

実在超高層集合住宅におけるディスポーザ排水配管システムの性能検証手法に関する研究

Performance Evaluation Method of Drainage Piping System with Food Disposers in a Real High-rise Apartment House

新村 浩一*

Kouichi Shinmura

大塚 雅之**

Masayuki Otsuka

Synopsis

In this study, based on previous experiments in a 100m height experimental tower, we experimented on performance evaluation of drainage piping system with food disposers in a real 100m height apartment house. As results before inhabitation, six units simultaneous drainage experiments of garbage wastewater, bowl flashing water and tap running water from upper floors, made clear that the garbage wastewater brought about the largest pressure in branch. Compared to the clear water drainage of 1.2L/s, the garbage wastewater's back pressure was 2.7 times as much, and its negative pressure was 1.5 times as much. But pressure of the garbage wastewater was from -175Pa to +155Pa, it was satisfied performance criterion of SHASE-S-218, the initial performance was safe. Compared to the result in the 100m height experimental tower equipped with same special drainage fittings, the results in this real building disagreed on scores of Pascals. After 19 months inhabitation, we researched the pressure caused by real use at rush hour during four weeks. That pressure of 99% probability was within -103Pa to +147Pa, it was satisfied performance criterion, so that the running performance was safe.

keywords ; drainage piping system with food disposers, high-rise apartment houses, performance evaluation

ディスポーザ排水配管システム, 超高層集合住宅, 性能検証

1. はじめに

現在、わが国では都心部を中心に幾つかの再開発プロジェクトが進行しているが、その一環として土地の

高度利用を図った超高層集合住宅が建設されている。本研究は、超高層集合住宅の厨芥処理設備として有効なディスポーザシステムについて、その排水配管の性能検証を目的としたものである。今までに筆者らは、超高層実験タワーを用いて性能検証を行っており、排水立て管継手種類やディスポーザ機種等のシステム構成要素が配管性能に及ぼす影響を調べるとともに、性能試験や設計に資する知見を得た¹⁻²⁾。さらに、この知見を踏まえてシステムが設計され、施工されている。

* 所員，三機工業(株)技術開発本部
R&D Division, SANKI Engineering Co., Ltd.

** 所員，建築設備工学科
Department of Architectural Environmental Engineering, Kanto Gakuin University

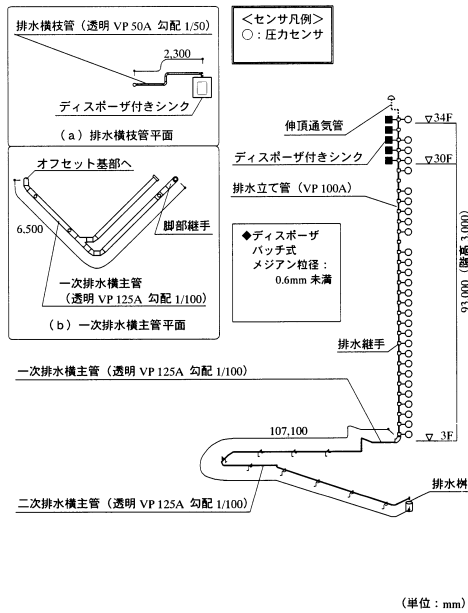


図2 供試排水システム(実験タワー)

- (1) 居住前実験：居住前の実験条件を、表1に示す。最大同時排水個数は、同表の方法で算出した6個とした。排水の方法は、同表に示すA)~D)の4種類とした。A) 厨芥排水は、ディスポーザ1個あたりに250gの厨芥を投入し、破碎開始と同時に給水して行った。清水のみの排水については、水容器の溜め水を一齐に流すB) 溜め排水と、定流量0.2L/sで120秒間流すC) 流し排水を行った。これらA)~C)の3種類の排水を、上層階から1~6個で同時に負荷した。また、D) 混合排水として、厨芥排水と清水排水の2種類が同時発生した場合の実験も行った。厨芥排水は34~36階から3個を負荷し、同時に31~33階から溜め排水3個または流し排水3個を負荷した。
- (2) 居住後実験：居住後の実験条件を、表2に示す。居住開始から19ヶ月経過した後に、28日間の実測を行

表1 居住前実験条件

同時排水個数	1~6個 最大同時排水個数 M の算定方法 ²⁾ ： $M = Q_c / q_a = 4.2 / 0.75 = 5.6 \rightarrow 6$ 但し、 Q_c ：定常流量法における負荷流量 ³⁾ [L/s] q_a ：台所流しの器具平均排水流量 ³⁾ [L/s]
排水種類	A) 厨芥排水 ²⁾ ：標準厨芥 ⁴⁾ 250 g/個、 給水 0.13 L/s/個 × 38 s B) 溜め排水 ³⁾ ：容器溜め水 6 L/個 (ディスポーザ蓋設置) C) 流し排水 ³⁾ ：給水 0.20 L/s/個 × 120 s D) 混合排水：厨芥排水3個と溜め排水3個 厨芥排水3個と流し排水3個
排水負荷階	上層階：36~31階

表2 居住後実験条件

時期	28日間(2003. 6.15(日)~7.12(土)、居住後19ヶ月目)
居住状況	居住戸数：25戸(全35戸に対して居住率71%) 平均人員：1.64人/戸 使用水量：206L/(d・人)

った。測定期間中の居住状況は、全35戸に対して居住戸数25戸である。また、各住戸の量水器から1人1日あたりの使用水量を算定すると206L/(d・人)であり、この値は参考文献⁵⁾の範囲内であることから、居住者の水使用状況には一般性があり実験データは有効であるものと推察した。

2.3 測定方法

測定評価項目は、(1)管内圧力と(2)管内水位および(3)搬送状況の3項目とした。

(1) 管内圧力：排水立て管の32階、27階、19階、7階に圧力センサを設置し、管内圧力を測定した。各階の圧力変動から、各階の最大正圧と最大負圧を読みとった。空調調和・衛生工学会規格SHASE-S 218⁷⁾に準拠し、その値からシステム最大値とシステム最小値を読みとり、性能判定基準値 ± 400Pa以内におさまることを検証した。

(2) 管内水位：排水立て管基部から5mの排水横主管上部(図1(d))に、超音波式変位センサを設置し、管内水位を測定した。この水位変動から既往文献⁸⁾に準じて排水回数を読みとり、一日の中で最も排水回数の多い時間帯であるラッシュアワーを推定した。

(3) 搬送状況：管内水位測定点に透明管を設置し、この部分における排水の搬送状況をビデオカメラにより撮影した。この映像を観察し、厨芥排水と清水排水を判別した。

測定システムを図3に示す。管内圧力と管内水位は、AD変換器により10Hzで採取した。搬送状況は、タイムラプスビデオデッキにより約2Hzで録画した。

3. 結果および考察

3.1 居住前実験

居住前に上層階から最大同時排水個数となる6個の

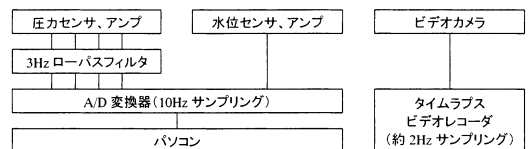


図3 測定システム

排水を行った場合の圧力変動として、厨芥排水と溜め排水の例を図4に示す。同図の27階で比較すると、排水開始から約20秒後に圧力が増加するが、その増加度合いは厨芥排水で急峻であり、溜め排水で緩慢であることがわかる。

このような圧力変動から各階の最大値と最小値を読みとり、圧力分布として示したものが図5である。同図より、溜め排水と流し排水の分布はほぼ同じであり、厨芥排水が正圧負圧ともに最も大きいことがわかる。

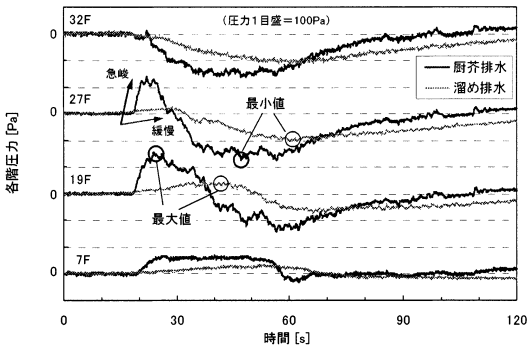


図4 圧力変動(上層階6個排水)

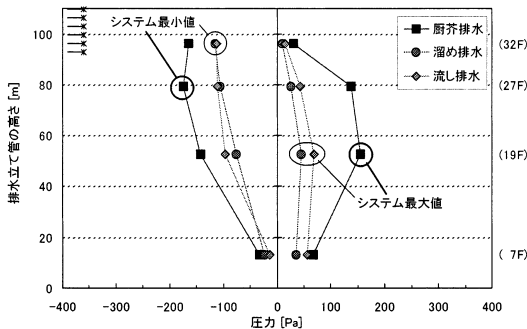


図5 圧力分布(上層階6個排水)

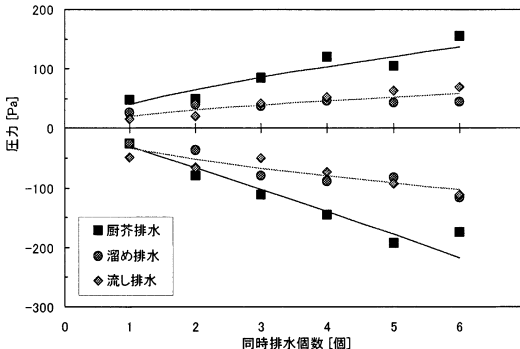


図6 同時排水個数とシステム圧力値の関係(上層階排水)

溜め排水の圧力が小さいのは、ディスプレイをシンクに設置することで排水抵抗が増加し、排水流量が低下したため³⁾と推察される。この排水流量は、溜め排水と流し排水がほぼ同じ圧力であることから、溜め排水1個あたり0.2L/s程度^{注1)}と推察される。

このような圧力分布からシステム最大値とシステム最小値を読みとり、同時排水個数との関係を整理したものを図6に示す。同図より、同時排水個数が増加すると、正圧負圧ともに増加することがわかる。前述の圧力分布の場合と同様に、溜め排水と流し排水の排水個数による圧力増加もほぼ同じである。このことから、実用上は両者を清水排水として一緒に評価できる。さらに、清水排水よりも厨芥排水の方が大きいことが確認できる。

最大同時排水個数となる6個の排水を行った場合の、排水種類とシステム圧力値の関係を図7に示す。同図より、厨芥排水3個と清水排水3個を組合せた混合排水のシステム圧力値は、厨芥排水と清水排水のほぼ中間にあることがわかる。清水排水1.2L/s(清水0.2L/(s・個)の6個分)を基準とした場合、厨芥1500gと清水0.8L/s(厨芥250gと清水0.13L/(s・個)の6個分)の厨芥排水では、正圧で2.7倍、負圧で1.5倍の増加が生じる。そして、最大となる厨芥排水においても、圧力は -175 ~ +155Paと性能判定基準値 ±400Pa以内におさまり、居住前の初期性能は充分であることが検証できた。

図8は、実験タワーを用いた参考文献¹⁾の結果と比較するために、圧力分布を示したものである。まず、測定点の多い同文献において、システム圧力値を含む中間階では、正圧負圧ともに一律な分布(標準偏差約10Pa)を示すことがわかる。このことから、制約の多い実在超高層集合住宅の性能検証では、今回のよう

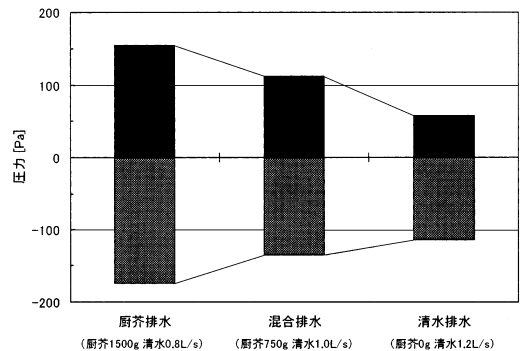


図7 排水種類とシステム値の関係(上層階6個排水)

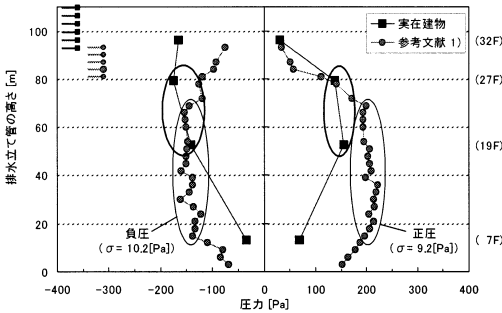


図8 参考文献との圧力分布比較（上層階6個排水）

に中間階に圧力センサを一点設置すれば、ほぼシステム圧力値が測定できると考えられる注2)。

本報の正圧は、同文献と比較すると約60Pa小さいことがわかる。これは、図1～2の排水システムで比較するように、同文献は排水横主管が107.1mと長いのに対し、本報では排水横主管が66.5mと短いこと、さらに他系統の合流箇所を有することから、本報の方が正圧抵抗は小さいためと推察される。負圧については、本報の方が約10Pa大きい、これは前回と同程度とみなすことができる。以上より、同一排水用特殊継手で同じ高さ規模の場合、実在建物（図1）と実験タワー（図2）の差異は最大60Pa程度であったため、実験タワーの結果も実用上活用できることがわかった。

3.2 居住後実験

ラッシュアワーにおける圧力変動および水位変動の例を、図9に示す。同図より、水位が増加する少し前に、圧力の変化がみられることがわかる。同図に示した排水種類については、写真3に示すような搬送状況から排水の色や厨芥の有無を観察し、厨芥排水と清水

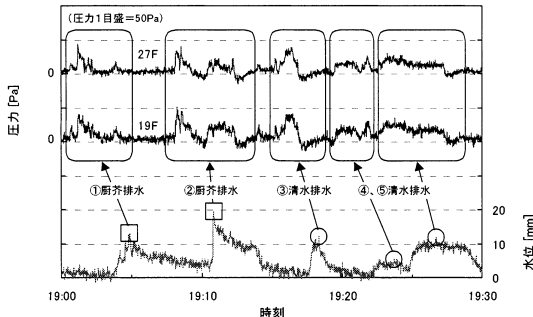


図9 管内水位変動と管内圧力変動の実測例（2003年7月9日(水)）

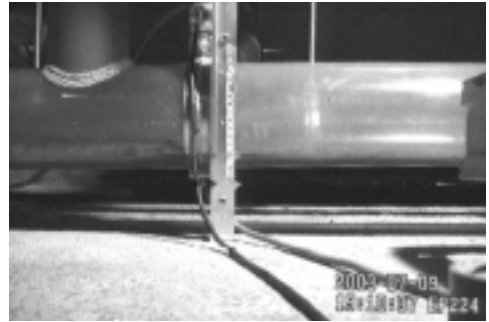
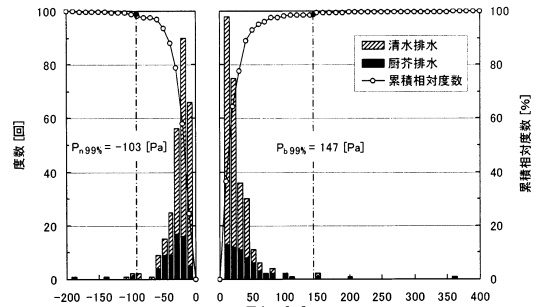


写真3 搬送状況の実測例



(a) システム最小値 (b) システム最大値

図10 ラッシュアワーのシステム圧力値度数分布

排水の判別を行った。

圧力変動からシステム圧力値を読みとり、度数分布に示したのが図10である。同図より、ほとんどが±50Pa以内であり、大きな圧力は生じていないことがわかる。これは、大きな排水負荷が生じていないため、大きな性能劣化が生じていないためと推察される。上側1%を棄却した圧力は、正圧が+147Pa、負圧が-103Paである。これより、居住開始19ヶ月後においても圧力が性能判定基準値以内におさまっており、中期性能も充分であることが検証できた。

4. まとめ

高さ100m規模の実在超高層集合住宅におけるディスプレイ排水配管システムについて、居住前の初期性能検証や居住後の中期性能検証のための実験を行った結果、以下の知見を得た。

- ① 居住前に厨芥排水と清水の溜め排水および流し排水を上層階から計算上最大となる6個の同時排水を行った結果、厨芥排水（合計厨芥量1500gと合計清水流量0.8L/s）が最も大きな管内圧力となり、清水排水（合計流量1.2L/s）に対して正圧で2.7倍、

負圧で1.5倍の増加がみられた。初期性能検証には、厨芥排水と溜め排水の両方について試験を行うことが重要である。

- ② この厨芥排水時の管内圧力は - 175Pa から + 155Pa の範囲となり、性能判定の基準値である ± 400 Pa 以内におさまり、初期性能上は安全であることが実験検証により確認できた。初期性能検証には、システム最大値とシステム最小値がSHASE-Sの性能判定基準値以内におさまることを確認することが重要である。
- ③ 同一排水用特殊継手で同じ高さ規模となる実験タワーでの管内圧力と比較した結果、実在建物との差異は60Pa程度であった。これより、実在建物での性能を把握する場合には、実験タワーの結果も実用上活用できることがわかった。
- ④ 居住19ヶ月後（居住25戸，入居率71%）のラッシュアワーにおける管内圧力の発生度数を解析した結果、非超過確率99%の値は - 103Pa から + 147Pa の範囲であり、性能判定基準値以内におさまり、居住後でも安全性が維持されていることが実測検証により確認できた。中期性能検証には、初期性能検証と同様に管内圧力を確認することが重要であるが、排水負荷の発生時間等が把握できる管内水位も測定することが有効である。

これまでの研究により、居住前から居住後までのディスプレイ排水配管性能を検証するための知見が得られたと考えている。今後は、居住後の排水負荷を推定するためにデータ解析を進め、実際の排水負荷と配管性能の関係を整理し、定量的に性能劣化度合いを提示する予定である。

謝辞

施設を利用して戴いた森ビル株式会社の方々に記して感謝の意を表します。

注釈

注1) 本報ではディスプレイ蓋を設置した条件で溜め排水を行っており、推定した0.2L/sは既往文献⁹⁾の器具平均排水流量約0.2~0.6L/sの範囲にある。また、既往文献⁹⁾に示されるように、溜め排水の方が大きな負圧を発生させる場合もあるため、ディスプレイ機種や設置条件に注意する必要がある。

注2) 本報のように排水用特殊継手を用いた場合は中

間階で一様分布となるが、従来型ST継手等を用いた場合には非一様分布となるため注意が必要である。また圧力センサ設置階については、厨芥排水時の正圧増加現象^{2,9,10)}がみられる最下階近傍や、定常排水時の負圧増加¹¹⁾がみられる負荷階直下近傍についても考慮することが重要である。

参考文献

- 1) 建設省建築研究所，他：ディスプレイによる生ごみリサイクルシステムの開発（システムの有効性に関する実証的研究）平成9年度～平成11年度報告書，pp.159-295，2001.3
- 2) 新村浩一，大塚雅之，他：超高層集合住宅用ディスプレイ排水配管システムの性能検証手法に関する研究，日本建築学会計画系論文集，No.559，pp.57-62，2002.9
- 3) (社) 空気調和・衛生工学会：SHASE-S 206（給排水設備規準・同解説），pp.226-236，2000
- 4) 生ごみリサイクルシステム研究会：ディスプレイによる生ごみリサイクルシステムの開発，(財) 日本建築センター，p.61，1999
- 5) 大塚雅之，竹本崇輝，他：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階建て高層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，pp.63-70，2000.10
- 6) (社) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学便覧（4 給排水衛生設備設計篇），p.111，2001
- 7) (社) 空気調和・衛生工学会：SHASE-S 218（集合住宅排水立て管システムの排水能力試験法），p.4，2000
- 8) 二宮裕美子，長野晃弘，他：ディスプレイ付き台所用調理流しの器具平均排水流量に関する検討，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集（福岡），I巻，p.356，2002.9
- 9) 南祐介，大塚雅之：ディスプレイ排水システムの性能評価に関する基礎的研究（その1，排水立て管内での破砕厨芥の流れ性状の検討），関東学院大学建築設備工学研究所報，No.26，pp.9-17，2003.3
- 10) 水谷泰三，齋藤正信，他：超高層住宅におけるディスプレイ排水立て管の排水性能予測評価に関する実験研究，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，I巻，pp.361-364，2002.9

- 11) 符立偉, 鎌田元康, 他: 集合住宅における排水立て管の排水能力予測手法に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第570号, pp.53-60, 2003. 8
- 12) 南陽聖継, 大塚雅之: 排水横主管における合流性能評価予測手法の提案, 建築学会大会学術講演梗概集(東海), D-1 巻, pp.483-484, 2003. 9

(2003年8月31日受理)