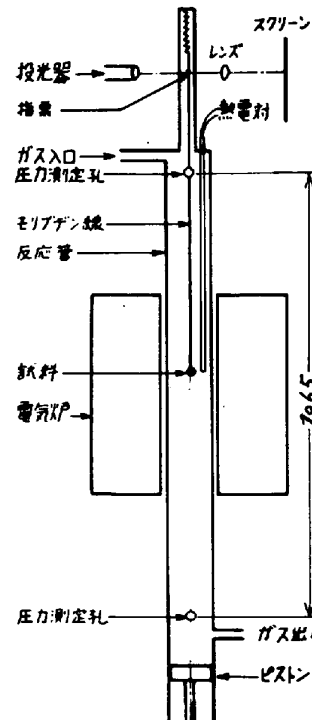


図1. 実験装置

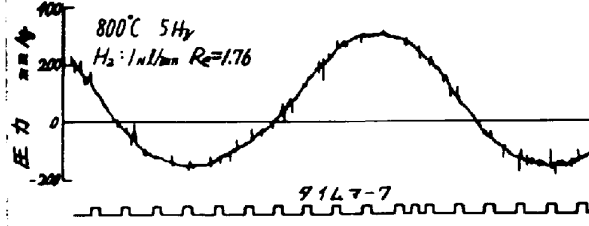


図2. ピストンによる脈動の圧力波形

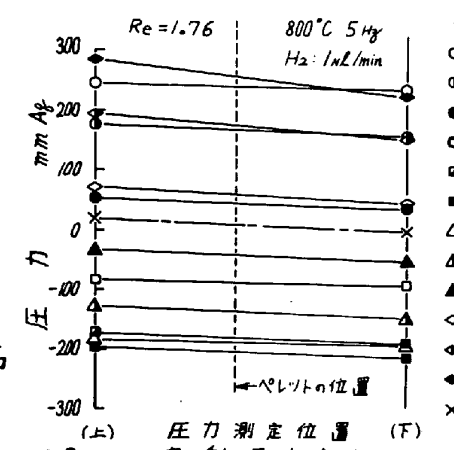


図3. 変動圧力分布

表1
脈動流の場合の実験条件

脈動流法	周波数 Hz	温度 °C	水素流量
虫車型弁	3.3~43.3	500~800	1
回転コック	1.7, 3.4, 34	600, 800	1, 5
ピストン	5, 10	600~1100	1

2. 実験方法 図1. に実験装置を示す。内径5.2cmの反応管内にペレットを1つ、還元反応にともなう重量変化を感量2.5mgの熱天秤で測定した。試料は新日本製鉄より供与されたマルコナペレットを用い、還元ガスには市販の高純度水素をシカゲルで脱水し用いた。脈動発生法としては、反応管端において、虫車型弁を回転する方法、コックを回転する方法、ピストンを運動させる方法を用い、各々は可変速モーターで駆動し周波数を任意に変化させるようにした。表1. に脈動流を用いた場合の実験条件を示す。

圧力測定は反応管の上部と下部において、歪ゲージ型超小型圧力変換器を用い、動歪計を通して、シンクロスコープモーターとし、テータレコーダーに入れ、電磁オシロで記録した。

3. 実験結果と考察 図2. にピストンによる脈動の圧力波形を示す。圧力振幅は250~300mmHgで、正弦波に近い形状をしてはいる。図3. に1周期を12等分した各位相における圧力を示す。これによると反応管内における脈動の減衰は少なく、試料の位置で圧力変動は大きい。脈動流の速度変動について、常温における測定は「かなりあるが」、高温においては、技術上の問題があり、測定を行ないたいが、還元ガスの圧縮損失が小さければかなりの速度変動が生じていると考えられる。図4. に虫車型弁による脈動流を用いた場合の結果を示す。500°Cと600°Cにおいては脈動流の効果は著しいが、温度の上昇とともに、定常還元と脈動還元の曲線は近づき、脈動の効果は少なくなる。図5. に周波数を変えた場合の結果を示す。どの周波数においても脈動の効果はあるが、周波数依存性は不変範囲ではみられない。図6. には回転コックによる脈動を用いた場合の結果を示す。図7. にピストンによる脈動を用いた場合の結果を示す。虫車型弁の場合と同様に温度の上昇にともなって脈動流によるものと定常流によるものとの差は少なくなる。

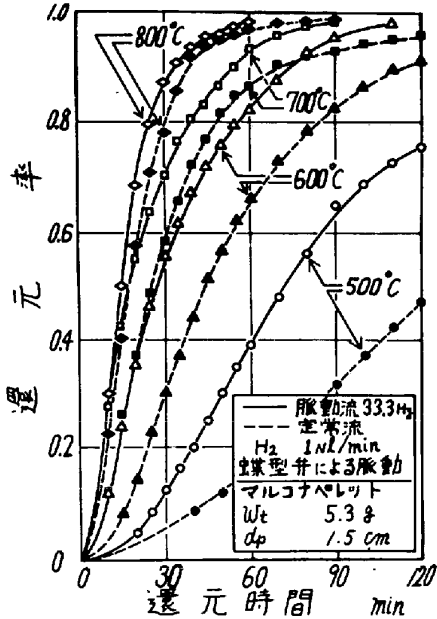


図4. 虫車型弁による脈動の効果

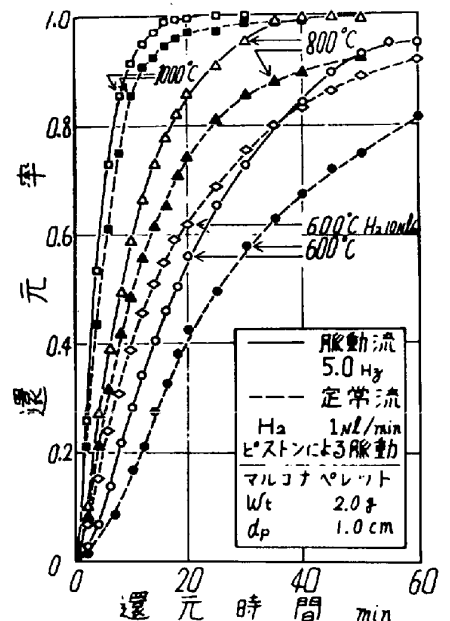
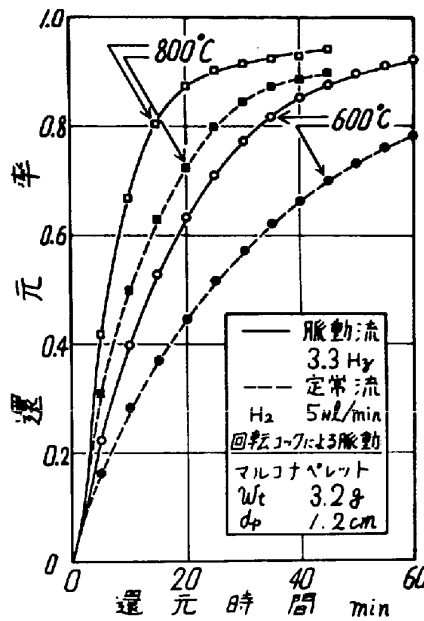
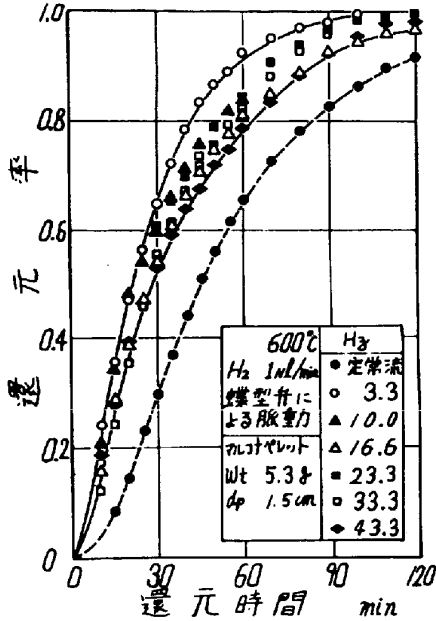


図5. 蝶型弁による脈動の効果と周波数との関係

図6. 回転コックによる脈動の効果

図7. ピストンによる脈動の効果

図中に比較のために、600°Cにおいて水素流量10NL/minで行った還元曲線を示す。これによると反応の後期においては脈動流の場合の方が上にあり、その効果は単に流量を増大した場合と同じでなく、生成物層の気孔内拡散抵抗が比較的大きいと考えられる反応後期において、その抵抗を減らす効果もあると考えられる。試料断面の顕微鏡観察では、脈動流と定常流の場合で差はなく、マクロヒトホクミカル相を示している。図8. に還元時間と還元速度の関係を示す。短時間側で脈動流の場合の還元速度は大きく後はほぼ一致している。5Hzのものと10Hzのものとの差はなかった。図9. に図8. と同じ実験の還元率と還元速度の関係を示す。全還元率について、脈動流の場合の方が上にあり、水素流量1NL/minという条件であるので、全反応過程にわたってガス境膜抵抗が大きい、それを減らす効果があると考えられる。図8, 図9. における脈動はピストンによるものである。

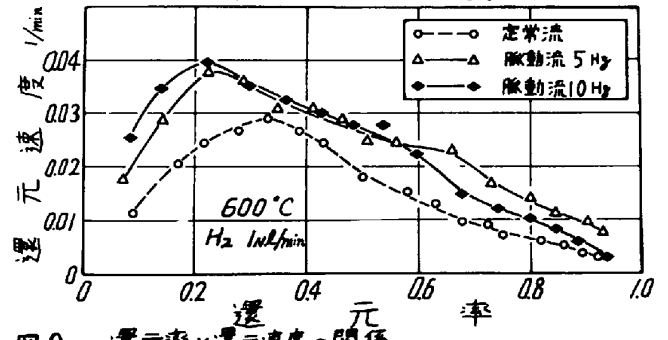
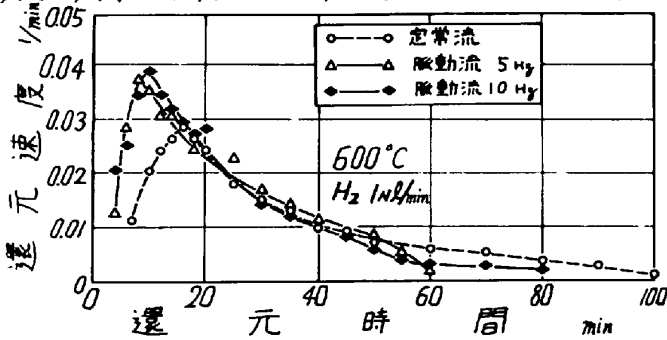


図8. 還元時間と還元速度の関係

図9. 還元率と還元速度の関係

文 献

4. 糸吉 言 酸化金属ペレットの水素還元反応に脈動流を用い、定常流の場合と比較した結果、次の知見を得た。(1)用いた3つの脈動発生法によって脈動流の効果と認められた。(2)周波数依存性は本実験範囲ではみられぬ。(3)脈動流の効果はガス境膜抵抗および生成物層の気孔内拡散抵抗を減らすことにあると思われる。(4)脈動流の効果は温度の上昇ととも少なくなる。

- 1) H. Schenck, J. Cloh : *Stahl u. Eisen*, 80 (1960) 22, 1453.
- 2) 俣王, 重見, 東 : *鉄と金剛*, 48 (1962) 4, 379.
- 3) 山田, 津田 : *鉄と金剛*, 52 (1966) 9, 1370.
- 4) A.B. Gbureckan, A.A. Lyubovskiy, B.A. Puzosyay : *Yapon Metall.*, (1970) 9, 13.
- 5) 近江, 碓井, 谷口 : *鉄と金剛*, 58 (1972) S-11
- 6) 近江, 碓井, 平山崎, 木本 : *機械学会関西支部第22回講演論文集*, (1972) No. 724-7, 55
- 7) 森山, 八木, 鞭 : *金属学会誌* 29 (1965) 528