

# 圧送排水が排水立て管システムに与える影響に関する基礎的研究

## Basic Study on the Influences of Pressured Drainage to Drainage Stack System

西尾 新一 SHIN-ICHI NISHIO  
設備部 高橋 雅寿 MASATOSHI TAKAHASHI  
同 塚本 幸助 KOUSUKE TSUKAMOTO  
同 杉原 茂樹 SHIGEKI SUGIHARA

集合住宅において住戸内設備のフリーレイアウトに対する市場要求が高まっており、天井高さを確保しつつこの要求に応える手段として、緩勾配による重力式排水方式、圧送式や真空吸引式の機械排水方式の採用による住戸内床下フトコロ寸法の極小化が注目されている。

本報では、市販の圧力排水ポンプユニットによる圧送排水が排水立て管システム全体に及ぼす影響を実験により確認し、実験の範囲内において圧送排水が排水能力に及ぼす影響は小さく、実用上の問題が少ないことを確認した。本結果が、集合住宅において圧送排水方式を計画するうえでの一助となれば幸いである。

**キーワード**：排水システム、圧送排水、集合住宅、リニューアル

Adoption of pressured drainage system attracted attention in multiple dwelling houses. A series of experiments with a commercially available pump unit were carried out. In the tests, the influence of the pressured drainage on the entire drainage stack system was investigated. Tests results showed the little influence of the pressured drainage on the capacity of the drainage stack system, and to practical use of that system.

**Key Words**: Drainage System, Pressured Drainage, Residential Building, Renewal

### 1. はじめに

集合住宅におけるリニューアルや、事業用建物から集合住宅へのコンバージョン需要の増大、スケルトンインフィル型集合住宅（SI住宅）に関する認識の定着など、住戸内設備のフリーレイアウトに対する市場要求が高まっている。これらの要求に応えるにあたり、課題の一つとして住戸内床下フトコロ寸法の極小化が挙げられる。

この課題に対する有効な解決策として、SI住宅を中心とした重力式の緩勾配排水方式や、無勾配で排水可能なさまざまな種類の機械排水方式（真空吸引式や圧送式）が提案され、多くの実験的検討が進められているほか、それらの一部は市販化・実用化がなされている。

本研究は、機械排水方式のうち、市販の圧送排水ポンプユニット（以下、圧送ユニット）を設置した方式を中高層集合住宅にて部分適用する場合を想定し、排水システムの能力に及ぼす影響の把握、適用上の課題抽出、および課題解決方法の検討を目的とする。

本報では、集合住宅にて多用されている旋回型特殊継

手排水を用いた供試排水立て管システムにおいて、圧送排水がシステムの排水能力に及ぼす影響の把握を目的とした基礎的な実験結果について報告する。

### 2. 実験概要

#### (1) 実験目的

圧送ユニットを用いた機械排水方式の実験による評価事例はいくつか報告されているが、その多くは排水横枝管（住戸専用部配管）を想定した検討に留まっている。圧送ユニットを実際の集合住宅等において採用した場合には、同じ排水器具からの排水であっても排水特性（排水時間、平均排水量、瞬時最大排水量など）が重力排水の場合と異なるため、上下階の圧力変動や排水立て管システム全体の排水能力に及ぼす影響を把握しておくことが必要となる。

圧送ユニットが排水能力に及ぼす影響について、大塚ら<sup>1)</sup>は、従来継手（JIS-LT継手）を用いた伸頂通気方式において上層階に圧送排水負荷を集中させた実験を実施



写真-1 排水実験タワー



写真-2 試験用トラップ

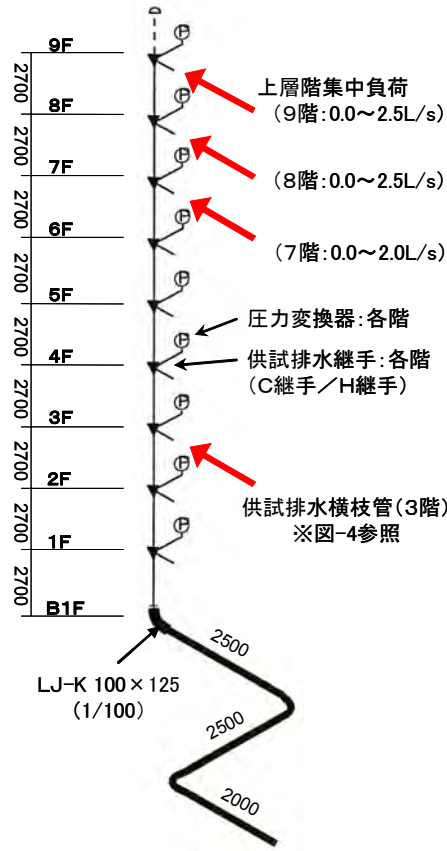


図-1 排水立て管システムの概要

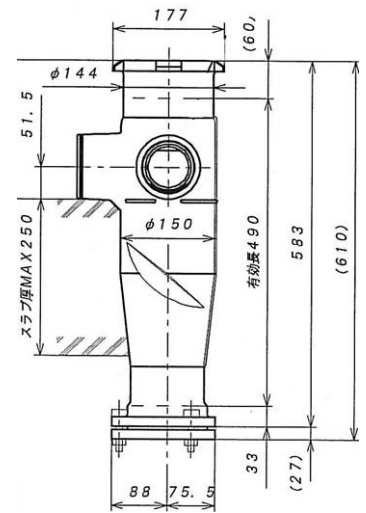


図-2-① 供試排水継手 (C継手)

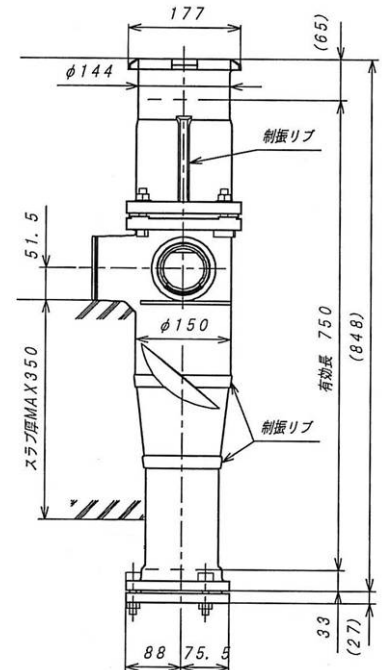


図-2-② 供試排水継手 (H継手)

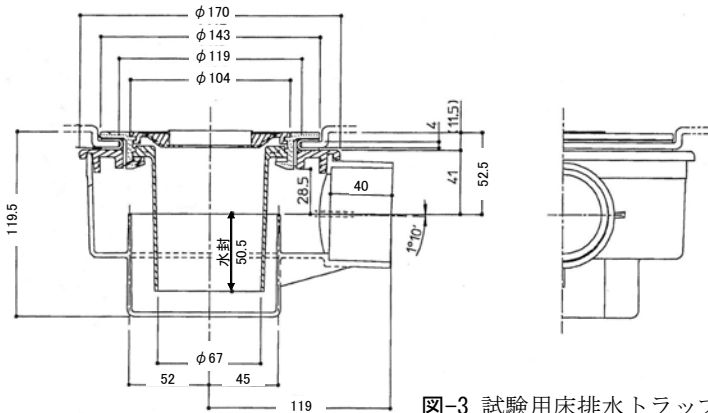


図-3 試験用床排水トラップ

している。本実験では、中高層の集合住宅にて実際に発生しやすい状況を想定し、上層階からの定流量負荷に対し、下層階で合流させる圧送排水が排水能力に及ぼす影響を把握することを目的としている点を特徴とする。

## (2) 排水実験施設

実験は、K社排水実験タワーに設置した排水用特殊継手排水立て管システムにて実施した。供試排水用特殊継手は、中高層住宅用（以下、C継手）、および超高層住宅用（以下、H継手）の2種類にて実験を行った。実験用排水立て管システムの概要を図-1、外観を写真-1に示す。また、供試排水継手の仕様を図-2-①、②に示す。

## (3) 測定項目および判定条件

空気調和・衛生工学会規格（SHASE-S 218-1999）<sup>2)</sup>に準拠し、各階（1階～9階）の排水横枝管に設置した小型圧力変換器により、排水立て管内圧力のシステム最小値（以下、 $P_{smin}$ ）と最大値（以下、 $P_{smax}$ ）を測定し排水能力の判定指標とした。なお、 $P_{smin}$ と $P_{smax}$ の判定条件はSHASE-S218に準拠し、 $\pm 400Pa$ 以内とした。また負荷階（3階）の排水横枝管に試験用床排水トラップ（封水深：50.5mm，流入脚断面積：35.2cm<sup>2</sup>，流出脚断面積：33.4cm<sup>2</sup>，脚面積比：0.94）を設置し、目視にて破封の有無，トラップ封水損失を確認した。試験用床排水トラップの仕様を図-3，外観を写真-2に示す。

(4) 供試圧送ユニットの仕様

本実験にて供試器具として用いた圧送ユニットの仕様を表-1、外観を写真-3に示す。同ユニットは、「汚水・雑排水兼用」と「雑排水専用」の2機種とし、いずれも流入した排水をタンクで受け、圧力検知器によりモーター直結の水ポンプを稼働させ排出する。吐出側の配管接続径は25Aであり、圧送排水時には満水状態にて排出される。汚水・雑排水兼用は、ポンプと同軸でモーターにより回転するカッターが設置されており、流入した汚物やトイレトーパーを破碎のうえ排水する機能を有しているが、今回はすべて清水（汚物等を含まない）にて実施した。なお、圧送ユニット本体の通気口は、その開放状態により排水性能が変化するが、本実験においてはすべて開放状態とした。

(5) 実験パターン

供試排水継手ごとの実験パターンを表-2に示す。表中の上層階集中負荷は定流量とし、SHASE-S 218-1999に準拠して最大7.0L/sまで順次合流させた。また、3階から合流させる下層階負荷を下記a)~e)の5種類、およびその組み合わせとした。ただし、e)はH継手のみ実施した。

- a) 重力排水：サイフォン型大便器，T社 CS80
- b) 圧送排水：汚水・雑排水兼用（上記大便器排水）
- c) 重力排水：定流量1.0L/s（浴槽排水想定）
- d) 圧送排水：雑排水専用（上記定流量負荷1.0L/s）
- e) 圧送排水：雑排水専用（洗濯洗剤排水0.75L/s）

重力排水時の供試排水横枝管の仕様を図-4-①、圧送排水時の仕様を図-4-②に示す。器具排水負荷は、市販の排水ヘッダ（KSI住宅対応品）を経由して排水用特殊継手に接続した。圧送ユニットの吐出口に接続した器具排水管（25A）は、住戸内床下配管を想定し、吐出位置から500mm立ち下げたのち水平曲がりを加え、排水ヘッダ近傍で径違いソケットにて50Aに拡張したのち、ヘッダに接続した。

表-1 圧送ユニットの仕様

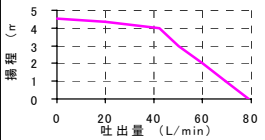
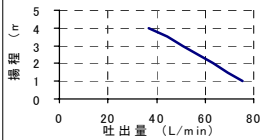
方式	汚水・雑排水兼用	雑排水専用
消費電力	350W(単100V)	700W(単100V)
本体重量	6.6 kg	7.3 kg
寸法(mm)	433×180×283H	373×185×263H
排水管接続径	75A(汚水)/40A(雑排水)	40A(雑排水)
吐出管接続径	20~25A(通気:20A)	20~25A(通気:20A)
最高排水温度	45℃	60℃
用途	便器・洗面器・手洗器	浴室・洗濯機・台所・洗面器
能力線図 (カタログより)		

表-2 実験パターン

実験No.	排水用特殊継手	上層階集中負荷				下層階合流負荷(3階)				合計負荷流量(L/s)		
		9F	8F	7F	負荷(L/s)	a)	b)	c)	d)		負荷(L/s)	
1-01	C継手 (100A×75A)					○	-	-	-	1.7	6.7	
1-02						-	○	-	-	1.3	6.3	
1-03						-	-	○	-	1.0	6.0	
1-04			2.5	2.5	-	5.0	-	-	-	○	1.0	6.0
1-05							○	-	○	-	2.7	7.7
1-06							-	○	-	○	2.3	7.3
1-10						0.0						2.7
1-11			1.0	-	-	1.0						3.7
1-12			2.0	-	-	2.0						4.7
1-13			2.5	0.5	-	3.0						5.7
1-14			2.5	1.5	-	4.0	○	-	○	-	2.7	6.7
1-15			2.5	2.5	-	5.0						7.7
1-16			2.5	2.5	1.0	6.0						8.7
1-17			2.5	2.5	1.5	6.5						9.2
1-18			2.5	2.5	2.0	7.0						9.7
1-22			2.0	-	-	2.0						4.3
1-23			2.5	0.5	-	3.0						5.3
1-24			2.5	1.5	-	4.0						6.3
1-25		2.5	2.5	-	5.0	-	○	-	○	2.3	7.3	
1-26		2.5	2.5	1.0	6.0						8.3	
1-27		2.5	2.5	1.5	6.5						8.8	
1-28		2.5	2.5	2.0	7.0						9.3	
2-01	H継手 (100A×75A)					○	-	-	-	1.7	6.7	
2-02						-	○	-	-	1.3	6.3	
2-03						-	-	○	-	1.0	6.0	
2-04			2.5	2.5	-	5.0	-	-	-	○	1.0	6.0
2-05							○	-	○	-	2.7	7.7
2-06							-	○	-	○	2.3	7.3
2-10						0.0						2.7
2-11			1.0	-	-	1.0						3.7
2-12			2.0	-	-	2.0	○	-	○	-	2.7	4.7
2-13			2.5	0.5	-	3.0						5.7
2-14			2.5	1.5	-	4.0						6.7
2-15			2.5	2.5	-	5.0						7.7
2-20						0.0						2.3
2-21			1.0	-	-	1.0						3.3
2-22			2.0	-	-	2.0	-	○	-	○	2.3	4.3
2-23			2.5	0.5	-	3.0						5.3
2-24			2.5	1.5	-	4.0						6.3
2-25			2.5	2.5	-	5.0						7.3
2-30		2.5	2.5	-	5.0				e)	0.75	5.75	

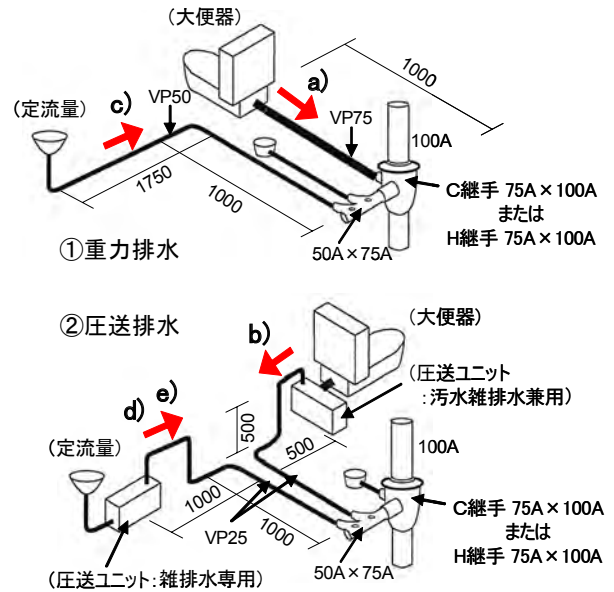


図-4 3階 供試排水横枝管の仕様

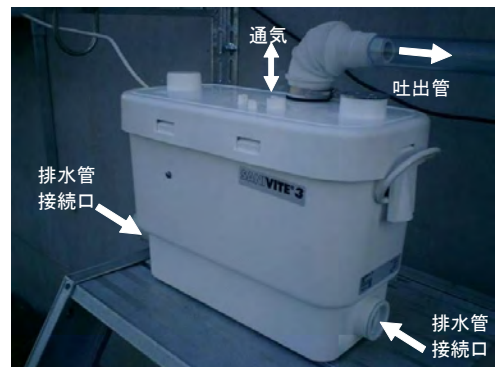


写真-3 圧送ユニット外観（雑排水専用）



### 3. 実験結果および考察

#### (1) 予備実験結果

圧送ユニットから吐出された排水による排水立て管システムへの影響確認に先立ち、予備実験として、圧送ユニットから吐出される排水性状の目視確認、および器具排水特性値の測定を実施した。

##### a) 排水状況の目視確認試験

試験装置は、圧送ユニット（雑排水専用）の吐出口に透明塩ビ製の器具排水管 25A（L=1.0m）を接続し、径違いソケットにて 50A に拡張ののち、透明塩ビ製の排水継手（DT100A × 50A）に接続した。

目視試験では、器具排水管を高流速かつ満水状態で流れる圧送排水が排水継手の対向壁面に激しく衝突し、排水立て管断面を閉塞する可能性があること、および圧送ユニットの発停による排水流量の脈動が大きいことを確認した。これにより、圧送排水の合流が排水能力の判定指標となる管内圧力変動に及ぼす影響が懸念された。

##### b) 圧送ユニットの器具排水特性

器具排水特性値は、供試大便器単体排水による「重力排水」、および圧送ユニット（汚水・雑排水兼用）を用いた「圧送排水」について測定した。測定方法は、空気調和・衛生工学会より報告されている器具排水特性の測定方法案<sup>3)</sup>に準じ、器具排水管長さ（L）1.0mにおける器具排水量、排水所要時間、排水時間、修正器具平均排水量（ $qd'$ ）、瞬時最大排水量（ $q_{max}$ ）を求めた。排水流量は、超音波水位センサを用いて器具排水管端部の排水マスにて測定した水位を換算した。

それぞれのケースにおける器具排水特性を表-3に、排水流量の経時変動を図-5に示す。圧送排水時は、1回の大便器洗浄に対し数回の圧送ユニットの発停があるため排水時間が大便器単体よりも長くなり、 $qd'$ 、 $q_{max}$ とも重力排水と比較して排水負荷が低減する傾向にあることがわかった。

#### (2) 圧送排水が排水立て管内圧力に及ぼす影響

図-6は、上層階からの定流量排水負荷（5.0L/s）に対して、3階から同一器具を用いた排水を重力排水、または圧送排水で負荷を与えた場合の排水システム最小圧力（以下、 $P_{smin}$ ）と最大圧力（以下、 $P_{smax}$ ）を比較したものである。また図-7は、上層階からの定流量負荷を 0.0L/s から最大 7.0L/s に変化させ、3階から大便器排水と定流量負荷（1.0L/s）を重力排水で負荷した場合と、圧送排水で負荷した場合において、合計負荷流量（3階負荷+上層階からの負荷）と  $P_{smin}$ 、 $P_{smax}$  の関係を示したもので、図-8は同じ条件下における3階のトラップ封



写真-4 目視確認試験

表-3 器具排水特性の比較

排水方式	重力排水	圧送排水
形式	大便器単体 (給水なし)	圧送ユニット (汚水・雑排水兼用)
器具排水量 (W)	8.3L	8.3L
排水所要時間 (T)	15s	18s
排水時間 (td)	3.0s	3.7s
修正器具平均排水量 ( $qd'$ )	1.66L/s (L=1.0m)※	1.34L/s (L=1.0m)※
瞬時最大排水量 ( $q_{max}$ )	2.00L/s	1.65L/s

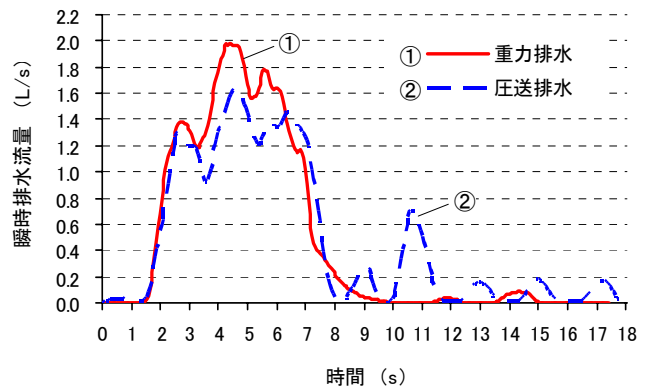


図-5 排水流量の経時変動

水損失を比較したものである。

実験結果では、C継手、H継手ともに重力排水に対して圧送排水の  $P_{smin}$ 、 $P_{smax}$  が若干大きくなる傾向にある。ただし、管内圧力の判定条件（± 400Pa）を満足する合計負荷流量においては、3階における合流条件が重力排水であっても圧送排水であっても、その差は± 50Pa程度に納まっていること、また継手による差異が小さいことを確認した。なお、3階におけるトラップ封水損失も、重力排水に対して圧送排水のほうが若干大きくなる傾向にあるが、その差は最大 5mm 程度であった。

本実験の範囲内においては、圧送排水が排水立て管内

圧力に及ぼす影響は、排水システムの上層階からの定流量負荷の大小、すなわち合計負荷流量が支配的であったといえる。本実験の結果は供試排水システム特有の性状を示すものではあるが、中高層集合住宅にて当該排水ユニットを部分適用する場合には、特殊継手排水システムが本来有する排水能力の範囲内であれば、実用上の問題は少ないと推察する。なお、予備実験（排水状況の目視確認試）により、圧送ユニットの発停による排水流量の脈動や、高流速かつ満水状態の圧送排水が排水システムに合流することによる排水能力への影響が懸念されたが、本供試器具の場合、圧送排水により  $q_d'$  や  $q_{max}$  が重力排水と比較して増加していないこと、圧送排水の合流する影響が、排水横枝管の水平曲がりや排水ヘッダにより緩和されていることが推察される。

(3) 洗剤泡排水による影響

図-9は、上層階からの排水負荷（定流量 5.0L/s）に対し、下層階（3階）排水負荷として洗剤泡排水（定流量 0.75L/s）の圧送排水を排水システムに合流した場合と、清水（定流量 1.0L/s）の圧送排水を合流した場合の各階管内圧力（最大値・最小値）を比較したものである。なお泡排水は、受水容器に標準使用量の洗濯用液体洗剤を投入し、十分に攪拌したものとした。

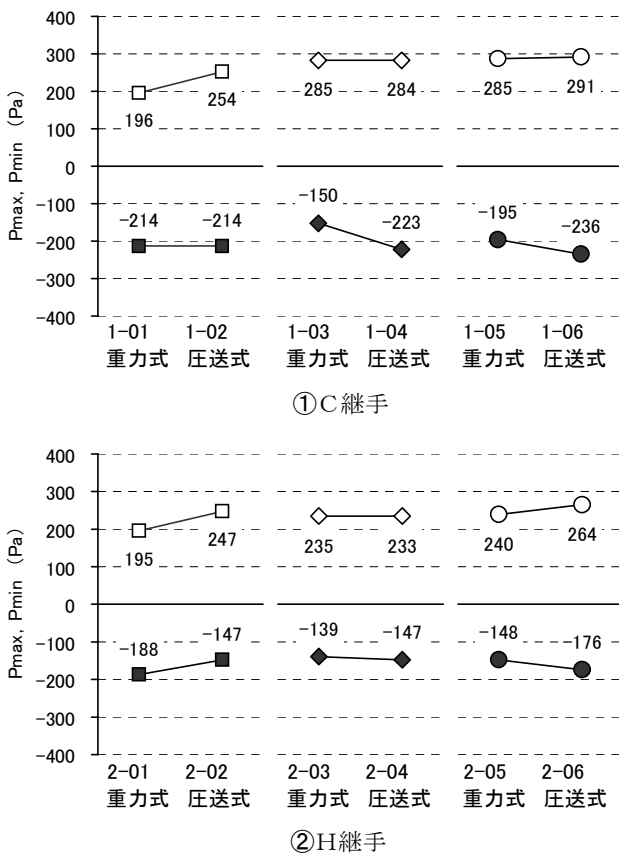


図-6 排水方式による Pmin, Pmax の比較

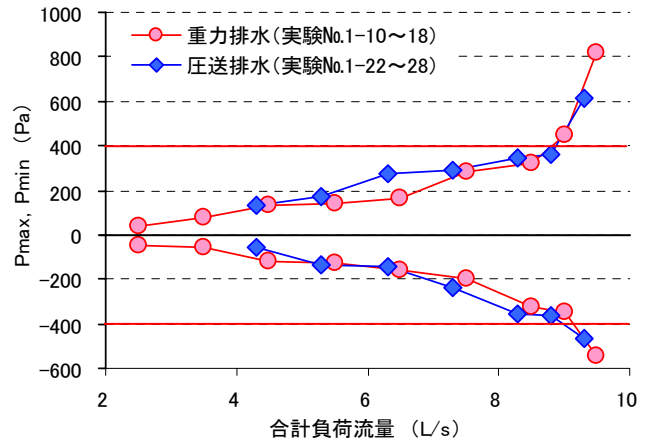


図-7 合計負荷流量と Pmin, Pmax の関係

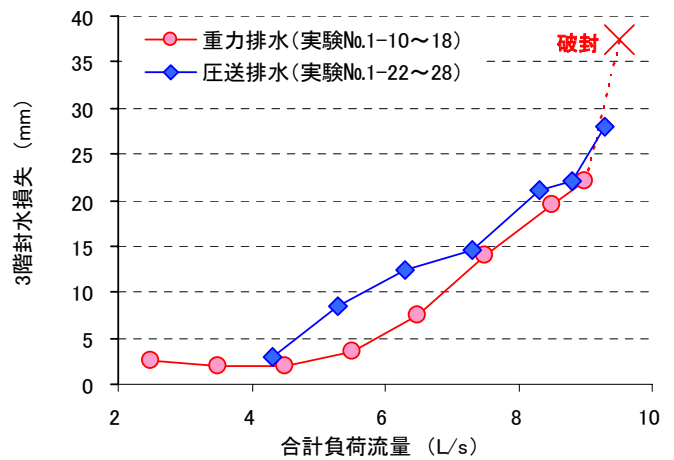
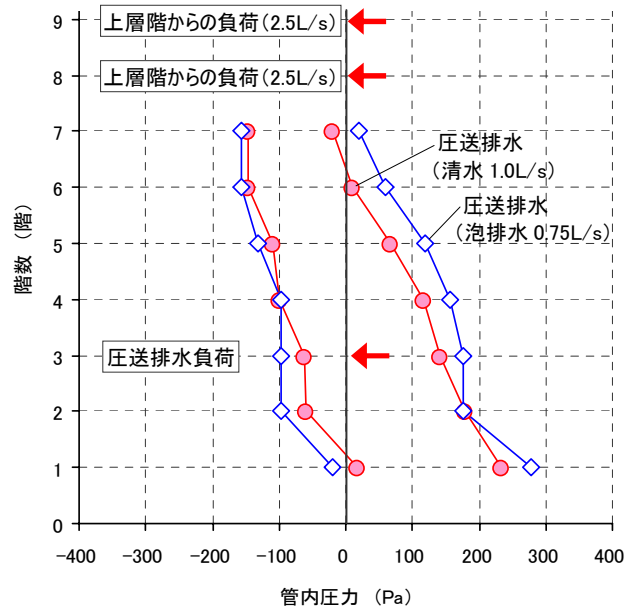


図-8 合計負荷流量とトラップ封水損失の関係



注) 洗濯用液体洗剤の仕様

標準使用量：30L に対し 20mL  
 気泡力：平均 102.3mm (3回の平均値)  
 安定度：平均 38.0mm (同上)  
 主成分：界面活性剤 (44%、ホリオキシエチレンアルキルエーテル)、安定化剤、分散剤、アルカリ剤、pH調整剤、酵素

図-9 圧送排水時の泡排水の有無による圧力分布の比較 (H継手)

実験結果より、泡排水合流時の各階管内圧力は、清水時と比較して20~40Pa程度絶対値が大きくなる傾向が見られた。これは、圧送ポンプによる攪拌により、排水の泡立ちが促進されたことが原因と推察する。本実験の範囲内においては、管内圧力の判定条件である±400Pa以内を満足するが、泡排水への圧送排水の採用には注意を要する。

#### 4. おわりに

圧送排水方式は、リニューアルやコンバージョンのほか、高齢化社会に向けた水まわりへの要求への対応など、更なる展開が見込める技術である。

本報では、既存の集合住宅における旋回型特殊継手排水システムに、圧送ユニットを利用した圧送排水を合流したケースを想定し、その一例として上層よりの定流量負荷に対し下層階にて圧送排水が合流した場合の排水特性を把握し、排水能力の判定指標となる管内圧力変動を実験により確認することで下記の知見を得た。

- SHASE-S218-1999による試験判定条件を満足しうる排水能力は、3階における供試器具(図-4)、および合流負荷(表-2)程度の条件では、上層階からの定流量負荷による影響が支配的である。
- 特殊継手排水システムが本来有する排水能力の範囲内であれば圧送ユニットの増設は可能といえるが、洗剤泡排水を接続する場合には注意が必要である。

また、今後の課題としては以下の点が挙げられる。

- 排水横主管の形状や排水継手への接続方法が変化した場合における排水能力への影響の把握
- 複数の下層階にて、圧送排水方式が同時採用された場合における排水能力への影響の把握
- 洗剤泡排水による排水性能への影響の定量化、および影響を緩和する手段の検討と検証
- 停電時や圧送ユニット故障時の対策、圧送ユニット本体通気管の配管方法など実務上の課題解決

謝辞：本研究にあたっては、関東学院大学の大塚雅之教授より懇切なるご指導、ご協力を頂きました。ここに感謝の意を表します。また実験、解析作業にあたりご協力を頂いた(株)小島製作所の小島誠造氏、河村憲彦氏に厚く感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 大塚雅之, 南裕介, 繁田和弘: 強制排水が排水立て管システム能力へ及ぼす影響把握のための基礎研究, 日本建築学会技術報告集, No.20, 2004.12
- 2) 空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 218-1999: 集合住宅の排水立て管システムの排水能力試験法
- 3) 渋谷巧, 野田昇作: 器具排水特性の測定法と最近の衛生器具データの傾向, 空気調和・衛生工学会シンポジウム「排水システム設計の新たな展開に向けて」テキスト, 2003.11
- 4) 大塚雅之ほか: SI住宅排水横枝管システムの性能評価と設計法に関する研究, 第2報: 配管長さ変化に伴うqd値の低下特性と排水立て管負荷影響, 空気調和・衛生工学会論文集, No.90, 2000.07
- 5) 大塚雅之ほか: 集合住宅排水システムの排水負荷推定法に関する調査研究, (その1) 9階建て構想住宅での排水負荷流量把握, 日本建築学会計画系論文集, No.536, 2000.10
- 6) 空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S 206-2000: 給排水衛生設備基準・同解説