SI 住宅対応専有部合流排水配管方式の検討

集合住宅の水廻りのフリープラン化を目的とした排水横枝管システムの性能評価と
設計手法に関する研究（第1報）

VERIFICATION OF COMBINED DRAINAGE SYSTEM USED IN THE INFILL OF SI HOUSE

Development research of a horizontal fixture drainage branch system to
facilitate liberal drainage planning for apartment housing (Part 1)

大塚 雅之*, 石井 隆敏**, 土井 章弘***, 川原 井 大****

*Masayuki OTSUKA, Takatoshi ISHII, Akihiro DOI
and Dai KAWARAI*

This report presents an experimental study with the aim of developing a horizontal fixture drainage branch system to facilitate liberal drainage planning for apartment housing while intending to verify system performance and discuss design techniques. Partly, the report verifies the performance of the combined drainage system, which is applied to the infill of long-lasting SI houses, and discusses the system design. To be more specific, first, the relation between carrying performance decline in the sewage system and the characteristics of drainage from sanitary fixtures, i.e. the biggest cause of drainage problems, was examined through experiments in the laboratory. Next, the abovementioned system was used on the actual super high-rise apartment building to carry out item-to-item system performance evaluation, using both simple and detailed methods which were explained in the previous report. The system design was also discussed.

Keywords : *Drainage Header, Drainage Pipe Plan, Drainage Performance Testing, Carrying Performance,
Average Flow Rate of Sanitary Fixture, Site Investigation*

排水ヘッダ, 排水配管計画, 排水性能実験, 搬送性能, 器具平均排水流量, 現場実測

1. はじめに

集合住宅の長寿命化を目的としたSI(スケルトン&インフィル)住宅の開発が進められており、都心部を中心にその建設事例も増えてきている¹⁾。また、施策においても良質な住宅ストックを形成するために、200年対応の長寿命化住宅の開発とその普及が推奨されている²⁾。特に、この要求に応える住宅では、ライフスタイルの変化に応じて様々なプラン変更を伴う水廻りに対し、フレキシブルに対応でき、さらには施工性やメンテナンス性にも配慮した排水ヘッダ方式の排水横枝管システムの開発が推進され、その性能評価と計画・設計手法の構築についての研究が行われてきた³⁾。筆者らは既報^{4)~7)}において、SI対応の集合住宅に適用できる排水ヘッダを用いた排水横枝管システムを提案し、実験室と実在建物で性能試験を行い、その有効性を検討するとともに、性能評価法と設計法についても提案してきた。

現在までに提案されたSI住宅対応の排水横枝管システムは、パイプシャフト(PS)と、排水ヘッダの設置位置や配管方法の違いなどから表1のタイプA~Cのように分類される。同表には、各タイプの特徴(メリット・デメリット)も整理して示した。これらのシステムは、専

有部における汚水系統と雑排水系統の合流は避け、汚水系統は単独系統とし、雑排水系統では各器具排水管を排水ヘッダで集約させ、その後に両系統を共用部PS内に設置された排水立て管に接続する方式である。しかし、同方式では、専有部に設置する衛生器具の配置の仕方によっては、同一平面上での汚水系統と雑排水系統の配管交差は床ふところへの納まり上も難しく、それを避けるために迂回配管が多くなり、汚水系統での配管ルートが長くなるケースがあることが課題点の一つとされてきた。さらに、タイプA、Bでは、排水立て管が設置されたPSや廊下部分において、防火区画を貫通する器具排水管や排水横枝管の本数が増えることが施工上の改善点とされてきた。また、その一方でタイプCは、雑排水系統を専有部で、一つに集約させるので、PS部での防火区画を貫通する配管本数はタイプA、Bに比べ少なくなるが、器具排水管、排水横枝管の清掃が共用部の排水ヘッダに設置された掃除口などから実施できないことが、維持管理上のデメリットとして指摘されてきた。このように施工性や維持管理上の改善すべき点も多く、全ての要因をクリアできる排水横枝管システムを提案するには、現時点では多くの検討課題が残されている。

* 関東学院大学工学部建築学科 教授・工博

** 斎久工業(株) 工修
(当時関東学院大学 大学院生)

*** (株)竹中工務店設計部 工修

**** (株)竹中工務店設計部 工修

Prof., Dept. of Architecture, College of Engineering, Kanto-gakuin Univ., Dr. Eng.
SAIKYU KOGYO CO., LTD., M. Eng.

Takenaka Corporation, M. Eng.
Takenaka Corporation, M. Eng.

表 1 排水横枝管システムの開発状況と特徴

配管レイアウト				
	タイプ*	A(分流式)	B(分流式)	C(分流式)
排水ヘッド位置	共用部PS	共用部廊下又はPS	専有部	専有部
排水立て管	共用廊下・住戸側	共用廊下・廊下側	共用廊下・住戸側	共用廊下・廊下側
排水横枝管清掃	排水ヘッドより可能	Aと同じ	専用部より可能	Cと同じ
防火区画貫通本数	4本程度(器具系統分)	Aと同じ	2本程度(汚水・雑排水)	1本
Ps内のスペース	排水ヘッドと排水立て管	排水立て管のみ	Bと同じ	Bと同じ
住戸バリエーション 変更・可変性	住戸側にPS設置のため 住戸側に玄関位置固定化	住戸側・玄関位置も自由度有	Aと同じ	Bと同じ
参考文献	3)	4) .5) .6)	6).7)(一部)	9)

*()内は排水横枝管上での汚水と雑排水の分流か合流かを示す。超高層集合住宅の台所系統では、最近ではディスポーザ排水システムを採用することが多く、その系統は、他の汚水、雑排水系統とは別系統で配管するので本表ではそれは除く。

これより、本報では、表1のタイプDのように施工性に配慮し、配管の区画貫通本数を極力削減させ、PSを共用廊下部の対面に設置することで玄関付近での開口部を確保しやすくし、建築設計上の自由度を向上させることに留意したシステムを提案し、その設計方法と性能検証方法に関する検討を行った。タイプDは、専有部で汚水系統と雑排水系統の各配管を分岐配管状に接続し、それ以降の排水横枝管を共用部の排水立て管継手へ接続する方式(以下、専有部合流排水配管方式)であり、防火区画部の貫通本数はディスポーザの専用排水配管を除けば、廊下に面した部分で1本に抑えることができる。同方式を採用する前に実施した実験室実験と実際にSI対応の超高層集合住宅に適用した実在住宅実験をとおり、以下の点を検討した。

第一は、専有部合流排水配管方式では、後述のとおり、既報⁷⁾に比べ排水横枝管径が拡張されるので、特に問題となる大便器系統での搬送性能の低下とそれに影響を及ぼす器具排水特性値の推定法に関する知見を拡充させること、両者の相関関係を求めることである。第二は、前記の確認を実施した後、実在のSI対応の超高層住宅に専有部合流排水配管方式を適用し、その性能評価を既報⁷⁾で提案した精査法、簡易法等を活用して実施し、これらの手法の有効性を検証することである。第三は、配管長さの影響も考慮した排水負荷算定法を当該超高層集合住宅に適用し、排水立て管への排水負荷を推定するとともに、その結果を設計上の根拠データとすることである。但し、本報では、ディスポーザ専用の器具排水管は別系統で、単独で専用の排水立て管まで配管するものとし、それを除いた配管を扱う。以上の知見を総合化させることで、専有部合流排水配管方式の性能評価と計画・設計方法に資する検討データの収集を図る。

2. 研究方法および実験方法

2.1 専有部合流排水配管方式の設計と考え方

図 1 供試器具排水管システム

*大便器の器具排水管の管心までの落とし込み寸法は、大便器床フランジと管芯間の距離で 150mm とする。また、(1)ストレート配管、(2)等間隔曲がり配管とも全長 18m まで、(2)については、最大 17 箇所曲がりまで実施した。

専有部合流排水配管方式を採用するのに際し、既報⁸⁾では基礎実験を実施し検討を行っている。そこでは、器具排水管が接続された排水ヘッドとそれ以降の主管部配管の呼び径を 75A(実内径78mm)、または、100A(実内径98mm)とした排水横枝管システムを用意し、それらに雑排水系統50A(実内径51.5mm)、または汚水系統75Aの器具排水管を接続し、複数の衛生器具からの合流排水を行った場合の逆流状況、誘導サイホンの有無等を検討した。配管は主に透明塩化ビニル製である。その結果、主管径100Aの排水ヘッドの方が75Aの場合に比べ、排水性能上は安全性が高いことを示した。また、設計上の

根拠を得るために、SHASE-S 206に定める定常流量法をもとに、住宅排水器具の負荷算定の基準値を用いて管径計算を行った。その結果、排水ヘッダ以降の管径は、75Aでは対応が不可能となり、1サイズ拡張させ100Aとするものと判断した^{注1)}。よって、排水立て管継手の排水横枝管接続口の管径も100Aとし、排水立て管径は100Aと125Aの特殊継手排水システムを用いて排水負荷の検討を行うものとする。

また、汚水排水においては、管径が従来の 75A より 100A に拡張されるので、搬送性能の低下を招く恐れがある反面、合流方式のため雑排水系統に接続された他衛生器具からの排水によって、搬送性能の低下を補う効果もあるものと考えた。また、汚水と雑排水の合流時に、雑排水により管路がせき止められ、汚物が停滞することのないことも既報⁹⁾で確認しておいた。

2.2 排水性能実験

実験室実験と実在住宅実験で用いる既提案の精査法と簡易法による性能評価項目、およびその要点を表2に示す。

(1) 実験室実験

表2に示した性能評価項目の中では、合流排水負荷による検討は既報^{8),9)}で実施しているので、単独排水負荷における(1)器具排水特性、(3)搬送能力の2つの項目に焦点を絞り検討する。具体的には、大便器の器具排水特性値を推定すること、懸念される代用汚物の搬送能力の低下の程度を把握することが要点となる。図1に、供試器具排水管システム(ストレート配管、等間隔曲がり配管)を示す。曲がり部には、実在住戸の配管で用いる 90°LL 継手(以下、90°LL)および 45°継手を2つ接続し、曲り部を形成した継手(以下、45°WL)の2種類を別々に接続した。供試器具排水管の管径は 100A、こう配は 1/100 とし、後述の大便器を設置し末端の排水樹で器具排水特性値を、器具排水管内での水位変動を H_1, H_2 の2点でそれぞれを測定した。それらの測定結果から、水深 H 、流速 v 、排水流量 Q_w 、器具平均排水流量 qd 、および器具排水管が設置された状態での qd 値の低下値(以下、修正器具平均排水流量 qd' 値とする。)を求め、それらの関係を示す。

その結果を活用し、(2)の実在住宅実験では施工後の配管での qd' 値や排水立て管負荷流量を推定する。また、表3に示す各種代用汚物を用いて搬送能力を把握し、搬送限界となる H 、 v 、 Q_w 、 qd' の範囲も決定する。供試配管は、全て透明塩化ビニル製である。

(2) 実在住宅実験

実験は、東京都の都心部に建つ地上 45 階建て(高さ約 140m)の超

高層集合住宅(全521戸)の17階にある全16の住戸より6住戸を選定し、それらの排水横枝配管を用いて行った。表4には、実験を実施する全住戸の各衛生器具に接続した排水配管の全長 L_0 、排水ヘッダ区間長 L_1 、90°LLと45°WLの設置個数 n の平均値と標準偏差を示した。その分析結果より、搬送性能の低下が懸念される大便器の排水系統に注目した。そして、大便器と排水立て管までの配管長さ L_0 が最も長いプラン(①最長プラン)、平均値に近い住戸のプラン(②平均プラン)、最も短いプラン(③最短プラン)を選び、6住戸(I・II・III・IV・V・VI)を選定した。それらの配管条件の詳細を表5に、このうち①②③に該当する代表的な住戸 I, II, V の排水横枝管図を図2に示す。

搬送能力実験に関しては、表3に示す全ての代用汚物を用いた実験が、現場監理上、実施できないので、主にトイレトペーパーを使用したタイプD、D'を用いて実施した。また、器具排水特性値(特に

表3 供試代用汚物

試験名称	代用汚物タイプ	供試代用汚物	質量 [kg]	体積 $\times 10^{-5}$ [m ³]	密度 [kg/m ³]	作用力* 平均値±標準偏差σ [N]
旧BL基準	A	PVA スポンジ2個	0.23	22	1045	2.33±0.11
		ボール状トイレトペーパー4個(シングル仕様)				
上記オプション	A'	PVA スポンジ2個	0.27	26	1038	2.91±0.35
		ボール状トイレトペーパー4個(ダブル仕様)				
現行BL基準	B	ロール状トイレトペーパー6m(シングル仕様)	0.12	11.8	1016	0.91±0.06
		ロール状トイレトペーパー6m(ダブル仕様)				
上記オプション	B'	ロール状トイレトペーパー6m(シングル仕様)	0.21	23.3	901	2.1±0.24
		ロール状トイレトペーパー6m(ダブル仕様)				
福岡市基準	C	PVA スポンジ4個	0.39	38.8	1005	3.3±0.08
		ボール状トイレトペーパー7個(シングル仕様)				
平重ねシングル	D	平置き状トイレトペーパー6m(シングル仕様)	0.11	8	1375	0.92±0.07
平重ねダブル	D'	平置き状トイレトペーパー6m(ダブル仕様)	0.21	24	875	1.90±0.13

*呼径 75A の流れのない器具排水管内に湿潤状態の代用汚物を置き、プッシュブルゲージの先端に半径 38mm(厚さ 1.9mm)の塩化ビニル製の板を設置し、流れ方向に力を加え、代用汚物が動き始めた時の力を作用力とした。

表4 実在住戸概要

衛生器具名	平均値±標準偏差				
	配管全長 L_0		排水ヘッダ区間長さ L_1		
全配管長さ* L_0, L_1 [m]	大便器	12.1±2.8	2.4±4.1		
	浴槽	11.3±3.3	3.2±1.5		
	洗面器	10.8±3.4	2.3±2.7		
	手洗い	11.9±3.5	1.7±1.2		
曲がり箇所数 n [個]		45°WL	90°LL	45°WL	90°LL
	大便器	1.3±1.0	3.6±1.4	0.6±0.9	0.4±0.5
	浴槽	0.4±0.8	4.4±1.6	0.2±0.5	1.4±0.6
	洗面器	0.4±0.7	3.4±1.2	0.1±0.4	0.4±0.6
	手洗い	0.8±1.1	3.9±1.3	0.2±0.5	0.8±0.67

* L_0 :各衛生器具から排水立て管までの水平距離、 L_1 :各衛生器具から排水ヘッダまでの水平距離

表2 性能評価項目

負荷方法	単独排水			合流排水		
測定項目	(1) 器具排水特性	(2) 先端管内流速	(3) 搬送能力	(4) 管内圧力変動	(5) トラップ封水変動・封水損失	(6) 逆流水の侵入の有無
精査法	排水横枝管の掃除口で水位変動を水位センサーで測定する。それに図10の管内水位と排水流量の関係式を適応し排水流量曲線を求め、器具平均排水流量 qd 値・修正器具平均排水流量 qd' 値を算定する。	(1)と同様に水位センサを複数箇所設置し、排水開始から管内水位の立ち上がり時間差を測定し、その値で配管長さを除して求める。	表3に示す代用汚物での搬送距離、曲がり箇所数を求める。	排水する衛生器具を除く系統のトラップ部に圧力センサを設置し測定する。	水位センサをトラップに設定し、封水変動を測定する。また、目視メジャーで封水損失値を測定する。	床面付近の低位置に設置する床排水系トラップについて逆流水の侵入の有無、トラップからの溢れの有無を水位センサにて確認する。
簡易法	器具排水特性値の中でも全排水量(W)の20%~80%が排出される排水時間(t_d)を目視で測定し、その値で排水量 $0.6W$ の値を除き qd, qd' 値を算定する。	排水立て管に設置した掃除口より、器具排水開始から排水立て管到達までの時間をストップウォッチ等で目視測定し、配管全長をその値で除き先端流速を算出する。	表3中より現行BL基準のB,B'や実使用に近いD,D'を用い搬送実験を行い、掃除口などで搬送の可否を確認する。トイレトペーパーのみを使用する。	一般には測定不可である。但し、事前に(4)の管内圧力変動の最大値、最小値と(5)の封水損失との相関係係図を求めておき推定は可能である。	封水損失をメジャーにて、封水損失値と瞬時破封の有無も目視にて確認する。	床排水系トラップの封水を、一旦全て抜き、逆流水の侵入の有無を目視にて確認する。
評価基準等	排水横枝管長さを考慮した器具平均排水流量 qd 、 qd' 値を求め、搬送性能確保のための指標として活用する。また、負荷算定時に代表器具選定に用いる。	SHASE-S 206の推奨流速の0.6~1.5m/sの範囲とすることを目安とする。	代用汚物(シングル・ダブルペーパー)等が一回の排水で管内に停滞しないこととする。	SHASE-S 218より管内圧力の最大・最小値は±400[Pa]以内とする。	封水損失が封水深の1/2以下であること。また、瞬時破封がないこととする。	トラップ内へ排水が逆流し、侵入しないこととする。

表5 実施対象住宅の配管分析

住戸タイプ		I				II				III				IV				V				VI			
全配管長さ L_0, L_1 [m]		L_0		L_1		L_0		L_1		L_0		L_1		L_0		L_1		L_0		L_1		L_0		L_1	
曲がり箇所数 n [個]		LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL	LL	WL
配管系統	大便器	16.3		2.4		12.4		0.7		15.7		0.7		12.4		0.8		6.9		0.8		15.7		1.4	
		3	2	0	2	3	2	0	0	5	2	0	0	2	2	0	0	3	0	0	0	6	0	1	0
	浴槽	13.4		3.0		12.8		3.2		14.5		1.9		8.3		2.3		5.6		1.9		15.3		4.2	
		5	0	2	0	3	2	1	0	7	0	2	0	4	0	2	0	4	0	2	0	6	0	2	0
	洗面器	14.4		1.9		12.0		2.0		15.1		2.8		8.4		7.6		1.0		1.0		6.6		0.6	
		4	0	1	0	2	2	0	0	6	1	1	1	2	0	0	0	3	0	0	0	4	0	0	0
	手洗い	18.3		4.4		12.2		0.5		15.3		0.6		11.7		0.6		7.5		1.7		15.0		0.8	
		4	0	1	0	3	2	0	0	5	2	0	0	2	2	0	0	4	0	1	0	6	0	1	0

*LLは90°LL、Wは45°WLを表わし、大便器系統は、雑排水系統との合流点以降は、配管径100Aとする。配管こう配は1/100を確保できるように各部で測定してある。配管は、主に塩化ビニル製である。

*専有部床ふところ寸法(スラブ面と仕上げ面間の寸法):250mmとする。大便器において、 L_0 :a-c間距離、 L_1 :b-c間距離

図2 排水横枝管詳細図(住戸内一部)

表6 排水負荷パターン

	実験No.	大便器	浴槽	洗面器	手洗い器	洗濯機
単独排水	1	○				
	2		○			
	3			○		
	4				○	
合流排水	5	○	○	●	○	●
	6	○	○	○	●	●
	7	○	●	○	○	●
	8	○	○	○	○	●

*実験室実験では単独排水のみ、実在住宅実験では単独排水と合流排水の両者を実施する。合流排水のタイムラグは、浴槽排水後10~20秒の間で決定した(決定法は本文中)。○印は排水器具、●印は管内圧力とトラップ封水の測定箇所である。ただし、洗濯機は外国製でトラップ内蔵型のため器具排水管部に専用の取り出しタップを付けて管内圧力のみ測定した。

qd 、 qd' 値)は、図2に示すとおり、共用廊下部に設置した掃除口の真上に水位センサを設置し、測定した水位変動 H と前記(1)で求めた H と Q_w の関係式から推定する(以下、精査法)。また、排水立て管への流入位置 a での qd' 値は、(1)実験室実験より得られたストレート配管での qd 値、 qd' 値の変化と、90°LL、45°WLの曲がりによる低下率等を用い、算定式から推定する(以下、計算法)。

以上の(1)、(2)で用いる単独排水、合流排水の排水負荷パターンの組み合わせを表6に示す。上記(1)、(2)の各実験での測定項目および方法等は、表2に記載のほか、詳細は、既報⁷⁾に準拠した。

3. 結果および考察

3.1 実験室実験

(1) 器具排水特性実験

1) qd 、 qd' 値とその低下率 γ

後述の3.2実在住宅実験と同種の衛生器具を用い、それらの器具排水特性値を測定した結果を表7に示す。ここでは、大便器についてのみ検討する。図3に、ストレート配管と等間隔曲がり配管での配管長さ・曲がり箇所数と qd 、 qd' 値の関係を示す。等間隔曲がり配管では、90°LLと45°WLの場合を示した。これより、2種類の曲がり配管では、4~7m(曲がり箇所数3~6個)までは、同一条件下で90°LLの方が45°WLに比べ qd' 値は低くなる傾向があるが、7m(曲がり箇所数6個)を超えると qd' 値に差異はほとんど見られなくなる。また、ストレート配管に比べ、これらの2種類の曲がり配管では、同一全長で比較すると qd' 値は、全長4m(曲がり箇所数3個以上)以上では平均0.2L/sの低下となる。後に、(2)で qd' 値の算定ができるように、配管長さに対する qd 値の低下率 γ も図4に示しておく。その算定式を式(1)に、同式の実験定数 a ~ d を表8に示す。

$$\gamma = a + b \times e^{-\left(\frac{L^d}{c}\right)} \quad \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

a, b, c, d : 実験定数(表8) L : 配管全長[m]

γ : qd 値の低下率 (γ_s : ストレート配管の低下率、 γ_{LL} : 等間隔曲がり配管(90°LL)の低下率、 γ_{WL} : 等間隔曲がり配管(45°LL)の低下率)

表 7 衛生器具の器具排水特性($L_0=0\text{m}$)

衛生器具	仕様	器具排水量 $W[\text{L}]$	排水所要時間 $T[\text{s}]$	排水時間 $td[\text{s}]$	瞬時最大排水流量 $q_{\text{max}}[\text{L/s}]$	器具平均排水流量 $qd[\text{L/s}]$
大便器	洗浄弁内臓節水型 給水圧(流動時0.07Mpa以上)	7.84	40	3.6	2.3	1.34
浴槽	バリアフリータイプ	150.50	370	170.4	0.8	0.53
洗面器	ワンボール型	17.77	87	16.9	0.8	0.63
手洗い	トイレブース内設置用	6.01	46	5.8	0.8	0.56

*洗濯機は外国製のビルトインタイプで、構造上、溜め排水が出来ないので、排水は実施しなかった。よって、測定は行っていない。

2) 計算法による qd' 値の推定方法

図 3 をもとに、ストレート配管に対する曲がり箇所数 1 つ当りの qd' 値の低下量 $\angle qe'$ 値 ($\angle qe' 90^\circ LL$ 、 $\angle qe' 45^\circ WL$ と区別する) を、算出した結果を図 5 に示す。同図には、 $90^\circ LL$ と $45^\circ WL$ の場合を示す。 $\angle qe' 90^\circ LL$ と $\angle qe' 45^\circ WL$ の最大値は、共に配管全長 2m の場合に生じており、 $0.125 \sim 0.175 \text{L}/(\text{s} \cdot \text{個})$ となった。比較のために、同図には、既報¹⁰⁾の 75A の $\angle qe' 90^\circ LL$ の結果も示したが、最大値は 100A の方が大きく、 qd' 値の低下に及ぼす影響も大きいことがわかる。これより、 qd' 値の算定は式 (2)、(3) を用いて行う。但し、図 2 の実在配管のように、汚水系統の配管に $90^\circ LL$ と $45^\circ WL$ が混在している場合は、全長に対して含まれる $\angle qe' 90^\circ LL$ と $\angle qe' 45^\circ WL$ の各々の個数を別々にカウントし、それぞれの低下値を加算して求める。

$$qd's = \gamma_s \times qd \quad \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

$$qd'c = qd's - (N_L \times \angle qe') \quad \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

$qd's$: ストレート配管の qd 値の低下値 $[\text{L/s}]$

$qd'c$: qd 値の計算値 $[\text{L/s}]$

$\angle qe'$ ($\angle qe' 90^\circ LL$ または、 $\angle qe' 45^\circ WL$ の値); 曲がり 1 箇所あたりの qd 値の低下値 $[\text{L}/(\text{s} \cdot \text{個})]$

N_L : 各曲がりの箇所数 [個]

(2) 搬送能力実験

図 6 (1) (2) に、表 3 に示す 7 種類の代用汚物を用いて実施したストレート配管と曲がり配管 ($90^\circ LL$ 、 $45^\circ WL$) の搬送能力実験の結果を示す。同図には、搬送能力の評価指標となる代用汚物の最後尾搬送距離の平均値 L_{ave} 、最大値・最小値 $L_{\text{max}} \cdot L_{\text{min}}$ 、曲がり箇所数 N_L の各値を示す。また、比較検討のために既報¹⁰⁾で同種の大便器を用いて実施した 75A のストレート配管、同等間隔曲がり配管の場合 ($90^\circ LL$ 配管) の L_{ave} 値のラインも破線で記入した。以上の結果より、まず、配管の拡張の影響を、同一条件下で、75A の L_{ave} の結果から 100A のその結果を差し引いた値 $\angle L_{\text{ave}}$ と、同様に曲がり数の差 $\angle e$ を指標に検討する。

図 7 (1) (2) に、ストレート配管と等間隔曲がり配管 ($90^\circ LL$ 配管) の結果を示す。ストレート配管では、旧 BL 基準となるタイプ A と、それより厳しい条件となるタイプ A' の $\angle L_{\text{ave}}$ は、 $2.4 \sim 2.7 \text{m}$ 程度となる。参考試験となるタイプ C では、 3.3m の低下となった。これは、拡張させることにより、水深も小さくなり、代用汚物に含まれるスポンジと管壁面との接触する抵抗が増え搬送能力の低下に影響してくるためであると推察する。タイプ B' では、 1m 程度の低下はあったが、現行 BL 基準となるタイプ B、実使用に近いタイプ D、それをダブル仕様としたタイプ D' では、75A の搬送能力はクリアしており、実使用において、ストレート配管では拡張による搬送能力の低下はほとんど見られない。

図 3 配管長・曲がり箇所数と qd, qd' 値の関係 (100A, こう配 1/100)

図 4 配管長・曲がり箇所数と qd 値の低下率 γ (100A, こう配 1/100)

表 8 大便器の qd 値の低下率 γ の算定式で用いる実験定数

実験定数											
a			b			c			d		
γ_s	γ_{LL}	γ_{WL}	γ_s	γ_{LL}	γ_{WL}	γ_s	γ_{LL}	γ_{WL}	γ_s	γ_{LL}	γ_{WL}
0.25	0.08	0.10	0.65	0.80	0.65	40	15	25	2.0	2.0	2.0

図 5 配管長さに伴う曲り 1 箇所当りの $\angle qe'$ 値

(1) ストレート配管

(2) 等間隔曲がり配管

図6 搬送能力 $L_{ave}, L_{max}, L_{min}$ (100A)

*破線は管径 75A の L_{ave} のライン¹⁰⁾であり、全長 16m まで実施した。本報では、全長 18m まで実施した。LL は 90°エルボ配管、WL は 45°エルボ配管を示す。

(1) ストレート配管

(2) 等間隔曲がり配管(90°LL)

図7 100A と 75A の $\angle L_{ave}$ の比較 (90°LL)

*搬送距離は、既報¹⁰⁾より図6のとおり管径 75A では全長 16m まで、管径 100A では全長 18m まで確保できた。本報では、既報との関連より全長 16m の搬送能力を上限とし、それを超えるタイプ B,D,D'については $\angle L_{ave}$ を表示しないものとした。

等間隔曲がり配管(90°LL)では、タイプ A、A'、C では $\angle L_{ave}$ は 1.8~4m、 $\angle e$ で 1~3 程度となる。標準となるタイプ B、B'では 3.6~5m、曲がり箇所数で 2~4 個、タイプ D、D'ではそれらの約 2 倍にあたる 8.1~8.5m、曲がり箇所数で 7 個の低下となる。実使用に近いタイプ D、D'で 8~8.7m、曲がり箇所数で 7 個の低下となる。これより、拡張されることで、特に曲がり配管での搬送能力の低下が、ストレート配管に比べ顕著になることが明確になった。これは、図5より曲がり 1 箇所あたりの $\angle qe$ 値を比較すると明らかなように、75A の場合に比べ、100A では 2~6m 程度の範囲において、最大値は前者が 0.02L/s となるのに対し、後者では 0.17L/s と qd 値の低下量が大きくなることも要因と考えられる。しかし、ストレート配管、等間隔曲がり配管ともに、一旦は停滞するが、次に清水排水を実施することにより、完全に器具排水管内より搬送することができた。

図8 90°LL と 45°WL の $\angle L_{ave}$ 比較(100A)

図8は、管径100Aの等間隔曲がり配管での曲がり形状の違いによる影響を検討した結果である。 $\angle Lave$ と $\angle e$ は $90^\circ LL$ と $45^\circ WL$ でタイプB、B'のように若干の逆転はあるが、タイプA、A'、B、B'、Cでは $\angle Lave$ は $\pm 1m$ 以内におさまり、差はほとんど無く、 $\angle e$ でも大差を生じない。これは図5で比較しても、同一全長、同一曲がり箇所数では $\angle qe$ 値に大差が見られないことから、その理由は考察できる。しかし、タイプD、D'の場合、 $\angle qe$ 値は約3m、曲がり箇所数2程度となり、それ以外の代用汚物より低下が大きい。これは、大便器本体からの排出時の代用汚物の形状が、タイプA、A'、B、B'ではボール状またはロール状であるのに対し、タイプD、D'では平重ねで流下時の抵抗が大きいこと、 $90^\circ LL$ の方が曲がり部の抵抗も大きいことにより、このように大きな差異が生じたものと推察する。

(3) 搬送能力と qd' 値の相関

図3の配管長さ、曲がり箇所数($90^\circ LL$ に限定)に伴う qd, qd' 値の関係(100A)と、図6の搬送能力 $Lave, Lmax, Lmin$ の結果を用い、搬送能力限界となる $Lave, Lmax, Lmin$ に対する qd' 値を図9の要領で読み取った。同図には、管径100Aで曲がりの種類 $90^\circ LL$ の場合に限定し、代表的な代用汚物タイプB, B', D, D'の結果を示した。75A配管においては、供試大便器と同じ機種を使用し、実施した結果を示した。以上の結果より、各管径別に読み取った値を表9中の(1)(2)に整理して示す。また、既報¹¹⁾で求めた75A配管の結果も表9中の(3)として示した。これより、 qd' 値の平均値で搬送限界値を評価すると、75A配管ではタイプBでは $0.18 \sim 0.24 L/s$ 以上、タイプB'では $0.28 \sim 0.32 L/s$ 以上、タイプDでは $0.18 L/s$ 以上、タイプD'では $0.25 L/s$ 以上を確保する必要がある。同様に100A配管ではタイプBでは $0.12 L/s$ 以上、タイプB'では $0.20 L/s$ 以上、タイプDでは $0.20 L/s$ 以上、タイプD'では $0.39 L/s$ 以上が必要とされる。図10に図1の器具排水管を用いて大便器排水を行った際の H_1 で測定した管内水位変動 H の値と、排水流量変動 Q_w の関係式を示す。同図の横軸には管内平均流速 v を加え、100Aと既報¹¹⁾で求めた管径75Aの関係式も併記した。特に図中には、先に(2)で検討した代用汚物の内、標準となるタイプB、D、さらに過酷条件となるB', D'の搬送限界となる qd' 値より求めた停滞範囲を示した。これより、停滞位置に対応した qd' 値は平均値で判断すれば、代用汚物タイプB, B', D, D'においては、75Aに比べ100Aの方が停滞限界となる qd' 値のばらつきは、大きくなることは確認できた。これより100A配管において各代用汚物を用いた場合、タイプDでは管内水位 $H=8mm$ 以上、管内平均流速は、流速 $v=0.32m/s$ 以上、 qd' 値 $=0.20L/s$ 以上を確保する必要がある。さらに、過酷条件となるタイプD'では、管内水位 $H=12.5mm$ 以上、管内平均流速 $v=0.43m/s$ 以上、 qd' 値 $=0.39L/s$ 以上が、一回の洗浄排水によって搬送能力を確保するための諸条件と見なせるので、以降の実在住宅実験では、特に qd' 値は、それらの値以上を確保することを評価指標とした。

3.2 実在住宅実験

(1) 単独排水

1) 器具排水特性値

図10の排水横枝管内水位変動 H と排水流量変動 Q_w の関係式を用い、表5の6住戸の排水系統の排水横枝管の掃除口上の H 点で測定した水位変動から、その点での qd' 値を表2(1)の精査法で求める。大便器以外の衛生器具の qd' 値は、同表(2)の簡易法または精査法に

図9 搬送限界($Lave, Lmax, Lmin$)と qd' 値の関係
(100Aは図3の $90^\circ LL$ の値を一部拡大)

表9 代用汚物種類別、搬送能力(距離)となる qd' 値の平均値・最大値・最小値

代用汚物	(1) 100A [L/s]			(2) 75A ¹⁰⁾ [L/s]			(3) 75A ¹¹⁾ [L/s]		
	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値
A	0.20	0.20	0.16	0.21	0.30	0.18	0.26	0.30	0.22
A'	0.20	0.20	0.18	0.32	0.34	0.28	0.28	0.32	0.22
B	0.12	0.20	0.10	0.18	0.18	0.18	0.24	0.29	0.18
B'	0.20	0.33	0.20	0.28	0.41	0.18	0.32	0.42	0.24
C	0.20	0.20	0.20	0.30	0.30	0.30	0.32	0.38	0.27
D	0.20	0.28	0.12	0.18	0.18	0.18			
D'	0.39	0.64	0.39	0.25	0.18	0.30			

* — は未実施。75A、100A配管について、 $90^\circ LL$ のみの値を示した。
●印について、図9の平均値、最大値、最小値を読みとり表9に示す。平均値、最大値、最小値が同じ値となるのは、3つの値にばらつきがないか、搬送距離のばらつきに対し、 qd' 値の変化が小さく読み取れない場合である。

図10 Q_w, qd', H の関係

図11 補正例(住戸Ⅲ・浴槽排水)

より求める。大便器は、簡易法での測定ができないので精査法または前述した計算法により求めた値を用いる。さらに、下流の排水立て管への流入点での qd' 値は、大便器以外の衛生器具では簡易法による値と精査法による値との間に大差が見られなければ、前者を排水立て管位置での qd' 値とみなした。大便器の排水立て管への流入点の qd' 値は、 H 点以降の配管条件も加味し計算法で求めた。

図 11 に、一例として住戸Ⅲの浴槽排水の qd' 値について精査法により求めるための説明図を示す。同図右の縦軸に示す実測排水量 W_1 と精査法による補正排水量 W_2 では、誤差を生じた。よって、同図に示した W_2 と W_1 の比 (W_2/W_1) を用いて精査法による実測排水流量と実測排水量の各曲線を補正し、 qd' 値を算出する。その詳細は、既報⁶⁾に述べた。図 12 に各住戸の衛生器具ごとに各算法で求めた qd' 値を示す。同図(1)には大便器、同図(2)にはそれ以外の衛生器具の結果を示す。大便器については、 H 点での qd' 値を精査法と計算法で求めた結果、0.3~0.45L/s 程度となり、住戸Ⅲ以外は両者の差異は 0.1L/s 以内におさまった。住戸Ⅲで差異が 0.1L/s を超えた理由は、管路途中の H 点付近で配管間を接続する継手に配管の落差を吸収する施工箇所が一箇所あり、流れが乱れ精査法の適用に無理があったためと推察する^{注2)}。また、排水立て管部では、計算法による結果より、0.2~0.4L/s 程度まで低下することが推察できた。

大便器以外の衛生器具については、 H 点位置での精査法による値は、浴槽では 0.48~0.51L/s (平均値 0.5L/s)、洗面器では 0.4~0.95L/s(平均値 0.64L/s)、手洗い器では 0.1~0.29L/s(平均値 0.2L/s) となった。また、大便器以外の衛生器具で簡易法の適応ができたのは、浴槽のみであり、その結果は 0.51L/s となり、精査法で求めた qd' 値に差異がほとんど見られないので、その値を排水立て管流入部の値と見なした。以上の結果より、SHASE-S 206 の定常流量法で排水負荷の計算に用いる場合の代表器具の qd' の選定において、器具排水量約 18L の洗面器の結果は、現行 SHASE-S 206 の標準値に比べ、その 3 倍と大きく、過剰な排水負荷となるので、それを除けば、最大値は浴槽の 0.51L/s と見なせる。

2) 先端流速

図 13 に、各衛生器具別の排水の先端管内流速を精査法と簡易法により求めた結果を示す。それより、両方法での算定結果に大差なく、測定した住戸では、大便器は 0.5~0.7m/s、浴槽は 0.6~0.8m/s、洗面器は 0.6~0.9m/s、手洗いは 0.5~0.7m/s となった。SHASE-S 206 では、推奨流速値を 0.6~1.5m/s と規定している。その下限値となる 0.6m/s を若干、下回る値もあるが、緩こう配 1/100 となる本配管でも、概ね基準値に近い値は確保できるものと見なせる。

3) 搬送能力

搬送能力実験は、実使用に近いタイプ D、D' の代用汚物を用いて実施した。搬送の可否は、排水立て管まで一回の排水で完全排出されることを判定条件とした。搬送状況は、既報⁷⁾で詳述した簡易法(表 2(3))により排水立て管の掃除口部分に鏡を設置し、目視により確認した。代用汚物タイプ D、D' の搬送性能上の限界となる qd' 値は、表 9 の結果(平均値)を参考に管径 100A、90°LL の場合を指標にすれば、タイプ D で 0.2L/s 以上、タイプ D' で 0.39L/s 以上の値を確保する必要があることが確認できている。

表 10 に搬送能力実験の結果を示す。これより、実使用でも代用汚物タイプ D では 6 住戸の配管ともに全て排出できる。これは図 12(1)

図 12 住戸別各種衛生器具の qd' 値の推定値
*表 9、100A、90°LL の平均値

図 13 住戸別各種衛生器具の先端管内流速

表 10 住戸別搬送能力実験結果

代用汚物種別	回数	住戸Ⅰ 搬送可否	住戸Ⅱ 搬送可否	住戸Ⅲ 搬送可否
D	1回目	○	○	○
	2回目	○	○	○
	3回目	○	○	○
D'	1回目	○	×	×
	2回目	○	×	○
	3回目	—	—	×
代用汚物種別	回数	住戸Ⅳ 搬送可否	住戸Ⅴ 搬送可否	住戸Ⅵ 搬送可否
D	1回目	○	○	○
	2回目	○	○	○
	3回目	○	○	○
D'	1回目	×	○	×
	2回目	×	○	×
	3回目	—	—	—

*○:搬送可、×:搬送不可、—:未実施

に搬送限界となる qd' 値の平均値で 0.20L/s のラインを示したとおり、排水立て管部(●印)でほぼ 0.20L/s 付近、または、それを超える値を確保できていることから、結果は、概ね妥当であることが分かる。それに対し、タイプ D' の限界の qd' 値は 0.39L/s 以上が必要とな

図 14 合流排水時の管内圧力変動

図 15 適用高さと排水負荷・排水能力

るので、住戸Ⅴ以外の対象住戸は、その値付近に達していない。よって、住戸Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅵでは、全試行回数の全てで停滞するか、停滞する頻度が多くなる結果となったものと推察される。住戸Ⅰに関して、搬送できた理由は、配管の直線部分が比較的長く、曲がりによる抵抗も少なかったためと推察される。住戸Ⅰを除けば、タイプD'の汚物が停滞する頻度も高くなることから、実験室実験と実現場実験という実験精度の差異を考慮しても、搬送限界となる qd' 値の提案値は、概ね妥当であったと見なせる。また、停滞した住戸Ⅱ,Ⅲ,Ⅳ,Ⅵでも、その直後に行う1回の清水排水を行うことで全て排水立て管まで搬送できることは確認しておいた。

(2) 合流排水

1) 管内圧力変動

表6の合流排水の負荷パターンでの排水を行う前に、管内圧力変動の最大値 P_{max} 、最小値 P_{min} を指標に、最も厳しい条件となる複数衛生器具間での排水時間のタイムラグを決定した。まず、排水量と排水時間の大きい浴槽を排水し、その排水が排水立て管に流入することを確認した後、他衛生器具を順次、合流排水させた。その結果、 P_{max} または P_{min} が最も大きくなるようにタイムラグを設定し、合流排水実験を行った。排水器具以外の衛生器具トラップ部で測定した P_{max} と P_{min} を図14に示す。住戸Ⅱにおいて、 P_{min} が -176 [Pa] と、高い負圧を生じる傾向が見られたが、他の住戸では、 ± 70 [Pa] 以内であり、判定基準値となる ± 400 [Pa] の1/2以内に十分おさまっていることから、管内圧力変動で判断すると、誘導サイホン作用によるトラップ破封の危険性は小さく、安全であると判断できる。

2) トラップ封水と逆流影響

表6の組み合わせでの合流排水を実施し、各住戸の浴室防水パン用トラップおよび洗濯排水パン用床排水トラップの封水損失を測定した。しかし、目視メジャーにより測定した封水損失は、数mm程度となりわずかであった。よって、管内圧力変動の結果も含めても誘導サイホン作用によるトラップ破封の危険性は、ほとんどないことが分かった。また、浴室防水パン用床排水トラップの封水をすべて抜き取り、表6の合流排水を行った場合の同トラップへの逆流水の侵入の有無も、目視により確認した。その結果、全ての住戸でトラップへの逆流水の侵入は観察されなかった。排水ヘッダの合流部から同トラップまでの配管の水平距離 L_d が、6住戸では1.9~4.2m程度、床スラブと仕上げ面間の高さが250mm程度確保した配管設計がなされていれば、トラップへの逆流水の侵入の危険性は無いことが確認できた。

3.3 排水立て管システムの排水負荷の低減と排水能力の検討

前述の6つの住戸を想定し、それらの排水横枝管が特殊継手排水立て管システムに設置された場合の適用高さと排水能力との関係を検討した結果を図15に示す。同図には、既報⁵⁾でも述べたとおり、SHASE-S 218に基づき高層排水実験タワーで実施し、把握した同システムの排水能力に、排水立て管高さに応じた低減率を乗じて求めた排水能力曲線^{注3)}と排水負荷曲線を併記した。排水負荷曲線は、配管長をも考慮に入れ、代表器具を浴槽(qd' 値=0.51L/s)と見なし、定常流量法で求めた排水負荷曲線①、配管長を考慮しない現行の定常流量法で求めた排水負荷曲線②(代表器具:大便器(qd' 値=1.34L/s))を記入した。

また、図2に示すとおり大便器の専有部からの排水が最も厳しい負荷条件となるように、大便器が専有部と共用部の境界線(SIライン)に設置された場合、すなわち共用廊下部分での配管長さ分のみを考慮した場合の排水負荷曲線③も記載した。③の場合は、6住戸の代表器具となる大便器の qd' 値の最大値が0.64L/s、最小値が0.25L/s、平均値を0.40L/sとして計算した。これより、②に比べ、①では45階程度での排水立て管への排水負荷は、約30%程度緩和できることがわかる。また、当該物件の実高さは約140m相当(階数45階)と見なせば、検討対象とした排水立て管径100Aの特殊継手排水システムでは、前記①、②、③の全ての条件下の排水負荷に対応することは不可能である。それに対し、配管長さを考慮した①、③の条件の排水負荷であれば、専有部内での器具配置の変更が生じて排水立て管径125Aの特殊継手排水システムを採用すれば、計算上は適用が可能であると推察される。よって、排水負荷計算の結果より、排水立て管径125Aの特殊継手排水立て管システムを採用した。

4. まとめ

本報では、集合住宅の専有部でのフリープラン化を可能にするSI住宅対応の排水枝管システムの内、専有部合流排水配管方式の適用の可能性について、実験室実験と実在超高層集合住宅(地上45階建高さ約140m)実験をとおして検討した結果、以下の知見を得た。

- (1) 実験室実験をとおし、排水横枝管の主管径100Aの配管での大便器(節水型)の搬送能力と搬送限界となる器具平均排水流量の低下値との関係を把握できた。また、管径、配管長、曲がり箇所数に応じた器具平均排水流量の低下値も把握でき、計算法により修正器具平均排水流量の算定を可能とするための基礎データの収集ができた。
- (2) 実在超高層集合住宅実験では、既提案の精査法と、簡易法に準拠した性能検証を行い両者の有効性を示し、以下の点を明らかにした。
 - 1) 器具排水特性値に関しては、評価指標となる器具平均排水流量の低下値を精査法、簡易法、(1)の計算法をそれぞれ用いて、実用上有効なレベルで推定できた。
 - 2) 先端流速に関しては、概ねSHASE-S 206の推奨値の下限となる0.6m/sに近い値を確保できた。
 - 3) 搬送能力試験に関しては、(1)の結果より把握した搬送限界となる器具平均排水流量の低下値を評価指標に、実住戸での実験結果を評価した結果、搬送の可否が概ね判断でき搬送限界条件は実用レベルでも有効であることが確認できた。
 - 4) 誘導サイホン作用によるトラップ封水への影響に関しては、住戸内に設置した3種類の衛生器具を用いた合流排水に対して、管内圧力変動が±200Pa以内にはおさまリ、トラップの封水損失値もわずかであった。また、低位置に設置された床排水トラップへの排水の逆流は、床ふところ寸法が十分確保できるため、生ずることはなかった。
 - 5) 排水立て管への排水負荷を、現行のSHASE-S 206に定める定常流量法に代表器具を排水横枝管による器具平均排水流量の低下を考慮して決定する方法を適用することで、現行の計算結果に比べて30%程度、緩和できることが確認できた。また、代表的な特殊継手排水システムの排水能力と整合させることで、適用高さも求めることができ、設計採用にあたっての根拠データが蓄積できた。今後の課題として、搬送性能に関しては繰り返し洗浄排水に対して、代用汚物等の停滞がないかを確認すること、超節水型大便器の適用の可能性も捉えることが指摘される。また、さらに専有部のプランの自由度を高めるために、強制排水システムとの連動についても検討を行う予定である。

参考文献

1) 平成20年度新都市ハウジング調査研究会・超高層住宅事例調査(中間報告),(財)新都市ハウジング協会, 2008. 7
2) 国土交通省, http://www.mlit.go.jp/yosan/yosan08/zeisei08g/zeisei08_.html, (参照2008-12-1)
3) 小寺定典;SI住宅における横枝管排水性能に関する研究(その1 住戸内排水配管の設計について), 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp. 1113~1116, 2000. 9
4) 大塚雅之, 阿部慎一朗他; SI住宅排水横枝管システムの性能評価と設計手法に関する研究(第1報-モデル配管システムでの排水性能の実験的検討), 空気調和・衛生工学会論文集, NO. 82, pp. 111~120, 2001. 7
5) 大塚雅之, 阿部慎一朗他; SI住宅排水横枝管システムの性能評価と設計手法

に関する研究(第2報-配管長さ変化に伴う q_c 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, pp. 29~38, 2003. 7
6) 大塚雅之, 阿部慎一朗他; SI住宅排水横枝管システムの性能評価と設計手法に関する研究(第3報-実在住宅での排水性能評価と排水負荷の検討-), 空気調和・衛生工学会論文集, NO. 92, pp. 73~81, 2004. 1
7) 大塚雅之, 繁田和弘他; SI住宅排水横枝管システムの性能評価と設計手法に関する研究(第6報-排水性能評価法の整理・提案と現場性能評価の実施), 空気調和・衛生工学会論文集, NO. 116, pp. 31~41, 2006. 11
8) 等々力雅充他; SI住宅における排水ヘッダー方式の性能評価に関する研究(排水ヘッダー合流特性の検証), 日本建築学会関東支部研究報告書, pp. 611~614, 2002. 3
9) 繁田和弘, 大塚雅之他; SI住宅における排水ヘッダ方式の性能評価に関する研究(合流排水における逆流評価の検討), 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp. 577~578, 2004. 8
10) 大塚雅之, 石井隆敏; 洗浄弁内臓節水型大便器の排出性能・器具排水特性・搬送性能に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, NO. 630, pp. 1005~1012, 2008. 8
11) 大塚雅之, 繁田和弘他; SI住宅排水横枝管システムの性能評価と設計手法に関する研究(第5報-汚水系統での器具平均排水流量の低下値の算定手法と搬送能力の検討), 空気調和・衛生工学会論文集, NO. 111, pp. 53~63, 2006. 7

注

注1)
SHASE-S 206定常流量法による排水ヘッダ以降の排水横枝管の管径決定の根拠を以下に示す。付表1を用いて管定常流量 $\bar{Q}$ を $\bar{Q} = W/T_0$ より算定し、代表器具を大便器の $q_d=1.5$ [L/s]とし、SHASE-S 206排水管選定線図(排水横枝管)より管径を決定すると100Aと見なせる。よって、排水ヘッダ以降の配管径は100Aとする。

付表1 衛生器具データ

器具名	器具排水量 W^* [L]	器具平均排水 流量 q_d^* [L/s]	器具平均排水 間隔 T_0^* [s]	器具定常流量 $\bar{q}$ [L/s]
大便器	9	1.5	700	0.013
浴槽	180	1.0	3600	0.050
洗面器	6	0.75	700	0.009
洗濯機	120	0.75	3600	0.033
合計	—	—	—	0.105

*1:値については、SHASE-S 206-2000 技術要項・同解説 pp.235 要-表 3.5 の値を用いた。*2:同要項 pp.238 要-表 3.2 の値を参考にした。

注2)

接続する配管間の落差を吸収する施工箇所の様子を付写真1に示す。この位置の下流付近に水位測定点があるので排水の流れが不安定となり、ばらつきが大きくなったものと推察される。

付写真1 配管間の落差を吸収する配管施工

注3)

SHASE-S 218により当該特殊継手排水システム(旋回型)の排水能力を確認した結果、地上10階(高さ30m)規模では、排水立て管径100Aで10.3L/s、125Aで16.0L/sであった。その値に、既報²⁾で示した排水立て管高さに応じた排水能力の低減率 α の算定式である付式(1)を乗じて、図13中の排水能力曲線を求めた。

$$\alpha = 0.785 + 0.8^{(x-3.084)} \quad \dots \text{付式(1)}$$

α :排水能力の低減率
 x :階数(1 階分 3m)

(2009年3月19日原稿受理, 2009年8月5日採用決定)