

**サイホン排水システムの流れ特性に関する研究  
 (その5) 洗面器トラップの自己サイホン作用に関する実験  
 A Study on Characteristics of Filled Flow in Siphon Drainage Systems  
 (Part5) Experimental Studies on Self-Siphonage of Washbasin Trap**

正 会 員 小清水 謙之 (株式会社 INAX)      正 会 員 坂上 恭助 (明治大学)  
 正 会 員 塚越 信行 (明治大学)              正 会 員 光永 威彦 (山下設計)  
 学生会員 永松 広行 (明治大学大学院)      学生会員 田中 祐樹 (明治大学大学院)

Noriyuki KOSHIMIZU\*<sup>1</sup> Kyosuke SAKAUE\*<sup>2</sup> Nobuyuki TUKAGOSHI\*<sup>2</sup> Mitsunaga TAKEHIKO\*<sup>3</sup>  
 Hiroyuki NAGAMATASU\*<sup>2</sup> Yuki TANAKA\*<sup>2</sup>

\*1 INAX Corporation    \*2 Meiji University    \*3 Yamashita Sekkei inc

In this paper I studied on characteristics of filled flow in siphon drainage system. To know how washbasin trap's water seal are affected by self-siphonage, we discharged water by filled flow and observed the state of water seal. We used a S-trap and a P-trap for experiment, and high speed camera for observation.

はじめに

内径が従来の半分以下の小径管を用いて、後続排水を吸引するサイホン作用を利用したサイホン排水システムでは、満流により搬送力が向上し、無勾配での排水が可能となる。これにより、長寿命化、省エネルギー化に即した排水システムが可能になる。しかし、本排水システムでは、自己サイホン作用による封水の破封が懸念される<sup>1)</sup>。本システムの自己サイホン作用における封水の残留状況は、十分に研究されているとは言えない。

そこで本研究では、後尾流れの少ない洗面器を用いて、流出垂直管長を変えた場合における、S・Pトラップの封水の残留状況に関する実験的研究を行った。

1. Sトラップの自己サイホン作用に関する実験

1.1 実験目的

自己サイホン作用における、流出垂直管の長さを変えた場合のSトラップの残留封水深の変化を調べることを目的とする。

1.2 実験概要

(1) 実験装置

供試排水器具は、オーバーフロー口のついた洗面器を用い(写真1、写真2) 供試トラップにはSトラップ(図1)を用いた。配管は、20Aの透明な硬質ポリ塩化ビニル管用い、横管を設けず、Sトラップから250、500、750mm立ち下げた(図2)、Sトラップの上部には、圧力計を設置した。圧力の測定には、表1に示す測定機器を用いた。洗面器と20Aの硬質ポリ塩化ビニル管は、46×32mmおよび32×20mmの異径ソケットを用い接続した。流速は、水圧センサーを設置した排水特性測定柵を流出口に置き、測定圧力値から算出した。

(2) 実験方法



写真1 洗面器の外観



写真2 オーバーフロー口の外観

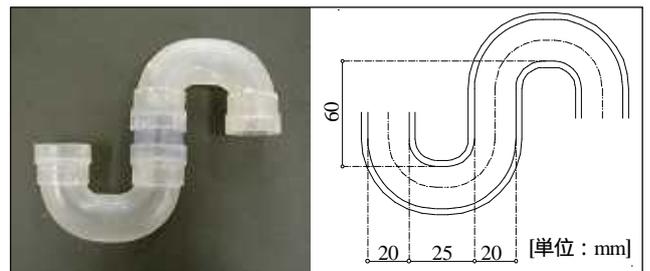


図1 Sトラップの形状寸法



図2 供試排水システムの外観と概要

表1 測定機器の仕様

項目	装置	製造業者
管内圧力	拡散半導体型圧力センサー / 直流増幅器	豊田工機
データ収集	AD変換器	キーエンス

流し形態は、ため洗いとし、洗面器に水位 100mm 貯水し、器具の栓を開放し流出させた。実験パターンは、各流出垂直管長で 5 回行い、オーバーフロー口を開けた場合と閉じた場合で、計 30 回の実験を行った。

### 1.3 実験結果と考察

封水の残留状況は、オーバーフロー口を閉じた場合と開けた場合で大きく異なった。

#### (1) オーバーフロー口を閉じた場合

流出垂直管長 250、500、750mm のいずれの場合においても、自己サイホン作用の起こる満流排水になった。しかし、水位が低くなると、気泡流となった。洗面器に溜まった水は、10 秒程度満流で排水され、その後空気が混入し、気泡流を経て、全ての水が排水された(図 3)。

流速は、流出垂直管の長さが長くなるほど速くなった(図 3)。圧力の最大値は、いずれの実験条件においても 500±200Pa 程度となり、最大負圧は、流出垂直管の長さが長くなるほど、大きな値となった(図 3)。

ここで、最大負圧に関して、実験値と算定値の比較を行った。算定値は、表 2 に示すように、運動量保存則から導出した圧力を求める式、式(1)を用いた<sup>2)</sup>。図 4 に示すように、算定値と実測値は近い値を示した。このことより、式(1)より管内圧力を算定できると考えられる。

いずれの実験条件においても、封水は満水にならなかったが、破封はみられなかった。封水損失の平均値は、流出垂直管の長さが長くなるほど大きな値となったが、同じ実験条件においても値に差異が見られた(表 3)。流速の最大値と封水損失の関係を図 5 に示す。これより、流速が速くなるほど、封水損失も大きくなる相関が見られた。

封水は、S トラップのウェアを越えることができなかった水、および排水終了後、管壁に付着した少量の水が後尾流れとしてトラップに流れ込むことにより形成されていることが確認された。

#### (2) オーバーフロー口を開けた場合

流速と圧力は、オーバーフロー口を閉じた場合と同じような挙動を示した(図 6)。

封水は、いずれの実験パターンにおいてもほぼ満水になった。これは、オーバーフロー口から、目視で確認できるほどの後尾流れが続いていることによると考えられる(図 7)。オーバーフロー口を開けた場合と閉じた場合の封水の残留状況を図 8 に示す。

## 2. P トラップの自己サイホン作用に関する実験

### 2.1 実験目的

自己サイホン作用における、流出垂直管の長さを変えた場合の P トラップの残留封水深の変化を調べることを目的とする。

### 2.2 実験概要

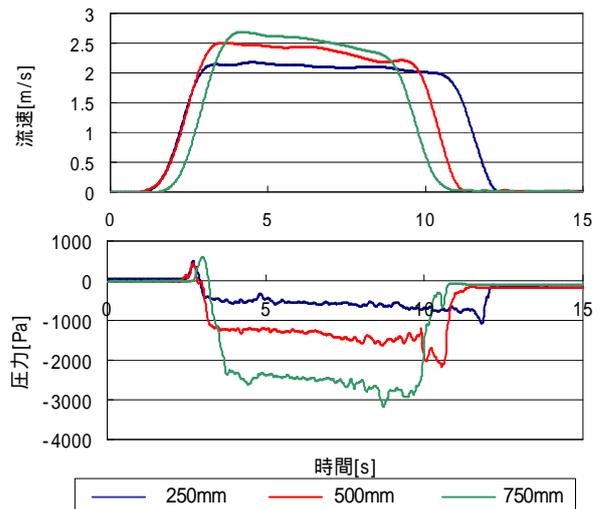


図 3 S トラップにおける流速・圧力の時間変化の例 (オーバーフロー口を閉じた場合)

表 2 運動エネルギー保存則より導出した圧力の算定式

$$\frac{p_s}{\rho g} = (H_a - z_m) - \frac{\left(1 + \lambda \frac{L_m}{d} + \Sigma \zeta\right)}{\left(1 + \lambda \frac{L_a}{d} + \Sigma \zeta\right)} H \quad \dots\dots(1)$$

ここに、  
 $p_s$ : 測定点の圧力[Pa],  $\rho$ : 水の密度[kg/m<sup>3</sup>],  
 $H_a$ : 基準線から水面までの高さ[m],  
 $z_m$ : 基準線から測定点までの高さ[m],  $\lambda$ : 管摩擦係数[-],  
 $L_m$ : 水面から測定点までの管長[m],  $d$ : 管径[m],  
 $\Sigma \zeta$ : 抵抗係数[-],  $L_a$ : 測定点からの流出口までの管長[m],  
 $H$ : 流出口から水面までの高さ[m]

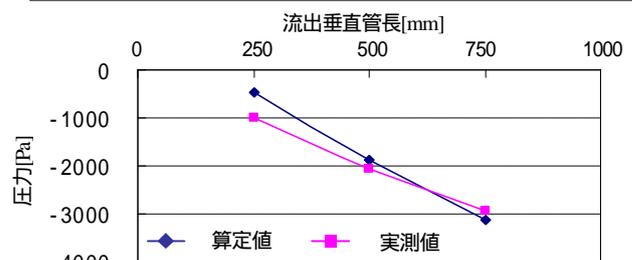


図 4 算定値と実測値の関係

表 3 S トラップの封水損失(オーバーフロー口を閉じた場合)

実験 No.		1	2	3	4	5	平均値
流出垂直管の長さ	250mm	45	41	46	46	41	44
	500mm	45	45	47	46	47	46
	750mm	54	54	43	54	47	50

[単位: mm]

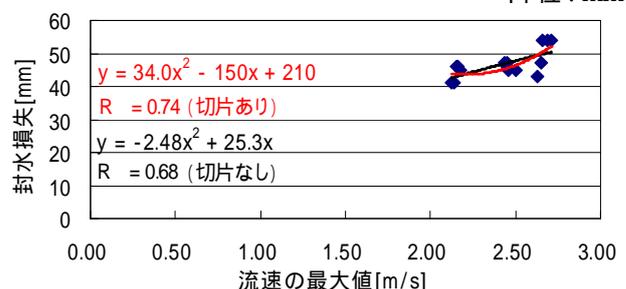


図 5 流速の最大値と封水損失の関係

供試排水器具は、前章と同様とし、供試トラップには P トラップ (図 9) を用いた。配管形態は、流出垂直管を設けない場合、および設けた場合 (図 10) で実験を行った。流出垂直管は、水平管から 400mm および 650mm 立ち下げた。

実験方法は、前章と同様に、洗面器に水位 100mm 貯水し、器具の栓を開放し流出させる、ため洗いをを行った。前章と同様に、各流出垂直管長で実験を 5 回行い、オーバーフロー口を開けた場合と閉じた場合で、計 30 回の実験を行った。

### 2.3 実験結果と考察

P トラップの場合においても、封水の残留状況は、オーバーフロー口を閉じた場合と開けた場合で異なった。

#### (1) オーバーフロー口を閉じた場合

流出垂直管長 0、400、650mm のいずれの場合においても、自己サイホン作用の起こる満流排水になり、貯溜水の水位が低くなると、気泡流となった (図 11)。流速は、流出垂直管の長さが長くなるほど速くなった (図 11)。圧力の最大値は、いずれの実験条件においても  $500 \pm 200$  Pa 程度となり、最大負圧は、流出垂直管の長さが長くなるほど、大きな値となった (図 11)。

ここで、圧力の最小値に関して、式 (1) を用いて、実験値と算定値の比較を行った (図 12)。算定値と実測値が近い値を示したことにより、圧力の値を式 (1) より算定できると考えられる。

いずれの実験条件においても、封水は満水にはならなかったが、破封はみられなかった。封水損失の平均値は、流出垂直管の長さが長くなるほど大きな値となったが、同じ実験条件においても値に差異が見られた (表 4)。流速の最大値と封水損失の関係を図 13 に示す。これより、P トラップの場合においても、流速が速くなるほど、封水損失も大きくなる相関が見られた。また、P トラップでは、水平管からも戻り水が確認された。配管形態が違うため一概に考察することはできないが、P トラップのほうが残留封水深は大きくなると思われる。

#### (2) オーバーフロー口を開けた場合

流速と圧力は、オーバーフロー口を閉じた場合と同じような挙動を示した (図 14)。

封水は、いずれの実験パターンにおいてもほぼ満水になった。これは、S トラップの場合と同様に、オーバーフロー口から、目視で確認できるほどの後尾流れが続いていることによると考えられる。オーバーフロー口を開けた場合と閉じた場合の封水の残留状況を図 15 に示す。

### 3. まとめ

本研究より、自己サイホン作用時の残留封水の構成を確認でき、封水深と流速に関係があることが確認された。また、オーバーフロー口を開けた場合には、オーバー

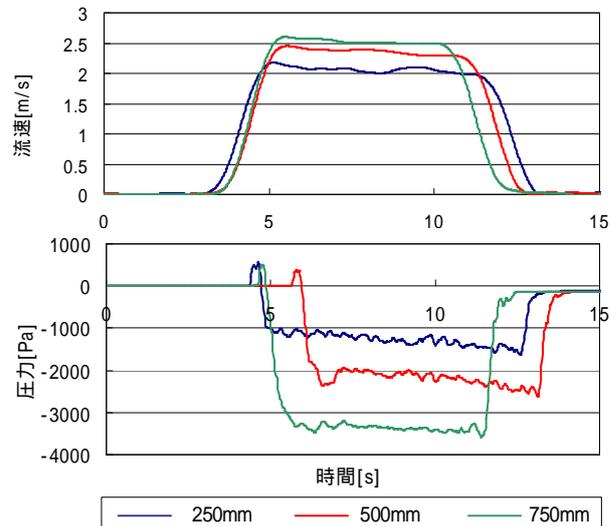


図 6 S トラップにおける流速・圧力の時間変化の例 (オーバーフロー口を開けた場合)

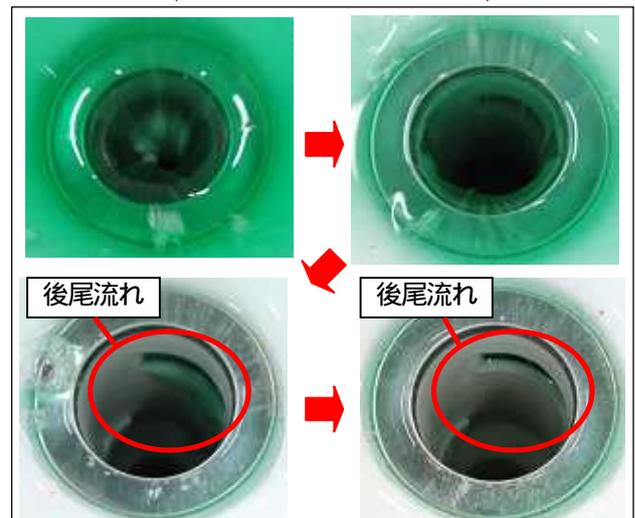


図 7 高速カメラによるオーバーフロー口からの後尾流れの様相

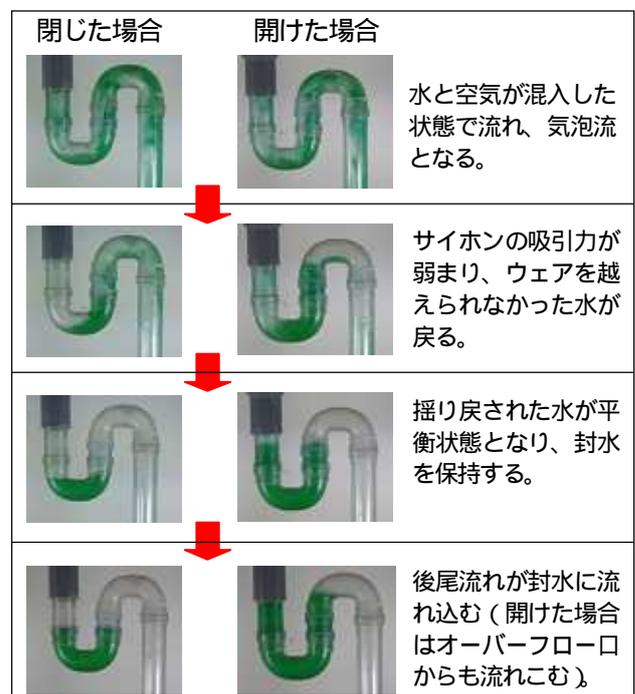


図 8 封水の残留の様相

ロー口からの後尾流れにより、封水が満水になることが確認された。

今後の課題として、流出垂直管長を伸張して、封水が破封する条件を確認すること、封水損失と流速の関係式を導出することなどがあげられる。

【参考文献】

- 1) 坂上恭助：器具トラップの自己サイホン作用に関する実験的研究，空気調和衛生学会論文集 No. 13 (1980)，pp77～87
- 2) 椿東一郎：基礎土木工学全書 水理学，森北出版株式会社 (1973)

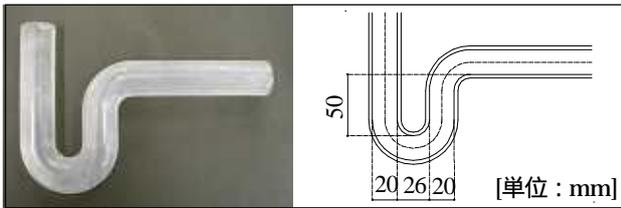


図9 Pトラップの形状寸法

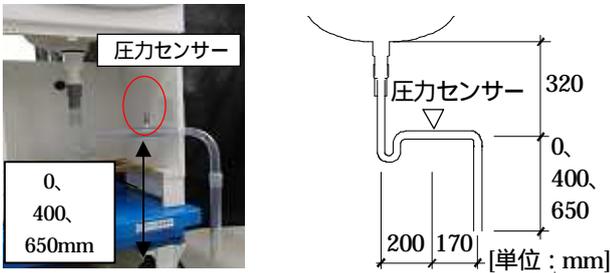


図10 供試排水システムの外観と概要

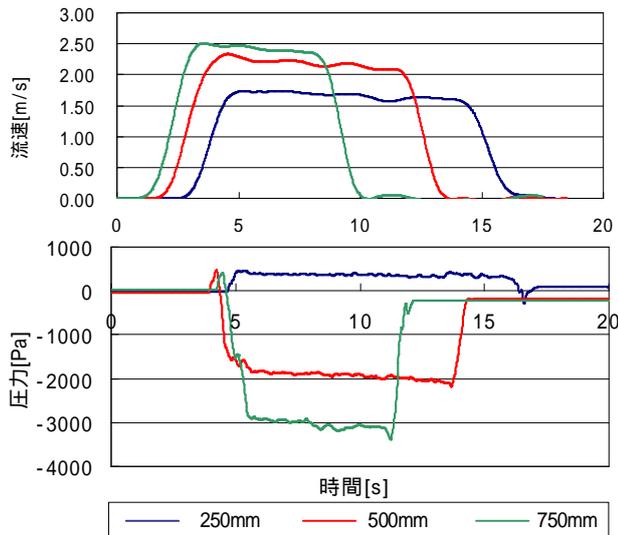


図11 Pトラップにおける流速・圧力の時間変化の例 (オーバーフロー口を閉じた場合)

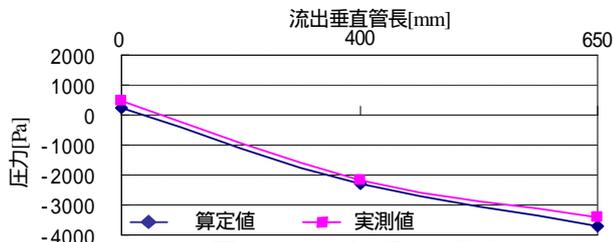


図12 算定値と実測値の関係

表4 Pトラップの封水損失(オーバーフロー口を閉じた場合)

実験 No.	1	2	3	4	5	平均値	
流出垂直管の長さ	250mm	20	11	14	15	10	14
	500mm	25	26	32	27	25	27
	750mm	28	37	40	38	40	37

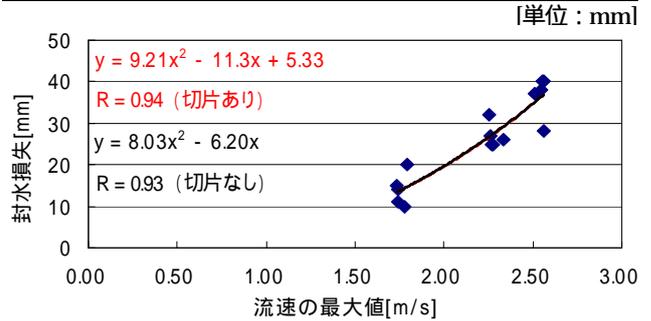


図13 流速の最大値と封水損失の関係

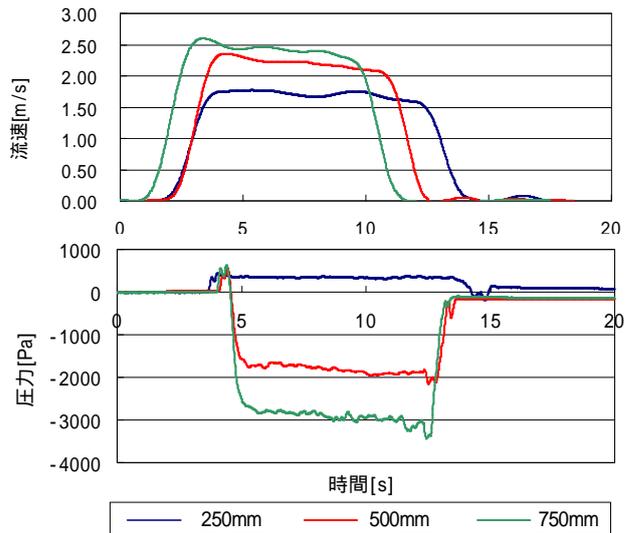


図14 Pトラップにおける圧力の時間変化の例 (オーバーフロー口を開けた場合)

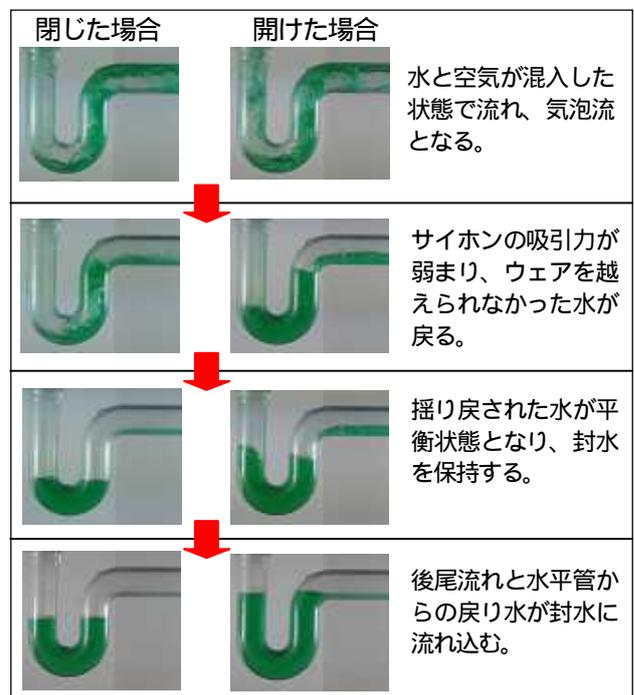


図15 封水の残留の様相