

最近の浄化槽の総合評価

(財) 鹿児島県環境検査センター
野元 俊彦・前田美樹朗・原 賢治

1. はじめに

平成9年度以降、各浄化槽メーカーは狭い敷地でも設置できるようコンパクトな合併処理浄化槽を開発・販売してきた。その後、単独処理浄化槽の廃止、改造需要の掘り起こしなど、コンパクト型浄化槽に対する需要は増え続け、鹿児島県においては平成14年度に設置される浄化槽のうち約8割がコンパクト型浄化槽になってきている。このような状況の中、法定検査(7条検査)においても今までの構造例示型になかった指摘事項やBODの超過が増えてきている。そこで、その検査結果の内容や原因等について検証を行うと共に、施工面、維持管理面、構造面についても総合的に評価を行うこととした。

2. 評価の方法

評価は構造例示型と本県でのコンパクト型主要

5機種(CS, KGF2, HC, KRN, FCP)を対象として行うこととした。評価の方法として、項目別に評価を行い、項目の中でも重要なものにウェイトをおき、法定検査結果のロ・ハの指摘率と処理目標水質(BOD)の超過率、法定検査時に行った詳細の調査結果、施工の容易性及び施工コストの検討、維持管理に要する時間及び維持管理コストの検討、構造面の検討を行い、総合的に5段階評価(A～E)を行うこととした。

3. 各型式浄化槽の概要

構造例示型浄化槽及び各型式浄化槽の概要を、表-1～3に示す。

コンパクト型は、大きさ及び容量など総じて小さくなっている。その小さくなっているのは2次処理部分であるが、BOD容積負荷はかなり高くなっており、そこに使用する担体についてはそれぞれ

表-1 大きさの比較(5人槽)

型式	幅(m)	長さ(m)	面積		高さ		重量	
			(㎡)	面積比(%)	(m)	高さ比(%)	(kg)	重量比(%)
構造例示型	1.230	2.450	3.014	100.0	1.770	100.0	240	100.0
CS型	1.110	2.160	2.398	79.6	1.570	88.7	210	87.5
KGF2型	0.980	2.155	2.112	70.1	1.755	99.2	280	116.7
HC型	1.160	2.160	2.506	83.1	1.550	87.6	220	91.7
KRN型	0.850	2.200	1.870	62.1	1.790	101.1	265	110.4
FCP型	1.000	2.090	2.090	69.4	1.750	98.9	216	90.0

表-2 容量の比較(5人槽)

型式	1次処理容量		流量調整容量(㎡)	2次処理容量		沈殿槽(処理水槽など)		総容量	
	(㎡)	容量比(%)		(㎡)	容量比(%)	(㎡)	容量比(%)	(㎡)	容量比(%)
構造例示型	1.500	100.0	-	1.000	100.0	0.300	100.0	2.800	100.0
CS型	1.483	98.9	-	0.302	30.2	0.263	87.7	2.063	73.7
KGF2型	1.552	103.5	-	0.400	40.0	0.160	53.3	2.112	75.4
HC型	1.752	115.0	0.191	0.296	29.6	0.166	55.3	2.187	78.1
KRN型	1.534	102.3	0.334	0.311	31.1	0.130	43.3	1.975	70.5
FCP型	1.461	97.4	0.293	0.389	38.9	0.191	63.7	2.041	72.9

表-3 担体の比較(5人槽)

型式	充填率 (%)	充填容量 (m ³)	比表面積 (m ² / m ³)	表面積 (m ²)	接触材との比 (%)	BOD 容積負荷 (kg / m ³)
構造例示型	55.0	0.550	50.0	27.5	100.0	0.2
型式	充填個数 (個)	充填担体容積 (m ³)	比表面積 (m ² / m ³)	表面積 (m ²)	接触材との比 (%)	流動部分 BOD 容積負荷 (kg / m ³)
CS型	43,520	0.136	486	66.1	240.4	1.08
KGF2型	35,300	0.126	546	68.8	250.2	0.93
HC型	25,000	0.078	500	39.1	142.2	1.27
KRN型	714,000	0.050	1,000	33.3	121.1	1.09
FCP型	107,250	0.195	330	64.4	234.2	1.43

* 表面積は流動部のみの表面積とした。

* BOD容積負荷の流動部分の容量算出は資料に記述のない機種については図面から容量を算出

れメーカーによって特徴が異なっているようである。

4. 法定検査結果からみた評価

(1) 法定検査(7条検査)における口・ハ指摘率

平成10年度から平成14年度までの5年間の検査結果で、改善を要すると判定した割合である口・ハ指摘率の状況を図-1に示す。

改善を要すると判定した割合である口・ハ指摘率は、構造例示型の8.6%に比べ、コンパクト型が12.5%と高くなっている。

平成10年度から平成14年度までの5年間の検査結果で、放流水BODが処理目標水質を超過した率を図-2に示す。構造例示型の7.3%に比べ、コンパクト型が12.1%と高くなっている。

(3) コンパクト型浄化槽における指摘事項の傾向

コンパクト型においては、これまでの構造例示型と異なる構造をもつので、これまでになかったような状況が見られ、検査における指摘事項も増えてきている。その主な指摘事項を表-4に示す。

施工における指摘事項は、新機種に施工技術が対応できていなかったため、当初に指摘が多くみられ、慣れるに従って徐々に減少していく傾向にある。また、維持管理に関しても同じような傾向があり、機種ごとに管理するポイントも異なるので、機種別の管理方法を検討していくことが重要と思われる。

(4) 法定検査結果からみた評価

以上の結果より、法定検査結果からみた評価をまとめると表-5に示すとおりとなる。

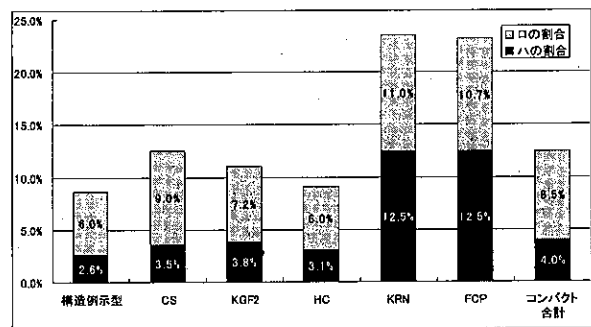


図-1 口・ハの指摘率

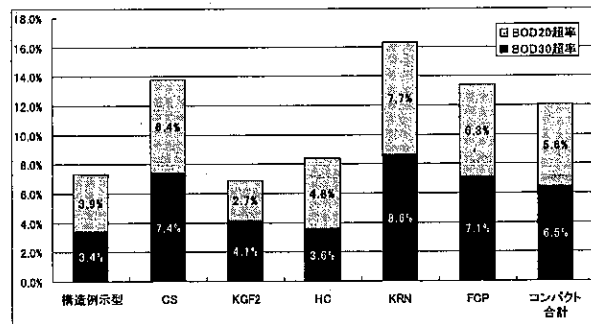


図-2 BODの超過率

5. 施工面の評価

施工面については、狭い敷地への対応、施工の容易性、建設コストについて検討した。

(1) 狭い敷地への対応

コンパクト型は構造例示型に比べると名前のとおり大きさが小さくなってきている。特に幅が狭いKRN型は敷地の狭いところにとっては、対応が取りやすいものとなっている。

(2) 施工の容易性

施工の容易性としては、高さでCS型の5人槽とHC型の5人槽が非常に浅くなっているため、

表-4 各型式の指摘事項

CS		KGF2	
ろ過槽目づまり水位上昇	63	生物ろ過槽と処理水槽の仕切壁隙間	20
ばっ気用と逆洗用のエア配管逆	55	ばっ気用と逆洗用のエア配管逆	18
流入バブル変形循環移送管はずれ等	45	側面マットはずれ	10
散気管目詰まり偏り等	28	散気管目詰まり偏り等	6
担体浮上, 流出等	12	担体浮上, 流出等	6
生物ろ過槽と処理水槽の仕切壁隙間	7	配管不良逆洗不能	3
担体押え面にスライムが多く付着	4	ろ過槽目づまり水位上昇	3
ブロワタイマー, 電磁弁等の不良逆洗不能	7	ブロワタイマー, 電磁弁等の不良逆洗不能	3
循環用エアリフトポンプ作動しない	2	タイマー設定悪く逆洗異常	2
タイマー設定不良逆洗停止	1	循環用エアリフトポンプ作動しない	2
ブロワ設置場所不良点検困難	1	ブロワ電磁弁不良逆洗できない	1
汚泥移送装置作動しない	1	逆洗時に処理水槽へエア漏れ	1
汚泥移送用空気配管エア漏れ	1	自動逆洗時汚泥移送作動しない	1
逆洗配管異常逆洗されない	1	処理方式専用ブロワの設置なし	1
時刻表示部液晶見えない	1	KRN	
循環管詰り	1	担体浮上, 流出等	54
循環装置よりエア漏れ逆洗不能	1	エアリフト詰まり循環, 移送が少ない, 停止	18
HC		担体流動槽のSS量多い	15
流量調整機能正常に作動していない	23	ブロワ電磁弁不良	8
流量抑制板が詰まり水位上昇	15	流量調整機能正常に作動していない	6
流調装置にスライム有, 移送量低下流量調整不良	16	ばっ気時流動担体少なく滞留	2
ばっ気用と逆専用のエア配管逆	7	エア漏れで逆洗されていない	1
流調用エアリフト固定悪く流調不足	4	オリフィスが詰まり汚泥移送されず	1
循環用エアリフトポンプ作動しない	3	ばっ気用と逆洗用のエア配管逆	1
循環水量及び流量調整の設定困難	2	逆専用タイマー不良逆洗不能	1
担体浮上, 流出等	2	FCP	
ブロワ手動逆洗装置不良	1	定量移送装置設定不良, 詰まり水位上昇溢流	6
ろ過槽目づまり水位上昇	1	ろ過槽目づまり水位上昇	5
逆洗配管異常逆洗されない	1	ばっ気用と逆洗用のエア配管逆	2
散気管目詰まり偏り等	1	オリフィス空気通過穴なし逆洗不能	1
循環管詰り	1	逆洗時汚泥移送できない	1

表-5 法定検査からみた評価

項目		構造例示型	CS型	KGF2型	HC型	KRN型	FCP型
法定検査	ロ・ハの指摘率	○	□	□	○	△	△
	BOD超過率	◎	□	○	○	△	□

※評価 ◎(よい)←○←□(普通)←△←▽(よくない)

施工業者によると高さが20cm違うだけで施工性が非常に良いとのことであった。重量的には施工性にそれほど影響は無いようであるが、KRN型がゲル状担体となっており、その乾燥を防ぐため水が入っており、据え付けるときのバランスが悪く注意が必要であるとのことであった。また、エア配管の工事に関しては、コンパクト型は散気と逆洗の2本の配管があり、逆に配管している例も見られ、構造例示型に比べ注意が必要である。

(3) 建設コスト

建設コストについては、実際に本体価格及び諸経費などを除いた直接工事費を算出し比較を行う

表-6 直接工事費の比較 (5人槽)

型式	直接工事費(円)
構造例示型	252,000
CS型	220,000
KGF2型	225,000
HC型	221,000
KRN型	221,000
FCP型	223,000

と、表-6に示すとおりとなる。各型式毎にはほとんど同じような金額となるが、構造例示型と比較するとコンパクト型の方が安いという結果となった。また、駐車場仕様において支柱のいらない

表-7 施工面の評価

項目	構造例示型	CS型	KGF2型	HC型	KRN型	FCP型	
施工面	狭い敷地への対応	△	□	○	□	◎	○
	施工の容易性	□	○	□	○	△	□
	建設コスト	□	◎	◎	◎	◎	○

※評価 ◎(よい)←○←□(普通)←△←▽(よくない)

工事は費用面から見ても大きなメリットとなっているようである。構造例示型でも取得しているものとそうでないものがあるが、主要5機種の中では、KRN、KGF2、HC、CS型が日本建築センターの評定を受けた後、全浄協の登録を受けている。

(4) 施工面の評価

以上の結果より、施工面の評価をまとめると表-7に示すとおりとなる。

6. 維持管理面の評価

維持管理面の評価としては、保守点検の作業時間、ろ過槽目詰まりや、散気管の目詰まり等の異常時における対応、ブロワに関するコストについて検討した。

(1) 保守点検の作業時間

1) 保守点検の作業内容

①稼働状況の確認

散気管、逆洗管、エアリフトポンプ等の目詰まりにより、循環量、流量調整移送量が不適切になっていないか実測して確認する。(特にHC、KRN、FCP)

KRN型は担体流動部のSS増加により、担体の流動量に変動するので、流動している担体とSSの量を実測し異常の有無を確認する。

②散気管、逆洗管の目詰まり防止

散気管、逆洗管ともに容易に取り外しができない機種では、目詰まりし始めると容易に解消することが難しいので、常に目詰まり防止の作業を行う。ばっ気に偏りがあったり、循環量が増加している場合は、目詰まりの初期状況と思われるので、空気配管に水道水を接続し洗浄する。大きな風量のブロワを用意し、接続したり外したりすることにより解消させる等の作業を行う。(CS、KGF2、FCP)

③担体押さえ面の洗浄

メッシュボード等の担体押さえ面がある型式で

は、そこにスライムが付着するとDOを消費し、目詰まりを助長してしまうので、常にスライムを除去し嫌気ろ床槽等へ移送する。(CS、KGF2、FCP)

④自動逆洗の設定

構造例示型と異なり、コンパクト型の逆洗はタイマーにてほぼ毎日、自動で行われるので、その設定を適切に行わなくてはならない。その際には、聞き取り調査を充分行い、生活スタイルを把握した上で、逆洗の時間帯を設定する。また、手動逆洗を行い、移送水のSSの状況、嫌気ろ床槽からの移流水の状況などを確認し、逆洗の回数と時間などを適宜、調整する。(コンパクト型すべて)

⑤循環管、汚泥移送管やエアリフトポンプの洗浄、オリフィスの点検

汚泥移送管等が詰まると、逆洗時の汚泥移送ができずろ過槽に致命的な影響を与えるので、常に洗浄し、詰まりを予防する。(コンパクト型すべて)

また、オリフィスが詰まるとエアのバランスがくずれてしまうので、異常があれば確認する。(KGF2、HC、KRN、FCP)

FCP型では、定量移送装置のスライム付着が流量調整機能停止と槽内のオーバーフローを引き起こすので、詰まりを防止するために常にスライムを除去する。

KRN型では、循環、汚泥移送の取水口のスライムによる詰まりが担体流動部のSS除去の妨げになり、SSが増加すると流動担体が減少し、ろ過部目詰まりや担体流出を引き起こすので、常に清掃する。

⑥流量調整機能の調整

流量調整機能の付加された機種では、流量調整部の水位を確認し、実測にて循環量を調整し、流量調整が機能するように流量調整の移送量を調整する。(HC、KRN、FCP)

2) 各型式の作業時間の比較

コンパクト型に特有の保守点検作業を踏まえ、(財)日本環境整備教育センター及び、(社)鹿児島県環境保全協会が管理業者を対象に調査した資料を参考に、各型式の作業を実際に作業し計測した時間をまとめると、図-3に示すとおりとなる。構造例示型における保守点検作業に対して1.5倍程度の作業時間となっている。

(2) 異常時の対応

コンパクト型では、構造例示型に比較すると稼働状況が異常なときの対応に時間を多く必要とする傾向がある。各型式における異常時の対応として下記があげられる。

CS型は、散気管、逆洗管の目詰まり解消、ろ過部の目詰まり解消。

KGF2型は、散気管、逆洗管の目詰まり解消。ろ過部の目詰まりは少ない。

HC型は、流量抑制板の詰まりによるオーバーフロー解消。ろ過部の目詰まりは少ない。

KRN型は、ろ過部の目詰まりの対応として、エアリフト管の洗浄や、担体を汲み出して行うSSの除去、担体が流出している場合はその補充。

FCP型は、散気管、逆洗管の目詰まり解消、ろ過部の目詰まり解消。

また、ダイヤフラムの破損等でブロワが停止した場合、次の保守点検まで気がつかないこともありえる。濾過を使った方式の場合、ブロワが数ヶ月停止していた後ブロワの修理をただけでは、濾過槽の目詰まり等の不具合が発生する可能性もある。コンパクト型のブロワ管理には気をつけなければならない。

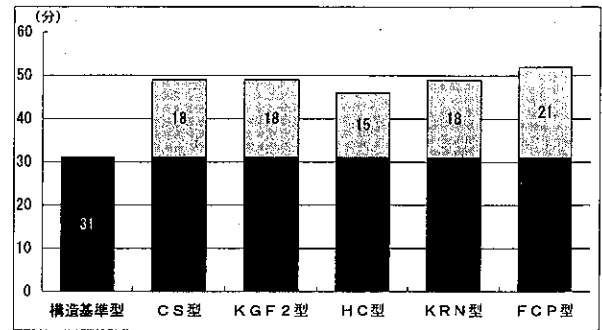


図-3 各型式の作業時間

(3) ブロワに関するコスト

コンパクト型は、自動逆洗のタイマー、電磁弁を備えたブロワが必要となるので、ブロワの交換の際、構造例示型より高価となる。

また、コンパクト型は、型式ごとに専用のブロワが設置されるが、その吐出風量の違いから消費電力、電気代も異なり、表-8に示すとおりとなる。

(4) 維持管理面の評価

以上の結果より、維持管理面の評価をまとめると表-9に示すとおりとなる。

7. 構造面の評価

構造面では、処理水槽底部の堆積汚泥、処理性能を大きく左右する担体の移動や流出のしやすさ、維持管理への配慮について検討した。

(1) 処理水槽底部の汚泥堆積

検査時に流量調整機能の状況も含め、汚泥の堆積状況を調査した。

CS型やKGF2型は調査したものの73%~75%に処理水槽底部汚泥が確認された。その内の約半分

表-8 ブロワにかかる電気代の比較

	構造例示型	CS型	KGF2型	HC型	KRN型	FCP型
吐出風量(L/分)	60	40	80	80	80	80
消費電力.(Wh)	54	45	71	70	89	89
電気代(円/月)	651	543	856	844	1,073	1,073

表-9 維持管理面の評価

項目		構造例示型	CS型	KGF2型	HC型	KRN型	FCP型
維持管理面	保守点検の作業時間	◎	△	△	□	△	△
	異常時の対応	◎	▽	△	□	▽	▽
	ブロワに関するコスト	○	□	△	△	△	△

※評価 ◎(よい)←○←□(普通)←△←▽(よくない)

は15cm以上の堆積だった。FCP型は同様に53%に汚泥が確認された。流量調整機能があるとピークが緩和され機能の無いものより処理水槽へ移流する汚泥も少ないと考えられる。また、HC型は汚泥パイプの挿入ができず確認できなかった。流量調整機能がないものや効いていないもので風呂水を一気に流入させたときに処理水槽から消毒槽への汚泥流出が確認されたこともあるので処理水槽底部に汚泥が堆積している状況は好ましくない。各型式とも処理水槽底部の汚泥が循環時でも移送できる構造が望まれる。

(2) 担体の移動や流出

担体の移動や流出しやすさでは、KRN型以外のものについては、押さえや受け面で流動部や濾過部から出ない構造になっているので、基本的に担体の補充や交換は磨耗などがあつた場合のみである。KRN型については濾過部がSS等で目詰まりすると担体が流出する場合がある。目詰まりして水位が上昇すると、逆洗時に逆洗エアが担体分離槽に逃げ担体分離槽を担体ごと攪拌する。その後濾過部の目詰まりが解消された瞬間に水位が上がっていた分が一度に放流され、そのときに担体分離槽で攪拌された担体が大量に流出する状況も見られた。

担体が不足すれば保持する微生物量が減少し生物処理の機能が低下する。また、これを回復させるためには、SSを除去したあと担体を補充しなければならないが、これには手間と費用がかかるので誰が負担するのかという問題もある。

(3) 維持管理への配慮

コンパクト型は各型式ともそれぞれ特徴があり、それが維持管理作業にも大きく影響している。

1) DO測定

KRN型とHC型は直接担体流動槽内で計測できるがCS型、KGF2型、FCP型は処理水槽での計測しかできず、DO値を参考にした維持管理が難し

い。

2) 担体の交換作業の容易性

KRN型は押さえも何もないため簡単に担体を補充できる。HC型は押さえはあるがすぐにはずせるので補充は容易である。CS型は担体押さえ面1枚を外さなければ交換できず、大変な作業となる。KGF2型は流動担体の場合は1枚、ろ過担体の場合は、2枚押さえを外さなければならないためかなり大変である。FCP型は担体押さえがネジで外せるようになっているので押さえを1枚外さなければならないが、比較的容易である。

3) 散気管・逆洗管の洗浄

CS型、KGF2型、FCP型は散気管・逆洗管とも固定されているため外すのは容易でなく、固定された状態で洗浄作業を行う必要がある。目詰まりしてしまうと容易に解消しづらいので目詰まり防止の管理を行うが、水道水をエア管に通したり、風量の大きなブロワで噴かしたりと毎回のように必要な作業だが手間がかかる。KRN型とHC型はディフューザー型でともに容易に取り外せ洗浄できる。

4) バルブ等の調整

KGF2型は逆洗時の汚泥移送量を調整できるバルブがなく、逆洗管が目詰まりするとすぐ移送量が増え、調整するバルブがないために逆洗管の少しの目詰まりがすぐ汚泥移送量の変化となり、一次処理の堆積汚泥を巻き上げやすくなる。HC型は流量調整と循環のバルブが1つで、設定が難しく機能していないものが38%程あつた。また、流量調整エアリフトポンプの固定が悪く、特に5人槽では81%がぐらつき、その内の80%はぐらつき修正後移送水量が変化した。このぐらつきも流量調整機能が働きづらい原因となっている。

(4) 構造面の評価

以上の結果より、構造面の評価をまとめると表-10に示すとおりとなる。

表-10 構造面の評価

項目		構造例示型	CS型	KGF2型	HC型	KRN型	FCP型
構造面	処理水槽底部の堆積汚泥	-	△	△	-	-	□
	担体の移動や流出	◎	◎	◎	◎	△	◎
	維持管理への配慮	◎	□	△	○	◎	□

※評価 ◎(よい)←○←□(普通)←△←▽(よくない)

表-11 総合評価

項目	構造例示型	CS型	KGF2型	HC型	KRN型	FCP型
総合	A	C	C	B	C	C

8. 総合評価

総合評価としては、上記各項目の評価をまとめ、特に法定検査の結果と維持管理面にウェイトを置いた評価を行った。その理由は、法定検査結果は公共用水域への放流水BODと法定検査ガイドラインに基づいたロ・ハの判定であることから判断しやすいこと、維持管理面では、設置後30年以上といわれる耐用年数の間を、維持管理していかなければならないことから、維持管理は重要性が高いとしてウェイトを置いた。その結果は表-11に示すとおりである。

今回の5段階評価はA(良い)、B(やや良い)、C(普通)、D(やや悪い)、E(悪い)での評価であったが、評価結果はAからCまでであり、それ以下のD、Eの評価に該当する浄化槽はなかった。

法定検査の結果としては過去5年間の結果であり、各メーカーサイドでもすでに色々な改良を進めて、改善されてきている状況である。また、施工サイドにしてもそれに対応した技術力の向上、維持管理サイドとしてもそれぞれの機種に対する技術力の向上が図られている状況であり、現時点での評価は違ってきているものと思われる。

今回評価した機種にも長所・短所が有り、様々な選択条件の中でそれぞれの特徴を生かした機種選定をすることが大切ではないかと思えます。

9. まとめ

今回は法定検査結果と維持管理面にウェイトを置いた評価を行いました。勿論他にも色々な評

価の項目や方法、考え方、判断基準があり、どれが良くてどれが悪いという判断は非常に難しいものと思えます。公共下水道等の集合処理施設の点放流に比べ浄化槽の放流先が身近な側溝であり自浄作用を期待できるという観点で、地域全体の環境保全というグローバルな見方で総合評価をすれば、すべての機種がAの評価となる事もあると思えます。しかし一方では、コンパクト型浄化槽の設置が8割を越えて設置される状況のなかで、法定検査の結果では処理目標水質(BOD20mg/l)を越えている施設が10%を越えている状況が浄化槽の信頼性を担保しているのかという見方もあります。

指定検査機関の立場から希望的なことを言わせて頂くとすると、コンパクト型で性能、維持管理性は構造例示型以上で、更にコンパクトな浄化槽が開発されることを期待しています。

本県の状況を考えますと、多くの市町村で過疎化や高齢化が進み、また財政が逼迫しているなかで、浄化槽設置整備事業や浄化槽市町村整備推進事業を実施する自治体が増えており、浄化槽が果たす役割はますます大きくなると思えます。

今後、公共下水道や農業集落排水施設などと同等の信頼性を確保し、浄化槽を普及していくためにも、指定検査機関としては浄化槽の適否を評価するだけでなく、未然防止の観点から構造・工事・保守点検の各方面への情報提供をさらに充実させ、関係団体の協力の下、浄化槽の適正化に努めていきたいと思えます。