高層集合住宅の排水立て管システムへの介護用圧送式大便器の適用に関する研究

STUDY ON APPLICATION OF PUMPING TOILET SYSTEM FOR NURSING CARE TO DRAINAGE STACK SYSTEM OF HIGH RISE APARTMENT HOUSE

大塚雅之 — *1 本村雄大 — *2
荒木祐介 — *3

Masayuki OTSUKA — *1 Yudai MOTOMURA — *2
Yusuke ARAKI — *3

キーワード：
介護用圧送式大便器, 排水立て管システム, 集合住宅, 排水能力

Keywords:
Pumping toilet system for nursing care, Drainage stack system, Apartment house, Drainage performance

The study aims to experimentally examine how the drainage performance of an apartment house drainage stack system is affected by installing a pumping toilet system for nursing care at a selectable location. This report evaluates the drainage performance of a high-rise building drainage stack system, when the toilet and other fixtures are connected through horizontal branch pipes to the drainage system and a load is applied from each fixture, and provides basic data for establishing a planning and design method of such a drainage system.

1. はじめに

現在、わが国は急速に進む高齢化社会の中にあり、2040年には65歳以上の高齢者の数が、全人口の約35%に達すると推定されている¹⁾。その中で、日常生活における高齢者の介護行為が介護者の大きな負担となるとともに、要介護者にとっても様々な生活行為が負担になるため、両者の作業を軽減できる設備システムの開発とその実用化が必要とされている。特に排泄行為は、一日の生活の中で頻度が多く、両者にとって大きな負担となる。要介護者にとっては、室内のトイレまで歩行等で移動する行為が負担となるため、寝室の近くやベッドサイドにトイレを設置することへの要望が多い^{2)~4)}。また、介護者にとっては、介助作業や室内に設置されるポータブルトイレを使用すると汚物等を排出する作業が大きな負担となること、汚臭の拡散や衛生性の確保も課題となることが指摘される。

そのような状況を改善するために、筆者らは戸建住宅の寝室や介護施設のベッドサイドに容易に設置でき、小口径のフレキシブルな配管を用いて排泄物を円滑に敷地排水管等へ排出できる圧送排水ポンプを有する『圧送排水式大便器システム』を開発し、排水能力試験を行い、その有効性を検証してきた⁵⁾⁶⁾。

本報では次の段階として、同大便器システムを新築の高層集合住宅に導入するために専有部を想定した排水横枝管システムと排水立て管システムに設置し、基礎的な排水能力試験を行い、適用の可能性を検討することを目的とした。

2. 介護用圧送排水式大便器システムの適応方針

筆者らは、既存集合住宅の排水立て管システムに圧送排水式大便

器システムを設置した場合の排水能力への影響評価を検証してきた⁷⁾⁸⁾。しかし、実際は当該大便器と排水立て管を接続する器具排水管や排水横枝管を床下ふところ内や天井部などにいかに設置するかについては、施工上の課題も指摘されてきた。例えば、既存住戸の専有部の床下ふところ内へ設置する場合は、配管を支持・固定するために、床材を一部剥いで配管を敷設する必要がある。また、天井部を引き回し、排水立て管近傍で落差をつけて排水管を立ち下げて排水横枝管等に接続するいわゆる鳥居配管の場合は、天井部からの漏水等の事故に繋がる危険性も大きい。このように既存の集合住宅へ導入するにあたっては、幾つかのクリアすべき課題点が指摘される。

よって本報では既報の成果²⁾³⁾をもとに図1に示す新築のSI対応集合住宅を対象に、それへの導入を検討するものとする。共用部に面したパイプシャフトに排水立て管を設置し、床ふところの寸法を250~300mm程度確保すること、排水立て管を基点に排水横枝管が緩こう配で設置でき大便器の重力式排水が可能な、重力式排水を適用する

図1 SI対応集合住宅での重力・圧送排水適用範囲区分の概念図²⁾³⁾

*1 関東学院大学建築・環境学部建築・環境学科 教授・工博
(〒236-8501 神奈川県横浜市金沢区六浦東 1-50-1)

*2 関東学院大学大学院工学研究科建築学専攻

*3 TOTO (株)総合研究所商品研究部

*1 Prof., Dept. of Architecture and Environmental Design, College of Architecture and Environmental Design, Kanto Gakuin Univ., Dr. Eng.

*2 Graduate Student, Graduate School of Engineering, Kanto Gakuin Univ.

*3 Products R&D Dept., Research Institute, TOTO LTD.

範囲①、重力式排水ではこう配が確保できず圧送式の大便器に対応し、圧送排水式大便器システムを適応する範囲②に区分することとする。ここでは、②の範囲への設置を目的として床ふところ内に、新築時に専用の小口径の排水横管を先行して敷設しておき、介護を想定する空間（納戸等を設置スペース）に当該システムを設置し、使用できるような配管計画を行っておくこととする。また、専有部内のトイレには別途、重力式大便器を設置し、当該システムが不具合を起し、使用不可となった場合でも排水が可能とし、生活に支障をきたさないような計画とする。

3. 実験概要

実験は、当該システムを専有部排水横枝管に設置して行う（1）排水横枝管システムの排水能力実験及び排水立て管へ設置して行う（2）排水立て管システムの排水能力実験の2つを実施する。なお、これらの実験はそれぞれ別々のスペース及び装置において実施する。

3.1. 供試衛生器具の概要

(1) 圧送排水式大便器システム

図2に、圧送排水式大便器システムの概要を示す。これは、参考文献⁹⁾にも解説されているように、大便器（本体）と圧送排水装置、圧送排水管から構成される。また、大便器（本体）には、給水タンクが内蔵されており、給水用電磁弁の制御で給水タンク内へ専用の給水管から給水され、排水時にはその水が使用される。圧送排水装置内に排出された排水とトイレトーパーや汚物は、圧送排水装置の①粉碎・圧送ユニット内で粉碎されてから②フィルターを経由し、③排水ポンプにより排水管へ排出される。また、圧送排水装置部には、排水の流入時に発生する正圧緩和のために④エアバックが、排水ポンプ作動時に排水が吸引されることから、負圧緩和のために⑤吸気弁が内蔵されている。圧送排水装置に接続される排水管は金属製のフレキシブル管とし、それにポリブデン管を接続し、末端を

※公称洗浄水量5.5Lには、粉碎・圧送排水ユニットの残水は含まない。

図2 圧送排水式大便器システムの構成

図3 供試圧送ポンプ能力曲線

重力式排水系統の排水横枝管へ接続する。供試大便器は、公称洗浄水量5.5LのJIS A5207-2014の節水Ⅱ形の専用洗浄弁式で、それに圧送排水装置が設置されている。

図3に、内蔵されている排水ポンプの排水能力曲線を示す。同図には、既報⁷⁾⁸⁾で用いた排水ポンプの排水能力曲線も示すが、これより既報の排水ポンプが、締切全揚程は60～70kPaであるのに対し、当該排水ポンプは28～30%となる20kPa程度に設定されている。よって、天井等に立ち上げて排水を排除する仕様ではなく、低い高さ位置（床面下）での排水を目的とし、同時に低騒音化（騒音レベル:65dB(A)）も考慮し設計されている。

(2) 用途別供試衛生器具の器具排水特性

現SHASE-S 220-2017器具排水特性試験法（実施時SHASE-S220-2010）により、排水実験に使用する供試衛生器具の器具排水特性を測定し、図4に排水特性曲線を、表1に排水特性諸値をそれぞれ示す。供試衛生器具は、大便器（圧送式）、大便器（重力式）、浴槽、洗濯機、洗面器の5種類とする。大便器（重力式）は、実排水量6.0Lであった。これより、大便器（圧送式）の器具平均排水流量 q_d は0.4L/sで、大便器（重力式）の17%程度、最大器具排水流量 q_{max} も概ね0.4L/sで、大便器（重力式）の16%程度であり、洗面器 q_d の0.6L/sを下回る。

また、先述の図3には、大便器（圧送式）に標準長さ2mの圧送排水管を接続した場合の抵抗曲線も併せて示している。

3.2. 排水横枝管システムの排水能力実験

図4の供試衛生器具を設置した供試排水横枝管システムを図5、写真1に示す。同システムは、SI住宅の専有部に設置することを想定したもので、各排水系統は排水ヘッダ（主管径75A、枝管径は50A）に接続し、その末端は管径が100A、高さ7.5mの排水立て管（JIS-DT継手使用）に接続し、その端部は管径125A、長さ8.5mの排水横主管を介し、端部は開放されている。なお、排水立て管上部には、伸頂通気管を設置し、末端は大気に開放する。排水ヘッダへ接続する器具排水管径と、そのこう配、排水トラップの深さ、脚断面積比は図中に示すとおりとする。大便器（圧送式）に接続する排水管は管径が20Aの金属製フレキシブル管・ポリブデン管で、末端は大便器

図4 供試器具排水流量波形※

※洗濯機及び浴槽に関して、それらの排水間隔は図中の時間軸スケール（20sec）を超えるが、流量波形の特徴は表1に数値で示す。

表1 供試器具排水特性値

排水器具※	器具排水量	平均排水時間	器具平均排水流量	最大器具排水流量
	W[L]	td[s]	qd[L/s]	qmax[L/s]
大便器（圧送式）	5.5	7.9	0.4	0.4
大便器（重力式）	6.0	1.5	2.4	2.7
浴槽	122.6	73.7	1.0	1.3
洗濯機	29.7	33.1	0.5	0.7
洗面器	5.0	5.3	0.6	0.6

※洗濯機は代用容器で対応。手洗い器（図5）は排水器具として使用しないので測定は行っていない。大便器（重力式）は、JIS A5207-2014による節水Ⅱ形、サイホン式である。大便器（圧送式）の圧送排水管（金属管・口径19mm）を標準長さ2m接続した状態で測定を行った。

(圧送式) と併せて設置する専用の手洗い器系統へ接続する。これらの供試衛生器具を用いた排水負荷パターンを表2に示す。

また、各排水実験では、1つの衛生器具を用いて行う単独排水と複数の衛生器具を用いて行う合流排水を実施する。特に合流排水では、表2中に示すとおり大便器(圧送式)からの排水に対し、各衛生器具からの排水を排水ヘッダ部で合流させ、排水が衝突するようにタイムラグを決定し、排水を実施する。混入させる供試代用汚物は、ダブル仕様の長さ1mのトイレトペーパーを3回折りしたもの^(注)を6枚重ね、それを大便器内の溜水面に平置きした後、15秒間水に浸してから排水する。

測定項目及び方法は、図中の(P1)～(P6)の各点で排水管内圧力変動を圧力センサーで、供試トラップの封水損失(破封の有無)をメジャーで目視により測定する。

本実験では、表2に示す各排水パターンでの排水実験を3回実施し、管内圧力は3回試行の内より最大値と最小値、封水損失も同様に最大値を用い、以降で考察する。

実験結果の判定基準は、SHASE-S218-2016により、管内圧力値は±400Pa以内、トラップ封水損失値は、排水トラップの深さ(封水深)の1/2以内となることを満足するものとする。

3.3. 排水立て管システムの排水能力実験

図6に、本学建築環境設備シミュレーションタワーに設置したJIS-DT継手使用の供試排水立て管システムを示す。その高層階8階、7階の各階に代表器具として大便器(圧送式)、大便器(重力式)に、排水時間が供試排水器具の中で最も長く、実使用において排水が重

※排水立て管(100A)の上部には、伸頂通気管を設置し、端部を大気に開放する。

図5 SI住宅を想定した供試排水横枝管システム

写真1 SI住宅を想定した供試排水横枝管システム写真

なる可能性が高い浴槽の3つの器具を加え、排水能力実験を行う。表3にその排水パターンを示す。同システムは伸頂通気方式とし、排水立て管は管径が100A、基部でインクリーザー(100A×125A)を用いて拡張後、90° LL継手を介して管径が125Aの排水横主管(こう配:1/150)へ接続する。

なお、事前実験として、排水方法は表3中に示すとおり最上階8階では大便器(圧送式)を排水後に、同階の大便器(重力式)と浴槽からタイムラグを設定して排水を行い、7階も同様にタイムラグを設けて排水し、発生する負圧の最大値(後述するシステム最小値P_{sm})に注目し、最も厳しい排水条件となるタイムラグを表3中の欄外に示すように決定しておく。測定項目及び方法は、3.2と同様に図中の(P)の各点で排水横枝管の管内圧力変動を圧力センサーで、供試トラップの封水損失(破封の有無)を目視メジャーで、(W)で伸頂通気管内の中心風速を熱線風速計により測定し、それに管断面積を乗じることによって通気流量に換算する。実験結果は、表3に示す排水パターンを5回実施し、管内圧力は各測定点で5回の各階の最大値・最小値の加算平均を求め、それらを以降で用いる最大値P_{max}及び最小値P_{min}とし、封水損失及び通気流量は5回試行の内の最大値を△H_{max}、Q_{amax}として以降で用いる。

なお、実験結果の判定基準は、前記3.2と同じである。

表2 排水負荷※パターン(排水横枝管システムの排水能力実験)

実験No.	排水器具	大便器(圧送式)	大便器(重力式)	浴槽	洗濯機	洗面器	代用汚物混入
単独排水	No.1	○					○
	No.2		○				○
	No.3			○			-
	No.4				○		-
	No.5					○	-
合流排水	No.6	○	○				○
	No.7	○		○			○
	No.8	○	○	○			○
	No.9	○			○		○
	No.10	○	○	○			○
	No.11	○	○	○			○
	No.12	○	○	○			○
	No.13	○	○	○			○
タイムラグ(s)		基準	5	3	2	3	

※○は排水する器具を示す。タイムラグは、大便器(圧送)からの排水に対し、他衛生器具からの排水を排水ヘッダ部で衝突するように設けた経過時間である。

図6 排水立て管システム図

4. 結果及び考察

4.1. 排水横枝管システムの排水能力実験

図7に、排水横枝管内における排水時の誘導サイホン作用の影響を検討するために、排水器具系統以外の配管内の各点で測定した圧力変動の最大値Pmax、最小値Pmin、さらにそれぞれの最高値を排水横枝管内におけるシステム最大値Phmax、システム最小値Phminとして示す。同図で、測定箇所(P1)～(P6)の内、Phmax、Phminの発生箇所の番号も付した。これより、単独排水及び合流排水の両者より判断しても清水排水時のPhmaxは10～130Pa程度、Phminは-200～-15Pa程度であった。また、代用汚物混入時にもPhmaxは10～65Pa、Phminは-130～-15Pa程度で、代用汚物混入の有無による顕著な差は見られなかった。特に合流器具数が多いNo. 10, 12で清水排水時に比べ代用汚物混入排水時の管内圧力変動が小さいのは、代用汚物を混入させることで排水ヘッダ後方に接続された大便器(重力式)の排水中の代用汚物が、排水ヘッダ部で多系統からの合流が生じるため、目視による確認ではあるが、流れが一時的にせき止められ、排水流速が遅くなり、その後排水立て管まで排出される現象が3回の試行の中で生じたためであると推察する。この観察結果より、管内圧力変動上は支障を来さないが排水ヘッダの最上流に接続した大便器(重力式)の器具排水管は、排水の流れによる影響が少ない最下流への接続等を検討する必要がある。また、手洗い器系統の管内圧力(P6)で測定したPhminが-200～-130Pa程度と測定値の中では最大値を示した。

図8に、図7で特に管内圧力変動の大きかった合流排水の各排水負荷パターンNo. 10～12での各衛生器具トラップの封水損失値の最大値ΔHmaxを示す。これより、耐圧力性能の小さい浴槽用床排水トラップと大便器(圧送式)の接続された手洗い器系統のPトラップでの封水損失値が大きくなる傾向は見られるが、20mm以内におさまリ、判定基準値をクリアできる。

このように管内圧力とトラップ封水損失の結果より、管内圧力値は-200～130Pa程度でSHASE S218-2016に規定する判定基準±400Paの1/2以下、トラップ封水損失値も20mm程度で供試排水トラップの深さの1/2 (25～30mm) 以下におさまリ、判定条件を満足する。これらの結果を総合すると、本報で提案したSI住宅を対象とした専有部の排水横枝管部に増設する圧送排水式大便器システムについては、管内圧力、トラップ封水損失は反対基準を満足するが、大便器(圧送式)と専用の手洗い器を接続する排水管部では管内圧力が高いので、配管径を拡張する等の対策も考慮することで、更に安全性を確保できるものと考ええる。

4.2. 排水立て管システムの排水能力実験

(1)大便器(圧送式)と大便器(重力式)の排水能力影響比較

図9に、表3に示す排水負荷パターンNo. 1～No. 4の場合の管内圧力変動の最大値Pmax、最小値Pminを用いた管内圧力分布を示す。図9(1)は、1箇所(8階)の大便器(重力式)と大便器(圧送式)による排水負荷の場合(No. 1とNo. 2)の比較、図9(2)は2箇所(8階と7階)の合流排水負荷の場合(No. 3とNo. 4)の比較である。これらの図は、全て代用汚物混入時の結果で、既往文献⁶⁾より、清水排水時に比べ管内圧力に及ぼす影響は、厳しい条件となるという知見により、清水排水時ではなく代用汚物混入時の結果を用いた。同図(1)より、システム最小値PminはNo. 1で-25Pa以内、No. 2で-190Pa以内、PmaxはNo. 1, 2とも200Pa以内におさまる。

表3 排水負荷パターン(排水立て管システムの排水能力実験)

実験No.	排水器具	8階			7階		
		大便器(圧送式)	大便器(重力式)	浴槽	大便器(圧送式)	大便器(重力式)	浴槽
排単水独	No.1	○					
	No.2		○				
合流排水	No.3	○			○		
	No.4		○			○	
	No.5	○	○				
	No.6	○	○		○	○	
	No.7	○		○	○		○
タイムラグ(s)		基準	3	3	1	4	4

※○は排水器具を示す。タイムラグは、8階大便器(圧送式)排水を基準として、表中のタイムラグを設けた排水条件が最も管内圧力(Pmin)が大きくなる条件である。

図7 排水横枝管の管内圧力 Phmin・Phmax の比較

図8 供試トラップの封水損失最大値ΔHmaxの比較

※図中の点は各階の測定点の管内圧力変動の最大値(Pmax)、最小値(Pmin)である。各パターンを5回実施し、各階で測定した各回の最大・最小値を計算平均した値を最大値Pmax・最小値Pminとして採用する。その中でも、システム最小値Pminは全階のPmin内の最大値(負圧側)、システム最大値Pmaxは全階のPmax内の最大値(正圧側)である。

図9 圧送排水方式と重力排水方式の管内圧力分布の比較(代用汚物混入時)

また、同図(2)よりP_{smin}はNo. 3は-30Pa程度だが、No. 4は-480PaとなりSHASE-S 218-2014の判定基準値を超える。一方、P_{smax}は同図(1)と同様に200Pa以内におさまる。これより大便器(圧送式)は大便器(重力式)に比べ、排水立て管システムの排水能力へ及ぼす影響は小さいと考えられる。これは、表1の器具排水特性値より、大便器(重力式)の清水排水時におけるq_d値(2.4L/s)、q_{max}(2.7L/s)に対し、大便器(圧送式)のq_d値とq_{max}値は共に0.4L/s程度と両値が重力式に比べ、20%以下と非常に小さいことが管内圧力を緩和させる要因と考えられる。

(2) 大便器(重力式) への大便器(圧送式)の合流による影響

図10(1)(2)は、大便器(重力式)の排水に大便器(圧送式)の排水を加えた場合の影響を比較する圧力分布である。図10(1)は、表3に示す1箇所排水時のNo. 2とNo. 5、図10(2)は、2箇所排水時のNo. 4とNo. 6の比較である。ただし、同図(2)には、先に述べたように実使用において専有部からの排水において排水時間が長く、大便器(圧送式)からの排水に重なる可能性も高い浴槽排水が合流するパターンNo. 7の結果も併記する。

また、図11は、大便器(重力式)に対し、大便器(圧送式)が加わることによる圧力変動の変化を見るために図10よりP_{smax}及びP_{smin}を読み取り、それらの比較を示したものである。これらの結果から、1箇所の排水負荷において-285~165Pa以内で判定基準値以内におさまる、圧送式が加わることによる増加分はP_{smin}で98Pa、P_{smax}では30Paである。しかし、No. 6の2箇所の負荷では、-800~193Paとなり、負圧側で判定基準値-400Paを超え、同様に増加分もP_{smin}で340Pa、P_{smax}で67PaとなりNo. 5の1箇所排水に比べ増加する。しかし、図10(2)中に示したように、No. 7の浴槽排水に大便器(圧送式)が付加される程度であれば、P_{smax}及びP_{smin}は-150~40Pa以内におさまるJIS-DT継手使用時の伸頂通気方式でも支障は来さないと考えられる。

また、図12に、各排水負荷パターンにおける通気流量変動の最大値Q_{amax}を示す。これより、排水負荷階条件が同じ場合、No. 1とNo. 2及びNo. 3とNo. 4の比較よりQ_{amax}は、大便器(圧送式)は大便器(重力式)の1/2程度と小さく、圧送排水が通気管の設計に及ぼす影響は小さいと考える。また、No. 4とNo. 6のように大便器(重力式)に大便器(圧送式)が付加されてもQ_{amax}の増加は少ない。さらに、大便器(重力式)では、清水排水時に比べ代用汚物が混入するとQ_{amax}の増加が著しいが、大便器(圧送式)では代用汚物も破砕されるのでNo. 1、No. 3のように清水時と大差は生じない傾向が見られる。No. 7のように浴槽排水へ大便器(圧送式)が合流する場合でも同様であった。

総括として、図13に表3の全排水負荷パターン(清水・代用汚物混入)でのP_{smin}及びP_{smax}を、図14には同様にP_{smin}の生じる頻度の多い6階の供試トラップの防水損失値ΔH_{max}を示す。これよりNo. 4、No. 6のように大便器(重力式)に対し大便器(圧送式)が加わる際には、清水排水時、代用汚物混入排水時ともに管内圧力値が判定値を超え、供試床排水トラップが破封した。よって、参考文献¹⁰⁾で明らかにしたが、SHASE-S 218による排水能力試験により、図6のような従来継手を用いた供試排水立て管システムの排水能力は2.0L/sであるのに対し、特殊継手排水システムの排水能力は3倍以上の6.5L/sであることが分かっている。よって、十分な安全性を考え当該圧送

図10 重力式排水方式への圧送排水合流時の圧力分布の比較

図11 重力式排水に圧送排水を加えた影響(汚物混入時)

図12 各排水負荷パターンでの通気流量の最大値Q_{amax}の比較

排水システムを高層集合住宅の排水立て管システムに適用する場合、排水能力の大きい特殊継手排水システムの採用が必要であると考ええる。ただし本報では、図1に示すように排水立て管と衛生器具間を結ぶ排水横枝管長が従来に比べ長いSI対応集合住宅を想定しているので、実平面図上は大便器(重力式)と排水立て管との距離が図6(1)の平面図に示す実験システムのような配管長が2.0m程度となる場合ばかりでなく、さらに長くなることも予想している。

その考察として図15に、本研究の一環として別途行った実験により測定した供試大便器(重力式)の配管長に伴うq_d値の低下曲線を示す。同図には、それより小さい供試浴槽のq_d値(1.0L/s)も記す。これより、大便器のq_d値が一般に配管長さに対して変化の小さい浴槽のq_d値とほぼ等しくなる6~7m程度の排水横枝管長を有すれば、大便器のq_d値も低下し、浴槽排水のq_d値と概ね等しくなる。よって、図10(2)に示す浴槽への合流排水を行ったNo. 7の場合と同程度の管内圧力におさまるものと推察され、本実験による結果に比べ排水負荷も緩和され有利になるとみなせ、大便器(重力式)の排水系統配管が長い場合、JIS-DT継手を使用した伸頂通気方式での対応が可能であると考えられる。

図 13 各排水負荷パターンでの管内圧力変動 Psm・Pmax の比較

図 14 全排水負荷パターンでの供試トラップの封水損失 ΔH_{max} の比較

5. まとめ

介護及び介助の作業を軽減することを目的に開発した圧送排水大便器システムを集合住宅へ導入するために、本報では、先ず新築の高層SI対応集合住宅への適用の可能性について実験的に検討した。その結果、以下の知見を得た。

- (1). 専有部の排水横枝管への設置において、住戸内に設置する衛生器具の単独排水及び合流排水において、誘導サイホン作用において排水能力に支障を来すことはなかった。
- (2). (1)の知見に加え、同システムと専用の手洗い器の系統を接続する場合は、配管径の拡張や、大便器（重力式）は、排水横枝管の最下流側に接続する等を考慮することで、更に安全性を確保できるものと考えられる。
- (3). 排水立て管システムへの設置において、本報で用いた排水ポンプの排水能力を有する圧送排水式大便器では、重力式排水による大便器からの排水に比べ、その判定指標となる管内圧力変動、トラップ封水損失へ及ぼす影響は非常に小さい。
- (4). (3)の知見に加えて、SI対応集合住宅のように排水立て管と衛生器具の間を結ぶ排水横枝管長が長い場合に、浴槽等の排水に当該システムからの排水が合流する際には排水能力への影響は小さいが、重力式大便器からの排水へ合流する際には支障を来すことが予想される。その場合には、排水能力の高い特殊継手排水システムを採用した方が安全であると考えられる。
- (5). 今後の課題として、特殊継手排水システムに当該圧送排水式大便器システムを実際に設置して、排水能力上の安全性を検証するとともに、既存集合住宅の改修時にも合理的かつ安全性も確保し、適用できる配管方法の開発が必要とされる。

注「優良住宅部品性能試験方法書（便器、BLT WC:2015）」ではシングル仕様のトイレトーパーを長さ0.9mにカットし、折ったものを4枚重ねて使用するが、本報では、それより搬送性能上も厳しい条件となるJIS P4501規格のダブル仕様に準拠したトイレトーパーを長さ1mにカットして折ったものを6枚重ねて使用した。

※浴槽の qd 値は配管長の変化に伴う流量の低下は少ないので、初期値のままと推定。
図 15 供試大便器（重力式）の排水横管長に伴う qd 値の低下曲線

(2) 代用汚物混入排水

参考文献

- 平成 28 年度高齢社会白書 第 1 章高齢化の状況、高齢化の推移と将来推計—内閣府ホームページ, http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2016/html/zenbun/sl1_1_1.html (2017年9月19日 閲覧)
- 保科秀明, 大塚雅之; 建物内水まわりのフリープラン化を可能にする排水設備システムの研究 重力・圧送併用排水横枝管システムの配管設計に関する検討, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp. 835~838, 2011. 9
- 松下幸之助, 黒川徹也, 奥野祐一, 大塚雅之; 介護用圧送トイレシステムの性能評価に関する研究その 1 構造・機能と実建築での効果, 2012年度日本建築学会関東支部研究報告集 II, pp. 85~88, 2013. 3
- 介護ロボットに関する特別世論調査の概要, 内閣府政府広報室, 2013. 9. 12
- 黒川徹也, 松下幸之助, 大塚雅之; 移動介護用圧送トイレシステムの排水能力評価に関する研究その3高齢者施設および住宅への適用事例, 空気調和・衛生工学会東北支部第3回学術・技術報告会論文集, pp. 41~44, 2014. 3
- 安下裕司, 大塚雅之, 各務紘史, 松下幸之助; 介護用圧送トイレシステムの性能評価に関する研究 (第2報) 適応のための排水能力検証, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp. 93~96, 2013. 9
- 馬健, 大塚雅之; 集合住宅のフリープラン化を可能にする強制排水システムに関する研究その7鳥居配管での圧送排水等価定流量の検討, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp. 747~750, 2007. 9
- 木村和彦, 大塚雅之, 保科秀明; 建物内水まわりのフリープラン化を可能にする排水システムの研究 その3 ハイブリッド排水システムの配管設計に関する検討, 日本建築学会関東支部研究報告集, pp. 53~56, 2011. 3
- 日本建築学会環境基準, AIJES-B003-2016機械・サイホン排水システム設計ガイドライン, pp. 2~3, 2016. 2
- 久我優輝, 大塚雅之, 川口俊哉, 本郷智大, 杉本遼太; 業務用連立節水形トイレへの樹脂製特殊継手排水システム適用の可能性, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, pp. 9~12, 2017. 9

[2018年2月7日原稿受理 2018年6月18日採用決定]