

日本産業機械工業会会長賞

「大型浄化槽（KTZ型）」

株式会社クボタ

1. 装置の詳細説明

本装置は、下水道整備区域外のマンション、病院、工場、公共施設等の大規模な建築物から排出される生活排水を処理する浄化槽である。

本装置では、前段（固液分離槽、嫌気ろ床槽）で流入汚水中の夾雑物を除去し、後段（担体流動槽等の生物反応槽、ろ過槽、処理水槽）で有機物を生物処理し、発生した汚泥を固液分離することで清澄な処理水を得る。

まず従来装置の浄化槽各単位装置の構造と機能は次のとおりである。固液分離槽は、流入汚水中の夾雑物・固形物等を分離し貯留する。嫌気ろ床槽は、ろ材を充填させた「ろ床」を汚水が通過する際に固形物や浮遊物質が分離され、ろ床内の嫌気性微生物により有機物の嫌気分解と硝酸・亜硝酸性窒素の脱窒を行う。担体流動槽は、槽内に充填した流動担体に固定化される好気性微生物により有機物の分解及びアンモニア性窒素の硝化を行う。担体ろ過槽は、担体流動槽で有機物を分解した際に発生した汚泥を、槽内に充填されたるろ過担体でろ過し清澄な処理水を得る。また、槽内に設けたエアリフトポンプにより槽内水を固液分離槽へ常時循環させる。処理水槽は担体ろ過槽でろ過した処理水を一時的に貯留するとともに、担体ろ過槽で捕捉できなかった剥離汚泥を固液分離し汚泥の槽外への流出を防止する。消毒槽は、消毒剤を処理水に接触・溶解させ滅菌を行う。放流槽は、水中ポンプ等で槽内に貯留された処理水を浄化槽外に放流する。

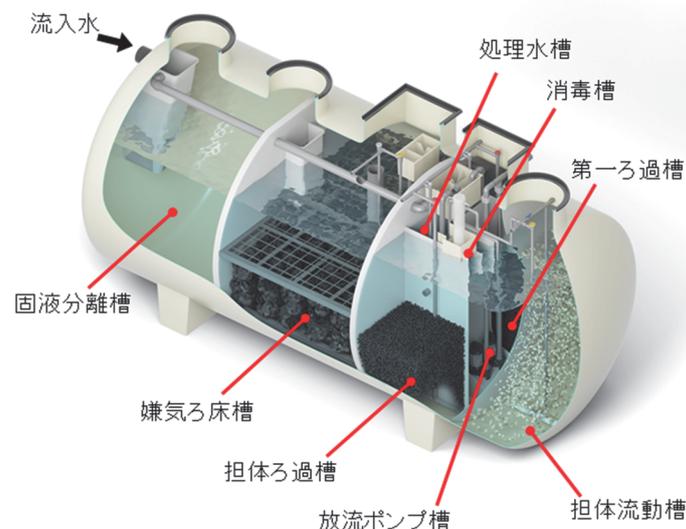


図1 大型浄化槽(KTZ型)概略図

同処理性能の他メーカーの類似装置と弊社従来装置及び本装置の比較を表1、図2に示す。メーカーごとに槽名称は異なる場合がありますが、図2の処理フローをみると類似装置の「予備ろ過槽」は従来装置の「嫌気ろ床槽」と同じ機能である。類似装置と従来装置は、一般的でほぼ同じ処理フローであることがわかる。類似装置や従来装置にはなかった第一ろ過槽を担体流動槽の前に設けた処理フローは、本装置開発の技術上の大きなポイントである。また、従来装置同等の処理性能を確保しながらスポンジ担体採用による担体流動槽容量の縮減、流入汚水による堆積した汚泥の巻き上げ・攪拌を抑制することで少ないスペースでより汚泥の濃縮貯留化を可能にし、固液分離槽・嫌気ろ床槽の容量を縮減させるというポイントも本装置のコンパクト化に繋がった。

表1 類似装置・従来装置と本装置の仕様範囲比較

処理方式		類似装置	従来装置	本装置
人槽範囲	(人)	51~1500	51~1840	51~2380
日平均汚水量範囲	(m3/日)	10.2~139.0	2.55~92.0	2.55~119.0
型式の槽本数範囲	(本)	1~6	1~3	
処理水質	BOD	(mg/L) 20以下		
	SS	(mg/L) 15以下	20以下	10以下

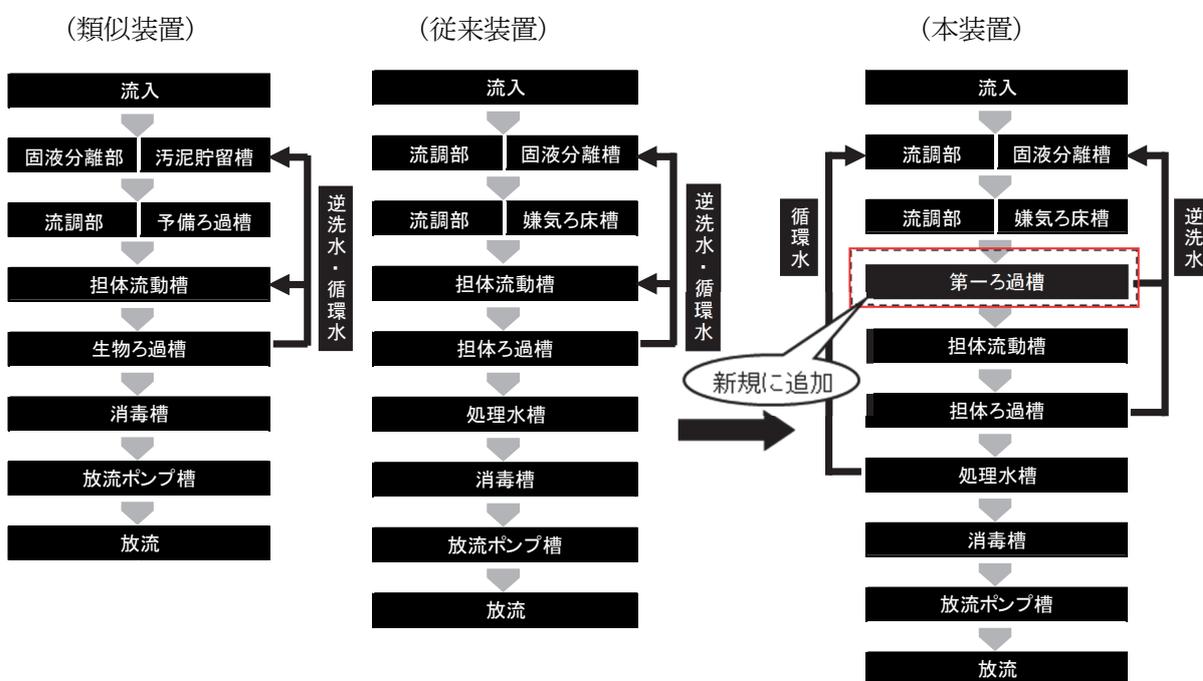


図2 処理フロー比較

2. 開発経緯

(1) 開発経緯

1) 開発の背景

世界各国が各産業分野で温室効果ガスの削減に取り組む中で、浄化槽についても積極的な取り組みが推進されている。環境省が、「省エネ型浄化槽システム導入推進事業」として、2000（平成12）年以前に設置された建築基準法に定める旧構造基準及び新構造基準の大型浄化槽（60人槽以上）を省エネルギー効果が高い浄化槽への入れ替えに際して、定められた工事に要する経費の1/2を補助する制度も、その一つである。既設浄化槽の改修は、流入する汚水を継続して処理しながらの施工となるため、新たに浄化槽を設置するスペースが必要となる。そのスペースの確保という観点から、狭小地にも設置できる浄化槽本体のコンパクト化は市場からの要望である。その市場からの要望に応え、従来機をさらにコンパクト化した大型浄化槽を開発することにより、既設浄化槽の改修のみならず、新設に際しても施工費の低減に貢献することができる。

大型浄化槽は、日本国内においては約1,500件/年の需要があり、市場ではコンパクト型〔処理性能：放流BOD(生物化学的酸素要求量)20 mg/L以下〕の設置が9割を占めており、本装置の開発ではそのコンパクト型市場の中でも最も市場ニーズが高い200人槽以下をターゲットとし、顧客の施工費を大幅に低減できるようにコンパクト化することを開発コンセプトとした。

2) 開発目標

- ・全長従来装置比約80%にコンパクト化した製品の開発
- ・200人槽(日平均汚水量40m³/日)以下をFRP本体槽1本構造に収める
(10トン車で輸送する場合に積載可能な長さを1本槽の最大長さとしており当社従来装置は200人槽の条件では1本槽に収まらず本体槽2本構造)

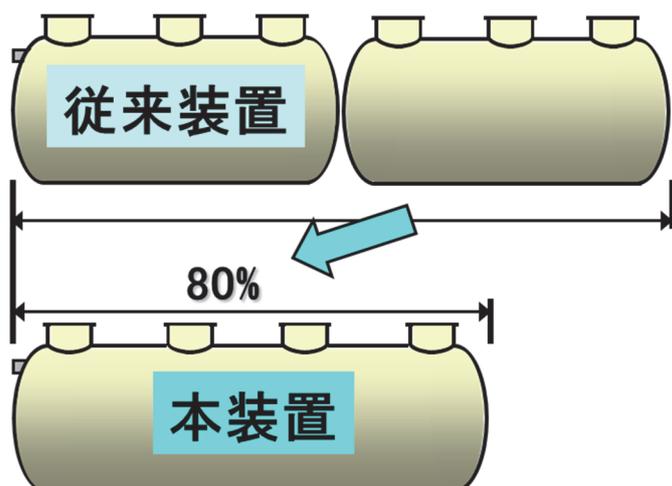


図3 従来装置と比較した本装置の目標



図4 大型浄化槽施工写真
(上：2本槽、下：1本槽の写真)

3) 開発経緯

2010年	従来装置に替わる大型浄化槽の開発に着手。 基礎試験により汚水処理フロー改良を重ね、現在の構造の採用に至る。
2014年7月～2015年6月	一般財団法人日本建築センター浄化槽試験所にて性能評価試験を実施し性能評価取得。
2015年9月	本装置の認定関連(国土交通大臣認定、型式適合認定、型式認定)取得完了。
2015年10月	販売開始
2015年11月	第1号機納入

3. 独創性

本装置の処理フローを確立するため、ろ過方法、流動担体の材質や充填量、嫌気ろ材の形状や充填量、循環水量、ばっ気風量等様々な検討を行い従来装置の処理性能を維持しながら本装置を目標どおりコンパクト化を達成できたポイントは次の3点である。

① 二段ろ過方式の採用 [SS(浮遊物質)除去能力の向上]

図4のように一段目の第一ろ過槽では汚水中のSS(浮遊物質)をろ過し、次槽の担体流動槽への流入を抑制する。従来装置には無かった第一ろ過槽を追加したことで担体流動槽への負荷が下がり、処理効率が向上したことで担体流動槽容量を減らすことにつながった。その後の二段目の担体ろ過槽で、担体流動槽で発生した汚泥をさらにろ過しSS(浮遊物質)を除去する構造としたことで従来装置より清澄な処理水を得ることができる構造になっている。この第一ろ過槽は、円筒状のろ過担体(材質:ポリプロピレン)と槽底部の逆洗管(材質:PVC)のみで構成されるシンプルな構造とした。下降流で汚水が、ろ過担体を充填したろ過槽を通過するときに浮遊物質が捕捉される。ろ過担体が閉塞しないように浄化槽への汚水流入が無い時間帯(主に夜間)に1日1回以上の頻度にて槽底部から逆洗管でエアー洗浄する。後段の担体ろ過槽も同構造とし、管体軸方向に対し処理水槽・消毒槽・放流槽を間に挟んだ対称位置に配置した。

大型浄化槽は作業者が浄化槽管体(直径2,500mm)の中で、ガラス繊維に樹脂を含浸させ、FRP部品を貼り合わせて作る部分が多い。第一ろ過槽を追加することで、小さい人槽になるほど浄化槽内の仕切板で区切られた各槽の容量が小さくなり、作業スペースが狭く製作が困難になることが懸念された。ろ過槽自体を従来装置よりもシンプルな構造に見直したことで、二段ろ過部・処理水槽・消毒槽・放流槽を本体組立前にオフラインにて一体型の形状でユニット化し、組立時に部品として浄化槽管体内に組み付ける製法に改善することで解決した。

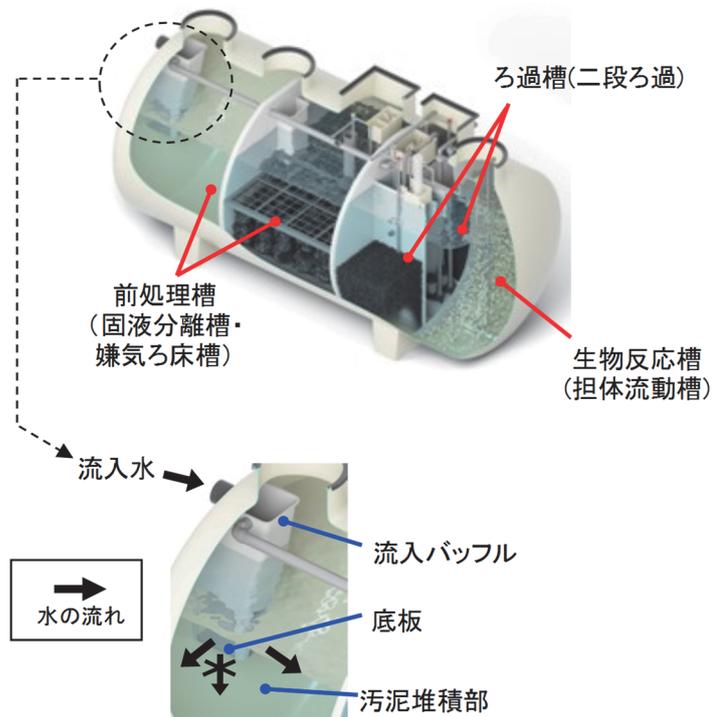


図5 本装置のポイント

② スポンジ担体の採用

従来装置に使用していた流動担体(材質：ポリプロピレン)に代わり担体の表面だけでなく内部にも微生物が固定化され、単位容積あたりの微生物量を増やすことができるスポンジ担体(材質：ウレタン)を採用した。適正な充填率を決定するために社内試験にて担体流動槽容量に対し充填率を振って確認した。担体量が多いほど固着される生物量が増え処理能力が上がるが、設定している空気量では担体が十分に槽内巡回しなくなる充填率がわかり、それを上限として性能面とコスト面で適正な充填率を決定した。①項の前段のろ過槽(第一ろ過槽)による流入負荷低減効果によって、本装置の担体流動槽を従来装置の約 75%の容量としコンパクト化を実現した。



図6 スポンジ担体

③ 前処理槽(固液分離槽・嫌気ろ床槽)の汚泥貯留方法

図5、7のように本装置の汚水流入側にある流入バップルに底板を設け、流入する汚水が直接真下に流れることなく横方向に分散する構造とした。前処理槽底部に堆積した汚泥の巻き上げ・攪拌を抑制することで、少ないスペースでより汚泥の濃縮貯留化を実現し前処理槽の容量を縮減した。

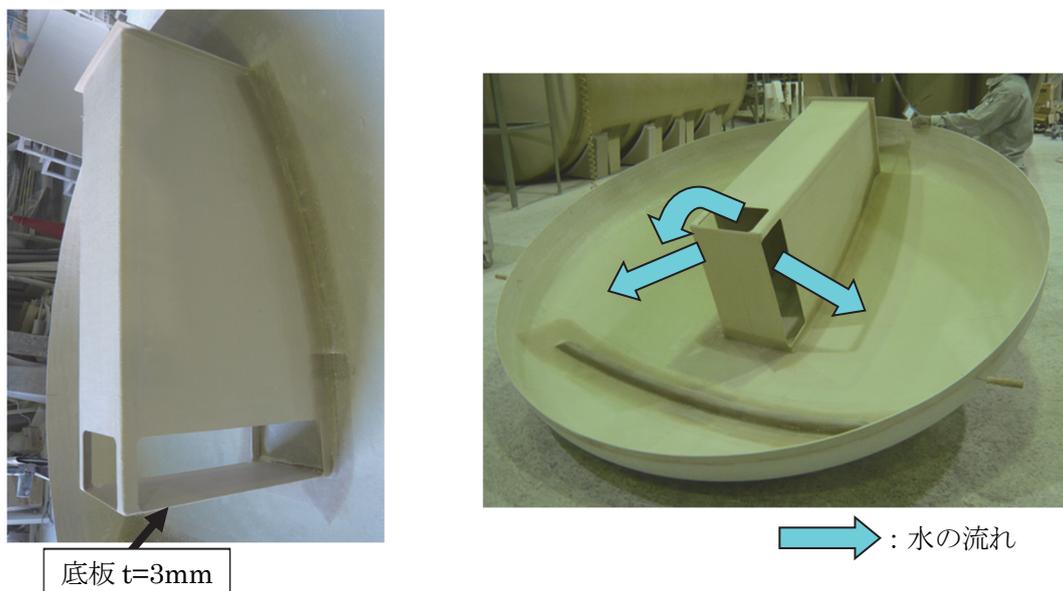


図7 流入バップル

上記①～③のポイントを中心にした技術開発により、開発目標を実現した本装置を製品化した。

4. 特許の有無

次のとおり、特許1件を取得済み。

特許番号：第6632202号 / 名称：浄化槽

5. 性能

(1) 処理性能

浄化槽を製品化するために第三者機関による性能評価試験を実施し処理性能の公的な評価を得た。試験は実機と同じ設計基準の各単位装置で構成されるミニプラント試験槽に汚水を約6か月間流入させ、低温負荷試験(13℃試験)と恒温負荷試験(20℃試験)の2つの結果を評価し、申請(BOD: 20mg/L以下、COD: 30mg/L以下、SS: 20mg/L以下)した処理性能が得られるかを確認する。また、流入水量を変動させて試験を行った。

試験結果(平均値)は表2のとおり、コンパクト化した本装置であるが従来装置の処理性能を表す数値と比較しても高い処理性能であることがわかる。



図8 性能評価試験写真

表2 第三者機関による性能評価試験結果(処理水質)比較

(単位：mg/L)

		BOD	COD	SS
試験 結果	従来装置	18.4	24.0	4.5
	本装置	11.7	17.7	3.6

BOD：生物化学的酸素要求量、COD：化学的酸素要求量

SS：浮遊物質

(2) 維持管理性

本装置の維持管理には、保守点検・定期清掃の2項目がある。保守点検とは、浄化槽の作動状況、施設全体の運転状況、放流水の水質等を調べ異常や故障を早期に発見し予防的処置を講ずる作業で、その頻度は3か月に1回以上として認定を得ている。

定期清掃とは浄化槽の使用に伴い必ず発生する汚泥、スカム等を槽外へ引き出し、槽及び機器等を清掃する作業で浄化槽の機能を長期にわたって維持するために不可欠な作業で、その頻度は6か月に1回以上としている。

従来装置の点検頻度は4週に1回以上と本装置より多かつたことから、維持管理する項目はさほど増えておらず維持管理を請け負う業者への点検費用が安価で済む。清掃頻度は、従来装置と同様であるため汚泥引き抜き処分費用についても同等となる。

1) 保守点検

保守点検は、一般的な項目である浄化槽内各槽の運転状況確認が主体となる。異常や消耗がある場合には調整、交換、補充が必要となる。

2) 定期清掃

定期清掃は、一定時間ごと浄化槽に貯留・堆積したスカムや余剰汚泥の搬出と異物や生物膜が付着した箇所清掃が主体となる。

表3 維持管理の主要点検項目一覧

点検場所	点検項目	保守点検	定期清掃
浄化槽	流入・放流管渠の異物・閉塞有無の確認・除去	○	
	各槽の水位異常有無の確認	○	
	担体流動槽ばっ気状況異常・発泡有無の確認	○	
	散気管の点検・掃除・交換	○	
	流調エアリフトポンプ水量確認・調整	○	
	流調計量器・循環計量器の汚泥付着有無の確認・除去	○	
	循環エアリフトポンプ水量確認・調整	○	
	逆洗水移送エアリフトポンプ水量確認・調整	○	
	各槽の水温・透視度・pH・DO(溶存酸素)測定	○	
	各槽の臭気有無の確認	○	○
	固液分離槽汚泥堆積状況の確認・清掃		○
	固液分離槽スカム状況の確認・清掃		○
	嫌気ろ床槽汚泥堆積状況の確認・清掃		○
	嫌気ろ床槽スカム状況の確認・清掃		○
	処理水槽スカム状況の確認・除去	○	○
	消毒槽スカム状況の確認・除去	○	○
	滅菌用消毒剤残量の確認と補充	○	
	機械設備	ブロワ消耗品(オイル)の点検・補充	○
ブロワ消耗品(ダイヤフラム・ベルト・エアフィルタ)の点検・交換		○	
ブロワ運転音の異常有無の確認・調整		○	
計装設備	水道メーターによる平均汚水量の確認	○	
制御機器	ろ過槽手動逆洗状態確認	○	
	タイマー設定値の確認・調整	○	
	警報有無の確認	○	

6. 経済性

本装置の経済性を、市場において需要が高い70人槽・日平均汚水量14m³/日の条件にて評価した。本装置は従来装置と比較して3か月に1回の保守点検頻度で認定を取得しており、ランニングコストで約18%の削減が図れる。また、20%の設置スペースの削減により、施工費も約12%削減できる。

表4 経済性比較(70人槽、流入BOD200mg/Lの場合)

		従来装置	本装置
処理方式		ピークカット流量調整型 固液分離嫌気ろ床 担体流動ろ過循環方式	担体流動ろ過循環方式
人槽 (人)		70	
日平均汚水量 (m ³ /日)		14	
総容量 (m ³)		23.18	17.46
寸法	全長 (mm)	5,450	4,350
	全幅 (mm)	2,500	2,500
	全高 (mm)	2,800	2,800
ブロワ	消費電力 (W)	400	380
処理水質	BOD (mg/L)	20	
メンテナンス性	保守点検頻度	4週に1回	3ヶ月に1回
	清掃頻度	6ヶ月に1回	
	逆洗操作の作業性	電磁弁1個で切替	電動弁1個で切替
経済性	本体槽	100	80
	施工費	100	88
	維持管理費 (保守点検費, 清掃費, 電力費, 補修費)	100	82
	省スペース	100	80

7. 将来性

大型浄化槽 (KTZ 型) は、浄化槽に求められる、「施工費を削減できるコンパクト性」という市場からの要望に応える将来性の高い大型浄化槽である。水処理プラントをパッケージ化した浄化槽は、工場で生産された製品をそのまま設置現場へ運搬し施工するため工期が短く、環境負荷低減の効果が早いという利点がある。日本国内のみならず、東南アジアなど海外の下水道の普及が進んでいない地域でも、水環境を改善する分散型汚水処理施設として普及することが期待されている。