

7. 凝集沈澱処理法による磷の除去

— 表面処理工場排水 —

〔研究期間〕 昭和57年4月～58年3月

〔担当者〕 出雲茂人, 田中耕治

1. はじめに

磷は窒素と共に、赤潮発生の基本的な要因といわれているものの一つである。それはまた、ほとんどの産業、業種から排出されており、その負荷量削減のための努力がなされているところである。

ここでは、金属表面処理工場での磷対策をとりあげてみた。表面処理関連工場での磷の使用形態は、無機の磷酸あるいは磷酸塩の形で用いられるのがほとんどである。

磷酸塩の使用が常法となっている化成処理工場の排水中の磷の除去について、凝集助剤添加による沈殿分離処理を採用する際の処理条件や操作性について検討した。

2. 実験方法

模擬排水として、試薬（特級）の磷酸水溶液を用い、その一定濃度液（1000PPM）を調整する。その10mlを200mlビーカーに分取し、蒸留水50mlを加え、これにそれぞれ目的とするカチオンを1000PPMに調整した凝集助剤を10ml, 20ml, 30mlずつ加え約20分間攪拌しながら、所定のPHに調整した。

PH調整には、必要に応じてdil HCl, NaOHagを用いた。約120分間静置後No.5 B濾紙で濾別し、濾液を容定後その一部に分取し残存磷濃度を分析し、それぞれの凝集助剤の磷除去効果を調べた。なおここで用いた凝集助剤は以下の7種である。

A 塩化第二鉄 (FeCl₃)

B 塩化カルシウム (CaCl₂)

C 硫酸アルミニウム Al₂(SO₄)₃

D ポリ塩化アルミニウム PAC

E 硫酸第二鉄 Fe₂(SO₄)₃

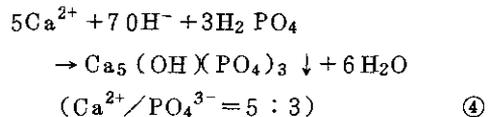
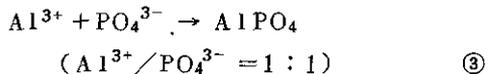
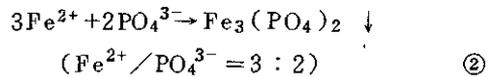
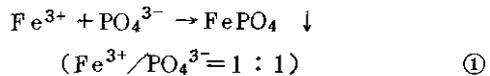
F 塩化アルミニウム AlCl₃

G 塩化第一鉄 FeCl₂

なお分析法は、JIS K 0102 モリブデン吸光光度法に準拠した。

3. 結果と考察

磷の凝集沈殿における凝集助剤の理論必要量は、周知のように次式によって決まる。



本実験における凝集助剤の添加量を理論必要量と対比してみると次表のようになる。

表1. 理論量に対する添加量の関係

	凝集助剤添加量		
	10ml	20ml	30ml
Fe ²⁺	1.1	2.2	3.3
Fe ³⁺	1.7	3.4	5.1
Ca ²⁺	2.4	4.8	7.2
Al ³⁺	3.5	7.0	10.5

この表は、たとえば $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ の 1000 PPM (as Al^{3+}) 調整液を 10ml 添加した場合模擬排水中の PO_4^{3-} に対する理論必要量の 3.5 倍、 30ml 添加の場合 10.5 倍の Al^{3+} を注入した

ことを意味する。

次に、2, 3 の例について、それぞれの PH における凝集助剤の添加量と凝集除去効果についての関係を示す。

① 塩化第二鉄 (FeCl_3) の場合

表 2. PO_4^{3-} の残存濃度 (PPM) と PH の関係

凝集剤 \ PH	3	4	5	6	7	8	9	10
(A-I) 10ml 添加	0.9	1.2	2.9	4.0	4.1	6.3	10.3	37.3
(A-II) 20ml 添加	1.9	0	0	0	0.4	1.8	7.4	17.9
(A-III) 30ml 添加	30	5.6	0.3	0.2	3.6	7.9	19.5	-

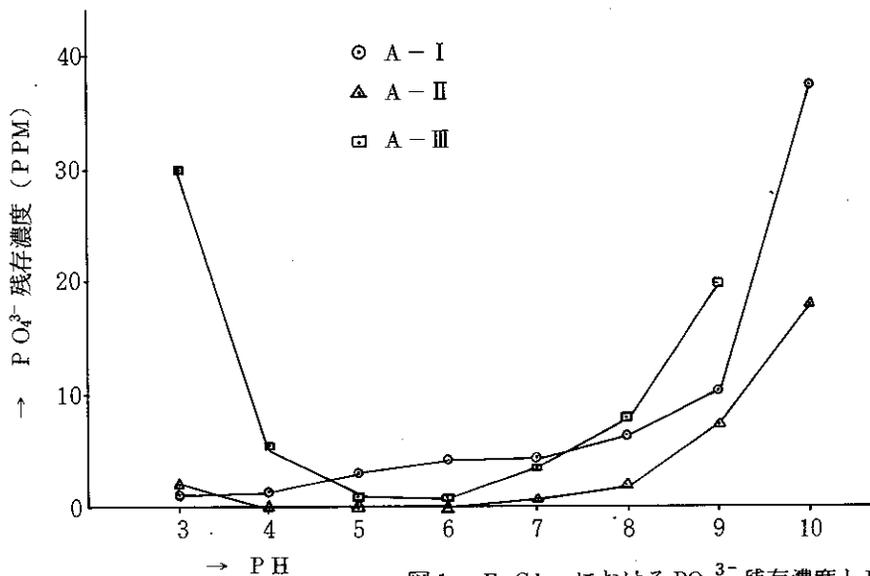


図 1. FeCl_3 における PO_4^{3-} 残存濃度と PH

② 塩化カルシウム (CaCl_2) の場合

表 3. PO_4^{3-} の残存濃度 (PPM) と PH の関係

凝集剤 \ PH	5	6	7	8	9	10	11	12
(B-I) 10ml 添加	37.2	37.0	2.5	12.8	5.5	3.0	0.9	0.1
(B-II) 20ml 添加	36.3	34.5	26.3	9.0	1.2	1.6	0.9	0.2
(B-III) 30ml 添加	-	-	-	-	2.6	1.4	0.6	0.2

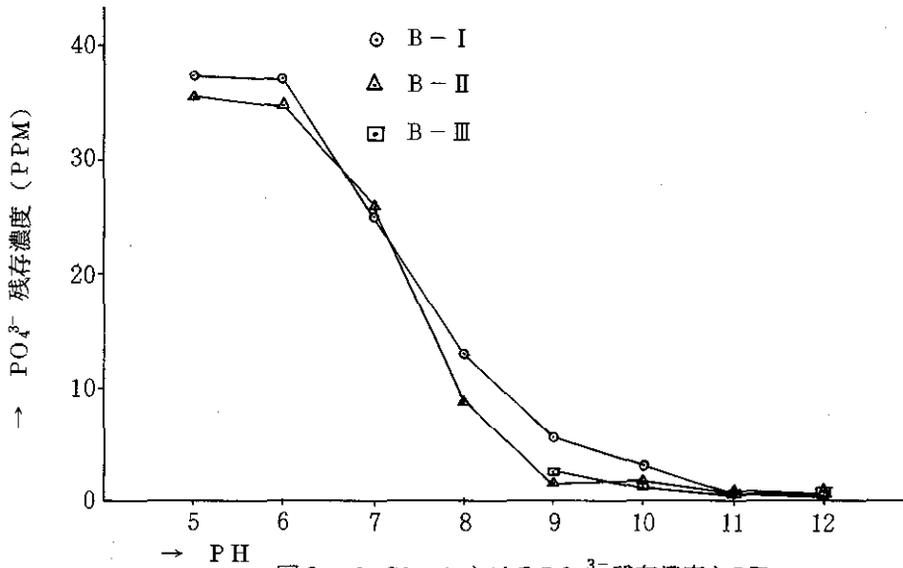


図2. CaCl₂におけるPO₄³⁻残存濃度とPH

③ 塩化アルミニウム (AlCl₃) の場合

表4. PO₄³⁻の残存濃度 (PPM) とPHの関係

凝集剤 \ PH	4	5	6	7	8	9	10	11
(F-I) 1.0 ml 添加	32.5	34.0	ND	ND	1.6	6.1	13.8	38.3
(F-II) 2.0 ml 添加	33.5	34.8	ND	ND	0.1	0.2	10.9	37.5
(F-III) 3.0 ml 添加	27.5	16.5	0.6	ND	ND	0.6	12.0	44.8

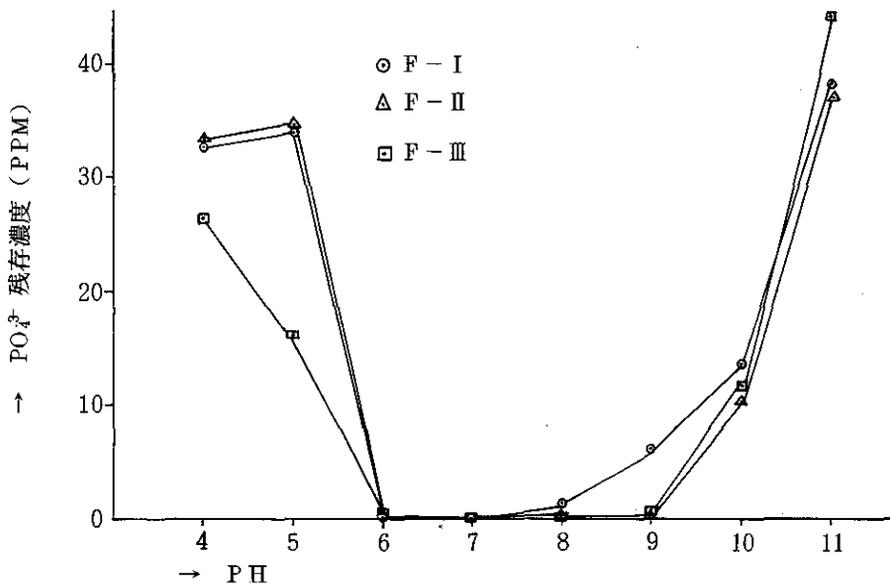


図3. AlCl₃におけるPO₄³⁻残存濃度とPH

例示した3つの例を見ると、 FeCl_3 は中性付近で効果があるが、それ自体腐食性が強いのと、大過剰の添加の際の処理効果は左程期待できない上に、排水への着色性があるので使用に際して注意を要する。 CaCl_2 については溶解性が良好であるので $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の代りに使用したが、 CaCO_3 のスケールの生成やスラッジ量の多さなど問題点もあるので、投入量を適切に

することが肝要である。 AlCl_3 は適用 PH 範囲は割合狭いが、排水の着色性もなく可成り有効である。

表1に示したように、理論必要量に対する各凝集剤の添加量はそれぞれ異なるが、これを用いて磷の凝集沈殿を実施する際の効果的な PH 範囲をまとめて図示すると図4のようになる。

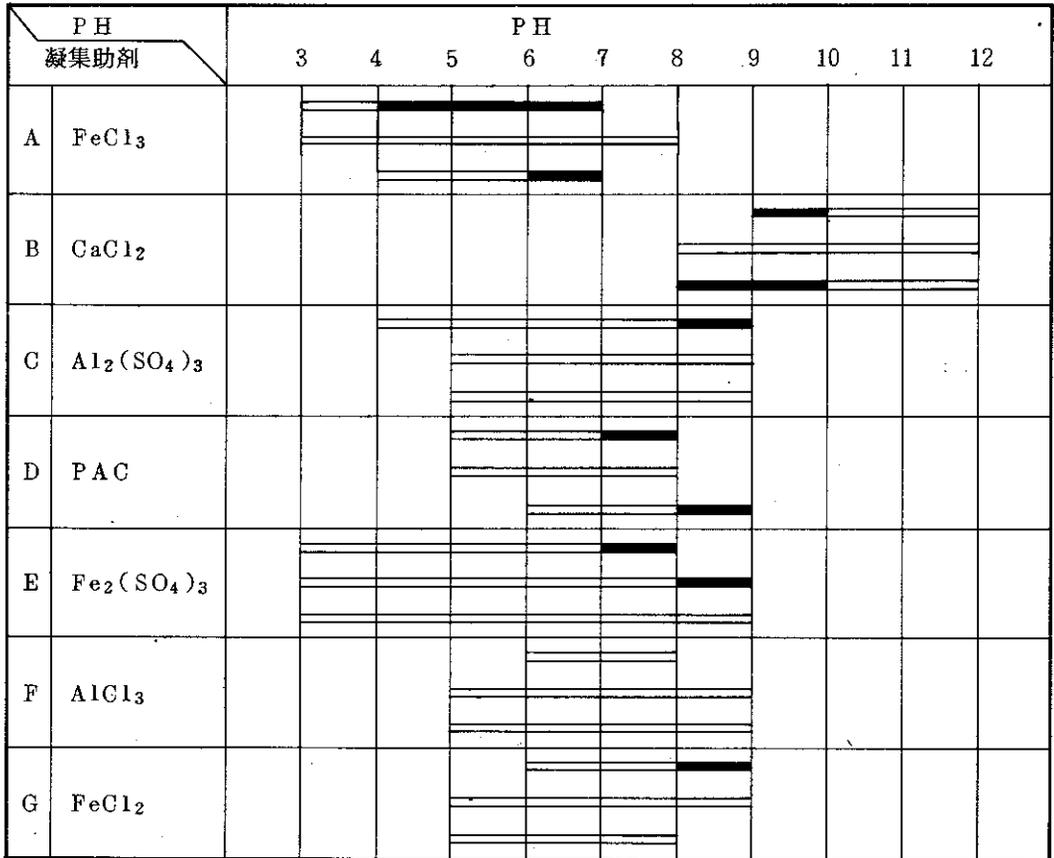


図4. 凝沈処理に効果的な PH 範囲

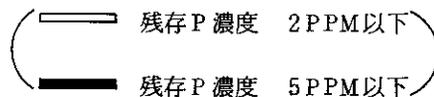


図4でそれぞれの凝集助剤に3本の棒線が記入してあるが、これは当該凝集助剤を10ml, 20ml, 30ml添加した時の除去効果を上から順に示したものである。

これから明らかなように、たとえばA, Dのように凝集助剤の添加量を増すことは必ずしも凝沈効果を大にすることにはならず、逆にマイナスになることもあり得るということである。

又、それぞれの凝集助剤で効果のあるPH範囲がかなり明確にわかれているだけに、排水の性状に合わせて、凝集助剤を選択することがきわめて重要な問題となることがわかる。

4 あとがき

実験結果から明らかなように、利用可能なPH範囲の広い凝集助剤ほど使い勝手がよい筈であるが、一方発生するスラッジの量、濾過性、排水の着色の問題、処理装置へのスケール付着の問題、さらにはコスト面などいろいろな制約もある。磷の除去対策としては、凝集沈殿処理が最も手近かな効果的方法ではあるが、排水の性状をよく理解し効率のよい処理システムを確立することが排水処理の基本原則となることはいうまでもない。