

(1986. 7. 15 受理)

台所流し排水用トラップの性能に関する研究

坂 上 恭 助
篠 原 隆 政

Studies on Performance of Kitchen Drainage Traps

Kyosuke SAKAUE and Takamasa SHINOHARA

Synopsis. In recent years, the plastic (ABS) kitchen drainage bell trap which employs a large basket has come into common use. However, there are as many variations of bell trap as there are makers, and not a few of them are less than adequate, requiring performance evaluation and improvement.

In this paper, the characteristics and performance requirements of kitchen drainage traps are examined, and the structural faults of 19 variations of commercially available bell traps are discussed. The principle performance characteristics (including induced siphonage, self-siphonage and discharge characteristics) of an experimentally improved bell trap model in which the above mentioned faults are taken into account, as well as those of 19 commercial bell traps are experimentally evaluated.

As a result, it is obvious that the improved bell trap model has superior siphonage and discharge performance.

1. 序

近年、システムキッチンの普及に代表されるように、住宅の台所に対する関心が高まってきている。その背景には食生活の多様化があり、それに伴って複雑化する食事の準備・後かたづけの作業を容易にすることが台所設備に要求されるようになった。台所流し（キッチンシンク）については、その槽容量が大形化し、ダブルシンクも登場するようになり、材料は耐腐食・美観に優れているステンレス鋼板が一般化してきた。また、調理屑や残飯などの厨芥の阻集が確実になされ、かつその除去が容易で除去回数の少ない阻雑機能を備えた、大形のバスケットが採用されるようになった。台所流し排水用トラップとしては、従来Pトラップとわんトラップが用いられていたが、このようなバスケットの装着が容易で納まりが良く、加工性の優れた合成樹脂製わんトラップが主流になってきた。しかしながら、その形状・内部構造は製造業者により様々で、排水用トラップとして好ましくないものが数多くあり、それらの性能評価と改善が要望されてきた。

そこで本研究は、台所流し排水用トラップの特性と要求条件を検討し、現在市販されている19種類のわんトラップの構造を調べて問題点をピックアップし、それらの結果を勘案して試作したわんトラップと市販トラップの主要性能を実験により評価した。

2. 台所流し排水用トラップの特性と要求条件

台所流しの器具・排水・トラップの特性を表1に、排水用トラップに対する一般的要求条件を表2に示す。排水状態の特性としては、流し洗いとため流いの2種類の排水形態があること、排水頻度が他の器具に比べて多いこと、排水温度が高く、高温の油の流入があること、様々な厨芥が混入することなどが挙げられる。トラップの特性としては、わん形が一般的であること、厨芥の阻集がトラップ内に組み込まれたバスケットでなされること、ダブルシンクの場合は小シンクの排水管がトラップに接続されること、油脂類の付着生成物（スケール）による管断面積の縮小が著しい器具排水管・排水横枝管の掃除の際にトラップが掃除口になることなどが挙げられる。

トラップ形状としてわん形が一般的になった理由は、施工性とメンテナンス性に優れていること、大形バスケットの装置が容易であることによると考えられる。すなわち、トラップの流入口（シンク排水口）と流出口（器具排水管接続口）の軸芯が同一で器具排水管との接続が容易となり、収納庫として用いられるシンクの下部空間にトラップ・器具排水管の占めるスペースが小さくてすむ。更に、大形バスケットを装置するトラップ外周部と封水を構成するわがを別々に製造することができ、バスケットの装着やわんの形状に工夫が施しやすい。また、わんの脱着により、トラップと器具排水管の掃除は容易になるが、掃除後はわんが確実に固定され

表1 台所流しの器具・排水・トラップの特性

器 具	タ イ プ	シングルシンク・ダブルシンク
	低面形状	平底形
	構成要素	大シンク・小シンク・オーバーフロー管・小シンク排水管・トラップ・バスケット・止水蓋等
排 水 状 態	排水形態	流し洗い・ため流い
	排水頻度	多い（生活時間常中）
	排水時間	流し洗い：10min 以上、ため流い：10～60sec
排 水 量	排 水 量	流し洗い：10～15l/回 ため流し：5～40l/min
排 水 の 質	排水温度	水：0～15°C，油：15～180°C
	混入物	土砂・米・野菜く・肉片・骨・茶がら・飯粒・洗剤・油脂類等
トラップの構造	形 状	わん形
	材 質	ABS樹脂・耐熱ABS樹脂・ステンレス等
	阻集様植	バスケット
	流 入 口	シングルシンク：1箇所，ダブルシンク：2箇所

表 2 トラップの要求条件と性能

トラップ	要 求 条 件	性 能
防 臭 装 置	封水が適切に維持できること	封水強度
排 水 装 置	漏水・漏気のないこと	気密・水密性
	円滑な排水がなされること	排水性
	混入物の付着・詰まりが少ないこと	自掃力
設備の構成要素	排水騒音が小さいこと	低騒音性
	取り付け・接続が容易であること	施工性
	熱・衝撃・腐食に強いこと	耐久性
	点検・掃除が容易なこと	メンテナンス性
	低コストであること	経済性

るような対策が必要である。

水密・気密性および耐久性については、耐熱 ABS 樹脂は問題はないが¹⁾、ABS 樹脂やポリプロピレンでは耐熱性、ステンレスでは耐腐食性と経済性に難がある。騒音については、封水のゴボゴボ音のみが居住者に指摘されており、排水騒音は特に意識されていない²⁾。ゴボゴボ音は誘導サイホン作用によって生じる破封によるもので、トラップの耐管内圧力性能と排水管内の圧力の大きさが関係する。自掃力はトラップ内に流入した排水混入物を排出するのに要する掃流力であるが、バスケットの厨芥阻集性能が優れば混入物は少なくなり、それに相応して自掃力は弱くてすむことになる。

以上の諸性能はトラップ単体としてのものであるが、封水強度と排水性は排水システムの排水能力に係わるので、特に重要である。封水強度^{*1}には誘導サイホン作用・自己サイホン作用・蒸発・毛細管現象などの封水損失現象が関係するが、台所流しでは排水頻度が多く、トラップのウェア部にも毛髪・糸くずなどが付着する恐れがないので、前二者が封水強度の要因とみなすことができる。ここでは、誘導サイホン作用に対する封水強度を耐管内圧力性能、自己サイホン作用に対する封水強度を耐自己サイホン作用とする。排水性には排水状態、バスケットの構造と阻集物、トラップの構造、器具排水管と排水横枝管は管径と配管形態などが関係し、複雑であるが、使用者の意識と自掃力の観点からは排水所要時間は短い方が好ましい。ただし、排水負荷の流量値は大きくなる。

3. 市販トラップの問題点

台所流しの主要製造業者（11社）が採用している排水用トラップ20種類のうちわん形19種類

*1 空気調和・衛生工学会規格給排水設備規準 HASS 206-1982 では「排水管内に正圧または負圧が生じたときのトラップの封水保持能力をいう」と定義されているが、ここでは各種封水損失現象に対する封水保持能力として用いる。

について、それらの構造を検討した結果、次の問題点が挙げられ、適切な構造のトラップは皆無であった。

(1) バスケットの網目と流路幅

バスケットの材質はステンレスで、網目状が11種類、小孔状が8種類であった。トラップ内流路の最小幅が網目・小孔の最大幅より小さく、バスケットを通過した混入物が流路途中で停滞する恐れのあるトラップが4種類あった。

(2) 小シンク排水管の接続位置

小シンク排水管がトラップのウェアレベルより下位で接続されているものが5種類あった(図1(a))。この場合は、小シンク排水管がトラップの流入脚を構成することになり、スケールの付着や漏水の危険性が増加する。

(3) 二重隔壁構造

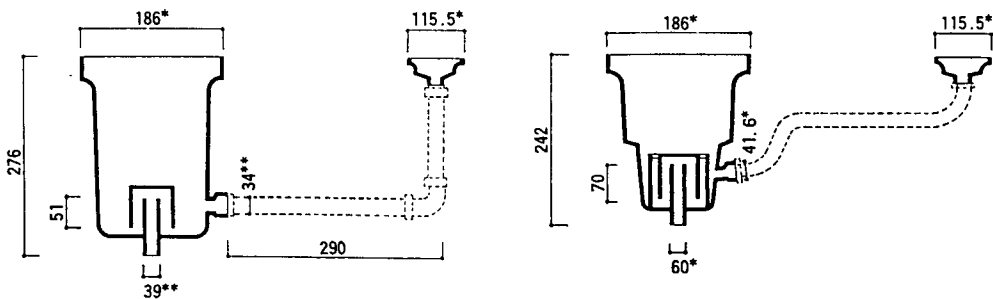
流入脚を隔壁を用いて二重にし、その一区分を自己サイホン作用による封水損失を補う補水用に当てる構造のものが4種類あった(図1(b))。しかし、その補水流路幅は狭あい(2~3mm)で詰まりやすく、一部が詰った場合は封水損失が著しく大きくなる³⁾。

(4) 流路断面積の変化率

トラップ内流路の断面積の変化率が極めて大きいもの(4以上または0.25以下)が8種類あった。このようなトラップは、排水時間が長く、また自掃力も劣る³⁾。

(5) 脚断面積比^{*1}

現在排水用トラップの性能(封水強度)の基準^{*2}は、構造規程としての封水深しかないが、脚断面積比も封水強度に大きな影響を及ぼすことが明らかになっている⁴⁾⁵⁾。脚断面積比が0.1~0.6と小さく、封水強度の劣るものが16種類あった。



(注) * 内径
** 外径
単位: mm

(a) 小シンク排水管が封水を構成する例

(b) 二重隔壁構造のトラップの例

図1 好ましくないトラップ構造の例

*1 脚断面積比=平均流出脚断面積/平均流入脚断面積。同径トラップの場合は1.0。

*2 建設省告示第1674号では、封水深は5cm以上10cm以下と規定している。

4. 市販・試作トラップの性能

市販トラップの問題点を踏まえて、図2に示す透明アクリル製わんトラップを試作した。このトラップの構造は、表3に示すように、最小流路幅を1.0cmと広く、流路断面積の最大変化率を3.2と小さくし、脚断面積比を1.4と同径トラップより大きくした。また、小シンク排水管の接続位置をウェアレベルより上位にし、バスケットの網目(菱形)の大きさを4×6mmとした。図3にわんトラップの各部の名称を示す。

19種類の市販トラップと試作トラップを対象に、耐管内圧力性能、耐自己サイホン性能および排水性と排水負荷に関連する排水特性について実験を行った。

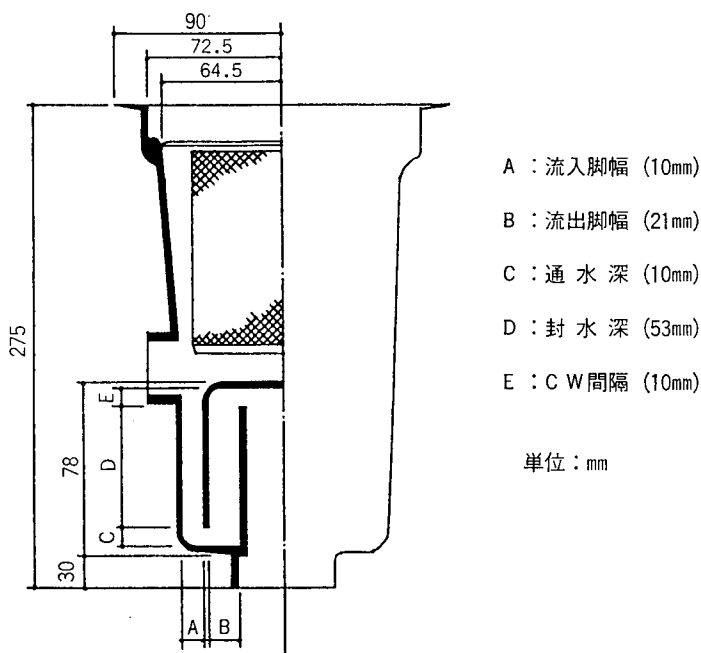


図2 試作トラップの形状

表3 市販・試作トラップの形状寸法

形状要素	流入脚幅 (cm)	流入脚断面積 (cm ²)	流出脚幅 (cm)	流出脚断面積 (cm ²)	脚断面積比 ¹⁾ (—)	通水深 ²⁾ (cm)	封水深 (cm)	CW間隔 ³⁾ (cm)	封水量 (cm) ⁸
試作トラップ	1.0	32.0	2.1	44.2	1.4	1.0	5.3	1.0	480
市販トラップ	0.6	10.1	0.5	11.9	0.3	0.3	5.0	0.5	250
	1.0	84.5	3.5	88.3	5.0	1.4	7.8	1.8	920

- 1) 平均流出脚断面積/平均流入脚断面積
- 2) トップディップとボトムディップとの間の垂直距離
- 3) クラウンとウェアとの間の垂直距離

4.1 耐管内圧力性能

図4に示す実験装置を用いて⁶⁾、図5に示す試験圧力を市販・試作トラップに印加させ、その結果生じる封水水位の変化を調べた。図6に例示するような封水水位の振動波形から、封水損失水位、図形的手法を用いて固有周期と減衰比を求めた⁷⁾。

表4に、固有周期・減衰率・封水損失水位・残留率*1を示す。試作トラップの固有周期は、実験値(0.38s)と計算値*2(0.38s)が一致した。減衰率は流路抵抗の大きさの指標となり、試作トラップは流路断面積の変化率が比較的小さいため、市販トラップの平均値より小さくなっている。封水損失水位・残留率ともに、試作トラップは市販トラップの平均値にほぼ等しい。

試作トラップのこの結果は、許容排水管内圧力とされている $\pm 25\text{mmAq}^8)$ の2倍に相当する、 $\pm 50\text{mmAq}$ の矩形単パルス圧力に対して、封水深(53mm)の74%の残留封水深(39.2mm)が確保されていることを示しており、許容残留封水深とされている $37.5\text{mm}^8)$ を上回っている。

4.2 耐自己サイホン性能

実験装置を図7に、供試台所流し(ステンレス製、ダブルシンク)の形状を図8に示す。予

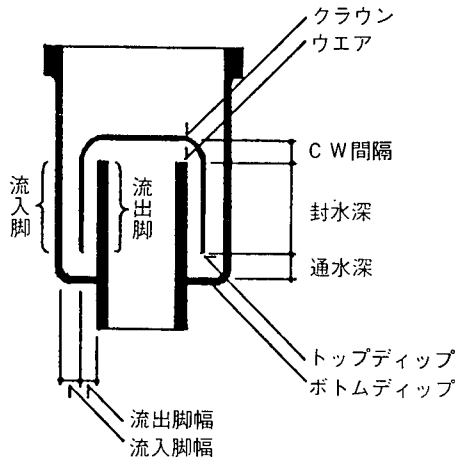


図3 わんトラップの各部の名称

*1 残留率=残留封水深/封水深。残留封水深=封水深-封水損失水位。

*2
$$T = \frac{4\pi \left\{ \left(1 + \frac{A_1}{A_2}\right)H + \frac{A_1}{A_0}L \right\}}{\sqrt{4 \left\{ \left(1 + \frac{A_1}{A_0}\right)H + \frac{A_1}{A_0}L \right\} \left(1 + \frac{A_1}{A_2}\right)g - c^2}}$$

ここに、 T : 固有周期 [sec], A_0 : 通水路断面積 [cm^2], A_1 : 流入脚断面積 [cm^2], A_2 : 流出脚断面積 [cm^2], H : 基準面からの静止平衡位置 [cm] で、本実験の場合は $1/2$ (封水深+通水深)に等しい。 L : 隔壁厚さ [cm], g : 重力の加速度 [cm/s^2], c : 抵抗係数 [cm/s] で、 c , 減衰率 (ζ), 対数減衰率 (δ) には次の関係がある。

$$\zeta = \delta / \sqrt{4\pi^2 + \delta^2}, \quad c = 2\delta \sqrt{(1 + A_1/A_2)g / \{(1 + A_1/A_2)H + (A_1/A_0)L\}}$$

備実験で図9に示す市販トラップを対象に、バスケットの有無とバスケット阻集物（茶がらを代用）の割合、配管の水頭差（トラップのウェアから器具排水管の出口までの垂直距離）による影響を調べた結果（表5）、バスケット有り、阻集物無し、水頭差60cmのとき、封水損失水位が最大となった。これらの条件に、大シンク排水（ため洗い排水、ボウル容器排水）と小シンク排水、止水ふたの開閉状態、各個通気管の有無を加えた実験条件につき、各回の排水実

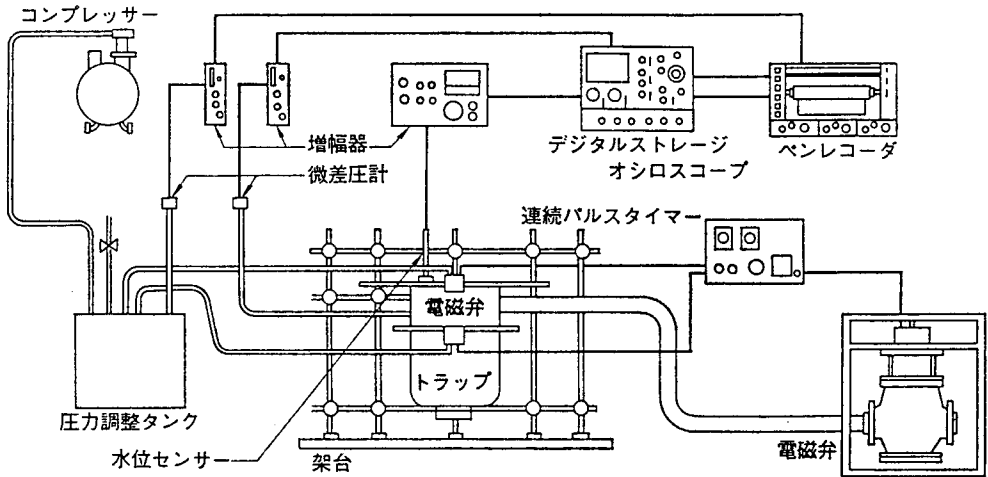


図4 耐管内圧力性能実験装置の概略

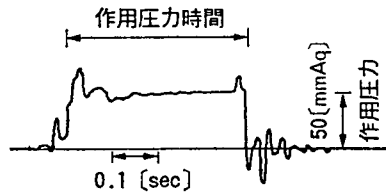


図5 試験圧力

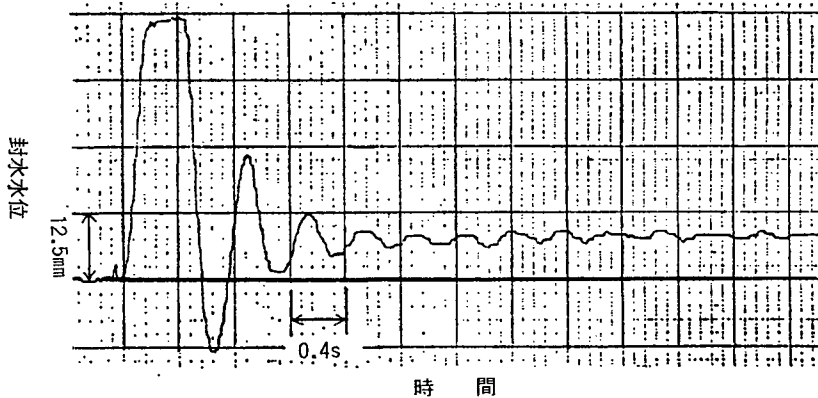


図6 封水水位の振動波形

表 4 封水振動特性と封水損失水位

諸特性	固有周期 (s)	減衰率 (-)	封水損失水位 (mm)	残留率 ¹⁾ (-)
試作トラップ	0.38	0.167	13.8	0.74
市販トラップ	0.32~0.43	0.092~0.389	5.0~22.0	0.60~0.9

1) 残留封水深/封水深, 残留封水深=封水深-封水損失水位

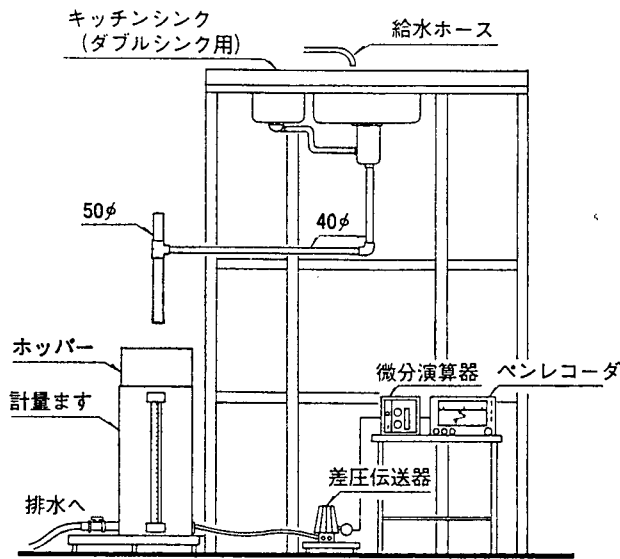
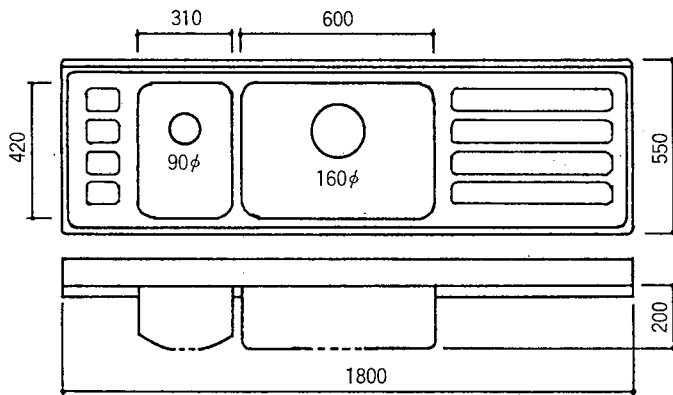
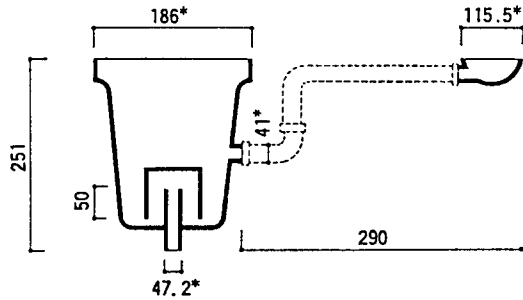


図 7 耐自己サイホン性能・排水特性実験装置の概略



単位: mm

図 8 供試台所流しの形状



(注) * 内径
単位: mm

図 9 供試市販トラップ

表 5 封水損失水位 (mm) と残留率

実験条件	排水形態	大 シ ン ク 排 水									小シ ンク 排水	
		た め 洗 い						容 器				
	バスケット	有						無	有	有		
	水頭差 ¹⁾	30	40	50	60	70			70	70	70	
	阻集物 ²⁾	無			無	1/4	1/2	3/4	無	無	無	
	封水損失水位	30	30	31	32	32	18	8	0	30	27	26
	残留率 ³⁾	0.40	0.40	0.38	0.36	0.36	0.64	0.84	1.00	0.40	0.46	0.48

1) トラップと器具排水管出口末端との間の垂直距離

2) 阻集物(茶がら)容積/バスケット容積

3) 残留封水深/封水深, 残留封水深=封水深-封水損失水位

験を行った。

表6に封水損失水位を示す。二重隔壁構造のもの(4種類)と脚断面積比が1以上のもの(3種類)を除いた12種類のトラップの封水損失水位は23~63mmの大きな値となった。これまで、自己サイホン作用による封水損失の恐れのある器具としては、器具底面形状が丸形のため流いが行われる洗面器と手洗い器が対象となっており、しぼれ水*¹が期待できる平底形の流しや浴槽は対象とされなかった⁹⁾¹⁰⁾。しかし、現在採用されているステンレス製シンクの底面は平行ではあるが、排水口への集水がスムーズになるように勾配が精度よく設けられており、後述の排水特性曲線(図10)にみられるようにしぼれ水の水量が少なくなっている。

試作トラップの封水損失水位は、大シンクため洗い排水、小シンク止水ふた閉、各個通気管無しのも最も厳しい条件のとき12mmで、残留封水深は41mmとなり、許容残留封水深(37.5mm)より十分大きな値となっている。

*¹ 自己サイホン作用を生じせしめる満流排水が終了した以降に、トラップに流入する器具の残留水をしぼれ水(tail flow)という。

表 6 封水損失水位 (mm)

実験条件	掃水形態	大シンク排水					小シンク排水			
		ため洗い			ボウル容器					
	止水蓋	開	閉	閉	開	閉	閉	開	閉	閉
	各個通気管	有	有	無	有	有	無	有	有	無
	試作トラップ	6	11	12	1	1	1	4	7	8
	市販トラップ	—	—	1 62	—	—	1 62	—	—	1 63

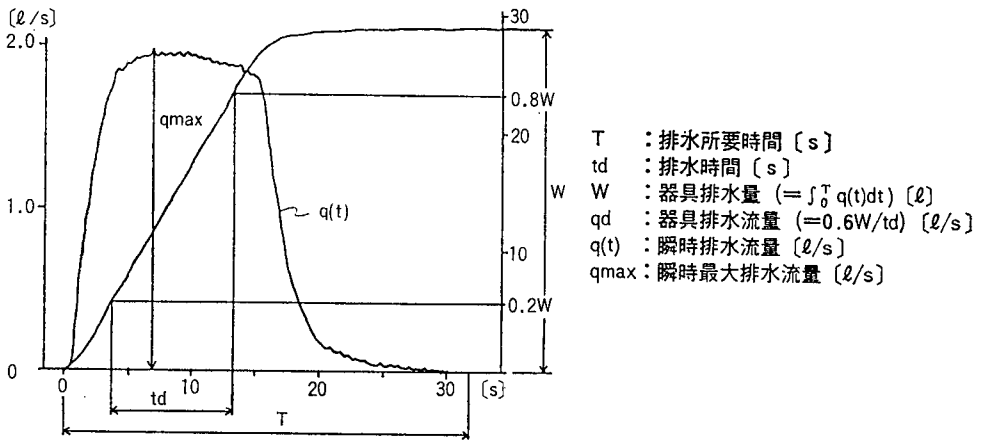


図 10 排水特性曲線

4.3 排水特性

実験装置および供試台所流しは耐自己サイホン性能の実験に供したものと同様である (図 9)。この装置は、器具排水管からの排水を計量ますに溜め、その水位 (排水量) を差圧計で測定し、微分演算器を介して排水流量の時間変化をペンレコーダに記録するものである。大シンク排水 34 ℓ、小シンク掘水 17 ℓの排水量で、各 5 回のため洗い掘水実験を行った。

排水特性曲線の例を図 10 に、排水特性諸値を表 7 に示す。試作トラップの排水所要時間 (T) は市販トラップとほぼ同じであるが、排水時間 (t_d) は市販トラップより短い。定常流量法¹⁴⁾ による排水量負荷算定の器具負荷値となる器具排水流量 (q_d) は、市販トラップと比較して、小シンク排水の場合はほぼ同じであるが、大シンク排水の場合は 1.9 ℓ/s と大きな値になっている。これは、最小流路断面積が 10 cm² と大きく、かつ断面積変化率が 0.8~3.2 と小さいことによる。

表 7 排水特性諸値

排水	トラップ	T [s]	t_d [s]	w [l]	q_d [l/s]	q_{max} [l/s]
大シンク	試作トラップ	37	10	34.2	1.9	2.0
	市販トラップ	30~40	12~23	33.9~34.6	0.9~1.8	0.9~1.8
小シンク	試作トラップ	40	16	16.9	0.6	0.7
	市販トラップ	32~42	14~18	16.8~17.0	0.6~0.7	0.5~1.0

5. 結 論

以上の結果をまとめると次になる。

(1) 19種類の市販わんトラップについて、それらの構造を検討した結果、①バスケットの網目の最大値よりトラップ流路の最小幅が小さく、バスケットを通過した混入物が流路内で停滞しやすい、②ダブルシンク用トラップの小シンク排水管の接続位置がウェアレベルより下位にあり、小シンク排水管が封水を構成する、③二重隔壁構造の補水部の幅が極めて狭く(2~3mm)、詰まりやすい、④トラップ流路の断面積の変化率が大きい(4以上または0.25以下)、⑤脚断面積比が小さい(0.1~0.6)などの問題点が明らかとなり、排水用トラップとして適切なものは皆無であった。

(2) 市販わんトラップとその問題点を改善して試作したアクリル製わんトラップ(流路の最小幅はバスケットの網目の最大幅より大、小シンク排水管の接続位置はウェアレベル以下、流路断面積の最大変化率は3.2、脚断面積比は1.4)について、配管内圧力性能、耐自己サイホン性能、排水特性の諸性能を実験により評価した。試作わんトラップは、許容残留封水深37.5mmに対して耐管内圧力性能の残留封水深は39.2mm、耐自己サイホン作用の残留封水深は41.0mmと大きく、排水時間が短かく(10s)になっており、適切な性能を備えていることが明らかである。

なお、本研究は、(財)住宅部品開発センターに設置された「設備ユニットの排水器具研究委員会」(委員長篠原隆政、昭和57年5月~昭和60年3月)の活動の一環として行ったものであり、本試作トラップの構造はBLキッチンシステムの技術基準に採用された。

適切な助言と貴重な資料・製品を提供して頂いた委員会関係諸氏、実験に際して協力を頂いた元本学大学院生の鈴木啓太郎(現、戸田建設)、元本学ゼミ生の土屋岩夫(現、大阪電気暖房)、谷田勝典(現、朝日工業)の諸氏に記して感謝の意を表します。

また、本研究の一部は本学科学技術研究所の重点研究(昭和58年、59年度)によった。

〔参 考 文 献〕

- 1) 住宅部品開発センター: BL キッチンシステムの排水トラップ耐熱油試験について, Better Living No.63 (1984-3), 住宅部品開発センター, pp.77~80.
- 2) 篠原隆政, 鎌田元康, 村川三郎, 坂上恭助, 塚越信行, 小寺隆司: 集合住宅の給排水設備負荷基準

- の適正化に関する研究, 住宅・都市整備公団研究報告書, 1985-3.
- 3) 篠原隆政, 坂上恭助: 排水トラップの性能研究(I), Better Living No. 59 (1983-7), 住宅部品開発センター, pp. 1~25.
 - 4) L. Asplund, E. Olsson: Assessment of Stench Trap—A Mathematical Model, CIB W 62 Symposium, 1974-5.
 - 5) 坂上恭助: 各種トラップの封水損失特性, 空気調和・衛生工学 Vol. 57, No. 5 (1983-5), pp. 11~20.
 - 6) 坂上恭助, 鈴木啓太郎: 水封式トラップの封水強度試験方法に関する研究, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 (1983-10), pp. 81~84.
 - 7) K. Sakaue, T. Shinohara, M. Kaizuka: A Study on the Dynamic Characteristics of the Seal in Deformed Trap, CIB W 62 Symposium, 1982-8.
 - 8) V. T. Manas: National Plumbing Code Handbook (1957), McGraw-Hill Book Company, pp. 5-4~5-5, pp. 27-1~27-3.
 - 9) 小川誠耳: 衛生工事の排水と通気その 1 (1967), 朝倉書店, pp. 3-25~3-28.
 - 10) 空気調和・衛生工学会: 空気調和・衛生工学便覧第 3 巻 (1981), p. 151.
 - 11) 篠原隆政: トラップの変遷と課題: 空気調和・衛生工学 Vol. 57, No. 5 (1983), pp. 1~9.
 - 12) 鎌田元康: トラップに関する研究の現状と問題点, 空気調和・衛生工学 Vol. 57, No. 5 (1983), pp. 27~35.
 - 13) 坂上恭助, 篠原隆政, 鈴木啓太郎, 大内栄一: 台所流し用わんトラップの性能, 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 (1984-10), pp. 49~52.