

大便器排水特性の評価法に関する研究

第1報——給水との関連および動特性

浅 野 良 晴*¹
紀 谷 文 樹*²
松 井 昌 幸*³
小 林 陽 太 郎*⁴

污水管系統における排水負荷の大部分は、大便器からの排水によるものである。その上、洗浄弁式大便器の排水特性は、給水圧力や洗浄弁の押し時間により大きく変化しているし、大便器の種類によっても固有な特性が示される。本研究では、洗浄弁式大便器に関して、その給水と排水の流量特性を同時に測定することにより、給水側条件が大便器の排水特性に与える影響を明らかにした。さらに伝達関数法により大便器のもつ動特性を、その排出形態ごとに解明した。ここに得られた資料は、排水通気システムの動的設計のための基礎となるものであり、水資源の有効利用・節水という面からも重要である。

1. 研究目的

建築給排水設備においては、建築内で使用される水の節約・配管システムの合理化などが必要とされつつある。最近はそれらに対応して、排水管内に生ずる種々の力学的挙動に対する解析がなされてきているが、まだ十分ではない。しかしながら、それらの研究を通じて実際の使用に近い状態での配管設計の方法、すなわち排水通気システムの動的設計の必要性の認識は徐々に深まっている。なかでも、污水管系統への排水負荷を明らかにすることは急務であると考えている。

污水系統への排水負荷の大部分は、大便器からの排水によって占められており、その排出特性は給水方法や、器具の使われ方によって大きく変化している。さらに大便器の種類によっても固有な特性が示されている。また事務所などの比較的大規模な建築において、一般的に使用されている洗浄弁式大便器に関しては、排出特性は給

水側条件によって支配されている。

本研究では、大便器から排出される排水の流量特性を実験によって得るとともに、給水と排水の相関を表すことにより、給水側条件が大便器に与える影響を明らかにすることを目的としている。さらに大便器の持つ動特性の評価方法を提示している。ここに得られた資料は、排水通気システムの動的設計のための基礎となるものであり、水資源の有効利用・節水という面からも重要なものである。

2. 研究概要

現在までに、洗浄弁からの吐水流量の給水圧力による変化特性については明らかにされている¹⁾。吐水流量というのは、洗浄弁から大便器への給水流量と同じである。また大便器を経た後の排水は、流量および排水時間に関しては給水とは異なっており、それは Pink²⁾、Nielsen³⁾、Konnen⁴⁾、Dauphin⁵⁾、桜井⁶⁾、塚越ら^{7),8)}が部分的に明らかにしている。しかしながら、給水と排水の流量特性を同時に測定しておらず、現在のところ大便器の排水特性の解析までは進んでいない。大便器の排水特性は、給水圧力などの給水側条件によって変化する

*1 東京工業大学 正会員

*2 武蔵工業大学 正会員

*3 東京工業大学

*4 豊橋技術科学大学 特別会員

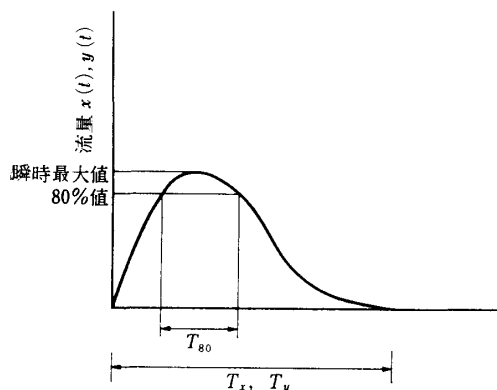


図-1 流量パターン

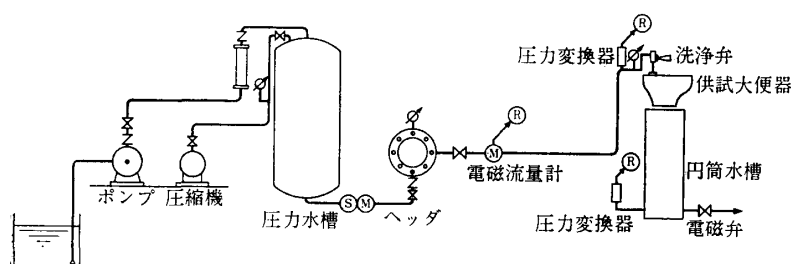


図-2 実験装置概略図

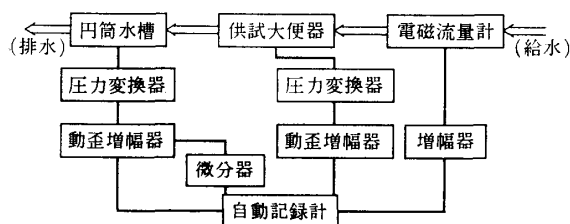


図-3 測定系統図

ことから、大便器自体の動特性を解明する必要があるものとする。

本研究では、給水圧力と洗浄弁の押し時間を変えて、各供試大便器における給水流量特性と排水流量特性とを同時に測定し、図-1に示すような流量曲線の形で明らかにしている。また同図に示したような瞬時最大流量の80%値(以後、80%最大流量とする)と、それ以上の流量の継続する時間(T_{80})に関して、給水と排水の流量特性を比較し、それらの相関を検討している。そして、給水から排水への流量変換の特性に対して伝達関数法を用いて検討を加えるとともに、異なる型式の大便器の動特性をそれぞれ明らかにしている。

なお、洗浄弁の押し時間は、村川らの調査研究⁹⁾により平均2~3秒間と明らかにされていることから、2秒を中心として解析結果を記述している。

表-1 供試大便器の種類

番号	名称	型
No. 1	洋風洗い落し式大便器	JIS VC 710
No. 2	洋風サイホン式大便器	JIS VC 910
No. 3	洋風サイホンゼット式大便器	JIS VC 1110
No. 4	和風洗い出し式大便器	JIS VC 310

3. 実験概要

3.1 実験装置概要

実験装置は、図-2に示すような機器により構成されている。給水圧力を圧力水槽で調節し、ヘッドを経て洗浄弁へ給水されている。洗浄弁には、必要とする時間だけ通電状態にしておける制御器に接続されたプランジスイッチを設置し、一定時間ハンドルを押して、洗浄弁の開放を制御している。

ヘッドから供試便器の間には、電磁流量計・ひずみゲージ式圧力変換器およびブルドン管式圧力計が設置されている。

受水槽の側壁にはひずみゲージ式圧力変

換器が設置されている。それらを含めた測定装置の系統図を図-3に示す。測定した項目とそれに使用した測定機器について、つぎに示す。

給水圧力：ブルドン管式圧力計(0~5 kg/cm²)により指示圧力を得ている。

給水圧力の変動：ひずみゲージ式圧力変換器(0~20 kg/cm²)による。

給水流量：電磁流量計による。

排水量：円筒水槽の側壁に設置したひずみゲージ式圧力変換器(0~0.5 kg/cm²)により、水槽にたまる水の水位を測定し、水量に換算する。

排水流量：排水量の測定で得た圧力を微分回路に通すことにより、圧力の時間変化率を求めて流量に変換している。なお、この微分回路は、本研究での測定に適用し得るように特別に製作したものである。

3.2 実験内容

実験に使用した大便器は、建築給排水設備において一般に広く用いられている洗浄弁式大便器である。大便器の種類は表-1に示すように、洗い落し式・サイホン式・サイホンゼット式(以上、3種類は洋風大便器である)および洗い出し式(和風大便器)の4種類である。また、それぞれの断面図を図-4に示す。これらの大便器を用いて、給水圧力を0.6 kg/cm²から3.0 kg/cm²まで0.2 kg/cm²ごとに13段階に変化させ、洗浄弁の押し時間を1秒間から3秒間まで1秒ごとに変

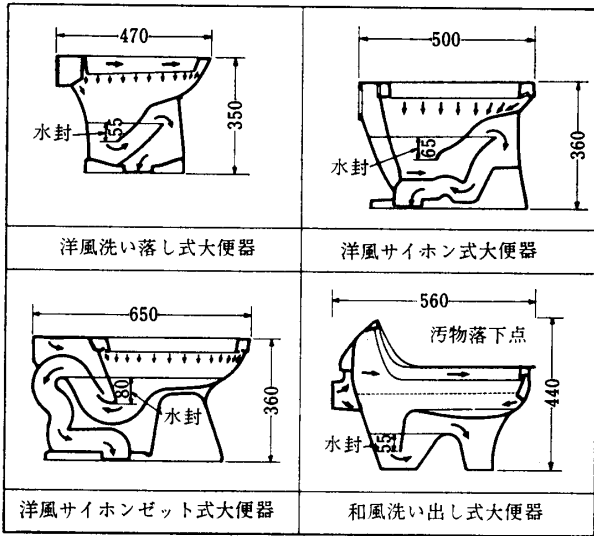


図-4 供試大便器の断面図

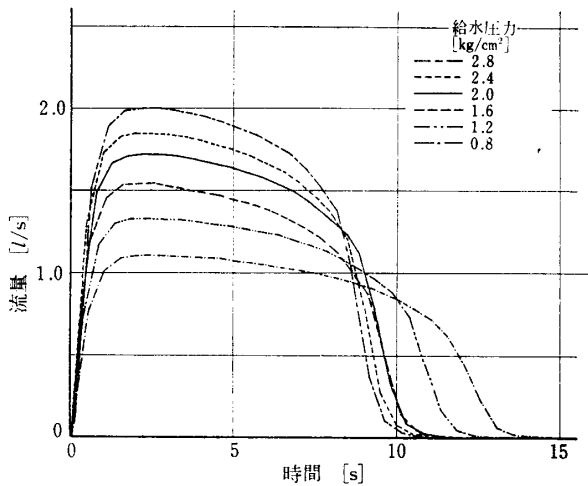


図-5 給水流量パターン (洗浄弁の押し時間 2s の場合)

化させて実験を行っている。

4. 結果および検討

4.1 給水流量

洗浄弁からの吐水流量の測定が、従来よりなされており、洗浄弁の特性に関しては十分に解明されていることから、ここでは、洗浄弁から大便器への給水特性を明らかにするにとどめた。

実験は同一の洗浄弁を使用したもので、給水流量のパターンは供試大便器の種類によらずに、給水圧力と押し時間により変化するだけであった。そこで押し時間を2秒として、給水圧力を0.8 kg/cm² から2.8 kg/cm² まで変えた場合の給水流量のパターンを図-5に示す。同図では、給水圧力が高い場合には瞬時最大流量は大きくなるが、給水時間は短くなる傾向が見られる。このことは

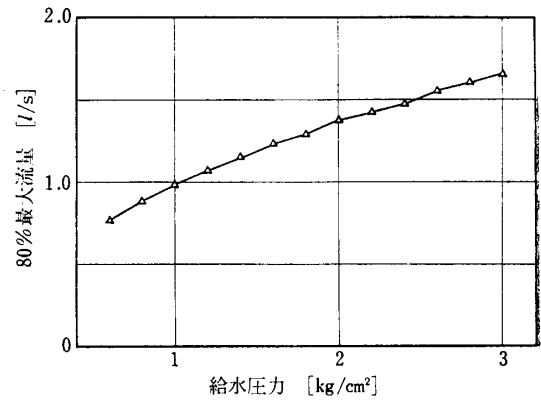


図-6 80% 最大給水流量 (洗浄弁の押し時間 2s の場合)

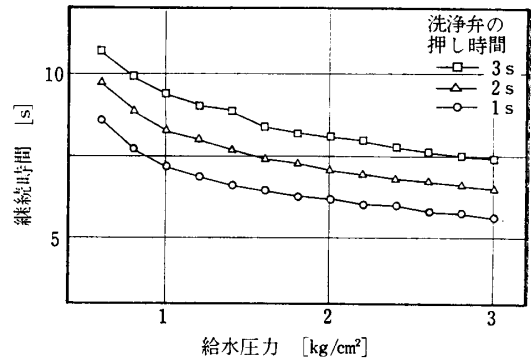


図-7 瞬時最大給水流量の80% 値以上の流量が継続する時間

押し時間を1秒あるいは3秒とした場合にも同じ結果が認められた。さらに押し時間が長くなると給水時間は長くなるものの、瞬時最大流量は変化しないことが明らかになった。

つぎに図-1に示したようにして80% 最大流量を求め、押し時間が2秒の場合におけるその給水圧力による変化を図-6に示す。80% 最大流量は、給水圧力の増加に対してほぼ一定の割合で増加している。特に、通常の建築で用いられる給水圧力(以後、実用給水圧力とする)の範囲である0.8 kg/cm² から2.0 kg/cm² までについては、0.2 kg/cm² の圧力の増加に対して約0.08 l/sの流量増加が見られた。また各給水圧力が変わらない場合に、洗浄弁の押し時間による瞬時最大給水流量の変化がほとんどないことから、図-6に見られる傾向は押し時間が1秒あるいは3秒の場合でも同じことが認められた。

つぎに瞬時最大流量の80% 値以上の流量が継続して給水される時間について、洗浄弁の押し時間と給水圧力を変えた場合の結果を図-7に示す。高い給水圧力に対しては、継続時間の減少する傾向が認められた。また同じ給水圧力において洗浄弁の押し時間の違いによる継続

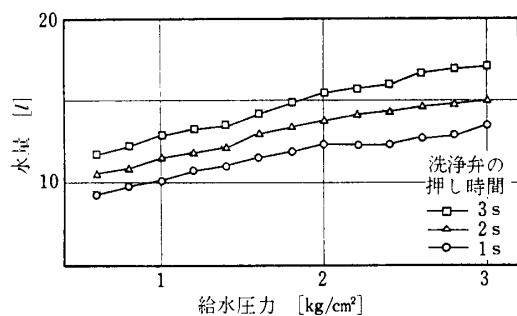
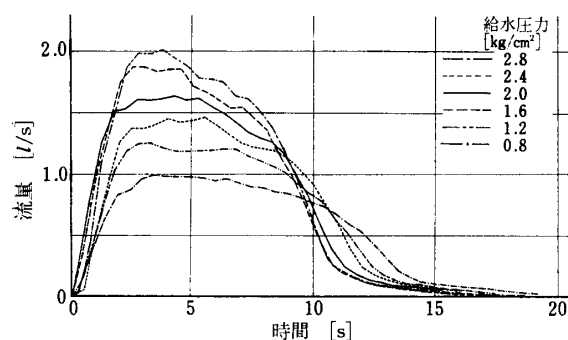
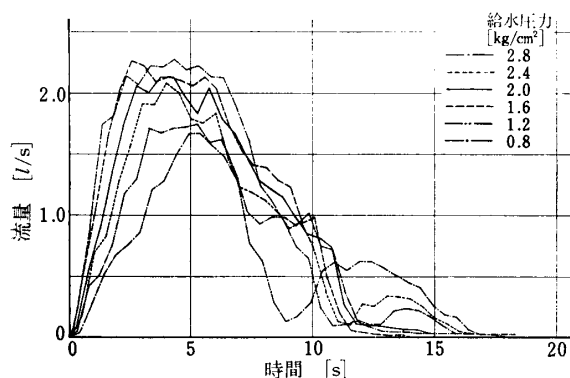


図-8 洗浄弁1回使用時の全排水量

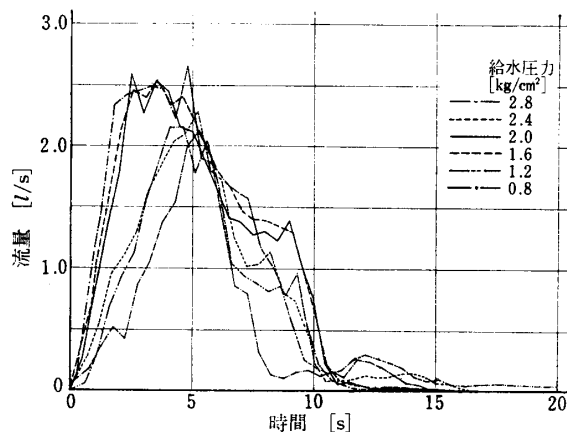
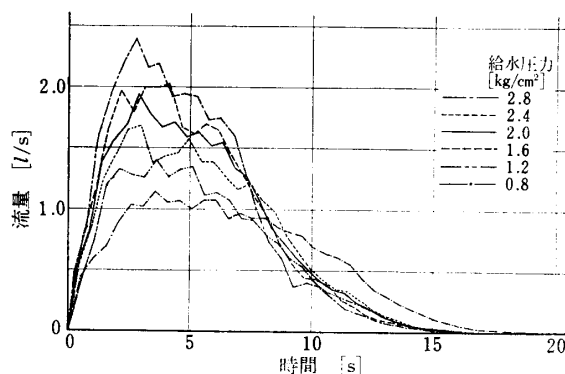
図-9 洗い落とし式大便器の排水流量パターン
(洗浄弁の押し時間 2s の場合)図-10 サイホン式大便器の排水流量パターン
(洗浄弁の押し時間 2s の場合)

時間の差は、瞬時最大流量の 80% 以上の流量が継続して給水される時間に対して顕著な相関が認められた。

4.2 排水流量

一連の実験において同一の洗浄弁を使用していることから、各供試大便器からの全排水量は大便器の種類によっては変わらずに、洗浄弁の押し時間と給水圧力によって変化していた。そこで、全排水量の給水圧力による変化を洗浄弁の押し時間ごとに図-8に示す。給水圧力が高くなると全排水量は増加し、実用給水圧力の範囲では 0.2 kg/cm^2 の給水圧力の増加に対して、洗浄弁の押し時間が 1 秒の場合に約 0.22 l 、同じく 3 秒の場合には 0.26 l の増加が示されている。

つぎに図-5で示したような流量パターンに給水され

図-11 サイホンゼット式大便器の排水流量パターン
(洗浄弁の押し時間 2s の場合)図-12 和風洗い出し式大便器の排水流量パターン
(洗浄弁の押し時間 2s の場合)

た場合における各供試大便器から排出される排水の流量パターンについて測定された結果を検討した。洗い落とし式大便器の排水流量パターンに関して、洗浄弁の押し時間を 2 秒とし、各給水圧力値ごとに図-9に示す。さらに同様に、サイホン式便器について図-10に、サイホンゼット式大便器について図-11に、そして和風洗い出し式大便器について図-12に示す。これらの排水流量パターンから、給水流量パターンの解析と同様な方法を用いて 80% 最大流量を求め、その給水圧力による変化を図-13に示す。また瞬時最大流量の 80% 値以上の流量が継続して排水される時間に関して、給水圧力を変えた場合の洗浄弁の押し時間との相関を図-14に示す。

4.3 給水流量と排水流量との関連に対する検討

本節では、一連の実験において同時に測定した給水量と排水流量とを供試大便器ごとに比較検討した。

洗い落とし式大便器について、80%最大流量を用いて給水と排水との流量に関する相関を図-15に示し、また 80%最大流量以上の流量が継続している時間に関する給水と排水との相関を図-16に示す。同様にして、サイホン式大便器については図-17および図-18に示し、

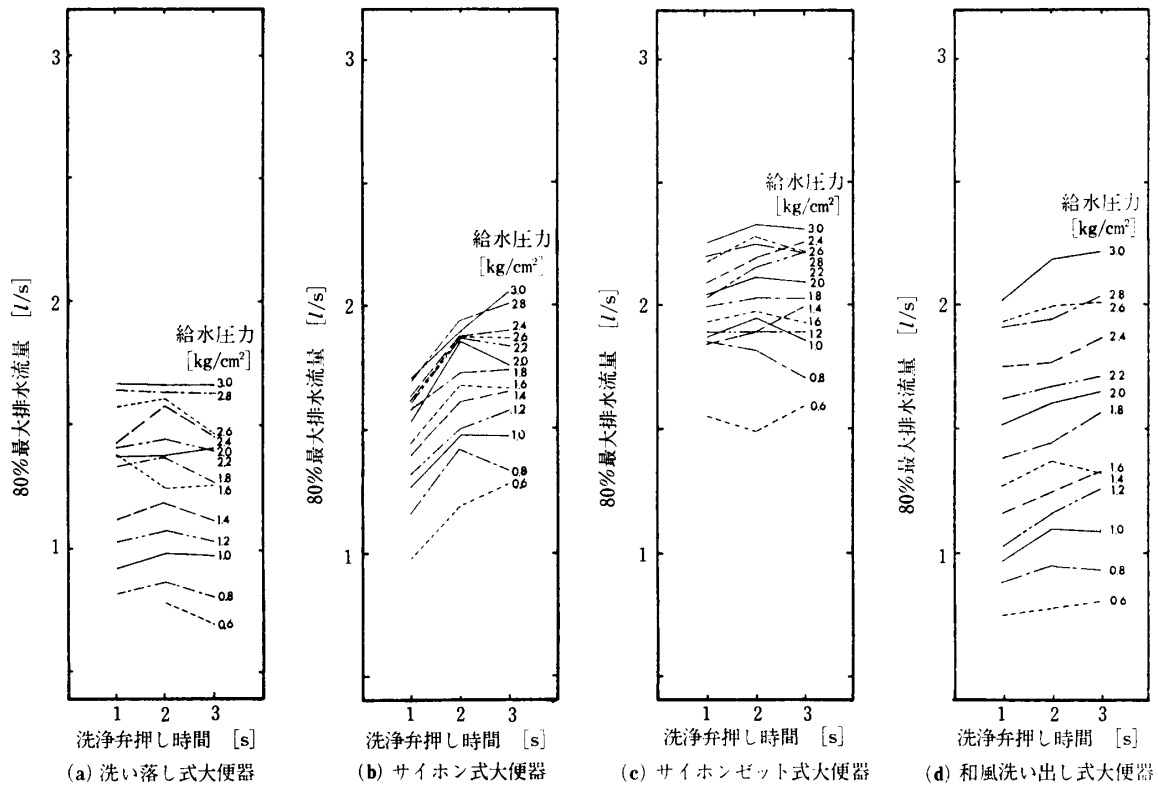


図-13 80% 最大排水流量と洗浄弁の押し時間との関係

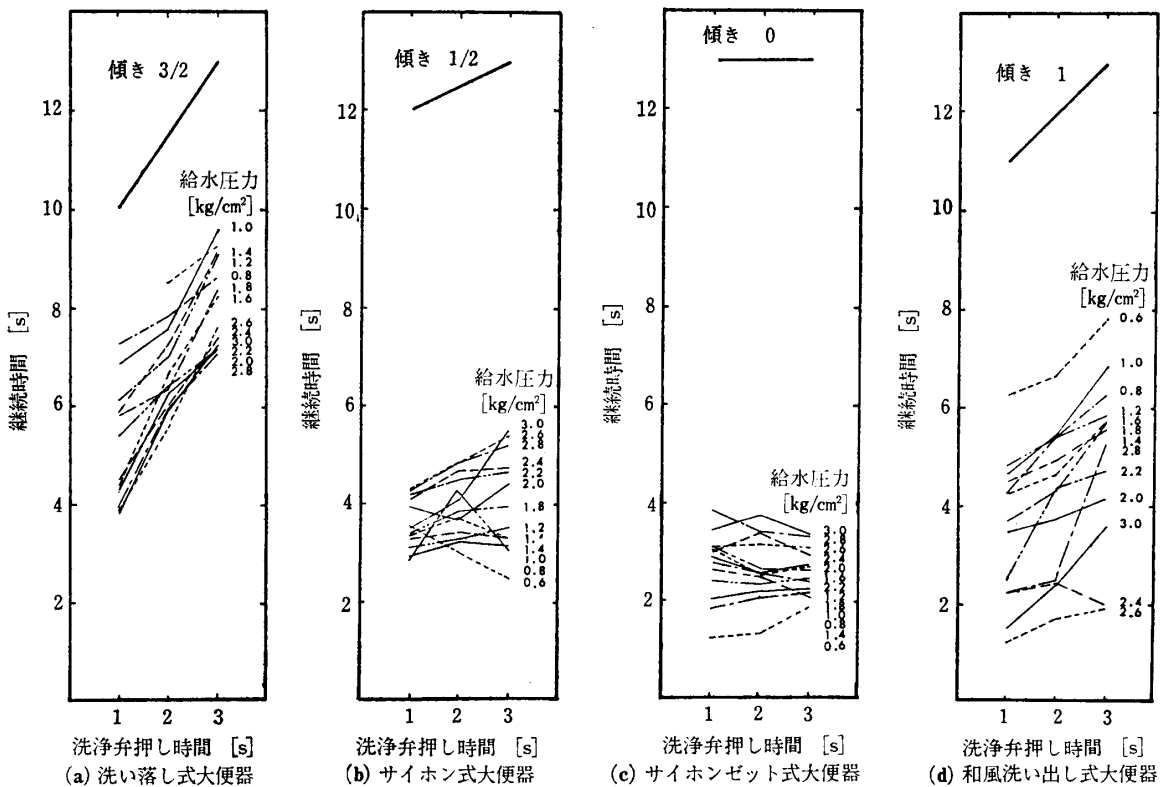


図-14 瞬時最大排水流量の 80% 以上の流量が継続する時間と洗浄弁の押し時間との関係

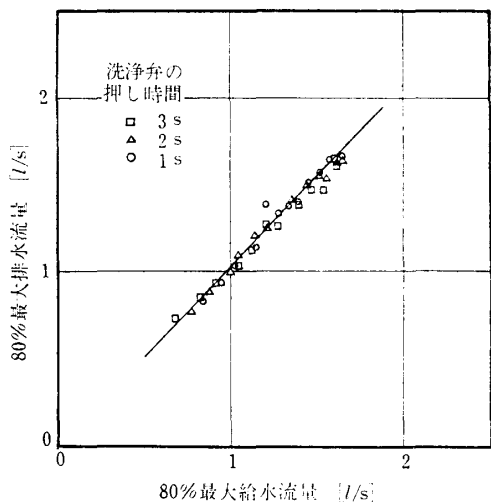


図-15 80%最大流量の相関(洗い落し式大便器の場合)

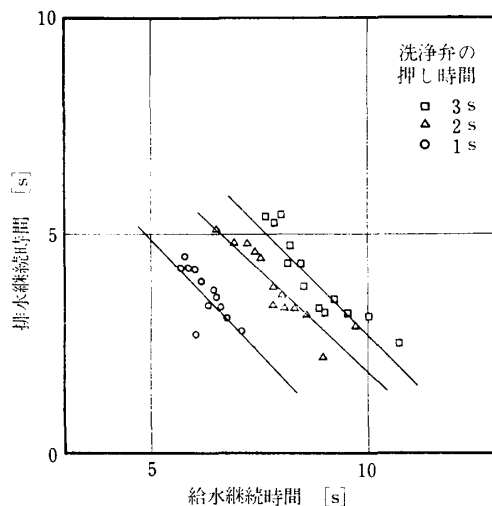


図-18 継続時間の相関(サイホン式大便器の場合)

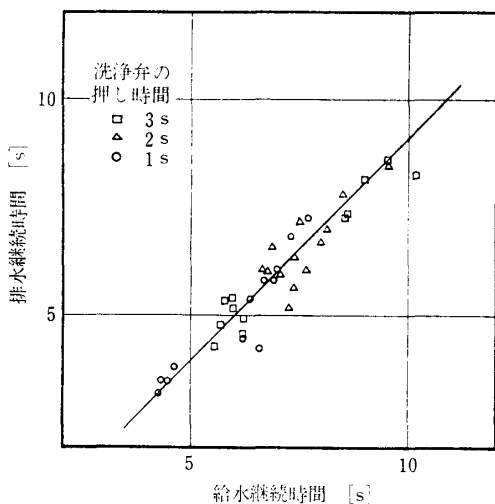


図-16 継続時間の相関(洗い落し式大便器の場合)

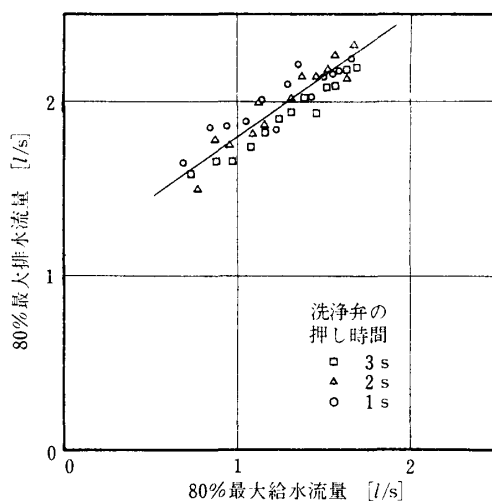


図-19 80%最大流量の相関(サイホンゼット式大便器の場合)

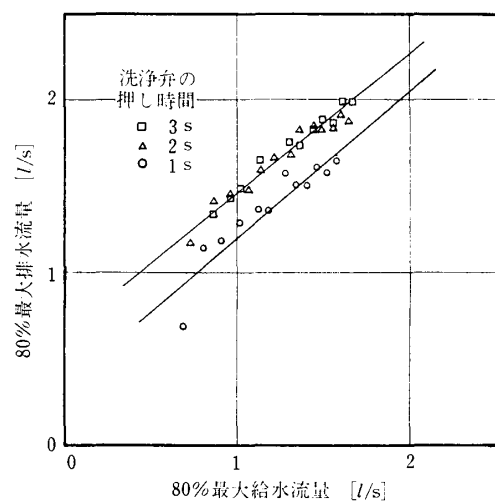


図-17 80%最大流量の相関(サイホン式大便器の場合)

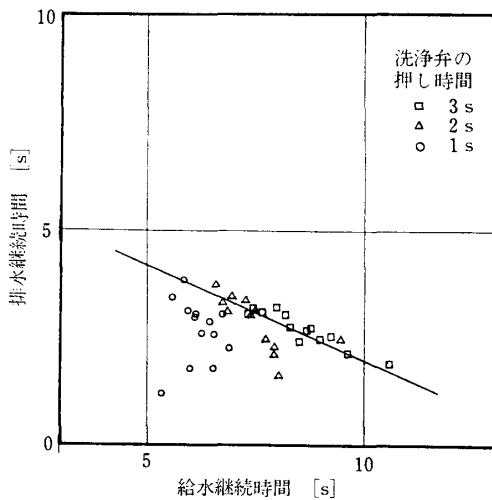


図-20 継続時間の相関(サイホンゼット式大便器の場合)

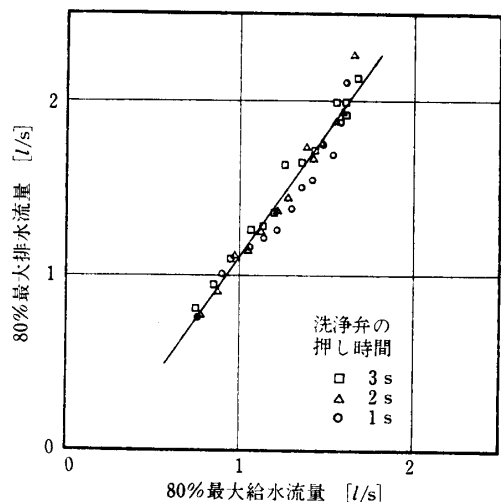


図-21 80%最大流量の相関 (和風洗い出し式大便器の場合)

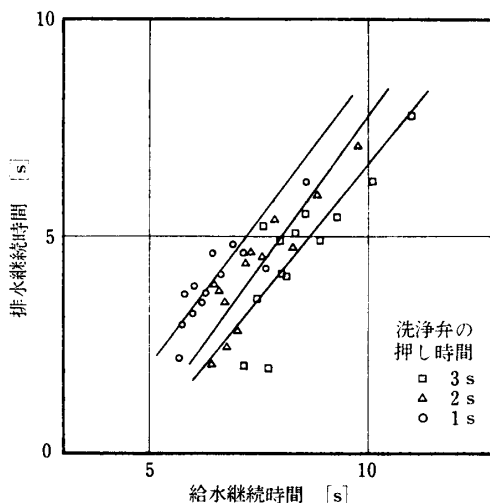


図-22 継続時間の相関 (和風洗い出し式大便器の場合)

表-2 回帰直線と相関係数

供試大便器の種類	洗浄弁の押し時間 [s]	流量の回帰直線			継続時間の回帰直線		
		切片	傾き	相関係数	切片	傾き	相関係数
洗い落とし式大便器	1	-0.016	1.038	0.989	-1.015	0.995	0.946
	2						
	3						
サイホン式大便器	1	0.332	0.876	0.933	10.082	-1.031	0.730
	2	0.652	0.814	0.980	11.083	-0.912	0.897
	3				12.590	-0.981	0.911
サイホンゼット式大便器	1	1.123	0.669	0.916	6.340	-0.423	0.936
	2				—	—	—
	3				—	—	—
和風洗い出し式大便器	1	-0.365	1.450	0.981	-2.838	1.042	0.873
	2				-6.438	1.414	0.908
	3				-5.714	1.225	0.835

サイホンゼット式大便器については図-19および図-20に示し、和風洗い出し式大便器については図-21および図-22にそれぞれ示す。またそれらの図において相関の良いものについては最小自乗法を用いて回帰直線を求め、表-2に示している。

洗い落とし式大便器の場合は、図-15および図-16に示される相関について、洗浄弁の押し時間による差は見られず、給水と排水の80%最大流量値はそれぞれほぼ等しいことと、さらにその継続時間は給水に比べて排水のほうが1秒程度短いことが認められた。

サイホン式大便器の場合は、図-17に示した80%最大流量に関する相関について、洗浄弁の押し時間が2秒

および3秒の場合には一つにまとめた形で回帰直線が引かれ、押し時間が1秒の場合には、これよりも若干下方の位置に回帰直線が引かれる。80%最大流量の継続時間に関する相関は図-18に見られるように負の相関を示し、洗浄弁の押し時間ごとに回帰直線が異なることが認められた。

サイホンゼット式大便器の場合は、図-19に示したように80%最大流量に関して正の相関が認められ、洗浄弁の押し時間の違いによらず一つの回帰直線が引かれる。継続時間に関しては図-20に示したように負の相関が認められ、洗浄弁の押し時間が長くなると回帰直線は右方へ移ってくる。これはサイホン式大便器の場合と

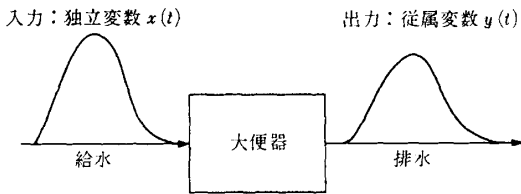


図-23 大便器の変換機構

同じであることから、サイホン作用を利用して排水する形式の大便器について一般的なことであると言える。

和風洗い出し式大便器の場合は、図-21に示したように80%最大流量に関して正の相関が認められ、洗浄弁の押し時間の違いによらず一つの回帰直線が引かれる。継続時間に関しては図-22に示したように正の相関が認められる。洗浄弁の押し時間ごとにそれぞれ回帰直線が引かれるが、若干のばらつきを認めれば、一つの回帰直線で代表し得るものと考えられる。

以上のことをまとめると、各大便器において80%最大流量に関しては、給水と排水の間には顕著な正の相関が認められた。しかし、その継続時間に関しては排水の排出形態によって異なっている。すなわち、サイホン作用を利用した排出形態をもつサイホン式・サイホンセット式大便器では、サイホン作用を起こさせるのに必要な水量が大便器にたまるまでに時間がかかり、そして短時間でその水が排出される。そこでは、給水圧力が低いと給水流量は減少し、必要な水量がたまるまでに要する時間は長くなっている。洗浄弁の押し時間により排水の80%最大流量の継続時間はほとんど影響を受けないのに対して、給水の場合は押し時間の差だけ長くなっている。それらの結果、継続時間に関しては負の相関が示され、洗浄弁の押し時間によって異なる回帰直線が引かれたものと言える。

5. 大便器の動特性の解析

5.1 解析方法

前項において、大便器に入る段階での流量特性が排出される段階には変化していることを述べている。そこには大便器固有の動特性があり、その機構を図-23で示す。

この動特性を表すために、給水と排水の流量特性から伝達関数 $G(s)$ を求めている。それは図-1に示したような給水流量曲線 $x(t)$ と排水流量曲線 $y(t)$ を用いて、次式で表される。

$$G(s) = \frac{\int_0^{\infty} y(t)e^{-st} dt}{\int_0^{\infty} x(t)e^{-st} dt} \quad \dots\dots(1)$$

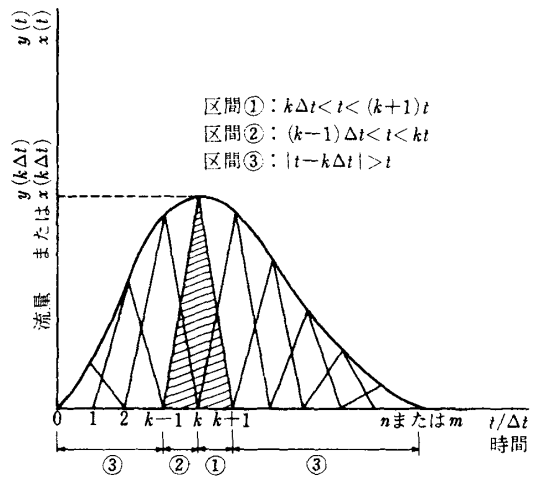


図-24 三角波形による近似

式(1)より周波数伝達関数は、次式で表される。

$$G(j\omega) = \frac{\int_0^{T_y} y(t)e^{-j\omega t} dt}{\int_0^{T_x} x(t)e^{-j\omega t} dt} \quad \dots\dots(2)$$

式(2)の右辺の積分は、つぎのような近似計算¹⁰⁾を行っている。すなわち、給水流量曲線の存在する区間 $[0, T_x]$ 、および排水流量曲線の存在する区間 $[0, T_y]$ を同じ微小時間幅 Δt をもって、それぞれ m, n 等分する。そして、図-24に示すように流量曲線をパルス状の三角形によって近似している。給水流量曲線の場合に、図-24の斜線を施した第 k 番目の三角波形について、これを $x_k(t)$ として次のように定義する。

$$\left. \begin{aligned} \text{区間①で、} & x_k(t) = x(k\Delta t) \left(1 - \frac{t - k\Delta t}{\Delta t}\right) \\ \text{区間②で、} & x_k(t) = x(k\Delta t) \left(1 + \frac{t - k\Delta t}{\Delta t}\right) \\ \text{区間③で、} & x_k(t) = 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots(3)$$

式(3)で示したように $x_k(t)$ を定義することにより、給水流量曲線 $x(t)$ は次式で近似される。

$$x(t) = \sum_{k=1}^{m-1} x_k(t) \quad \dots\dots(4)$$

したがって

$$\begin{aligned} \int_0^{T_x} x(t)e^{-j\omega t} dt &= \int_0^{T_x} \sum_{k=1}^{m-1} x_k(t)e^{-j\omega t} dt \\ &= \sum_{k=1}^{m-1} \int_0^{T_x} x_k(t)e^{-j\omega t} dt \\ &= \sum_{k=1}^{m-1} x(k\Delta t) \left[\int_{(k-1)\Delta t}^{k\Delta t} \left(1 + \frac{t - k\Delta t}{\Delta t}\right) e^{-j\omega t} dt \right. \\ &\quad \left. + \int_{k\Delta t}^{(k+1)\Delta t} \left(1 - \frac{t - k\Delta t}{\Delta t}\right) e^{-j\omega t} dt \right] \\ &= \sum_{k=1}^{m-1} x(k\Delta t) e^{-j\omega k\Delta t} \left[\int_{- \Delta t}^0 \left(1 + \frac{t}{\Delta t}\right) e^{-j\omega t} dt \right] \end{aligned}$$

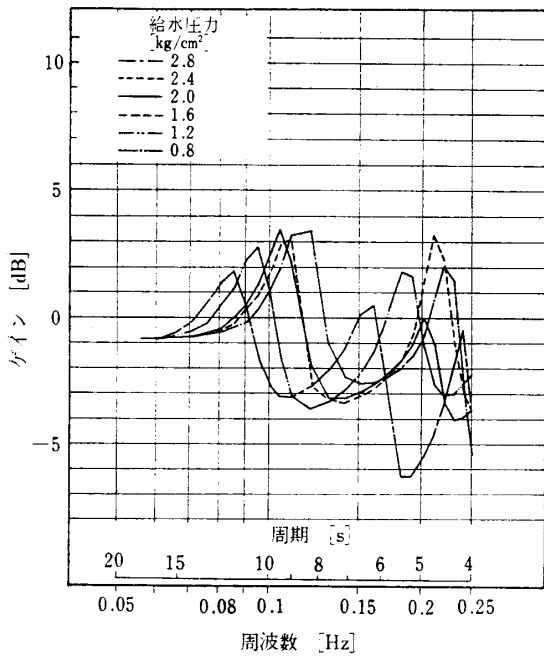


図-25 ゲイン特性図 (洗い落とし式大便器に関して洗浄弁の押し時間 2s の場合)

$$+ \int_0^{\Delta t} \left(1 - \frac{t}{\Delta t}\right) e^{-j\omega t} dt$$

$$= \sum_{k=1}^{m-1} x(k\Delta t) e^{-j\omega k\Delta t} \left\{ \frac{\sin(\omega\Delta t/2)}{(\omega\Delta t/2)} \right\}^2 \Delta t \dots\dots (5)$$

排水流量曲線 $y(t)$ に関しても同様な手順で近似式を求めれば、周波数伝達関数 $G(j\omega)$ は次式の形で近似することができる。

$$G(j\omega) = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} y(k\Delta t) e^{-j\omega k\Delta t}}{\sum_{k=1}^{m-1} x(k\Delta t) e^{-j\omega k\Delta t}} \dots\dots (6)$$

周波数伝達関数は複素数の形で得られることから、それを次式の形に変形する。

$$G(j\omega) = |G(j\omega)| e^{-j\phi(\omega)} \dots\dots (7)$$

ここで、 $|G(j\omega)|$ はゲイン周波数特性である。 $\phi(\omega)$ は偏位角-周波数特性であり、実軸から右回り方向への偏位角を示している。

本研究では、流量変動に関して 0.5 秒の時間幅で分割している。そして周期 2.5 秒以上の変動に関する大便器の動特性を検討するために、式 (6) により伝達関数を算出している。

5.2 解析結果

前項で各供試大便器における給水流量特性と排水流量特性に関して、80% 最大流量およびその継続時間の相関関係を検討した結果、排出状態により供試大便器は二つの種類に分けられることが明らかとなった。一つは洗い落とし形式、すなわち重力のみによる自然流下を利用し

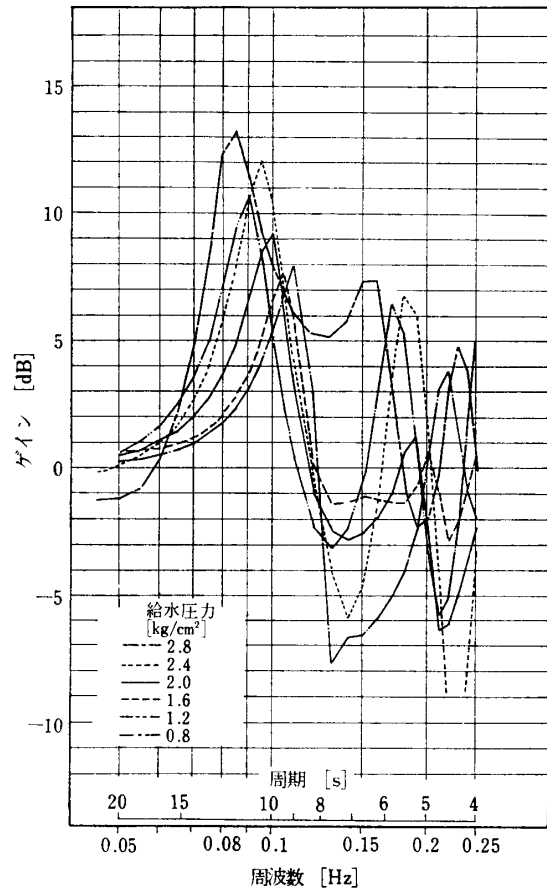


図-26 ゲイン特性図 (サイホン式大便器に関して洗浄弁の押し時間 2s の場合)

た排出形態をもつ大便器である。他の一つはサイホン形式、すなわちサイホン作用を利用した排出形態をもつ大便器である。

5.1 節で示した方法により求めた周波数伝達関数のゲイン周波数特性について、洗い落とし式大便器の場合を図-25 に示し、サイホン式大便器の場合を図-26 に示す。つぎに周波数伝達関数のベクトル軌跡について、洗い落とし式大便器の場合を図-27 に示し、サイホン式大便器の場合を図-28 に示す。

洗い落とし式大便器におけるゲイン周波数特性は、給水圧力が高くなるに伴ってゲインの最大値は大きくなるが、ゲインの最大値が示される周期は小さくなる傾向が認められた。これは和風洗い出し式大便器においても同様な傾向が認められた。これに対してサイホン式大便器においては、給水圧力が高くなるに伴ってゲインの最大値は小さくなり、その値が示される周期も小さくなっている。これはサイホンゼット式大便器においても同様であった。

洗い落とし式大便器のベクトル軌跡は図-27 の第4象限にあり、これは一次の遅れを表している。そして給水圧力が高くなるに伴って外へふくらんでいく傾向が認め

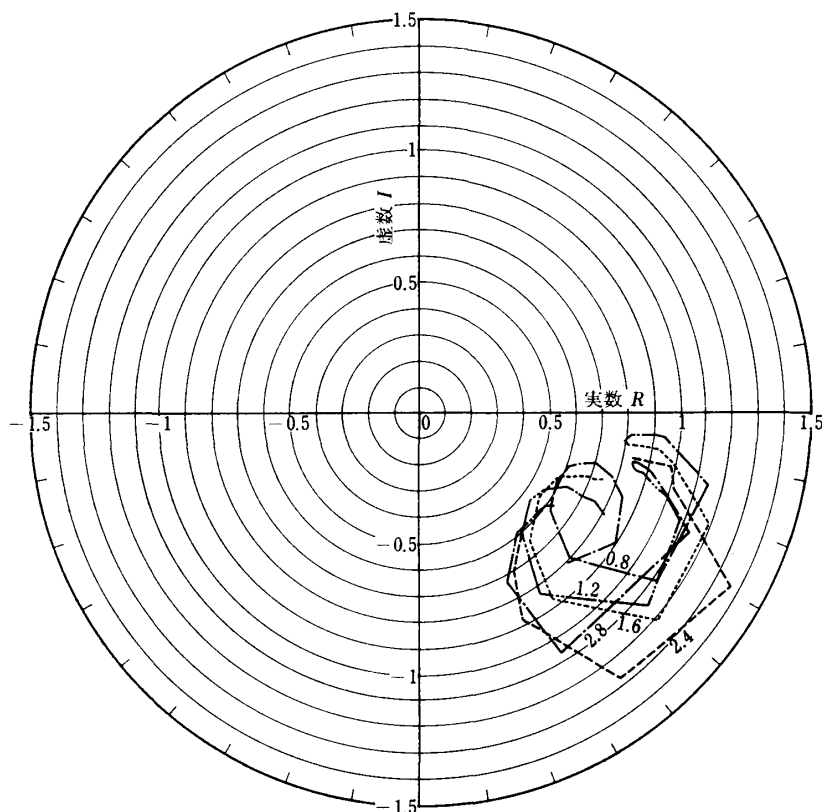


図-27 ベクトル軌跡図（洗い落し式大便器に関して洗浄弁の押し時間 1s の場合）

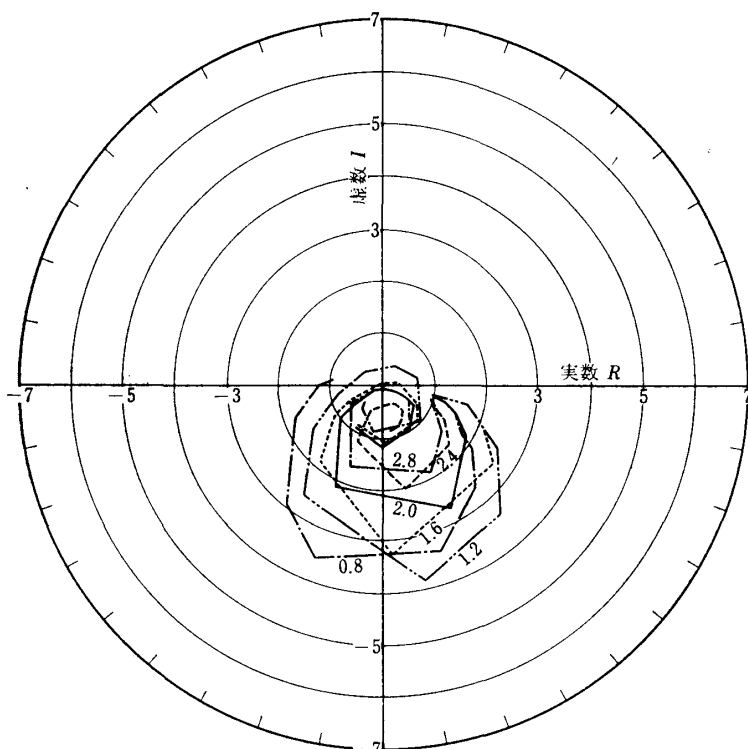


図-28 ベクトル軌跡図（サイホン式大便器に関して押し時間 1s の場合）

られた。サイホン式大便器のベクトル軌跡は図-28の第3,4象限にわたっており、これは二次の遅れを表している。そして給水圧力が低くなるに伴って外へふくらんでいく傾向が認められる。このことは現象の安定性の判

別の問題とも大きく関係することであり、今後さらに検討していく予定である。

以上のことをまとめると、ゲイン特性図とベクトル軌跡図より、洗い落し式大便器とサイホン式大便器とは異なった動特性が示されることが明らかとなった。サイホン式大便器では、水の排出にサイホン作用を利用するために、大便器内で排水の初期に水をためて、その後に短時間で大きな流量を排出させる構造を持っているからであり、さらにサイホン作用の効果は給水圧力が低いほど大きいものと言える。

6. 結 論

本研究では、污水管系統への排水の大部分を占めている大便器の排水特性を実験・解析によって明らかにした。すなわち、事務所建築で一般に使用されている洋風洗い落し式、サイホン式、サイホンゼット式および和風洗い出し式大便器の4種類の供試大便器を使用して、給水圧力を $0.6\sim 3.0\text{ kg/cm}^2$ の範囲で変化させるとともに、洗浄弁の押し時間を $1\sim 3$ 秒に変えて行った。そして、給水流量と排水流量を同時に測定した。

これらの結果、第一に各種大便器の排水流量特性が明らかになった。第二に、給水および排水の瞬時最大流量の80%値（80%最大流量）とそれ以上の流量の継続している時間との2点に着目して、給水と排水との間の相関関係を解明した。そこでは、80%最大流量は給水と排水との間に正の相関が認められ、洗浄弁の押し時間によらない大便器固有の回帰直線が得られた。同継続時間に関して、洗い落し式・和風洗い出し式大便器においては給水と排水との間に正の相関が認められ、サイホン式・サイホンゼット式大便器においては負の相関が認められた。さらに後者の場合には、洗浄弁の押し時間によって別々の回帰直線が得られる。これは水の排出にサイホン作用を利用した大便器の固有

な特性と言える。なお、解析においては80%最大流量の値を用いたが、異なる排出形態を持つ各種大便器に対し、それぞれの固有な特性を明らかにすることは他の値ではなし得なかったこと、および激しい流量変化を総括

的にとらえることは80%値が最適であったことを付け加える。第三に排出形態ごとに、給水と排水の流量変化に着目してその周波数伝達関数を求め、各供試大便器の動特性を明らかにした。この方法は、大便器からの排水の過渡特性を明らかにするための有効な手法と考えられる。

今後は、異なる型式の大便器を用いて実験すること、および大便器からの水の排出現象の安定性などについて解析を進める予定である。さらに、異種器具の排出特性の解析に対して、本研究における解析方法の適用の可能性を検討することを考えている。

(謝辞)

本研究を進めるにあたり、ご協力をいただいた元神奈川大生稲垣・大木の両君、また供試大便器を提供していただいた(株)伊奈製陶水谷千加古氏に深く謝意を表す次第である。なお、本研究の研究費の一部は、昭和53年度日産科学振興財団学術研究助成によった。

参考文献

- 1) 紀谷・村川：給水栓吐水量に関する実験的研究(その5)、フラッシュバルブの流量特性と使用水量について、日本建

- 築学会関東支部研究発表会研究報告集(1971)
 2) B. J. Pink : Laboratory Investigation of Discharge Characteristics of Sanitary Appliances. CIB-W 62 Seminar Papers 6, (1973)
 3) Viggo Nielsen : Discharge Characteristics of Sanitary Appliances. CIB-W 62 Seminar Papers 7, (1973)
 4) T. P. Konnen : Comparative Performance Characteristics of Several Sanitary DWV Systems. CIB-W 62 Seminar Papers 17, (1973)
 5) P. Dauphin, G. Pichon : Etude des Conditions de Vidange des Appareils Sanitaires. CIB-W 62 Seminar Papers 7, (1974)
 6) 桜井・安部ほか：排水単位基準の実験値について、空気調和・衛生工学, 37-5(昭38)
 7) 松尾・塚越：衛生器具の排水特性測定について、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, (昭45-10)
 8) 塚越・松尾：衛生器具の排水特性, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, (昭48-10)
 9) 中山・紀谷・高橋：事務所建築における衛生器具利用状況に関する調査研究, 空気調和・衛生工学, 47-12(昭48)
 10) 榎木義一ほか著：自動制御工学(I), 養賢堂
 11) J. O. Hougen, R. A. Walsh : Pulse Testing Method, Chemical Engineering Progress, Vol. 7, No. 3, (1961)
 12) 浅野・紀谷・小林・松井：大便器の排水特性に関する実験, 日本建築学会関東支部研究発表会研究報告集, (1979)
 (昭和54.6.12 原稿受付)

A Study on the Method of Evaluating the Discharge Characteristics of Water Closet

Part 1—Analyses of the Supply, Discharge and Dynamic Characteristics of Water Closet

by Yoshiharu ASANO*1, Fumitoshi KIYA*2, Masayuki MATSUI*3
and Yotaro KOBAYASHI*4

Synopsis : The hydraulic behaviors and the flow characteristics in drain pipe systems should be analysed so as to actualize the water conservation, and to rationalize the pipe systems. Therefore, it was necessary to make clear the discharging loads in a drain pipe system. As an initial step to them, the authors analysed the discharge characteristics of water closet which were supplied the water through the flush valve. These characteristics was

dependent on the supply conditions. In this study the flow quantities of the supplying and discharging water were measured under the various supply pressures and pressing time of flush valve, using four kinds of water closets. And calculating the transfer functions which were gained from these data, the dynamic characteristics of the water closets were estimated.

Applying the technical data and a way of analysis in this study, the rational method of designing the drain pipe systems will be established.

(Received June 12, 1979)

*1 Tokyo Institute of Technology, Member

*2 Musashi Institute of Technology, Member

*3 Tokyo Institute of Technology

*4 Toyohashi Institute of Technology, Fellow Member