

樹脂製排水用特殊継手の排水性能と遮音性能に関する研究

Study on flow capacity and sound insulation performance of the drainage system
with special drainage fittings made by poly vinyl chloride

○岩槻剛史（小島製作所）

正会員 加古洋三（小島製作所）

大浦 凌（小島製作所）

正会員 小島誠造（小島製作所）

1. はじめに

現在、わが国の集合住宅では、中低層から超高層住宅に至るまで特殊継手排水システム（通称：単管式排水システム）が採用されている。そこに使用されている排水用特殊継手は、そのほとんどが鋳鉄製であり、市販されている各種排水立て管、すなわち、排水用鋳鉄管、塩ビライニング鋼管、配管用炭素鋼管、耐火二層管、ポリ塩化ビニル管（VP）などと組み合わせて排水システムが構築されている。従来、汚水系統の排水立て管には排水用鋳鉄管が、雑排水系統には配管用炭素鋼管が一般的に使用されていたが、経年による錆や硫化水素による腐食が顕在化するにつれ、金属管に代わって樹脂管が主流となってきた。排水立て管が樹脂管へ移行していくのに合わせて、排水用特殊継手も樹脂製が求められるようになった。本研究では排水用特殊継手を樹脂製にすることによって課題となる遮音性能を、境界壁の仕様：5種類と排水立て管の遮音対策：4種類の計20種類について排水音の測定を行ったので、その結果を報告する。

2. 実験概要

名古屋市内にある9階建ての実物大排水実験タワー（図-1）の3階と4階の間に外部の音を遮断できる排水音測定室（図-2）を製作し、「SHASE-S218-2014 集合住宅の排水立て管システムの排水能力試験法」に準じて最上階から定流量排水を負荷し、境界壁（石こうボード）を隔てた居室側で、排水管立て管からの放射音を測定する。

2-1. 供試継手の概要

排水用特殊継手は硬質塩ビ製（PVC-U製）

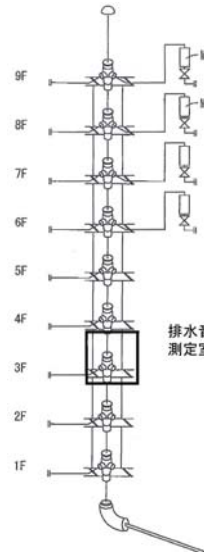


図-1

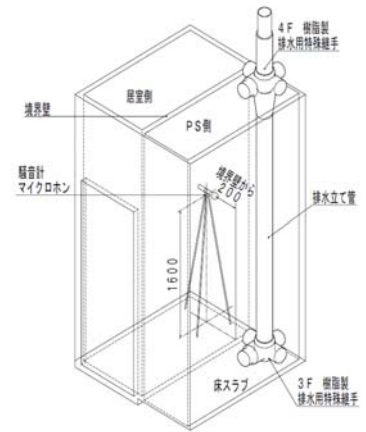


図-2

で一部排水が直撃する減速・旋回ガイド部には衝撃に強いハイインパクト材（HI-PVC-U）を使用している。さらに耐火・防音被覆を施し、火災発生時には熱膨張材により継手そのものを閉塞して上階への煙・炎・熱の侵入を防ぐ構造としており、国土交通大臣認定および消防評定を取得している。国土交通大臣認定番号：PS060-FL0821、消防評定番号：KK28-001号。



写真左は樹脂継手原管、写真右は耐火遮音被覆した状態。

写真-1 樹脂製継手 V44

2-2. 排水立て管の仕様と境界壁の仕様

鋳鉄製の排水用特殊継手に比べ、重量は1/3となり軽量で施工性に優れる反面、排水管からの放射音に関しては要求水準に適合した対策が必要となる。実験には本継手に接続する排水立て管4種（表-1）とパイプシャフト（PS）

と居室側の境界壁の仕様5種類(表-2)の組み合わせ計20種類について排水音の測定を行い、評価する。

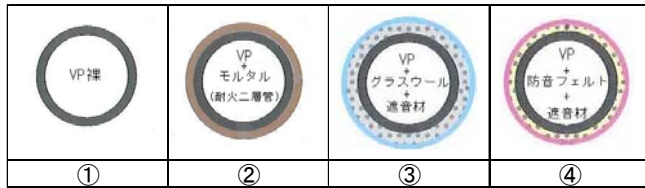


表-1 供試した排水立て管 4種類

①VP裸、②耐火二層管、③VP+グラスウール(24K、厚さ:50mm)+遮音材(厚さ:1.1mm、面密度:3.8kg/m²)、④VP+防音フェルト(厚さ:5.0mm、面密度:0.365 kg/m²)+遮音材(ブチル系ゴムシート厚さ:1.5mm)

単位:mm

| A | B | C | D | E |
|------|-----------|----------|---------|-----|
| 12.5 | 12.5+12.5 | 9.5+12.5 | 9.5+9.5 | 9.5 |

表-2 境界壁の石こうボードの仕様 5種類

*仕様Cは、PS側に12.5mm、居室側に9.5mmの貼り合わせ

2-3. 排水音測定方法

図-2に示す排水音測定室の居室側に騒音計を設置し、継手を通過するたびに減速・旋回される排水が排水立て管を流下する際の放射音を測定する。測定条件は表-3の通り。

| 測定場所 | 居室側 | 立て管仕様 | 4種類(表-1) |
|----------|---------------------------------------|-------|-------------------|
| マイクロホン高さ | 床から1,650mm | 境界壁仕様 | 5種類(表-2) |
| 供試継手 | 樹脂製継手 V44 | 負荷流量 | 3.0[l/s]、6.5[l/s] |
| 床スラブ埋戻 | セメントモルタル | 測定回数 | 3回(平均値) |
| 測定間隔 | 100ms | 測定時間 | 5秒間(Leq) |
| 測定機器 | 小野測器製高機能普通騒音計 LA-3260(等価騒音レベルLeq、F特性) | | |

表-3 測定条件

2-4. 排水負荷

排水負荷は「SHASE-S218-₂₀₁₄集合住宅の排水立て管システムの排水能力試験法」に準じて最上階から始め、1フロア当たり最大負荷流量2.5[l/s]を超える場合は、その階の直下階から順次負荷する。負荷流量は3.0[l/s]、および本樹脂製排水用特殊継手システムの許容流量である6.5[l/s]-15F規模の2種類とし、3回測定しその平均値を取る。

3. 実験結果

3-1. 樹脂製特殊継手排水システムの排水能力

まず、初めに本排水システムの排水能力(許容流量)を検証する。実験は「SHASE-S218-₂₀₁₄集合住宅の排水立て管システムの排水能力試験法」に基づく定流量負荷実験で行った。試験判定条件である「管内圧力の範囲は、±400Pa以内であること」を満足して流すことができる負荷流量は表-4の通り7.0[l/s]であり、本システムの許容流量は、6.5[l/s]-15F規模と判定した。表-4に負荷流量ごとのシステム最大値P_{smax}とシステム最小値P_{smin}の一覧表を図-4に排水能力線図を示す。

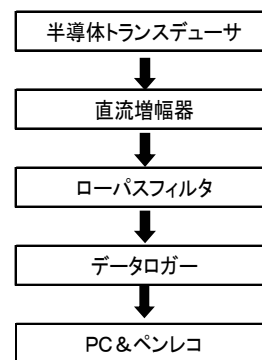


図-3 管内圧力測定フロー



写真-2 5階 樹脂製継手

| 実験No. | 排水負荷 [L/s] | | | トータル流量 | 管内圧力[Pa] | | 判定 |
|-------|------------|-----|-----|--------|-------------------|-------------------|----|
| | 9F | 8F | 7F | | P _{smin} | P _{smax} | |
| 1-1 | 1.0 | - | - | 1.0 | -28.17 | 23.45 | ○ |
| 1-2 | 2.0 | - | - | 2.0 | -81.52 | 42.52 | ○ |
| 1-3 | 2.5 | 0.5 | - | 3.0 | -106.51 | 81.47 | ○ |
| 1-4 | 1.5 | 0.5 | - | 4.0 | -188.04 | 121.37 | ○ |
| 1-5 | 2.5 | 2.5 | - | 5.0 | -224.17 | 163.61 | ○ |
| 1-6 | 2.5 | 2.5 | 1.0 | 6.0 | -279.20 | 196.80 | ○ |
| 1-7 | 2.5 | 2.5 | 1.5 | 6.5 | -325.41 | 223.41 | ○ |
| 1-8 | 2.5 | 2.5 | 2.0 | 7.0 | -378.05 | 245.60 | ○ |
| 1-9 | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 7.5 | -425.28 | 251.50 | × |
| 2-1 | WC | - | - | 1台 | -79.30 | 25.41 | ○ |
| 2-2 | WC | WC | - | 2台 | -123.20 | 43.47 | ○ |
| 2-3 | WC | WC | WC | 3台 | -168.47 | 118.04 | ○ |
| 3-1 | WM | - | - | 1台 | -73.40 | 43.16 | ○ |
| 3-2 | WM | WM | - | 2台 | -105.17 | 41.91 | ○ |
| 3-3 | WM | WM | WM | 3台 | -152.44 | 121.51 | ○ |

表-4 負荷流量ごとのシステム最大値・最小値
*WCは大便器、WMは洗剤入り洗濯機を示す

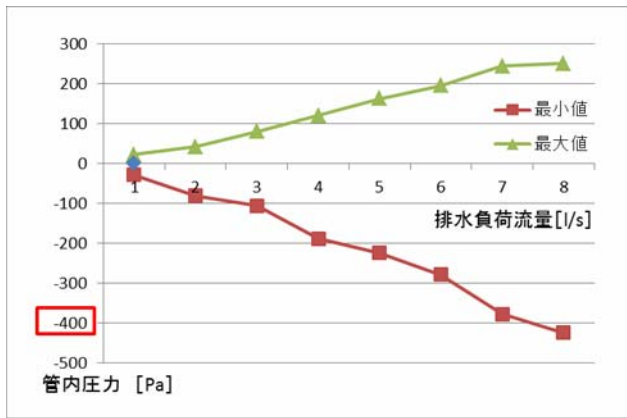


図-4 排水能力線図

3-2. 20 種類の仕様の排水音測定結果

排水立て管の仕様（表-1）と境界壁（石こうボード）の仕様（表-2）の組み合わせは、表-5 通り合計 20 種類となる。

| | | 石こうボードの仕様 | | | | |
|--------|---|-----------|-----|-----|-----|-----|
| | | A | B | C | D | E |
| 立て管の仕様 | ① | ①-A | ①-B | ①-C | ①-D | ①-E |
| | ② | ②-A | ②-B | ②-C | ②-D | ②-E |
| | ③ | ③-A | ③-B | ③-C | ③-D | ③-E |
| | ④ | ④-A | ④-B | ④-C | ④-D | ④-E |

表-5 測定条件

3-2-1. 負荷流量の違い 3.0 vs 6.5 [l/s]

図-5 は測定条件④ - A の時、すなわち排水立て管の仕様が「VP + 防音フェルト + 遮音材」で境界壁が「石こうボード 12.5mm × 1 枚」の時の負荷流量の違いによる影響を示す。

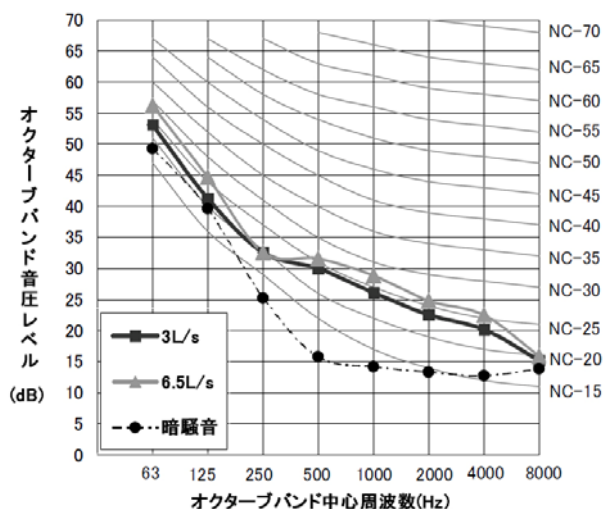


図-5 負荷流量の違い 測定条件④ - A 3.0 [l/s] vs 6.5 [l/s]

負荷流量が約 2 倍となると各周波数域帯で 2 dB 大きくなり、NC 曲線による評価では 3.0 [l/s] 負荷時には NC-25 であるが、6.5 [l/s] 負荷時には NC-30 となる。

3-2-2. 境界壁仕様の違い 12.5 vs 9.5 mm

図-6 は測定条件④ - A と④ - E の違い、すなわち負荷流量 3.0 [l/s] 時の境界壁：石こうボードの厚さの違いを示す。「石こうボード 9.5mm × 1 枚」の時は 1000Hz 以下の低周波数域帯で 3 ~ 5 dB 程大きくなり、厚さ 12.5mm の時に NC-25 であったものが NC-30 となる。

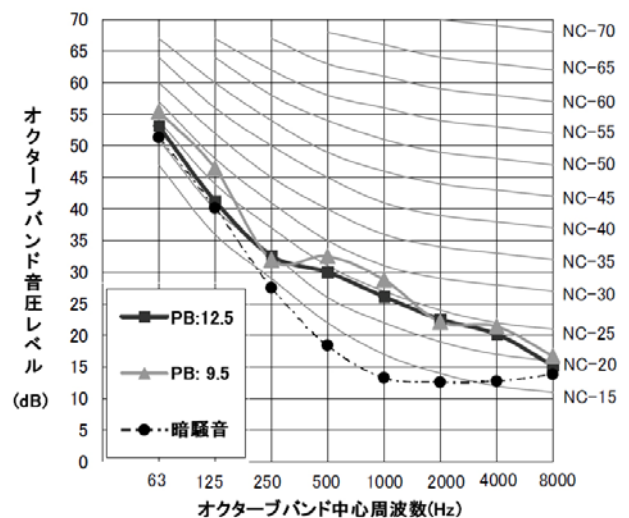


図-6 石こうボードの厚さの違い 測定条件④ - A vs ④ - E

3-2-3. 境界壁仕様の違い 12.5 mm 1 枚 vs 2 枚

図-7 は測定条件① - A と① - B、図-8 は測定条件① - B と② - B の比較を示す。排水立て管に VP 裸を使用した場合、境界壁を「石こうボード 12.5mm × 2 枚」にすれば、NC-30 に収まる。また、「石こうボード 12.5mm × 2 枚」にすれば、排水立て管が VP 裸の場合でも耐火二層管の場合でもともに NC-30 となる。

3-2-4. 鋳鉄製継手と樹脂製継手の違い

図-9 は樹脂製継手の測定条件④ - A の場合と現在最も普及している鋳鉄製排水用特殊継手に、スラブ貫通部には防火・防音措置材（厚さ：7.0 mm、面密度：1.75 kg/m²）を巻き、排水立

て管には「耐火二層管+グラスウール+遮音材」で配管して、システムの許容流量である 6.5 [1/s] を負荷した場合の比較である。

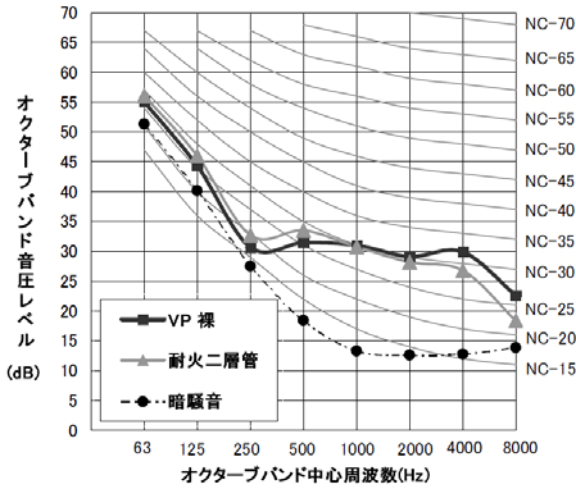


図-7 VP裸 PBの枚数の違い 測定条件①-A vs ①-B

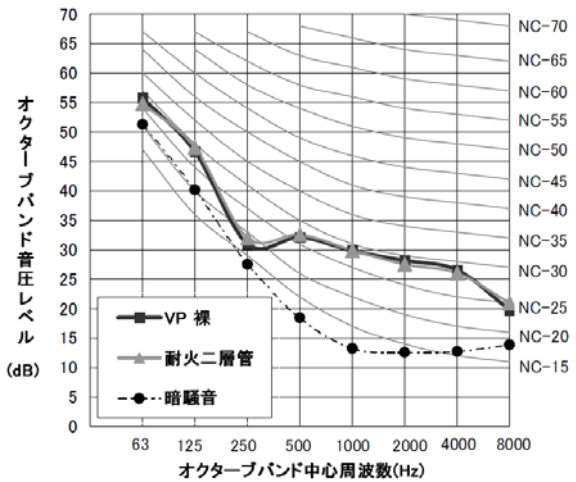


図-8 VP裸 vs 耐火二層管 測定条件①-B vs ②-B

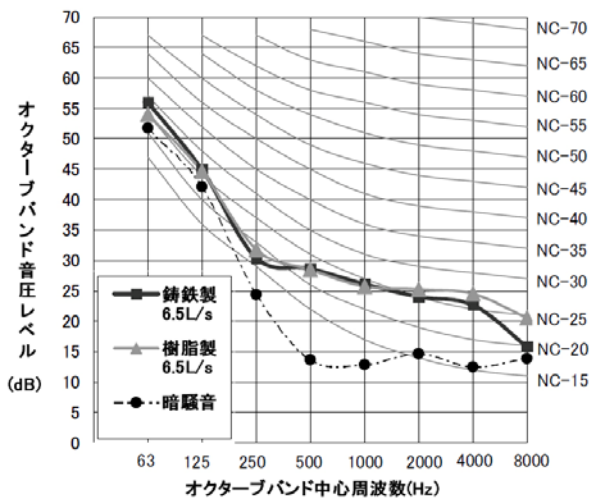


図-9 鋳鉄製と樹脂製の比較 負荷流量 6.5 [1/s]

低周波数域帯では鋳鉄製が、2000Hz 以上の高周波数域帯では樹脂製が高い傾向となったが、NC曲線による評価ではともにNC-30であり、ほぼ同等の性能と言える。



写真左：鋳鉄製裸

写真右：鋳鉄製+

防火防音措置材巻き

写真-2

3-2-5. 測定条件 20 種類の NC 値のまとめ

負荷流量 3.0 [1/s] における測定条件 20 種類について NC 値で評価し、一覧にしたのが、表-6 である。

| | | 石こうボードの仕様 | | | | |
|----------------------------|---|-----------|-----|-----|-----|-----|
| | | A | B | C | D | E |
| 立 て 仕 管 様 の | ① | ①-A | ①-B | ①-C | ①-D | ①-E |
| | ② | ②-A | ②-B | ②-C | ②-D | ②-E |
| | ③ | ③-A | ③-B | ③-C | ③-D | ③-E |
| | ④ | ④-A | ④-B | ④-C | ④-D | ④-E |

| | |
|--|------------------------------------|
| | NC20~25・・・ラジオスタジオ・劇場・特別病室 |
| | NC25~30・・・テレビスタジオ・手術室・書斎・公会堂・音楽教室 |
| | NC30~35・・・映画館・診察室・寝室・客室・応接室・講堂・礼拝堂 |

表-6 測定条件 20 種類の NC 値 / 負荷流量 3.0 [1/s]

4. まとめ

排水立て管と境界壁の仕様を可変させ 20 種類の仕様について遮音性能を検証した。吸音材や遮音材そのものの性能は発売元から情報開示されているが、境界壁を含む建築仕様の中で排水システムの遮音性能を評価できたのは成果である。排水立て管の仕様を境界壁の仕様との組み合わせで決定することができれば、建築全体のコストやパイプ切断の容易さといった施工性能を考慮して、仕様を選択できるようになる。今後はさらに複数の排水立て管用遮音材についても検証し、実現場での選択の自由度を拡大できるように検証を続けたい。

謝辞

樹脂製排水用特殊継手を提供いただいた(株)前澤化成工業：土屋竹志氏、並びに樹脂継手に被覆する耐火遮音キットを提供いただいた(株)古河テクノマテリアル：五十子淳氏に心より感謝申し上げます。