

サイホン排水システムの流れ特性に関する研究
(その 15) ディスポーザ排水における封水の保持
Studies on Flow Characteristics in Siphonic Drainage Systems
Part 15 Retention of seal water for garbage disposal discharge

学生会員 ○阿久津 健 太 (明治大学大学院) 技術フェロー 坂 上 恭 助 (明治大学)
 正 会 員 丸 山 秀 行 (ブリヂストン) 正 会 員 光 永 威 彦 (山下設計)
 学生会員 木 村 香 桜 里 (明治大学大学院)

Kenta AKUTSU*¹ Kyosuke SAKAUE*¹ Hideyuki MARUYAMA*² Takehiko MITSUNAGA*³ Kaori KIMURA*¹
 *¹ Meiji University *² Bridgestone Corporation *³ Yamashita Sekkei Inc.

Garbage disposals are installed increasingly in many cases. And due to the combination garbage disposal and siphonic drainage system, it is possible to make non slope piping and small diameter of the drainage pipe, and improvement of flexibility around water fixtures. This study mainly focused on the retention of seal water in cases of using air-admittance valves. We made actual-scale piping models using U-PVC pipes (diameter:20mm) and 4m horizontal piping, and experimented and discussed the retention of seal water and flow characteristics using air-admittance valves. This study can contribute to understand about the efficacy of air-admittance valves.

1. はじめに

集合住宅用ディスポーザシステムは、衛生面および利便性に優れている。1998年の年間竣工戸数は約250戸にすぎなかったが、2004年には約45,000戸となっており¹⁾、現在も急速にその普及が進んでいると思われる。一方で、ディスポーザからの排水は固体濃度が高く、現行の排水設計規準である最低流速0.6m/sを満たせない場合もある²⁾。そのディスポーザシステムに、サイホン排水システムを適用することにより搬送性能を向上させ、排水管の無勾配化や小口径化とすることが可能となり、水回りのフレキシブル性の向上に寄与できる。本システムの実現のためには2つの課題があり、1つは搬送性能の確保、もう1つは排水後の封水の保持である。搬送性能については、フィールド試験がすでに実施されており、課題の整理が行われている^{3,4)}。一方、排水後の封水の保持については、十分に検討されていない。

そこで本研究では、通気弁による封水保護の性能の明確化を目的とし、配管材料に硬質ポリ塩化ビニル管(口径20mm)、水平管長4,000mmの実大実験装置を用いて、実験および考察を行った。これより、封水の保持に対する通気弁の有効性についての確認を行った。

2. 通気弁の有無における流れ特性に関する実験

2.1 実験目的

サイホン起動によるトラップの封水損失への影響を確

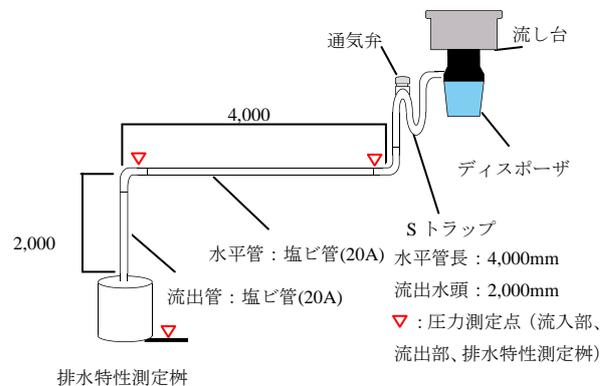


図1 実験装置



粉碎方式	ハンマーミル方式
給水方式	自動給水 ※実験は手動給水
破砕室容積	1.4L
保護装置	過負荷保護安全方式
	スイッチ切り忘れ防止回路
	安全蓋スイッチ

図2 供試ディスポーザの外観と仕様



種類・材質	Sトラップ・ポリプロピレン
管径	流入脚: 35A 流出脚: 20A
封水の深さ	5cm
脚断面積比	0.326

図3 Sトラップの外観と仕様

認することを目的とし、流入部にSトラップ、通気弁およびディスポーザを設置した配管における流れ特性と封水損失について実験を行った。

2.2 実験概要

(1) 実験装置

実験装置を図1に、各主要部の外観と仕様を図2から図4に示す。供試ディスポーザとしては、T社製のハンマーミル方式のディスポーザを用いた。本機種の運転プログラムは破碎室内に生ごみがなくなったことを検知して自動で停止するプログラムを有しており、使用者自身が運転を止めるタイプと比較して、使用方法のバラつきによる誤差が小さいことから、供試機種として採用した。また本機種は、生ゴミの粉碎終了後、一時的に破碎室内の水を溜め、一揆に流す特性（以下、後追い排水機能という）も運転プログラムに有しており、粉碎厨芥物の搬送能力に優れている。なお、本機種の給水方式は自動給水方式であるが、給水流量の条件を変化させるため、手動にて給水を行った。管材は塩ビ管（20A）とし、水平管長は4,000mm、流出水頭を2,000mmとした。また、圧力測定点は流入部付近、流出部付近および排水特性測定枠の3点とした。流入部にはSトラップを設置し、通気弁を設置する場合にはSトラップとの一体型とした。

(2) 実験条件

実験条件を表1に示す。排水量はため洗い：10、20Lの2種類、流し洗い：4、6、8、10L/minの4種類とした。また、流入部のSトラップにおいて、通気弁を設置した場合と設置しなかった場合の2種類、排水種類は清水と代替標準生ごみの2種類とした。既往研究より⁵⁾、供試厨芥においては実験準備の簡略化のため、一般家庭における標準生ゴミとほぼ同等の搬送能力である代替標準生ゴミ（白米200g、人参45g、卵殻5g）を採用した。図5に示す実験フロー手順に従って実験を行った。また、流し洗いの厨芥排水時は、30秒から40秒で厨芥がなくなり、その後、清水排水になるため、40秒までの管内圧力および管内流速を最大値として扱った。

2.3 実験結果と考察

(1) 管内圧力と流速の変動

いずれの実験条件においても、サイホン起動が確認された。実験結果の一例として、排水流量が流し洗い:10L/minにおける管内圧力および流速の変動を図6に、ため洗い:10Lにおける管内圧力および流速の変動を図7に示す。流し洗いおよびため洗いにおいて、通気弁の有無による流れの挙動に大きな差異はみられなかったが、通気弁有りにおける管内圧力および管内流速が通気弁無しに比べて小さくなる傾向がみられた。これは、通気弁有りの場合、通気弁によってサイホン負圧が緩和されたためであると考えられる。



種類	小型通気弁
材質	ABS
通気量*	$3.86 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
抵抗係数*	8.41

※負圧 500Pa 時の値

図4 通気弁の外観と仕様

表1 実験条件

管材	排水種類	通気弁の設置	排水量	
			ため洗い [L]	流し洗い [L/min]
塩ビ管	清水 ・ 厨芥 (代替標準生ごみ)	有り ・ 無し	10	4
			20	6
				8
				10

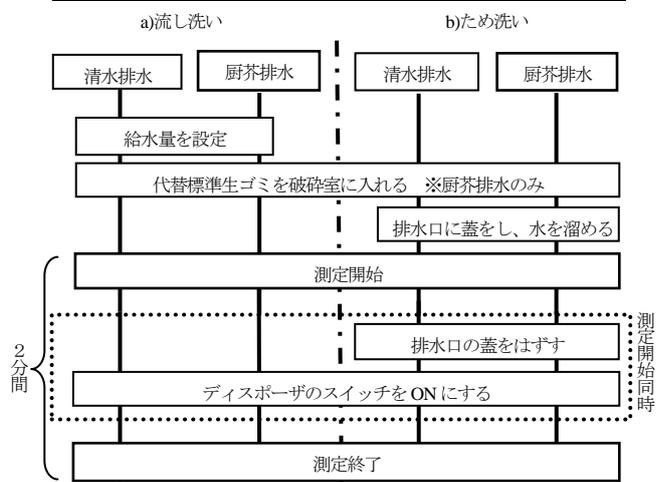


図5 実験フロー手順

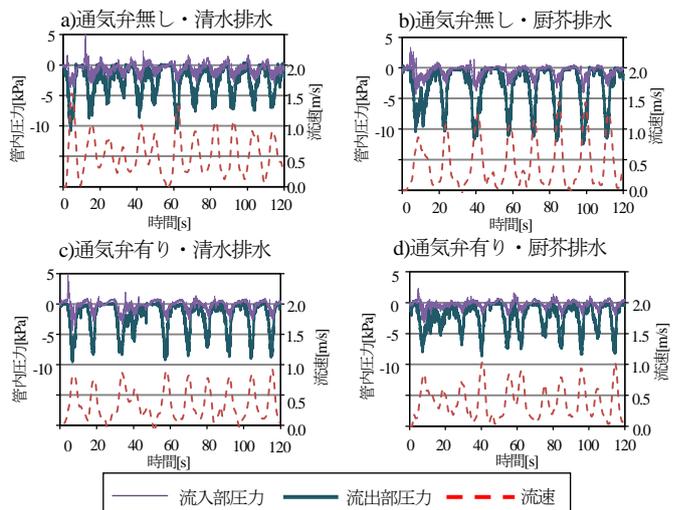
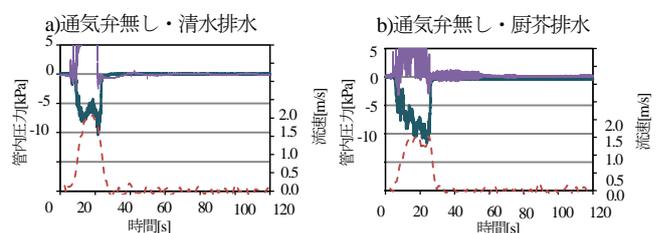


図6 流し洗い10L/minにおける管内圧力および流速の変動



(2) 最大負圧

各実験条件における最大負圧を表2に示す。清水排水より厨房排水の方が、最大負圧は小さくなる傾向がみられた。また、ため洗いにおいては通気弁を設置することによって最大負圧は小さくなったが、流し洗いではほとんど差異がみられないことが確認された。これは、流し洗いでは通気弁無しの場合でも、気泡が混入した状態で排水が行われているためであると考えられる。

(3) 最大流速

各実験条件における最大流速を表3に示す。サイホン負圧と同様に、清水より厨房排水の方が、最大流速が小さくなる傾向がみられた。また、通気弁をつけることによって、ため洗いにおいては、最大流速は小さくなったが、流し洗いでは大きな差異はみられないことが確認された。

(4) 封水損失と残さ状況

封水損失の例を図8示す。また、各実験条件における封水損失および残さの状況を表4に示す。通気弁を設置しなかった場合においては、いずれの実験条件においても封水損失が生じた。しかし、流し洗いの場合、排水後にディスポーザや流し台の残水により封水を形成することもあった。また、通気弁を設置した場合においては、ため洗い20Lの場合のみ、封水損失が生じたが、その他の実験条件では、封水損失は生じなかった。これより、通気弁による封水の保護は有効であることが確認された。

残さの状況の例を図9に示す。流し洗いにおいては、測定終了時まで流し続けたため、ディスポーザの後追い機能とサイホン起動のため、管内に残さはほとんど残らなかった。ため洗いにおいては、ディスポーザの後追い機能が作動する前に流し台の水が無くなってしまったため、後追い排水機能が作動せず、トラップおよび管内に残さが残る場合があった。

3. 通気弁の通気流量に関する実験

3.1 実験目的

ため洗い20Lにおいて通気弁を設置した場合に、封水

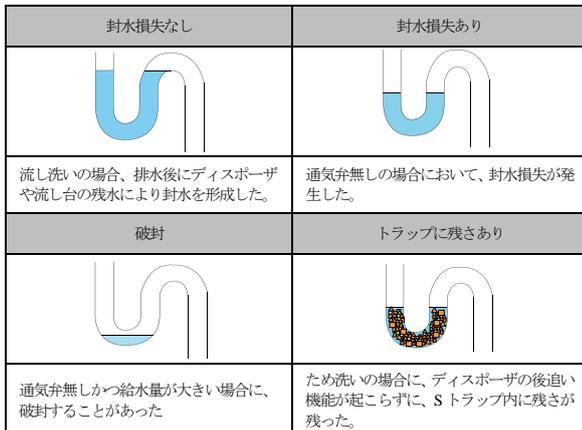


図8 封水損失の例

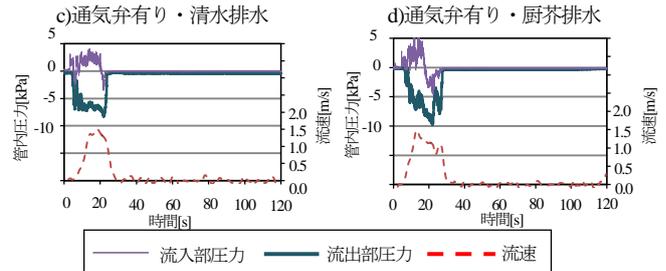


図7 ため洗い10Lにおける管内圧力および流速の変動

表2 最大負圧の平均値

		a) 通気弁無し		b) 通気弁有り		
給水量	最大負圧[Pa]	清水排水	厨房排水	清水排水	厨房排水	
		ため洗い [L]	10	-11,100	-11,300	10
	20	-13,300	-12,700	20	-10,000	-10,000
流し洗い [L/min]	4	-8,100	-8,700	4	-8,700	-8,500
	6	-9,000	-9,600	6	-9,800	-8,500
	8	-10,400	-9,200	8	-10,300	-9,300
	10	-10,900	-9,700	10	-10,400	-9,000

表3 最大流速の平均値

		a) 通気弁無し		b) 通気弁有り		
給水量	最大流速[m/s]	清水排水	厨房排水	清水排水	厨房排水	
		ため洗い [L]	10	2.15	1.49	10
	20	2.81	2.14	20	2.11	1.89
流し洗い [L/min]	4	0.94	1.02	4	1.35	0.99
	6	1.16	1.01	6	1.39	0.96
	8	1.28	1.28	8	1.32	1.05
	10	1.45	1.21	10	1.17	1.08

表5 封水損失および残さの状況

種別	流し形態	排水量	通気弁なし			通気弁あり		
			封水損失					
			1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
清水排水	ため洗い [L]	10	×	×	×	○	○	○
		20	△	△	×	△	△	△
	流し洗い [L/min]	4	△	△	△	○	○	○
		6	△	△	△	○	○	○
厨房排水	ため洗い [L]	8	○	△	△	○	○	○
		10	△	△	△	○	○	○
	流し洗い [L/min]	10	×	×	△	○	○	○
		20	×	×	×	△	△	△
		4	△	×	△	○	○	○
流し洗い [L/min]	6	△	×	×	○	○	○	
	8	×	×	×	○	○	○	
	10	×	×	×	○	○	○	

○: 封水損失無し △: 封水損失有り ×: 破封 ※表網掛け部分: トラップおよび管内に残さあり

損失が確認されたため、通気流量と最大負圧との関係性の把握を目的とし、通気弁の通気流量と最大負圧の関係を検討した。

3.2 実験概要

(1) 実験装置

図1に示した、実験装置の流入部について、図10に示すように通気弁の周りを単管（塩ビ管 40A）で囲み、風速計を設置した。その他、実験条件、実験方法は通気弁有り時と同じものとした。

3.3 実験結果と考察

(1) 通気流量

各実験条件における最大通気流量と最大負圧の平均値を表5に示す。本測定において、単管の中心部を最大風速と仮定した場合、レイノルズ数が低く層流であるため、ハーゲン・ポアズイユ式より⁹⁾、平均流速は最大風速の1/2の値として通気流量を算出した。いずれの実験条件においても、清水排水より厨房排水の方が最大通気流量は大きくなる傾向がみられた。

(2) 通気流量と最大負圧の関係

ため洗い：20Lと流し洗い：8L/minにおける、清水排水と厨房排水の管内圧力および通気流量を図9に示す。ため洗いにおいては、サイホン負圧が大きくなるに従って通気流量も大きくなる傾向がある。ため洗いは、連続排水のため、排水開始直後からトラップ流入部付近が常に正圧となり通気弁が作動せず、排水が途切れる直前に通気弁が作動した。流し洗いにおいてはサイホン負圧が大きくなると通気流量が小さくなる傾向がみられた。これは、排水量が大きくなるに従って、サイホン起動の周期が短くなり、負圧がかかる時間も短くなったためと考えられる。また、通気能力に対して通気流量は小さくなっているが、負圧が緩和されているため、有効に機能している。

4. まとめ

本研究の結果をまとめると、次になる。

- 1) ディスポーザ排水において、通気弁の有無による、最大負圧、管内流速および流れの様相への影響はほとんどみられないことを明らかにした。
- 2) 通気弁の設置により、封水損失量を減らすことができるため通気弁の設置は有効である。
- 3) 通気弁の通気流量と最大負圧の関係を明らかにできなかった。

今後の課題としては、封水の水位変動を確認し、封水の水位変動、通気流量および管内圧力の関係を検討することにより封水損失の発生条件を明らかにする。また、ポリブテン管における流れ特性を検討する必要がある。

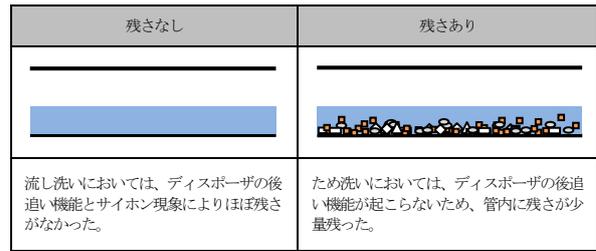


図9 残さ状況の例

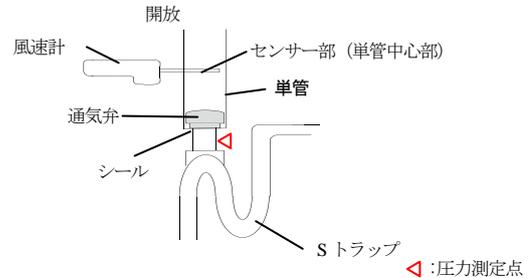


図10 通風量測定方法

表5 各実験条件における最大通気流量および最大負圧
a) 清水排水 b) 厨房排水

	a) 清水排水			b) 厨房排水			
	排水量	最大通気流量 [10 ⁴ m ³ /s]	最大負圧 [Pa]	排水量	最大通気流量 [10 ⁴ m ³ /s]	最大負圧 [Pa]	
ため洗い [L]	10	3.92	11,485	ため洗い [L]	10	5.15	13,182
	20	4.74	13,350	20	4.99	12,367	
流し洗い [L/min]	4	4.21	10,120	流し洗い [L/min]	4	4.49	8,290
	6	3.95	11,810		6	4.80	8,610
	8	2.95	11,690		8	3.39	9,370
	10	2.97	12,100		10	3.73	9,030

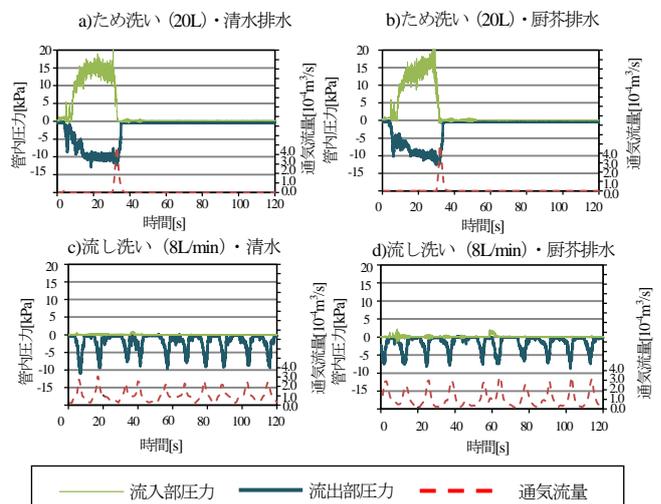


図11 各実験条件における管内圧力および通気流量の変動

参考文献

- 1) 小島邦晴ほか：ディスポーザシステムの性能評価に関する研究 日本建築学大会学術講演集, pp 477-478 (2002)
- 2) 一般財団法人茨城県薬剤師会検査センター <http://www.ibaraki-kensa.or.jp/displ/>
- 3) 柳澤義之ほか：集合住宅ディスポーザ対応サイホン排水システムの排水特性と排水性能に関する研究 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp 719-722 (2007)
- 4) 小清水謙之ほか：ディスポーザ用サイホン排水システムの排水特性に関する実験的研究 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp 723-726 (2007)
- 5) 丸山秀行ほか：集合住宅対応サイホン排水システム実用化に関する研究 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp 157-160 (2014)
- 6) 大西外明：水理学 I, 森北出版株式会社, PP 121-124 (1981)