

## 固体粒子存在下における超音波分解プロセスの速度論的解析

(慶應大理工)○(正)小林大祐\*・(学)武内佑介・(正)寺坂宏一

## 1. 緒言

超音波と粒子を併用した分解プロセスの効率化のメカニズムは十分に解明されていない。そこで本研究では、フェノール分解の速度論的解析を行い、酸化チタン粒子添加による分解速度の向上に操作条件がおよぼす影響を検討した。さらに、既往の研究結果との比較を行った。

## 2. 実験装置および方法

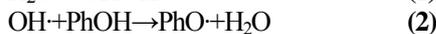
Figure 1 に実験装置の概略図を示した。周波数 28 kHz の超音波 (SC-300D, SMT) を間接照射しフェノールの分解を行った。実験条件として照射距離  $l$ 、および照射時間  $t$  を変化させ、恒温槽温度は 303 K、フェノール仕込み濃度および仕込み体積は  $1.05 \text{ mol/m}^3$  および 10 mL とした。超音波照射終了後、HPLC (Prominence, 島津製作所) を用いてフェノール濃度の測定を行った。

さらに、酸化チタン粒子を添加して同様の分解を行った。また、照射距離が反応器内への投入電力におよぼす影響をカロリメリー法により定量化した<sup>1)</sup>。

さらに、酸化チタン粒子を添加して同様の分解を行った。また、照射距離が反応器内への投入電力におよぼす影響をカロリメリー法により定量化した<sup>1)</sup>。

## 3. 実験結果および考察

フェノール濃度の経時変化より分解率が 20% 程度までは 0 次反応に近く、Eqs. (1) – (4) に示した反応式の数値定数を  $k_0$  として定常状態近似により求めた酸化チタン粒子添加なし、および添加ありにおける分解速度式を Eqs. (5)、(6) に示した。ここで、酸化チタン粒子表面で形成する正孔の濃度は酸化チタン粒子濃度に比例すると仮定し、その関係を Eq. (7) に示した。



$$\frac{dC_{\text{PhOH}}}{dt} = -\frac{1}{2} C_{\text{H}_2\text{O}} k_1 = -k \quad (5)$$

$$\frac{dC_{\text{PhOH}}}{dt} = -\frac{1}{2} C_{\text{H}_2\text{O}} (k_1 + k_4 \alpha C_{\text{TiO}_2}) \quad (6)$$

$$C_{\text{h}} = \alpha C_{\text{TiO}_2} \quad (7)$$

Figure 2 に固体粒子なしの条件下における速度定数に超音波強度がおよぼす影響を示した。20 – 30 kHz 程度では速度定数と超音波強度との間に強い相関が見られ、照射方法などの影響は少ないことがわかった。

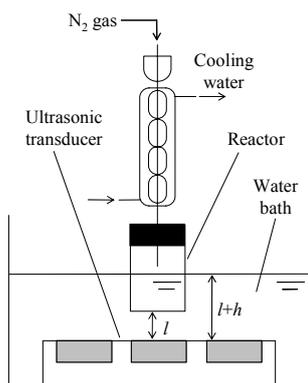


Fig. 1 Experimental setup

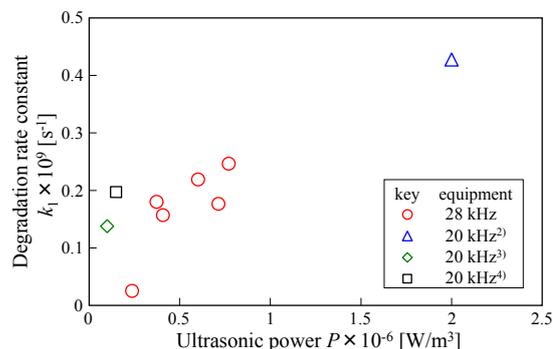
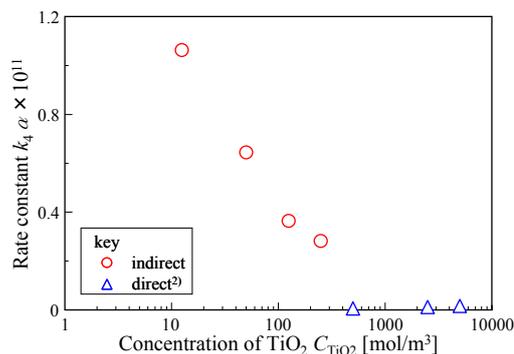


Fig. 2 Effect of ultrasonic power on rate constant

Figure 3 に酸化チタン粒子存在下での速度定数に粒子濃度がおよぼす影響を示した。 $k_4$  に酸化チタン濃度依存性がないと仮定すると、単位粒子量あたりの分解速度向上への寄与が酸化チタン濃度の増大とともに減少していると考えられる。この現象の理由として、粒子の一部が凝集してしまい有効表面積が減ってしまったことや、粒子表面における物質移動が阻害されてしまったことなどが考えられる。

Fig. 3 Effect of concentration of  $\text{TiO}_2$  on rate constant

## 4. 結言

超音波を用いたフェノール分解における分解速度は、超音波強度から推測でき、照射方法などに依存しないことを明らかにした。また、粒子添加量が増大すると単位粒子量あたりの分解速度向上への寄与が小さくなった。

## 謝辞

本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(若手研究(B))(No.20760524)の助成を得て行われました。ここに記して謝意を表します。

## 参考文献

- 1) Koda, S. *et al.*, *Ultrason. Sonochem.*, **10**, 149 (2003)
- 2) Kubo, M. *et al.*, *Ultrason. Sonochem.*, **12**, 263 (2005)
- 3) Pétrier, C. and A. Francony, *Ultrason. Sonochem.*, **4**, 295 (1997)
- 4) Pétrier, C. *et al.*, *J. Phys. Chem.*, **98**, 10514 (1994)

\*Tel : 045-566-1632 Fax : 045-566-1551

E-mail : kobayashi@applic.keio.ac.jp