



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	鉄・シリカ重合凝集剤を用いた下水の凝集沈殿処理実験
Author(s)	鈴木, 秀孝; 渡辺, 義公; 亀田, 修平 他
Description	第6回衛生工学シンポジウム (平成10年11月5日 (木) -6日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水処理 2 . P6-7
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 6, 230-234
Issue Date	1998-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7355
Type	departmental bulletin paper
File Information	6-6-7_p230-234.pdf



6-7 鉄・シリカ重合凝集剤を用いた下水の凝集沈殿処理実験

○鈴木 秀孝 渡辺 義公 (北海道大学)
亀田 修平 長谷川 孝雄 橋本 克紘 (水道機工 (株))

1. はじめに

渡辺らによって開発された、噴流攪拌固液分離装置 (Jet Mixed Separator 以下 JMS) は、高効率・省エネルギー凝集沈殿装置であることが確認されている^{1,2,3)}。

一方、広く浄水処理に用いられている凝集操作は、溶解性成分を不溶化したり寸法を大きくするという操作であるが、コロイド成分以上の粒径のものについては凝集剤によって有効に除去が行える。(図 1) 各々の処理場で凝集剤は、原水水質に合わせて選択され用いられる。その種類には、無機、有機、低分子、高分子と様々あるが、現在は PAC・硫酸バンドに代表される Al 系のものが主流である。しかし近年、溶解性アルミニウムの体内吸収・脳蓄積による、アルツハイマーに代表される人体への重大な悪影響が報告されており、安全でより効率の高い凝集剤への転換が求められている。

また、S 社において現在研究・開発途中である鉄・シリカ重合凝集剤、Polysilicato-Iron (以下 PSI) は、PAC に比べ、凝集 pH が広い、凝集速度が大きい、到達フロック粒径が大きい等の性能が河川水や、藻類を培養した人工水において実証されている^{4,5,6)}。本研究では創成川下水処理場の都市下水を原水として用い、JMS と PSI を併用した下水の凝集沈殿処理実験の結果を報告する。

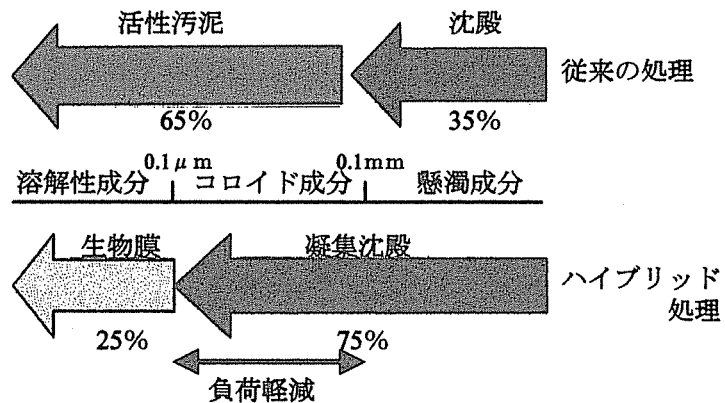


図 1 従来処理法との比較 (CODcr基準)

2. PSI の性能調査

2.1. 実験方法・結果

PSI の特性及び原水水質は以下の表-1、表-2 の通りである。

表-1 PSI 概要

構成	Fe ₂ O ₃ : 3% SiO ₂ : 2~11%
ケイ酸対鉄モル比	1~5 対 1
分子量	20 万~50 万(Dalton)
最適凝集 pH	
懸濁成分	6.0~8.5
溶解性成分	4.5~7.0

表-2 原水水質

pH	7.2~7.9	(Ave. 7.6)
濁度	45.9~88.3 TU	(Ave. 69.1)
TOC	30.2~90.7mg/L	(Ave. 55.3)
全リン	0.85~2.6 mg/L	(Ave. 2.37)

PSI は塩化第二鉄に重合ケイ酸を加えた無機高分子凝集剤である。

既存の凝集剤と PSI の性能を比較するために 3 種類の凝集剤を用いたジャーテストを行った。原水は都市下水を用い、急速攪拌 (150rpm) 5 分、緩速攪拌 (30rpm) 20 分、静置 30 分の後、上澄水を採取して、濁度、TOC、全リンを測定した。凝集剤添加時の pH は 6.8~7.0 であった。結果を図-2 に示す。図中 PSI の末尾の数値はケイ酸と鉄のモル比を表す。図-2 より都市下水の凝集において PSI が既存の凝集剤と比較して優れた処理性を有することが確認された。

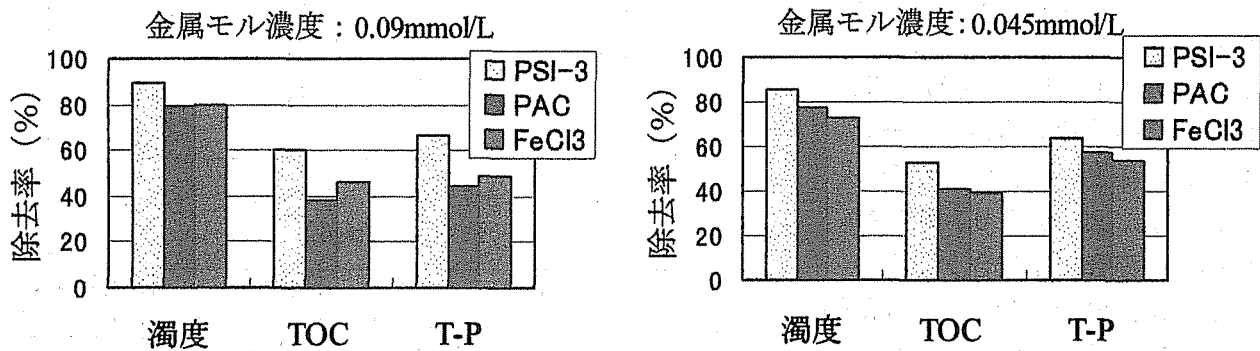


図-2 各種凝集剤の性能比較

次に、凝集 pH が処理性能に与える影響を調査するために、PSI-3、FeCl₃ の 2 種類の凝集剤を用い、凝集 pH を酸添加により 3~7 の領域で変化させジャーテストを行った。

原水、攪拌条件は前述のジャーテストと同様とした。結果を図-3 に示す。全体的に凝集 pH が低いほど処理性は良好であり、中性領域に近づくに従って処理性は低下したが、FeCl₃ を用いた場合と比較して低注入率、pH 中性領域においても、高い処理性を維持することが確認された。

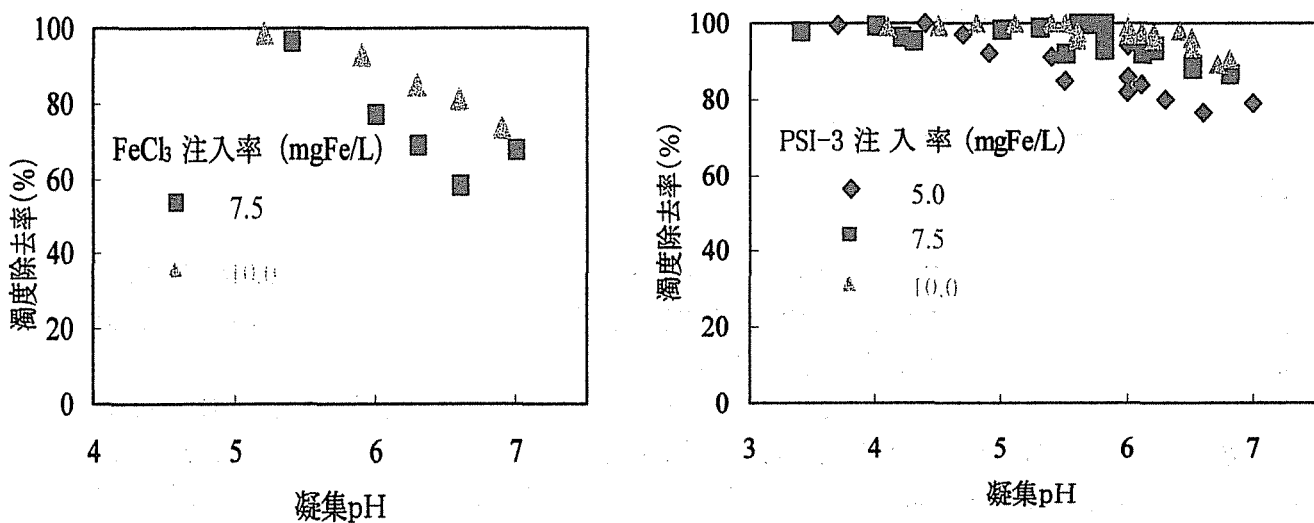
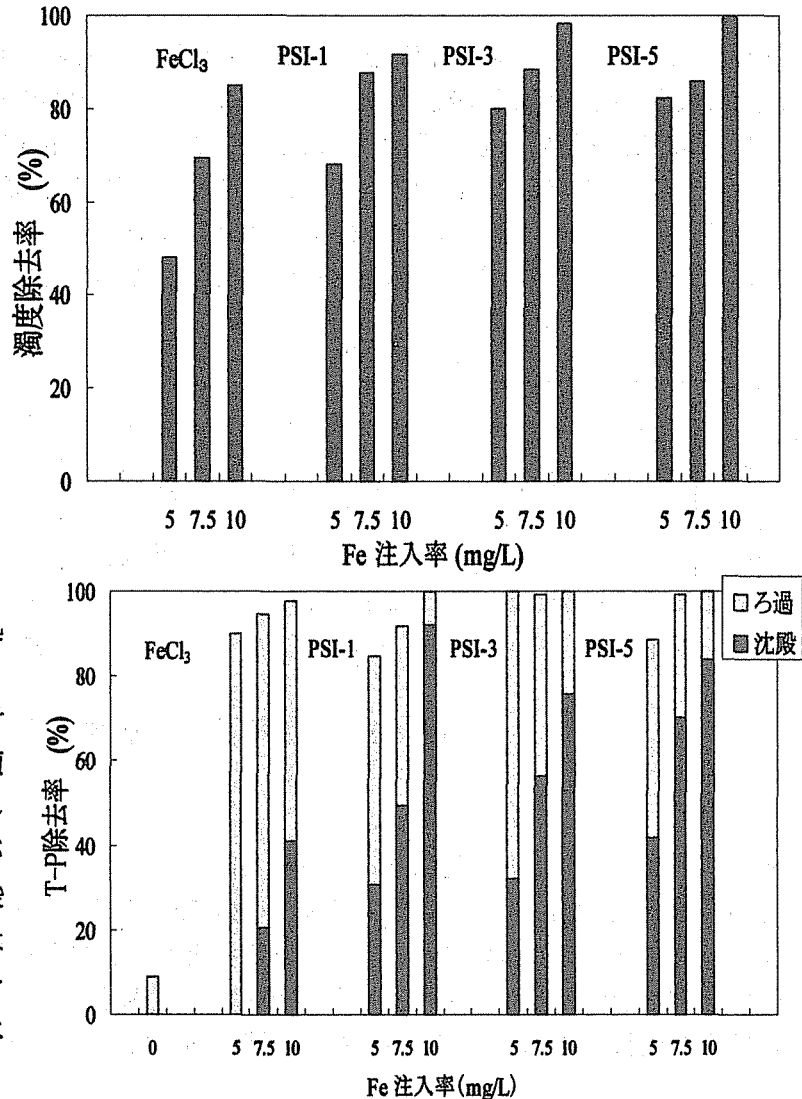


図-3 凝集 pH と上澄水質の関係

次に PSI 中のケイ酸—モル比が処理性能に与える影響を調査するために、PSI-1、-3、-5、 FeCl_3 の 4 種類の凝集剤を用いたジャーテストを行った。一般には重合ケイ酸の含有量が増加すると架橋作用が強化され、フロクの沈降性は良好となる。注入率は各凝集剤につき 5、7.5、 10mgFe/L の 3 通りで行い、原水、攪拌条件は前述のジャーテストと同様とした。結果を図—4 に示す。図—4 より、注入率が等しい場合には重合ケイ酸の含有量が高いほど PSI は優れた処理性を有することが確認された。

以上の結果より、都市下水を対象とした場合、PSI は pH 中性領域において従来の凝集剤と比較してより高い処理性を有することが確認された。また、PSI のケイ酸含有量の増加に伴い、処理性能は向上する傾向にあるが、経済性を考慮して、JMS による連続通水実験では PSI-3 を使用することとした。注入率についても同様の理由で 7.5mgFe/L 下水とした。



図—4 PSI の鉄—ケイ酸モル比と上澄水質

3. JMS による連続通水運転

3.1. 実験装置

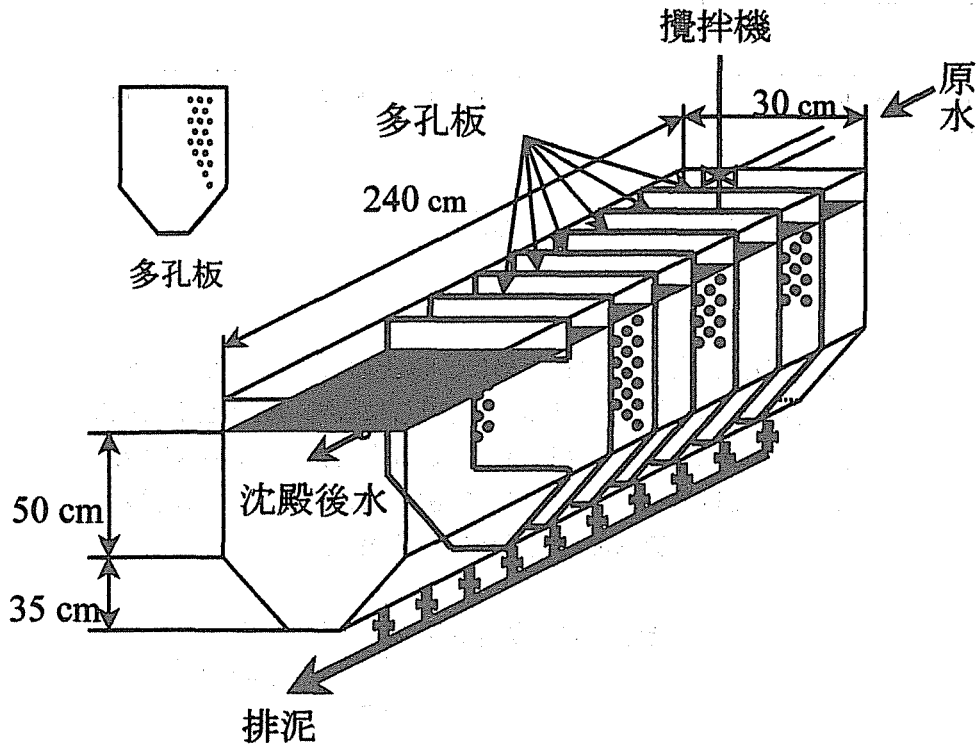
凝集沈殿方式で多用されているパドル式フロッキュレーターは、流入濁度の変動に応じて攪拌強度を調整できる長所を持つ反面、機械部分の破損や攪拌動力費 (1 万トン/日当たり、約 100 万円/年間動力費) の面でかなり不経済である。

本研究で使用した JMS は、長さ 240 cm、幅 30 cm、深さ 85 cm の長方形水槽で、中には 20 cm 間隔で全 10 段、多孔板が設置されている。滞留時間は 90 分、表面負荷率は $12.5\text{m}^3/\text{m}^2/\text{day}$ とした。JMS の概要を図—5 に表す。多孔板の孔は板の片側にのみ開いており、1 枚 1 枚左右交互になるように設置されているため、流路は迂回流となる。そして汚水が多孔板を通過する際、孔によって流路断面積が制限されるため流速が増すと共に乱流が生じ、水平方向に渦となって水路中に攪拌を起こす。この作用によって JMS は懸濁粒子のフロク形成と沈殿を同時に行うことが可能となる。

原水は札幌市内の S 処理場の沈砂池流出水を用いた。

PSI は JMS の原水流入付近に添加し攪拌機により急速混和を行った。

更に、運転に際して沈積する汚泥については槽ごとに設けられている汚泥引き抜き管によって 1 日 1 回引き抜いて汚泥を処分した。

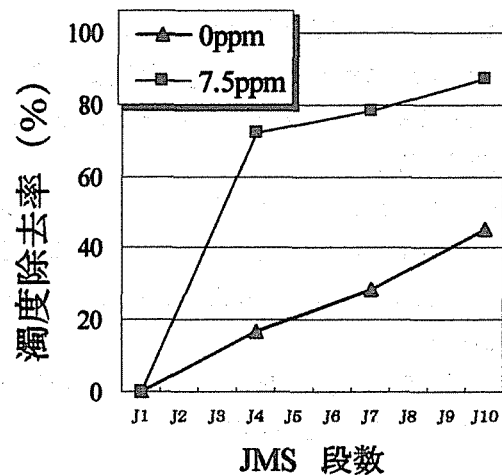


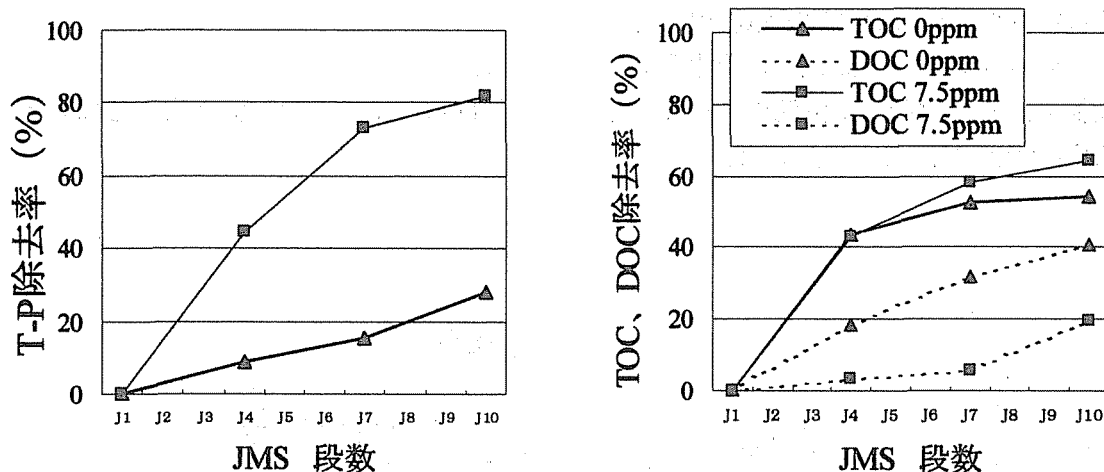
図—5 JMS の概要

3.2. 実験方法・結果

ジャーテストの結果を参考に、PSI-3 の注入率を 7.5/mg/Fe/L-下水として実験を行った。JMS による汚水の処理性を確認するために多孔板で仕切られた各槽（原水流入側より J1~J10 とする。）の内、4 カ所より上澄水を採取して水質分析した。測定項目は濁度、TOC、DOC、全リン (T-P) とした。

上澄水の測定結果を図—6 に示す。





図—6 連続通水実験結果

3.3. 考察

ハイブリッド下水処理システムの性能を検討するために、以上の実験結果と JMS—PAC 併用系によって過去に得られた上澄水の水質を比較した。渡辺らによる PAC 注入率 5mgAl/L (0.18mmol/L) の JMS 連続通水実験の結果を表—3 に示す。本研究では、PSI 注入率 7.5mgFe/L (0.13mmol/L) と金属モル濃度換算では過去の JMS—PAC 併用系より低いにも関わらず、より良好な処理性能が得られており、本システムの妥当性が確認された。

表—3 PAC 注入時 (左) と今回の実験 (右) の水質結果

	JMS	JMS	除去率(%)	JMS	JMS	除去率(%)
	IN	OUT		IN	OUT	
Turbidity (TU)	123	27	78	193	25	87
TOC(mg/L)	78.4	33.6	57	67	24	64
T-P(mg/L)	2.8	—	—	4.1	0.73	82

4. 参考文献

- 1) Watanabe, Y., Iwasaki, Y.: Performance of Hybrid Small Wastewater Treatment System Consisting of Jet Mixed Separator and Rotating Biological Contactors. *Wat. Sci. Tech.* 35(6)(1997)63-70
- 2) Watanabe, Y., et al.: Theory and Performance of a Jet Mixed Separator. *J. Water SRT-Aqua* 39(6)(1990)387-395
- 3) Watanabe, Y., et al.: Enhanced Flocculation/sedimentation Process by a Jet Mixed Separator. *Proc. of IAWQ/IWSA Joint Specialist Group on Particle Separation Workshop, Sapporo 1997*, pp.57-70
- 4) Hasegawa, T. et al.: Characteristics of Metal-Polysilicate Coagulants. *Wat. Sci. Tech.* 23, Kyoto 1991, pp.1713-1722
- 5) Hasegawa, T. et al.: Now Polysilicic Acid Coagulants and Their Properties. *Proc. of Water Nagoya '89, 1989*, pp.152-161
- 6) Hashimoto, K. et al.: Inorganic Polymer Coagulants of Metal-Polysilicate Complex. *Water Supply, Vol.9, Jongkoping 1991*, pp.567-570