

補修事例からみた残存汚泥に起因する 一次処理装置の破損について

社団法人福島県浄化槽協会 浄化槽検査委員会 ○棚木 康仁
同 上 鳴原 己八

1. はじめに

当県では、平成 17 年度より 10 人槽以下の合併処理浄化槽について、浄化槽管理士を検査補助員とする法第 11 条検査（以下、「11 条検査（BOD 測定）」という）を導入し受検率の向上を図っている。

また、電子化対応の保守点検記録票及び清掃記録票（以下「記録票」という）を活用し、保守点検業者及び清掃業者の記録票データが当協会のサーバーに日々送信され、データ収集を行うシステムが構築されている。

この電子データによる記録票の内容を分析した結果、一般家庭の小型合併処理浄化槽について、内部設備の破損等の事故が数多く発生していることと、その事故の改善率が極めて低いという実態が判明したことから、平成 20 年度より一般家庭における小型合併処理浄化槽を対象として補修事例に関する詳細なデータ収集を開始した。

このほど、本格的にデータ収集を開始してから約 3 年が経過することから、データの集約と検討を行った結果、事故種別の大半を「ろ材の脱落・浮上」が占めることが判明し、事故率全体の約 70%という極端に高い事故率に着目して原因等の調査を実施した。

本研究では、ろ材に付着する汚泥をばっ気攪拌により剥離し、ろ材脱落等の事故防止を図るという新たな清掃方法の提案とその検証結果を報告する。

2. 福島県内における小型合併処理浄化槽の事故概要について

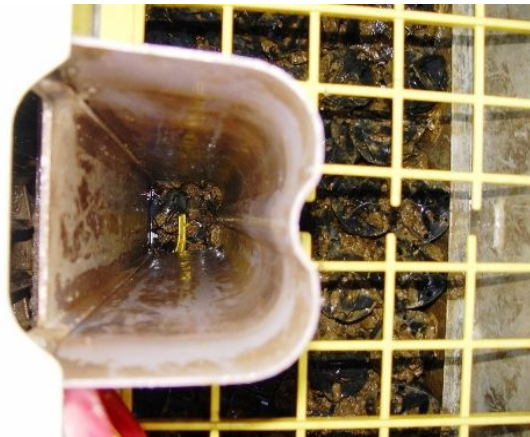
平成 20 年 10 月よりデータ収集を開始し、平成 23 年 8 月までの期間において、当協会に事故概要を現した写真資料等の詳細な報告があった件数を表 1 に示す。

【表 1】年度別事故報告基数と事故種別の割合

表 1 に示すとおり「ろ材脱落・浮上」が 135 件中 93 件(68.9%)と事故種別の大半を占めることが判明した。

種別 \ メーカー	A社	B社	C社	D社	その他	合計
ろ材脱落・浮上	38	18	6	8	23	93
槽本体の漏水	0	3	7	2	10	22
担体の浮上・流出	2	0	3	0	7	12
消毒槽の短絡	2	0	0	1	4	7
その他	0	0	0	0	1	1
合計	42	21	16	11	45	135

なお、「ろ材脱落・浮上」とは、ろ材受け・押さえの破損によりろ材が浮上または脱落した事故を表している。ろ材脱落・浮上の事故状況を写真 1～2 に示す。



【写真－１】ろ材の脱落



【写真－２】ろ材の浮上

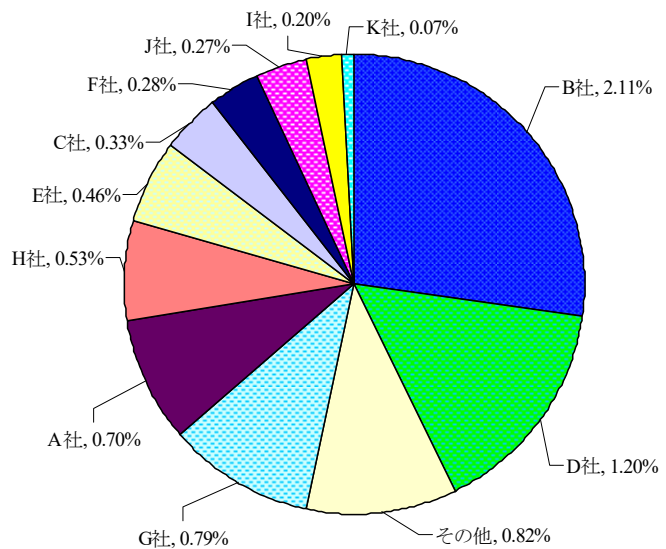
3. メーカー及び型式別の事故発生状況について

事故報告のあった浄化槽は、全てにおいて毎年1回以上の清掃と年3回以上の保守点検を実施し、11条検査を毎年受検していることから“適正な維持管理”が確実に履行されている施設であるが、ろ材が脱落・浮上する事故が発生していることから、維持管理作業上の要因だけではなく、構造上の要因や型式別の特性についての考察を行った。

平成22年度における11条検査（BOD測定）の実施基数（23,750基）を基にメーカー別の実施基数を求め、検査基数が500基以上のメーカーにおける事故発生率を算出した。結果を表-2及び図-1に示す。

【表-2】平成22年度11条検査(BOD測定)実施基数及び事故発生件数(詳細)

メーカー名	事故件数	検査基数	発生率
A社	42	6,037	0.70%
B社	21	993	2.11%
C社	16	4,910	0.33%
D社	11	913	1.20%
E社	9	1,960	0.46%
F社	7	2,535	0.28%
G社	5	633	0.79%
H社	3	563	0.53%
I社	2	1,009	0.20%
J社	2	746	0.27%
K社	1	1,488	0.07%
その他	16	1,963	0.82%
合計	135	23,750	0.57%



【図-1】メーカー別の事故発生率

表-2を基に、検査基数及び事故件数が最も多いA社における型式別の事故発生率及び事故種別を分析した。その結果を表-3に示す。

A社の型式別の事故状況では、特定の型式において、ろ材脱落・浮上の発生率が極端に

高いことが判明している。

なお、事故率の高い L1 型、L2 型ともに構造例示型である。ろ材の形状は、L1 型は嫌気ろ床第 1 室、第 2 室ともに“骨格様球状”である。L2 型が嫌気ろ床第 1 室が“骨格様球状”、第 2 室が“へチマ状”のろ材を使用している。

【表－3】A 社製品における型式別の事故状況

型式名	構造種別	H22年度 検査基数	事故 件数	事故率	事故種別				
					一次処理装置のろ材脱落・浮上			小計	その他 (漏水等)
					破損箇所の内訳				
第1室	第2室	1・2室							
C1	コンパクト型	2,895	13	0.4%	充填無し	骨格様球状 9 (100.0%)	-	9 (69.2%)	4 (30.8%)
C2	コンパクト型	1,862	0	0.0%	充填無し	骨格様球状 -	-	0 -	0 -
L1	構造例示型	732	19	2.6%	骨格様球状 13 (68.4%)	骨格様球状 5 (26.3%)	骨格様球状 1 (5.3%)	19 (100.0%)	0 -
L2	構造例示型	236	10	4.2%	骨格様球状 10 (100.0%)	へチマ状 0 (0.0%)	-	10 (100.0%)	0 -
その他	-	312	0	0.0%	-	-	-	0 -	0 -
合計		6,037	42	0.7%	23 (60.5%)	14 (36.8%)	1 (2.6%)	38 (90.5%)	4 (9.5%)

4. ろ材内部の汚泥量について

ろ材の脱落（架台の破損）が発生した施設について、補修工事の際に、清掃実施直後に一次処理装置内のろ材を引き上げ、1 個当たりの重量を実測した（写真－3）結果を表－4 に示す。

測定対象は、前出の A 社 C1 型（処理方式：担体流動生物ろ過方式）の 7 人槽である。

この型式では、一次処理装置の第 1 室は夾雑物除去槽、第 2 室が嫌気ろ床槽という構成であり、ろ材が充填されているのは、第 2 室のみである。充填されているろ材の形状は“骨格様球状”である。

引き上げ時の清掃方法は、汚泥引抜き後に可搬型自吸式ポンプ（以下「バックポンプ」という）による圧水洗浄を実施したのみで、高圧洗浄などは行っていない。

嫌気ろ床槽内を上・中・下の 3 段階に区分し、各区分で汚泥量がどのように変化するか各区分の重量と全体の平均重量を求め、平均重量を全浄協登録要覧に掲載されているろ材の充填個数（725 個）を乗じ、ろ材全体の重量を求めた。

その結果、最小 110kg 台～最大 500kg 超、平均で 227kg という結果が得られた。

なお、メーカー各社における架台の強度は、約 400～500kg の範囲の設計値であった。

この各社の設計強度を実測結果に当てはめると、D ではろ材重量のみでも架台の設計強



【写真－3】ろ材重量の測定

度を上回る重量となり、ろ材間の汚泥の重量を加算すれば 600kg を超える可能性もある。D の重量は A～C と比較して極端に高いものの、A～C の場合でもろ材間の汚泥の重量を加算すれば 200～300kg に達すると推測される。

また、ろ材単体の重量 (34g) は、同型から採取したろ材を洗浄後に実測した値である。

これらの結果から、汚泥の性状によっては、通常の使用状態においても設計強度を上回る重量に達すると推測される。

【表－４】A社C1型における嫌気ろ床槽のろ材単体の重量比較

採取場所 ろ材位置	A	B	C	D	平均	最大重量	最小重量	ろ材 単体重量
上部(X)	108g (+74g)	68g (+34g)	98g (+64g)	209g (+175g)	121g (+104g)	209g (+175g)	68g (+34g)	34g
中部(Y)	207g (+173g)	175g (+141g)	180g (+146g)	837g (+803g)	350g (+316g)	837g (+803g)	175g (+141g)	
下部(Z)	230g (+196g)	327g (+293g)	193g (+159g)	1,117g (+1083g)	467g (+433g)	1,117g (+1083g)	230g (+196g)	
施設毎の平均重量 (X+Y+Zの平均)	181.7g	190.0g	157.0g	721.0g	312.4g	721.0g	157.7g	34g
平均重量×725個 (全浄協登録の充填個数)	131.7kg	137.8kg	113.8kg	522.7kg	226.5kg	522.7kg	114.3kg	24.7kg

※ろ材の洗浄方法は、汚泥引き抜き後のバックポンプによる圧水洗浄のみ。

その他、実測値を得ていないものの“ヘチマ状”や“立体網状”のろ材についても、補修工事の際に確認をしたところ、かなりの重量となっており、“骨格様球状”のろ材に限らず、他の形状でも汚泥の重量によって架台などを破損する要素がある。

補修工事を専業とする当協会会員によると、“ヘチマ状”や“立体網状”のろ材は槽外への引き上げ時の洗浄に非常に手間がかかり、高压洗浄器を使用しても容易に汚泥を剥離できないとのことであった。

参考として、補修時に引き上げた“立体網状”ろ材を写真－４に示す。

写真の左側は高压洗浄後のろ材、右側は清掃時のバックポンプによる圧水洗浄後、高压洗浄をせずに引き上げたろ材である。

圧水洗浄後のろ材には、大量の汚泥が付着し、上部からの圧水洗浄のみでは底部に付着する汚泥は十分に剥離できていないことが確認された。



【写真－４】槽外に引き上げた“立体網状”ろ材

5. 汚泥の確実な剥離に向けた清掃方法

事故原因別の調査結果に基づき、詳細な事故報告があった協同組合県北地区浄化槽管理協会と当協会が連携し、事故防止策についての技術的な検討を開始した。

その結果、小型合併処理浄化槽を清掃する際には小型ブロワ及び汚泥剥離用の機材（以下、「散気攪拌装置」という）を使用し、汚泥引抜きの前に嫌気ろ床槽内をばっ気攪拌することにより、ろ材内部に残存する汚泥を確実に剥離する作業が効果的であることが確認さ

れた。散気攪拌装置を**写真－5**に示す。

この散気攪拌装置は、VP13の塩ビ管を主に使用し、バルブ等の部材についても容易に入手できる汎用品で構成されており、先端部分は嫌気ろ床槽の形状や清掃口の開口面積により2種類のユニットを使い分けている。

槽内に挿入後は、先端部分をスイングさせ、均一に攪拌しながら攪拌作業を行う。

1室あたりの作業時間は、汚泥の性状により異なるが概ね5分程度で終了する。

同組合では、散気攪拌装置の高い有効性が実証されたことから、現在は全車両（汚泥濃縮車16台）に散気攪拌装置を配置し“通常業務”として攪拌作業を実施している。

また、攪拌用エアは既設のプロワから確保することが可能であるが、同組合では散気攪拌装置用に小型のプロワ（吐出量30L/min）を全車両に配置している。

写真－5は、当協会が作成した分割式であるが、バキューム車に積載する場合は、作業効率を考慮して連結部の少ない直管式を採用することが望ましい。



【写真－5】散気攪拌装置

6. 清掃方法の違いによる槽内水のSS量の比較

前出の散気攪拌装置により攪拌作業を行った場合と、バックポンプを使用し上部から圧水洗浄のみ行った場合の2通りについて、水張り後における槽内水のSS量の比較を行った。槽内水のSS量の比較結果を**表－5**及び**図－2**に示す。

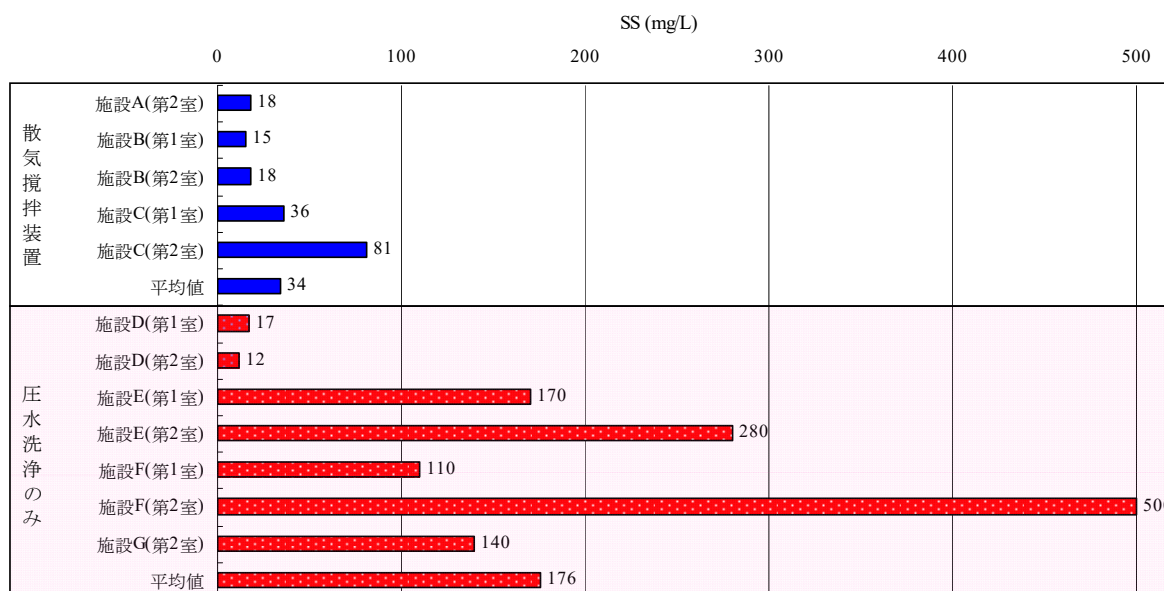
【表－5】ろ材洗浄方法別の槽内水SS量の比較

ろ材の洗浄方法	施設名 (構造種別)	採水 場所	ろ材の形状	SS (mg/L)	人槽	使用 人員	人員 比	ろ材の洗浄方法の詳細
散気攪拌 装置 ＋ 圧水洗浄	施設A (コンパクト型)	第1室	充填なし	-	10	5	0.50	散気攪拌装置及び圧水洗浄 (バックポンプ・高圧洗浄機使用)
		第2室	骨格様球状	18				
	施設B (構造例示型)	第1室	骨格様球状	15	7	3	0.43	
		第2室	網様円筒状	18				
	施設C (構造例示型)	第1室	骨格様球状	36	7	9	1.29	
		第2室	骨格様球状	81				
圧水洗浄 のみ	施設D (構造例示型)	第1室	骨格様球状	17	8	1	0.13	圧水洗浄のみ (バックポンプ使用)
		第2室	網様円筒状	12				
	施設E (コンパクト型)	第1室	網様円筒状	170	5	3	0.60	圧水洗浄のみ (水中ポンプ使用)
		第2室	ヘチマ様板状	280				
	施設F (コンパクト型)	第1室	骨格様球状	110	5	1	0.20	圧水洗浄のみ (バックポンプ使用)
		第2室	骨格様球状	500				
	施設G (コンパクト型)	第1室	充填なし	-	7	2	0.29	圧水洗浄 (2槽式バキューム車の中間水)
		第2室	骨格様球状	140				

いずれの場合も、汚泥引抜き後の水張りまでは通常の清掃作業を実施し、水張り完了後に散気攪拌装置を使用し、嫌気ろ床槽をばっ気攪拌した後の槽内水を採水した。

攪拌作業を行った施設の SS 量は、最低値 15mg/L、最高値 81mg/L であり、圧水洗浄のみの場合の最低値 12mg/L、最高値 500mg/L という結果となった。

【図－２】ろ材洗浄方法別の槽内水 SS 量の比較



ここで、第2室の SS 量が高い傾向を示す理由は、第2室のろ材の捕捉能力が第1室に比較し、高いためと推察される。

また、施設 D については、人員比が 0.13 と低く、透視度も 100cm を超える施設であったが、比較対象として採水を行い、散気攪拌装置を使用した施設 A 及び B と同等の SS 量であったことから攪拌作業の有効性が判る。

清掃方法毎の最高値〔施設 C (第2室) の 81mg/L と施設 F (第2室) の 500mg/L : ろ材形状は双方とも骨格様球状〕で比較すれば 6.3 倍の差があることから、圧水洗浄を行い外見上は確実に清掃がなされている場合であっても、ろ材内部の汚泥剥離が不十分であり、一定量の汚泥が残存している可能性が高いことが判明した。

同じく、平均値〔散気攪拌装置使用時の平均 34mg/L と圧水洗浄のみの平均 176mg/L〕で比較した場合の差は 5.2 倍となった。

攪拌作業を適切に実施することで、人員比が極端に少ない施設と同等の残存汚泥量となる傾向が確認された。

同時に、人員比が低く負荷も低い施設では散気攪拌装置による作業を必要としない可能性があるため、さらなるデータの蓄積が必要である。

なお、圧水洗浄を行わず“汚泥引抜きのみで作業を終了したと仮定すると、ろ材内部に相当量の汚泥が残存した状態で水張りを行うこととなる。

7. まとめ

- (1) 定期的な清掃を実施する施設においても、ろ材の脱落・浮上が多発している。
- (2) 汚泥の性状により、架台の設計強度を上回る荷重がかかる可能性が確認された。
- (3) ろ材内部の汚泥は、圧水洗浄のみでは十分な剥離ができず、ろ材内部に汚泥が残存している可能性が高い。
- (4) ろ材脱落の事故防止策として、散気攪拌装置を活用することの有効性が極めて高いことが実証された。
- (5) 散気攪拌装置を活用することにより、清掃作業の効率化が図られ、作業時間の短縮効果が確認された。

8. 今後の課題

浄化槽のコンパクト化に伴い内部設備の構造が複雑・高度化していく状況にあり、良好な放流水質を確保していくには適正な維持管理が極めて重要である。

清掃は“保守点検や法定検査で確認することのできない箇所の異常を確認するために必要な行為”であるとともに、水質の安定化と事故防止のための重要な作業であり、浄化槽の構造を理解し、汚泥の性状や堆積状況を判断できる知識と技術力が求められることから、今後は浄化槽管理士の有資格者が清掃作業に従事することが望まれる。

また、今回の研究では汚泥重量による架台の破損事例を主に取り上げたが、嫌気ろ床槽内部に蓄積するガスの浮力によって、ろ材受け面が破損する事例も確認されていることから、今後の研究課題としたい。

最後に、本研究にあたりご協力をいただいた協同組合県北地区浄化槽管理協会、協同組合あぶくま浄化槽管理センター、有限会社福島工商ならびに会員各社の皆様に厚く御礼申し上げます。