

清水建設 技術研究所 正会員 内田 只房

〃

正会員 丹羽 千明

1. はじめに 固定化微生物を廃水処理に適用する研究が活発に行われており、その中で包括法について種々の利害得失が論じられているが、今回は固定化薬剤として、アクリルアミドモノマー(AAM)、カラギーナンを主成分として用いた場合の固定化時の、重合反応、ゲルの強度及びゲル内での拡散速度について基礎的な検討を行い、若干の知見が得られたので、報告する。

2. 実験方法

<固定化反応とゲルの特性>活性汚泥及び架橋剤(MBA)の最終包括体中の濃度を変化させた時の①重合速度②圧縮強度(木屋式硬度計で測定)に及ぼす、両者の濃度の影響について検討した。包括体製造条件を表-1に示す。製造工程は、前報¹⁾の方法に準じて行った。

<拡散速度の測定>ゲル内における酸素、基質、代謝産物の拡散機構を推定するための一つの手法として、図-1に示す装置を用いた。本実験では酸素の代替として、水溶液中での拡散速度及び大きさが同程度であるKClを選定した。水槽を基質側、蒸留水側に二分割する隔壁を包括体ゲルで作成し、基質側にKClを投入し、ゲルを隔てて蒸留水側に拡散するKClの電気電導度を連続測定し、KCl濃度を算定した。実験条件と、隔壁として用いたゲルの製造条件を表-2に示す。尚、基質のゲル表面での液境膜抵抗を排除するために、両槽とも攪拌により完全混合状態とした。

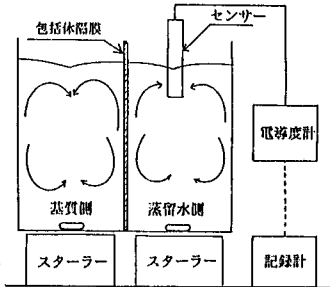


図-1 実験装置

表-2 実験条件及び包括体製造条件

基質名	KCl
基質濃度	6,200 mg/l
包括体隔壁厚さ	2, 4, 10, 20 mm
包括体の液との接触面積	48 cm ² (8 × 8 cm ²)
電導度計	東亜電機 CH-30ET (温度補償付)
測定温度	25 °C
包括方法	カチオン:0.3%, MBA:0.7% 他の薬品は表-1に同じ 汚泥濃度: Run No.10:0mg/l Run No.11:44,000mg/l

3. 実験結果と考察

<固定化反応とゲルの特性>①重合反応について:図-2Aに重合温度の経時変化を示す。汚泥を投入しない Run 1 については重合完結までに1時間以上を要した。汚泥濃度とMBA濃度が高い程、重合反応速度が速いことが判明した。表-1中に、重合開始前後の温度及び、重合により上昇した温度を示す。本法

では、AAMとMBAの両者の重合反応により重合熱が発生する。計算による上昇温度は、本実験での上昇温度とほぼ一致(Run1を除く)しており、これは反応が実質的に断熱状態で進行し、かつほぼ100%重合反応を完結していることを示すものと考えられる。又、反応時間は、汚泥を投入した場合は10~20分程度で完結することが判明した。従って、AAM、MBAの添加量及び重合開始温度を適正

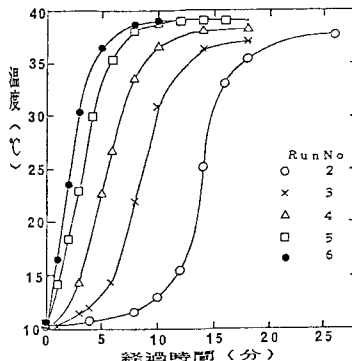


図-2A 重合反応経時変化

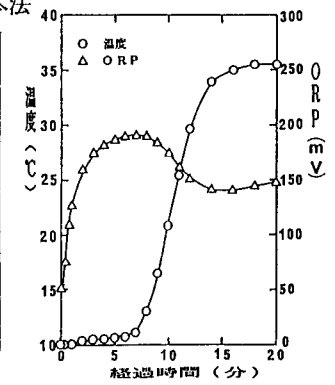
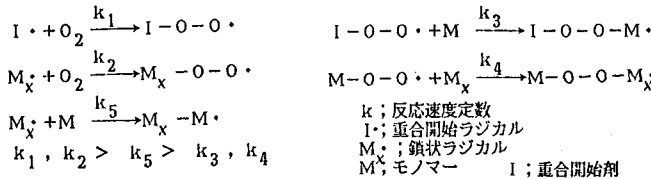


図-2B 重合反応経時変化

値に設定することにより冷却操作を行わなくても、温度上昇による微生物の失活を起こさない反応条件を選定することが可能と考えられる。又、重合反応に対するDOの影響を検討するために、Run 1と同一条件で、無酸素水を用い、かつ酸素シールによる無酸素条件下で重合反応を行った。その結果を図-2Bに示す。無酸素条件下で重合を行わせることにより、反応速度は速くなることが判明した。反応系にDOが存在する場合、酸素が重合開始剤等と反応し、過酸化物型のラジカルを生じるため、重合速度が低下するものと推定される。一方、高濃度の汚泥が存在する場合は、系内のDOが汚泥により速やかに消費されるため、空気開放系に於いてもDO値は低く(DO<0.1 mg/l)反応が速やかに完結したものと考えられる。



② 圧縮強度について: 図-3に同図に示す条件下での汚泥濃度と圧縮強度の関係を示す。これより汚泥濃度の増加に伴い、圧縮強度も増加することが判明した。この理由としては、(i) 圧縮強度測定時のゲル格子内から水と汚泥の逸出の難易度の差或は、(ii) 重合速度の差による生成物の三次元構造の差によるものと推定される。

<拡散速度の測定> 図-4に基質側から蒸留水側へ拡散したKCℓ濃度の経時変化を示す。ゲルの製造条件、隔膜の厚さにかかわらず、実験を開始してから1時間以降は、一定速度で拡散することが判明した。表-3にゲル内及び溶液中での拡散係数を各々 D_g 、 D_s として示した。ゲルの厚さにかかわらず D_g はほぼ一定値を示すことから、本法は有効な測定法と考えられる。又、 D_g/D_s を透過率と定義するとRun10(汚泥無し)、11(汚泥有)では各々0.57と0.4程度となり、ゲルの格子内に微生物を包括することにより、ゲル内拡散抵抗は増加することが判る。

<圧縮強度と透過率> 図-5にAAM及び重合促進剤のみを同一に取った場合の、透過率と圧縮強度の関係を示す。これから圧縮強度が大きくなる程透過率は低下することが判る。

4. おわりに 固定化薬剤としてAAM、カラギーナンを主成分として用いた時の反応特性、物理特性をまとめると以下の通りである。

①包括時の重合反応は、発生する重合熱から推定するとはば100%完結する。②重合開始温度を適正に選択することにより、回分、断熱反応にて、発熱により微生物が失活することなく、かつ短時間(汚泥が系内のDOを効果的に消費するため)に包括固定することが出来る。③包括体内の微生物濃度が高い程、圧縮強度は大きくなる。④圧縮強度の増加に伴い、透過率は低下する。⑤ゲル内の拡散速度を測定する一つの手法を提案した。尚、本研究はバイオフィカスWTの一環として建設省建築研究所と実施している共同研究の一部である。参考文献: 1) 丹羽; 41回土木年構 2) Polymer Handbook

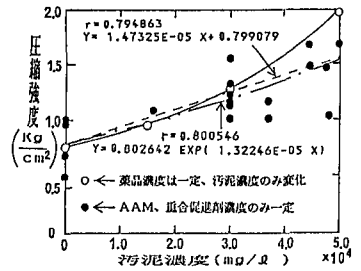


図-3 汚泥濃度と圧縮強度

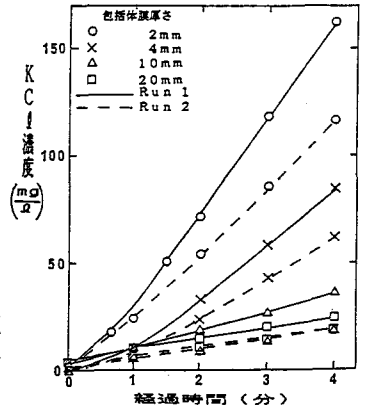


図-4 KCℓ濃度経時変化

表-3 ゲル隔膜の透過率の推算

Run NO.	ゲル厚さ (mm)	ゲル中での拡散係数 D_g (cm^2/s) $\times 10^{-5}$	透過率 D_g/D_s (-)	Run10に対するRun1の透過率 (-)
10 (汚泥有)	2	1.00	0.54	0.69
	4	1.13	0.61	
	10	1.00	0.54	
	20	1.06	0.57	
11 (汚泥無)	2	0.985	0.37	0.75
	4	0.851	0.46	
	10	0.500	0.27	
	20	0.833	0.45	

・水溶液中での拡散係数 $D_s = 1.85 \times 10^{-5} (cm^2/s)$ at 25°C.

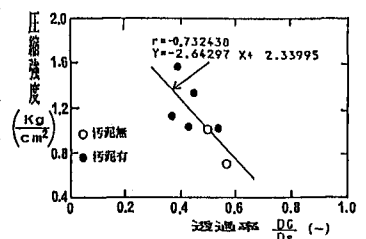


図-5 透過率と圧縮強度