

硫酸塩還元・硫黄脱室プロセスの鉄鋼製造排水処理への適用性

金沢大学工学部 正 池本良子・三原孝之・小森友明

1. はじめに

鉄鋼関連の事業者はほとんどが臨海地区に位置しており、海域の水質保全のためには鉄鋼製造プロセスから発生する排水の適性処理が重要な課題である。特に、コークス炉ガス洗浄排水はタール分、フェノール類、シアン類等の有害物質を多量に含んでいることに加え、富栄養化の原因となるアンモニアを多量に含んでおり、これらの除去が不可欠となっている。本研究では、図1に示すような硫酸塩還元・硫黄脱室プロセスによる鉄鋼排水処理方法を提案し、鉄鋼プロセス排水の処理槽微生物に及ぼす影響とその分解性について、検討を行った。

2. 実験方法

2-1 実験装置

本実験に用いた実験装置の概要を図2に示す。実験装置1は、提案する実処理装置の第1槽（硫酸塩還元槽）から第2槽（脱室槽）までを想定したものであり、装置2は第3槽から第2槽への返送を想定したものである。各槽は高さ260mm、直径70mm、容積1.000Lの亚克力樹脂製の円筒形カラムに微生物の付着担体として発泡ポリプロピレンを全体に充填した生物ろ床装置とした。装置1は、ペプトンと酢酸を主体とする人工排水を通水し、運転開始100日後から、酢酸を除きペプトン濃度を低下して、フェノールを加えた基質に段階的に切り替えた。処理槽内の水質変化を調べるとともに、槽内に形成された生物膜を用いて、種々の条件で回分実験を行うことにより、排水の分解性と毒性を検討した。

2-2 実験に用いた排水

実験にはコークス炉から発生する脱安水および脱硫水を用いた。脱安水中の有機物の約50%をフェノールが占めており、残りはクレゾールやベンゼン、トルエン、キシレン等のフェノールよりも低沸点の炭化水素であった。また、排水のC/N比は1.02、C/S比は23であった。一方、脱硫水中には高濃度のチオ硫酸塩とチオシアン酸が含まれていた。

3 実験結果と考察

3-1 処理槽の水質変化

装置1では、第1槽で硫酸塩還元が進行し、第2槽で他栄養性脱室と硫黄脱室が同時に進行した。排水にフェノールを添加しても(SR-5)、処理性能の悪化は認められず、フェノールは第1槽では変化せず、第

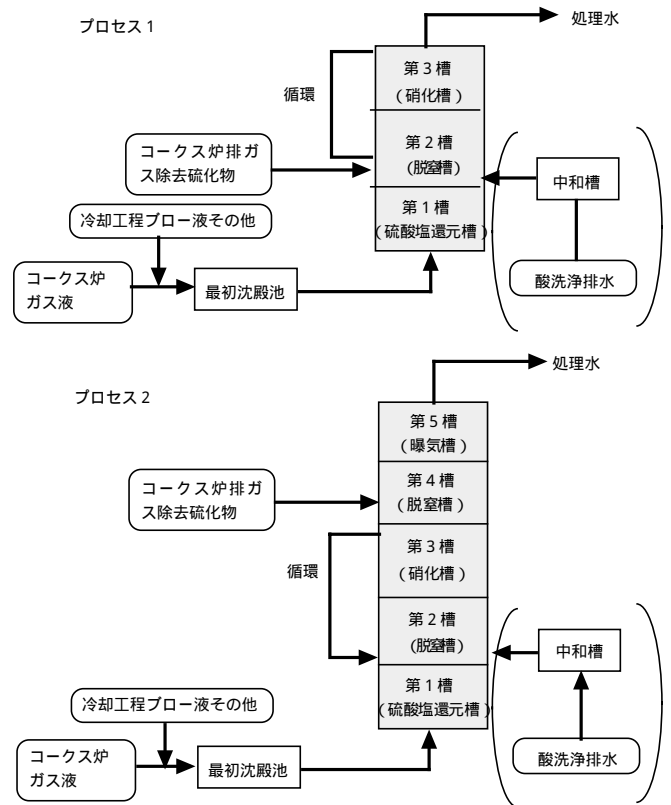


図1 提案する処理プロセス

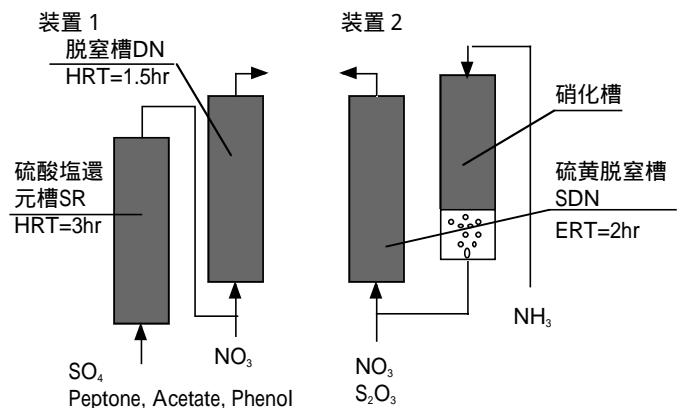


図2 実験装置の概要

キーワード；鉄鋼排水，硫酸塩還元，硫黄脱室，生物ろ床，生物膜法
 連絡先（金沢大学工学部土木建設工学科，〒920-8667 金沢市小立野 2-40-20，Tel 076-234-4641，Fax 076-234-4544）

2槽で分解された。装置2では、硫黄脱窒が優先的に起こり、処理槽内に硫黄粒が蓄積された。

3-2 脱安水の影響と分解性

第1槽(硫酸塩還元槽)内の生物膜を用いた硫酸塩還元条件の回分実験から得られた硫酸塩還元速度およびフェノール分解速度を表1にまとめて示した。10%脱安水および100mg/Lのフェノールの添加により硫酸塩還元に影響は認められなかった。10%脱安水を基質とした場合と100mg/Lフェノールのみを基質とした場合で硫酸塩還元速度、フェノール分解速度に差は認められなかった。さらに、フェノールで馴養によるフェノール分解速度の向上は認められなかった。硫酸塩還元は、基質を添加しない場合も起こっており、フェノールの分解に伴う硫酸塩還元はわずかであった。

表2に、第2槽(脱窒槽)内の生物膜を用いた回分実験から得られた脱窒速度とフェノール分解速度を示す。フェノールや脱安水の添加により、硫黄脱窒細菌や他栄養性脱窒細菌の活性に影響はなかった。さらに、フェノールで馴養されていない脱窒細菌にもフェノール分解能があり、フェノール馴養後にその活性が高まることわかる。以上のことから脱窒槽でのフェノール除去が可能であることが示された。

3-3 脱硫水の影響と分解性

表3に装置1の脱窒槽(H-6,H-7)および装置2の硫黄脱窒槽(E-1-E-6)の生物膜を用いた回分実験で得られた脱窒速度をまとめて示した。脱硫水は硫黄脱窒細菌や他栄養性脱窒細菌に影響を与えず、脱硫水中のチオ硫酸塩は硫黄脱窒細菌による代謝に利用された。しかし脱硫水中のチオシアン酸の分解は認められなかった。

4. まとめ

本実験の結果より、先に提案したような硫酸塩還元・硫黄脱窒プロセスが、適用可能であると考えられた。第1槽では硫酸塩還元細菌によりフェノール以外の有機物を用いた硫酸塩還元を促進する。第2槽ではフェノールを用いた脱窒と1槽から流入する硫化物を用いた脱窒を促進する。さらに第3槽では硝化を促進する。脱硫水を2槽または後処理に用いれば、脱窒を促進することができる。脱硫水中のチオシアン酸は硫黄脱窒によって分解されなかったが、脱窒または、後処理槽で分解が可能であると推定される。

表1 回分実験で得られた硫酸塩還元速度

Reactor	Batch Exp. No.	硫酸塩 (mg/L)	脱安水 (%)	フェノール (mg/L)	ペプトン (mg/L)	エタノール (mg/L)	モリブデン酸 (mg/L)	硫酸塩還元速度 (mg/gSS.day)	フェノール分解速度 (mg/gSS.day)
SR1	A-1	100	10	0	0	0	0	13.9	2.6
	A-2	100	100	0	0	0	0	0	0
	A-3	150	10	0	0	0	0	18.2	4.9
	A-4	200	10	0	0	0	0	31.7	1.7
	A-5	100	1	0	0	0	0	98.7	
	A-6	500	1	0	0	0	0	51.3	
	A-7	1000	1	0	0	0	0	24.6	
	A-8	2000	1	0	0	0	0	30.9	
SR2	B-1	100	0	0	200	0	0	96.7	
	B-2	100	0	0	200	0	50	0.6	
	B-3	100	0	5	0	0	50	4.6	1.5
	B-4	100	0	5	200	0	0	96.5	0
	B-5	100	10	0	200	0	0	95.7	0
	B-6	100	10	0	0	0	0	22.3	2.9
SR3	C-1	300	0	20	0	200	0	295.1	0
	C-2	300	0	100	0	200	0	298.5	0
	C-3	400	60	0	0	0	0	0.2	0
	C-4	200	10	0	0	0	0	21.2	0
SR4	D-1	200	0	100	0	0	0	22.7	0.1
	(再添加) D-1R	200	0	100	0	0	0	26.7	1.6
	D-2	200	0	0	0	0	0	19.9	0
	(再添加) D-2R	200	0	100	0	0	0	27.1	2.3
(滅菌) D-3	200	0	100	0	0	0	0.2	3	
D-4	200	10	0	0	0	0	25.7	0.01	

表2 脱窒回分実験における脱窒速度とフェノール分解速度

Exp. No.	N03 (mg/L)	脱安水 (%)	phenol (mg/L)	CH3COOH (mg/L)	Denitrification Rate (mg/gSS.day)	Phenol Decreasing rate (mgC/gSS.day)
G-1	200	0	0	0	21.1	0
G-2	200	0	0	100	211.6	0
G-3	200	0	20	0	47.3	13.5
G-4	200	0	100	0	33.2	5.1
G-5	200	10	0	0	41.2	1.9
H-1	200	0	100	0	175.2	5
H-2	200	0	200	0	136.1	4.8
H-3	200	0	0	0	106.3	0
H-4	300	0	0	0	116.8	0
H-5	200	10	0	0	165.9	0.6
H-4R	300	0	100	0	29.1	8.1

表3 硫黄脱窒回分実験から得られた脱窒速度

Exp. No.	硝酸塩 (mg/L)	脱硫水 (%)	脱窒速度 (mg/gSS.day)
E-1	360	1	25.3
E-2	1000	1	65.8
E-3	1000	1	46.9
E-4	2000	1	50.8
E-5	2000	1	49.5
E-6	3000	1	58.3
H-6	500	10	19.3
H-7	300	1	47.3