

排水管接続という)の2種類とした。器具排水管接続時の総配管長は、0.5m、6.0m、12.0mの3種類とし、器具排水管の口径は、65A、75Aの2種類として実験を行った。なお、65Aの場合は、器具排出管部に75×65Aのレデューサー(図3)を設け、縮径を行った。

2.3 器具平均排水流量と最大器具排水流量

総水量を W 、排水時間を t とすると、器具平均排水流量(qd 値)の算定方法は、排水の最初の20%が流出してから、80%が流出されるまでの時間 Δt で、その間の積算水量 $0.6W$ を除することで求めた。また、SHASE-S220_2010に基づき、単管接続の器具平均排水流量を qd 、最大器具排水流量を $qmax$ とし、器具排水管接続の器具平均排水流量を qd' 、最大器具排水流量を $qmax'$ とした。

3. 配管口径が器具排水特性に及ぼす影響

3.1 実験目的

器具排水管に一般的に使用されている配管口径75Aと、75Aから1サイズ縮径した配管口径65Aを適用した際の器具排水特性の比較および検討を行った。

3.2 実験方法

図1に示す実大実験装置を用いて、清水実験を行った。便器の洗浄モードは大洗浄とした。測定時間は1分間とし、1条件につき5回測定を行った。ただし、3回とも同様の結果を示した場合には、その時点で同条件での実験を終了とした。

3.3 実験結果

3.3.1 清水実験

器具排水管長ごとの器具平均排水流量と最大器具排水流量を図4に、排水管内最大水位と流積を図5に、平均排水時間を表3に示す。図4より qd 、 qd' 値は、75Aと65Aで概ね同様の値を示した。 $qmax'$ 値は、配管長さが長くなる程に、65Aの方が小さくなる傾向となった。図5より、排水管内最大水位は65Aと75Aで概ね同程度となり、流積は潤辺長の長さに応じて、65Aの方が小さい値となった。表3より器具排水管長が長くなるにつれて、平均排水時間が65Aの方が長くなる傾向にあり、またその差異が大きくなる傾向がみられた。

3.3.2 排水管内流速

器具排水流量を排水管内の流積で除することにより、流速を算出した。器具排水管長12m時における流速分布を図6に示す。65Aと比較し75Aの方が0.2m/s程度速くなる結果となった。

これより、器具排水管65Aと75Aを比較すると、 qd' 値に顕著な差異はみられなかった。ただし、65Aにおいて、流速が小さく、平均排水時間が長くなる傾向がみられた。これは同配管勾配の条件下においての実験であったためと考えられ、勾配の角度を大きくすることで緩和されると推察される。

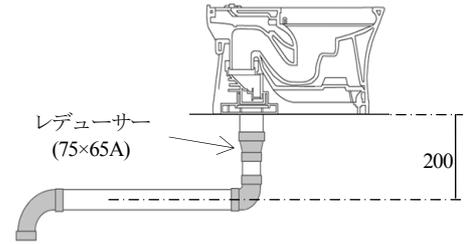


図3 65A時の配管構成 供試便器

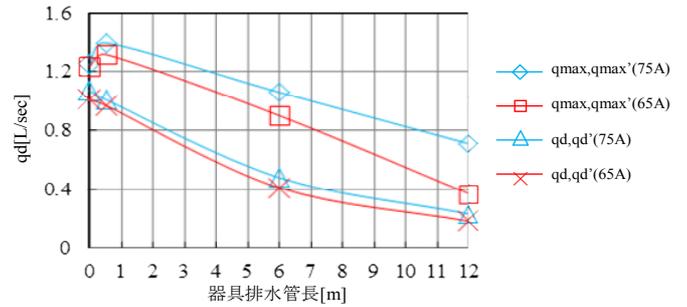


図4 器具排水管長ごとの器具平均排水流量と最大器具排水流量

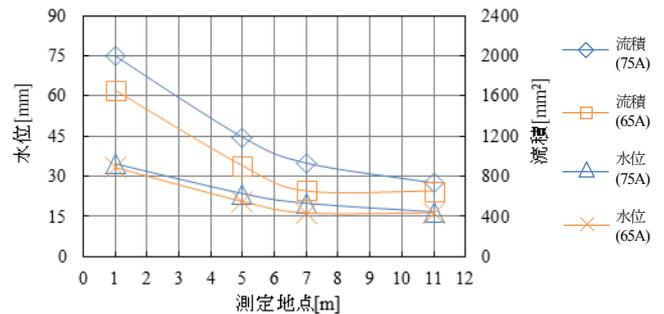


図5 各測定地点における排水管内の最大水位と流積

表3 各配管口径における平均排水時間

配管口径	器具排水管長[m]	平均排水時間 t [s]	$t'_{65A} - t'_{75A}$ [s]
75A	0.5m	3.04	0.12
65A		3.16	
75A	6.0m	6.24	1.02
65A		7.26	
75A	12.0m	12.96	3.32
65A		16.28	

※平均排水時間は器具平均排水流量算定における時間 Δt の平均値とした。

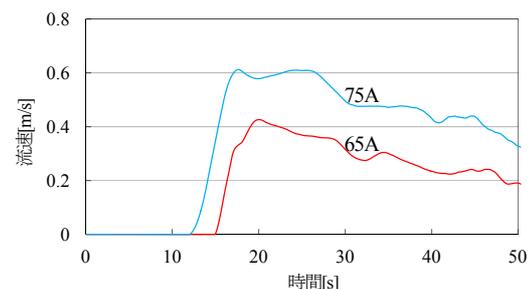


図6 各配管口径における流速分布 (11m地点)

4. 代用汚物の検討

4.1 実験目的

汚物搬送性能試験を行う際に、PVA スポンジを用いると汚物搬送時にスポンジの向きにより、排水管内で急停止する問題が指摘されていた。そこで、新しい代用汚物として、安価で調達が容易なちくわを使用することを提案する。汚物搬送性能試験を行い、PVA スポンジとの搬送停止距離と搬送状態を比較・検討した。

4.2 代用汚物の種類

代用汚物の一覧を図4に示す。代用汚物には、BL 基準₂₀₀₈により定められているPVA スポンジ（径25mm、長さ80mm、比重約1.06）とトイレトペーパー（長さ90cmのシングルペーパーを正方形になるよう8つ折りしたもの）を使用した。

新たな代用汚物として、調達が容易で安価であることより、ちくわを使用した。外形寸法は、外径25mm、長さ80mmとした。なお、ちくわ空洞部には、詰め物と比重の一覧（表6）より、実便の比重1.05と近似し、実験後の処理が容易である点より、魚肉ソーセージを詰めることとした。

4.3 実験方法

図1に示す実大実験装置（器具排水管接続）を用いて、汚物搬送性能試験を行った。この際、器具排水管長は12mとし、配管口径は75Aとした。

代用汚物には、ちくわ、PVA スポンジをそれぞれ4本用いた。投入方法としては、ちくわ、PVA スポンジのみを投入する場合は、便器の前後の向きで投入し、水面に平行になるように重ねて静置した。ペーパーと代用汚物を組み合わせて投入する場合は、ちくわを先に投入し、その後ペーパーを投入した。なお、ペーパーは切り口が便器前方側を向くように静置し、1枚ごとに水が十分に浸透したことを確認しながら、4枚用いた。

測定時間は1分間とし、各5回測定を行った。また、代用汚物が排水管内で停滞した際は、器具排出管の管芯部分から代用汚物の最後尾までの搬送停止距離を記録した。

4.4 実験結果

代用汚物の搬送停止距離と標準偏差を表7に示す。最後尾汚物の搬送停止距離の標準偏差を比較すると、PVA スポンジでは、233.3cmとなったが、ちくわは38.7cmと低い値となった。また、代用汚物4本の搬送停止距離の標準偏差を比較した結果、PVA スポンジでは、44.4cmとなったが、ちくわは10.8cmと低い値となった。これは、図8のように、PVA スポンジが、搬送中に排水の流れる方向に対して横向きになった際、急な停止が生じたことが原因であると考えられる。これより、汚物搬送時における搬送距離のばらつきが小さく、実便の挙動に近似した代用汚物として、ちくわが適当と判断した。



図7 代用汚物一覧

表6 ちくわ空洞部の詰め物と比重の一覧

詰め物	重さ [g]	体積 [cm ³]	比重
なし（ちくわのみ）	24.4	24	1.016
チーズ	27.6	27	1.022
生おから （白米で両端に蓋）	31.8	32	0.993
白米	30.3	29	1.044
魚肉ソーセージ	35.8	34	1.052
ちくわぶ	34.1	32	1.065

表7 台用汚物の搬送停止距離と標準偏差

代用汚物	回数	先頭汚物 [cm]	最後尾汚物 [cm]	標準偏差 (②) [cm]	先頭-最後尾 [cm]	標準偏差 (①-②) [cm]
		①	②	-	①-②	-
PVA スポンジ	1	1059	971	233.3	88	44.4
	2	989	961		28	
	3	1088	1066		22	
	4	461	443		18	
	5	786	656		130	
ちくわ	1	1045	1026	38.7	19	10.8
	2	988	968		20	
	3	1078	1045		33	
	4	1002	955		47	
	5	973	952		21	



図8 PVA スポンジが急停止した状態

5. 配管口径が汚物搬送性能に及ぼす影響

5.1 実験目的

配管口径65Aにおける汚物搬送性能を検討するために、75Aと65Aを用いて、汚物搬送性能試験を行い、汚物搬送距離を比較・検討した。

5.2 実験方法

図1に示す実大実験装置(器具排水管接続)を用いて、汚物搬送性能試験を行った。器具排水管長は12m、配管勾配は1/100とし、便器の洗浄モードは大洗浄とした。

代用汚物には、ペーパー、ちくわ、ちくわ+ペーパーの3種類を用いた。測定時間は、1分間とし、1条件につき5回測定を行った。また、5回測定を行った際の最大値と最小値を除いた平均値を算出した。

5.3 実験結果

汚物の平均搬送停止距離を表8に示す。代用汚物にペーパーを用いた際に、75Aに比べ65Aの平均搬送距離の方が長くなった。しかし、代用汚物にちくわ、ちくわ+ペーパーを用いた際は、75Aに比べ65Aの平均搬送距離の方が短い結果となった。これは排水流速が小さくなることにより、汚物の搬送力が脆弱であったためと考えられ、配管勾配を上げることで改善できると推察する。また流入部のレデューサーが抵抗となったことに起因すると考えられる。

代用汚物にペーパーを用いた際の7m地点の排水管内水位を図9に示す。75Aと65Aともに、7m地点の排水到達時間は同程度であったが、汚物の到達時間は、75Aと比較し、65Aの方が2.0s程度早くなる結果となった。これより、75Aの場合、排水が到達してから汚物が到達するまでの時間が長く、図10のように汚物前方の排水量W1が65Aより多いと考えられる。

6. まとめ

本研究では、大便器排水管の小口径化による器具排水特性と汚物搬送性能を検討することを目的に、節水型大便器を対象として汚物搬送性能試験を行った。また、新たな代用汚物の検討も行い、ちくわとPVA スポンジとの汚物搬送性能および搬送状態を比較・検討した。その結果を次に示す。

- 1) 器具排水特性の評価指標となる qd は、75Aと65Aにおいて、概ね同様の値を示した。
- 2) 代用汚物としては、汚物搬送時における搬送距離のばらつきが小さく、実便の挙動に近似した代用汚物として、ちくわ(空洞部に魚肉ソーセージを充填)が適していることがわかった。
- 3) 75Aと65Aの汚物搬送性能を比較すると、同配管勾配において、ペーパーのみの場合、65Aの方が汚物搬送性能は高くなった。ただし、汚物が含まれると75Aの方が高くなる結果となった。

表8 汚物の平均搬送停止距離

代用汚物	器具 排水管長[m]	平均搬送距離[m]	
		75A	65A
ペーパー	12m	8.78	10.70
ちくわ		10.19	8.73
ペーパー + ちくわ		8.51	6.89
		8.62	7.16

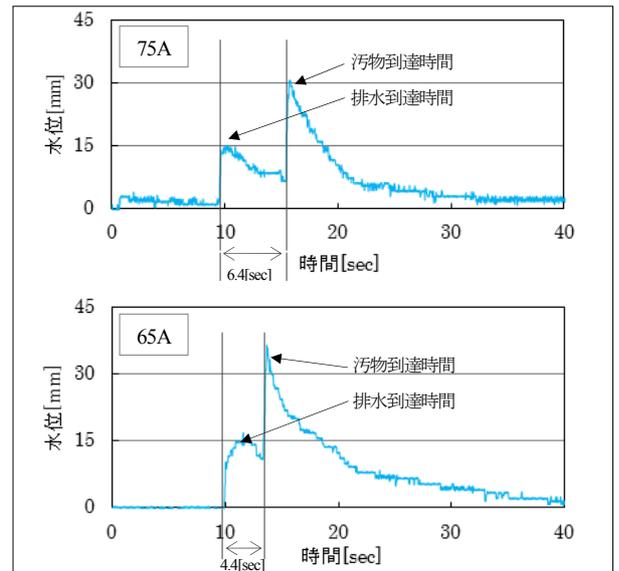


図9 ペーパーのみ排出時の7m地点の配管内水位

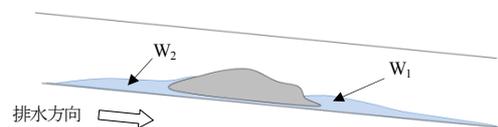


図10 7m地点の排水管内の様相

今回使用した実大実験装置に以下の改良を施し、再度検証を行う。

- 1) 65A配管時のレデューサーの局部抵抗が減少するように形状の改善を図る。
- 2) 適正な管内流速となるように配管口径ごとに配管勾配を見直す。

【参考文献】

- 1) 田辺勇太郎ほか: 大便器の破封現象と破封防止対策に関する研究(その1) トイレトペーパー等による破封現象、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.1099-1102,2012
- 2) 高橋真美子: 洗い落とし式便器用特殊器具排出管の特性に関する研究(その3) 汚物搬出・搬送性能、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.121-124,2013
- 3) 尾上充倫、坂上恭助ほか: 大便器破封現象と破封防止対策に関する研究(第2報) 破封防止対策の検討、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp.1103-1106,2012
- 4) BL 基準: 優良住宅部品評価基準及び付加認定基準の評価基準(便器)解説 pp.8,2008