

放射性成分含有水の処理方法

鎌田バイオ・エンジニアリング株式会社

1. 装置概要

近年、各々の水処理施設において、高度に処理された水質が要求されております。このような要求に対して、従来からの高度処理システムとして、凝集沈殿池→砂ろ過器→活性炭吸着塔→UF（MF）膜の組合せ処理が一般的に知られており、この発展型として、放射性含有水処理としてのゼオライト・ろ過・活性炭処理が考えられていると考えます。鎌田バイオでは従来型のシステムを簡素化し、一つの高速度繊維凝集ろ過装置として処理できるシステムを開発しております。この処理システムは磁性体凝集剤の添加物質を変えることで、いかなる目的水質に対しても、フレキシブルに対応することが可能で、放射性含有汚水に対しても十分な処理能力を発揮すると考えます。

2. 高速繊維ろ過システムの原理（高速凝集ろ過）

高速凝集繊維ろ過システムの原理は、充填ろ過器内に充填する、砂、アンストラサイト、活性炭、ゼオライトの代わりに繊維ろ材を充填することで、目的処理原水を超高速「1,000m/日～1,500m/日」で通水することで確実に大量の処理水からSS成分、溶解成分を除去することが可能となります。又、逆洗浄時には、圧密された繊維ろ過器内の圧力を低下させることで膨張状態となり、短時間で、洗浄水量も少量で確実にろ材を洗浄再生することでろ過機能を回復させることが可能となります。

放射性物質（ヨウ素、セシウム）等の成分を高速凝集ろ過処理できる原理は、システム流入原水配管ラインにディスペンサーを設置し、当社が開発した特殊磁性体（粉末）凝集剤を間欠注入することで、ろ過器内に充填されている繊維ろ材の突起部分に原水に含有する放射性微粒子成分をアパタイト付着することで、磁性体凝集剤に添加されているゼオライト吸着性能を向上させ、又、繊維状活性炭のマイクロボア部分の吸着能力を高めることが可能となります。

3. 高速繊維ろ過システムの特徴

① システム充填ろ材からの特徴

本システムで使用する繊維ろ材は、活性炭繊維「ユニチカアドール」をベースに各種加工を施した多様な形状の生物処理担体充填ろ過材で、形状は外形8mm、長さ10mmの六葉状のチップで、微粒子SS成分、溶解成分を捕捉することが可能となることを特徴としています。

- 空隙率が多いことで通水時の圧力損失が非常に小さく、捕捉したSS成分はペレット状となって繊維部分に付着することで目詰まりを起こしにくくなります。
- ろ過速度は400m/日～1,500m/日が可能であり、システムが小型化でき、又、イニシャルコスト、ランニングコストを低減することが可能で、プラント製造工程、組立工程を短縮させることができます。
- 繊維充填層床のSS補足量は非常に大きい数値となります。

凝集ろ過・・・12kg-SS/m²

② 磁性体凝集剤

本システムで使用する特殊磁性体凝集剤は下記の特徴を有しています。

- 本磁性体凝集剤は無機系凝集剤と有機系凝集剤の両機能を併せ持ちます。
- 磁性体の働きによって、従来の無機・有機系の凝集剤の持つ欠点をカバーし、強固で沈降性のよいペレット状のフロックを形成（生成）することができます。
- 磁性体水処理剤には、主成分となる磁鉄粉、カルシウム成分、高分子凝集剤以外に目的とする原水成分除去可能な物質（粉体成分）を混合することで目的成分を確実に除去することが可能となります。

放射性成分除去には、セシウム除去…ゼオライト粉末、ヨウ素除去…微粉炭を混合することで効率的に除去することが可能となります。



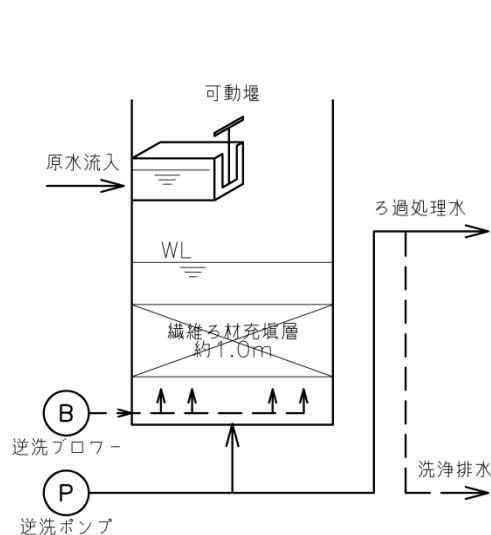
磁性体凝集剤

■ 繊維ろ材の物理、化学的性質

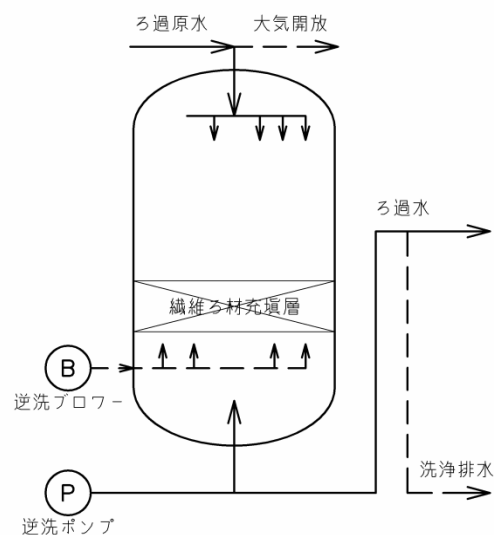
外観	繊維状
真密度	1.5 ~ 1.8 g / cm ³
繊維径	7 ~ 18 μm
比表面積	700 ~ 2500 m ² / g
平均細孔径 (w)	1.6 ~ 2.3 nm
累積細孔容積	0.3 ~ 1.4 cm ³ / g
引張強度	0.10 ~ 0.25 GPa
引火点	無
酸化開始温度	460℃
臭気	無臭
溶融・収縮性	無
難燃性	優
耐薬品性	耐酸（酸化性の酸を除く）、耐アルカリ性、耐有機溶剤性

■ フローの確認

【Ⅰ】重力式下向流（固定床） 開放型

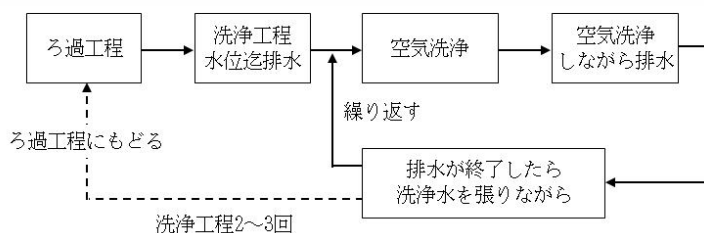
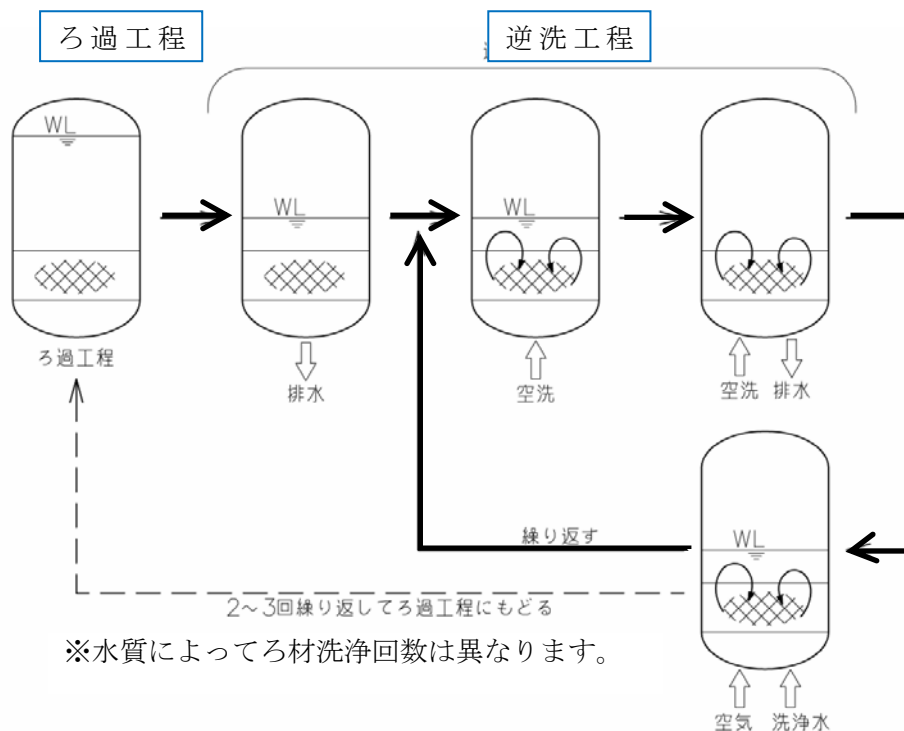


【Ⅱ】圧力式下向流（固定床）



- ・ろ過速度 LV = 1,200m/日 ~ 1,500m/日
- ・圧力損失 ΔP = 0.1 ~ 1.5m
- ・SS 捕捉量 : 6 ~ 7Kg · ss/m² — ろ床
- ・空気、水洗浄のバッチ洗浄方式(約3回繰り返し)
※水質によっては1回の洗浄でも十分に洗浄可能。

■ 逆洗工程フロー



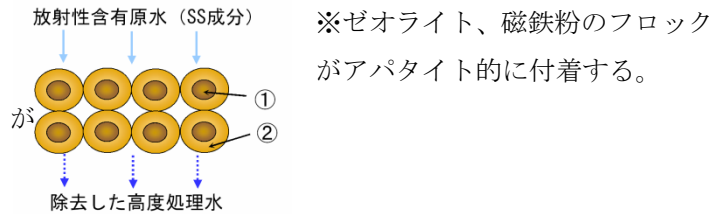
■ 超高速凝集繊維ろ過システムの性能

項目	ろ過システム	KBE 超高速凝集繊維ろ過器
ろ過速度 L V		600m/日 (MAX800m/日)
ろ過器圧力損失		0.2~2.0mH
ろ床のSS 補足量		12kg-SS/m ² -ろ床
ろ過水量に対して1回の逆洗浄水量		1~2%回
ろ過処理水のSS 除去率		1mg/L以下
SS 除去率		80~95%
イニシャルコスト (単位水量当り比)		60~80%
設置スペース (単位水量当り比)		1/2
維持管理費 (単位水量当り比)		60%

■ 放射性物質を除去できる理由

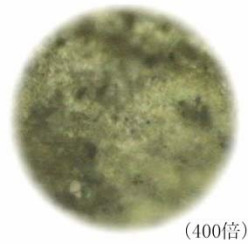
(1) ヨウ素・セシウムの除去できる理由

①の芯材となる繊維ろ過の廻りに磁性体水処理剤が②アパタイト的に付着して、あたかも粘着性のあるUF膜となり、微細粒SS成分をカットします。



(2) 処理水をろ紙でろ過した後のろ紙状況

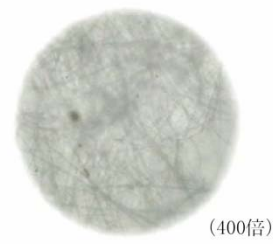
■ 原水ろ紙カット状況顕微鏡写真



繊維ろ材 (アパタイト)



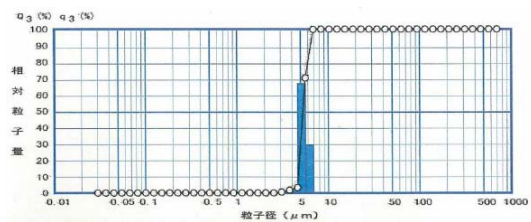
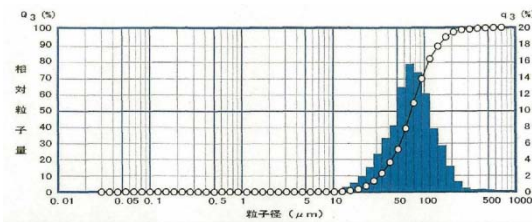
■ 処理水ろ紙カット状況顕微鏡写真



実験写真



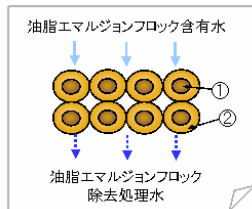
■ 繊維ろ過システム SS除去粒度組織 (LV=500m/日データ)



■ ノルマヘキサン抽出除去例

➤ ノルマヘキサン抽出物接触式生物膜処理のメカニズム

①微細粒油脂成分エマルジョンフロクの除去

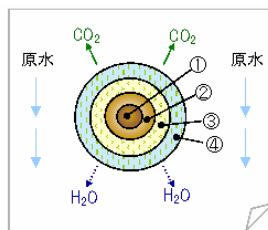


①の芯材となる充填ろ材選りに磁性体水処理剤が油脂分を精密した状態に②アパタイト状態で付着し、あたかも粘着性の膜のように凝結することにより微細粒油脂成分もカットすることができます。

捕捉されたペレット状フロク



②油脂分生物分解メカニズム



芯材①の選りに磁鉄粉・カルシウム分を主成分とする磁性体水処理剤と油脂分エマルジョン化成分がアパタイト的に付着し、①無酸素層、②微気層、③好気層の接触生物膜層を形成し、生物処理的に油脂成分を分解し、CO₂等のガス体及び水に分解することにより無害化し、肥大化した油脂含有フロクは、余剰汚泥として系外に排出されます。又、排出される凝集フロクは、簡易な方法でSS固形成分と水成分に分離され、分離汚泥は焼却処分することにより無害化処理できます。

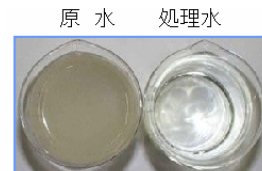
■ ノルマヘキサン抽出物除去データ

①キャノラー油

項目	ノルマルヘキサン抽出物
原水(海水)	125 mg/L
処理水	2 mg/L

②酸化鉱物油(エンジンオイル)

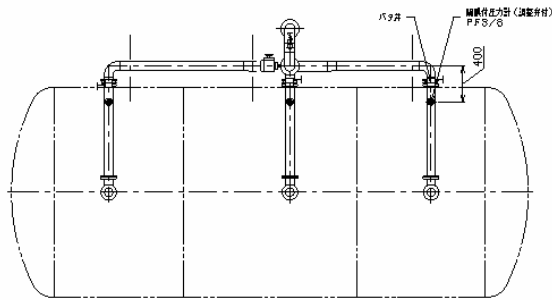
項目	ノルマルヘキサン抽出物
原水	826 mg/L
処理水	1 mg/L



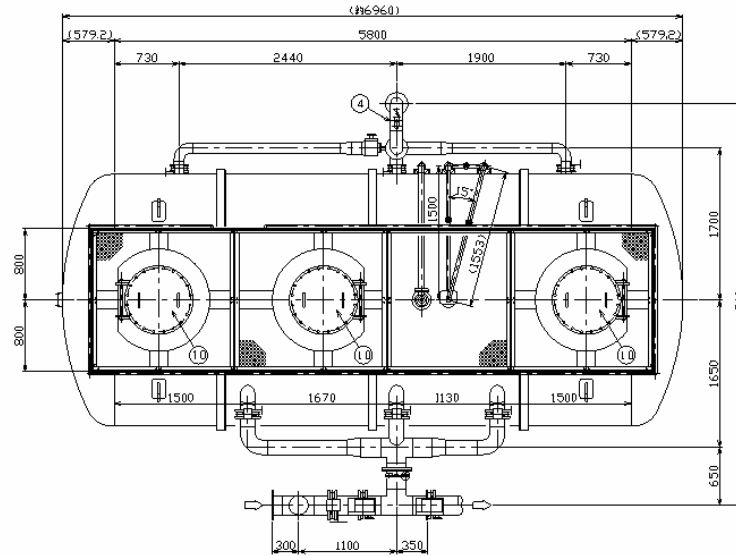
■ 参考図

- LV = 800 m/日
- 処理水量：12,000 m³/日
- 凝集剤：ゼオライト含有磁性体凝集剤
- 充填ろ材：セラミックス + 繊維状活性炭

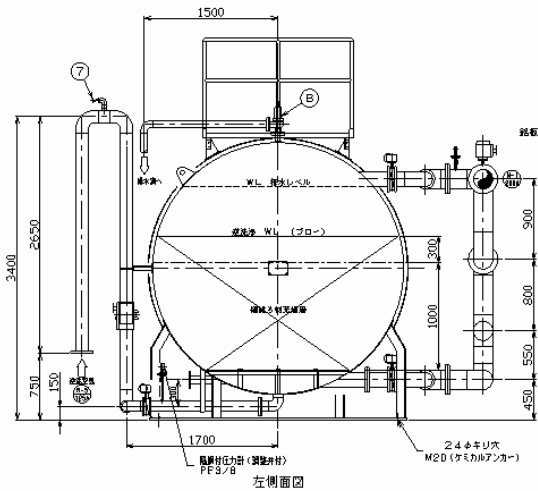
符号	名称	口径	数量	備考
N-1	原料投入口	300A	1	JIS10YP
N-2	循環水取出口	300A	1	JIS10KP
N-3	循環水排出口	300A	1	JIS10KF
N-4	洗浄水取出口	300A	1	JIS10KF
N-5	循環水投入口	125A	1	JIS10KP
N-6	ドレン口	125A	2	JIS10KF



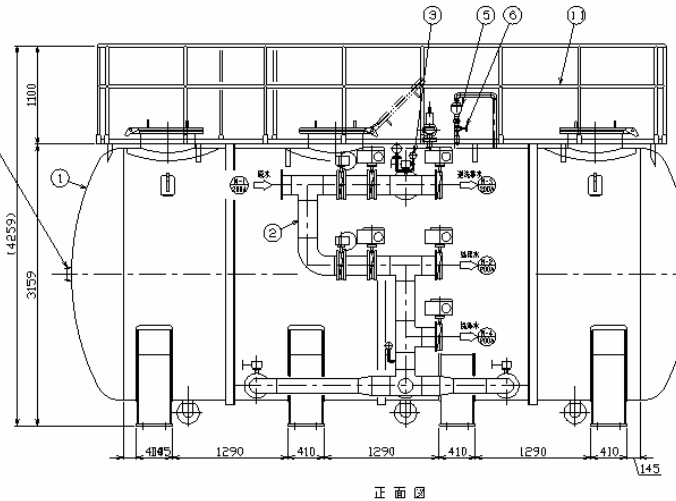
迎洗配管詳細図 S:1/30



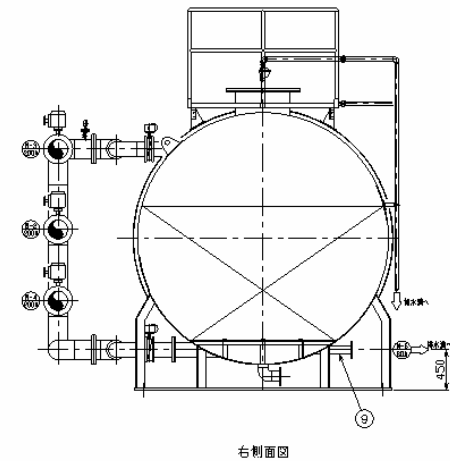
平面図



左側面図



正面図



右側面図

型式	円筒型			
寸法	φ2800×8000L			
数量	3台			
材質	SS400 (補:ボルトナット 内筒:1Cr43)			
付属品	安全弁, 梯子, タンクアンカー (M20)			
設置方法及び運転条件				
部分	本			
操作圧力	0.90, 0.92MPa以下			
操作温度	常温			
運転状況	常			
部品名称				
番号	名称	材質	数量	備考
①	円筒本体	SS400	1	T-9
	側面配管	SGP (B)	-	DN: 300A, 150A
②	自動バクフライ弁	FG/SUS	5	DN: 300A 標準
	手動バクフライ弁	FG/SUS	5	DN: 300A, 150A 標準
③	ダイヤフラム式圧力計	鋼板/SUS	2	PFS/8 標準
	排気弁圧力計	鋼板/SUS	1	PFS/8 標準
	遊流A1+配管	SGP (B)	-	DN: 125A, 100A
④	自動バクフライ弁	FG/SUS	1	DN: 125A 標準
	手動バクフライ弁	FG/SUS	3	DN: 100A 標準
⑤	自動エア-ロック弁	FG/SUS	1	DN: 32A
⑥	手動エア-ロック閉鎖弁	FG/SUS	1	DN: 32A
⑦	停止弁	FG/SUS	1	DN: 25A
⑧	安全弁	FG/SUS	1	50A
⑨	ドレン配管	STPA SS400	-	DN: 80A
⑩	基礎及び設備用アンカー	SS400	3	80φ
⑪	作業平台	鋼板 (B)	-	25A, 150x5