

集合住宅における排水立て管の遮音性能に関する実験的検討

財満健史* 井岡 稔** 大脇雅直*

集合住宅における音環境に関する要求性能は年々高くなる傾向にあり、これまで以上に住戸内の発生音の対策が必要となる場合も考えられる。本稿では実建物において立て管貫通部の仕様やパイプスペースの効率的な遮音対策について検討を行った。立て管貫通部の振動特性を測定した結果、貫通部の対策方法では絶縁テープよりも熱膨張性耐火材のほうがインピーダンスレベルは高い傾向にあった。しかし、立て管を石こうボード1枚または2枚で区画した場合について排水音を測定して比較したところ、暗騒音の影響を考慮すると有意な差は見られなかった。立て管貫通部の対策方法が異なっても同様であった。また、配管材を硬質塩ビ管として、立て管をボード1枚で区画した場合に排水音が30dB以下であったことから、配管材が硬質塩ビ管であっても配管材にグラスウールと遮音シートを巻き付けることで十分な遮音性能が確保できる可能性が示唆される。

キーワード 排水立て管, 集合住宅, 遮音性能

1. はじめに

集合住宅における音環境に関する要求性能は年々高くなる傾向にあり、これまで以上に住戸内の発生音の対策が必要となる場合も考えられる。住戸内に設置されている立て管は上階からの排水にともなう発生音が想定されるため、十分な遮音対策を講じる必要があり、立て管貫通部の仕様や立て管の種類について検討が行われている^{1), 2), 3)}。今回実建物において立て管貫通部の仕様やパイプスペースの効率的な遮音対策について検討を行ったので、その結果について報告する。

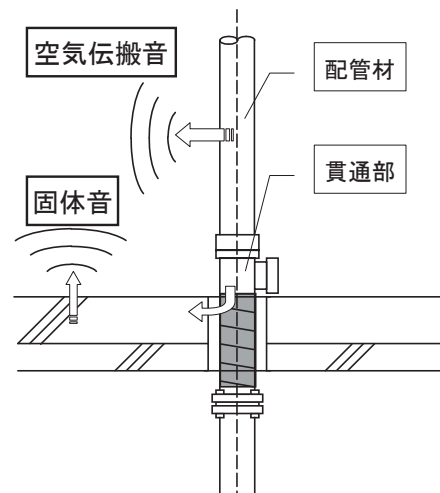


Fig. 1 排水音の伝搬 (模式図)

2. 立て管貫通部の振動特性

上階からの排水にともなう発生音が下階住戸へ伝搬する経路として、Fig. 1の模式図に示すように立て管のスラブ貫通部からスラブへ振動伝搬し、固体音として室内に放射される場合、立て管そのものから発生する音が空気伝搬音として放射される場合が考えられる。ここではスラブ貫通部における振動測定を実施し、貫通部における振動特性について検討を行った。

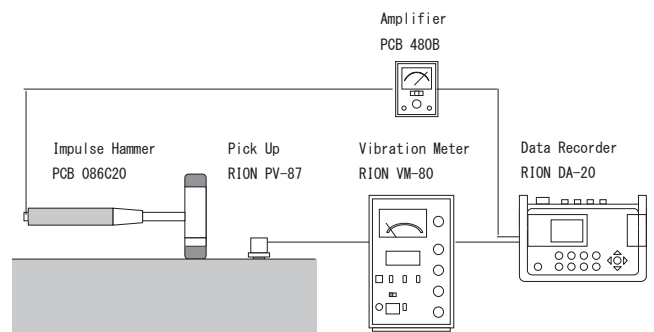


Fig. 2 振動測定における系統図

2. 1 測定概要

振動測定は加振源としてインパルスハンマ、立て管およびスラブの振動を測定するセンサとして振動ピックアップを使用した。測定系統をFig. 2に示す。インパルスハンマには力センサが付いており加振力を測定すること

Table 1 振動測定対象の仕様

住戸	配管材		貫通部	貫通部対策	
	耐火二層管	铸铁管	集接管	絶縁テープ	熱膨張性耐火材
1-A-2F	○		○	○	
1-B-2F	○		○		○
1-C-2F	○		○	○	
1-D-2F		○	○		○

* 技術研究所 音環境研究グループ

** 関西支店 建築事業部 建築部

ができる。インパルスハンマの加振力とセンサの振動速度応答をデータレコーダに同時記録し、その後記録データをサンプリング周波数 4,096HzでA/D変換してコンピュータに取り込み、駆動点インピーダンスおよび伝達系のインピーダンスを算出した。振動測定対象となる立て管の仕様をTable 1に示す。

2.2 測定結果

立て管を施工したスラブに関する振動特性を把握するために、スラブの駆動点インピーダンスについて測定を行った。衝撃時間内応答インピーダンスの測定結果をFig. 3に示す。スラブは全て厚さ 200mmの無垢スラブである。無限大床板の計算値は 116.7dBであるが、測定結果はいずれもそれより大きい値であった。これは梁や水廻り段差部周辺への拘束による影響を受けているためであると考えられる。次にスラブにおける全時間応答インピーダンスの測定結果をFig. 4に示す。周波数によっては測定住戸の違いによって 10dBの違いが見られたことから、立て管貫通部からスラブへの振動伝達特性を検討する場合には各スラブの振動特性を考慮する必要がある。

立て管からスラブへの振動伝達特性の算出は、立て管加振時における立て管とスラブの振動応答の差を見ることで把握できるが、前述の測定結果から分かるように立て管を設置したスラブの振動特性を考慮する必要がある。このため、本稿では以下のようにして算出した。

$$Z_{r \text{ PtoS}} = (Z_{\text{PtoS}} - Z_{\text{PtoP}}) - Z_{\text{StoS}} \quad \dots (1)$$

$Z_{r \text{ PtoS}}$: 立て管貫通部の相対インピーダンスレベル (スラブの振動特性を考慮)

Z_{PtoS} : 立て管貫通部 (立て管-スラブ間または集合管-スラブ間) の全時間応答インピーダンス

Z_{PtoP} : 立て管または集合管の全時間応答インピーダンス (駆動点インピーダンス)

Z_{StoS} : スラブの全時間応答インピーダンス (駆動点インピーダンス)

振動測定の測定位置について模式図をFig. 5に示す。

立て管からスラブへの振動伝達特性について式(1)に従って算出した結果をFig. 6に示す。配管材による違いを見ると、铸铁管 (1-D-2F住戸) における 500Hzおよび1000Hz帯域の相対インピーダンスレベルは耐火二層管 (1-B-2F住戸) と比べて比較的高い傾向にあるが、その差は小さかった。立て管貫通部の対策方法による違いを見ると、熱膨張性耐火材 (1-B-2F住戸, 1-D-2F住戸) における相対インピーダンスレベルは絶縁テープ (1-A-2F住戸, 1-C-2F住戸) よりも高い傾向にあった。

3. 立て管の遮音対策仕様の検討

立て管貫通部の対策方法によってスラブへの振動伝搬に差が見られることを確認した。ここでは排水にともの

う発生音を対象に音響測定を実施し、立て管部分の遮音対策仕様について検討を行った。

3.1 測定概要

実験の対象とした立て管は、耐火二層管と铸铁管の2種類とした。スラブの貫通部は集合管に絶縁テープ巻きまたは熱膨張性耐火材巻きとした。立て管はグラスウール (24kg/m³, 厚さ 25mm) と遮音シート (鉄粉含有特殊塩

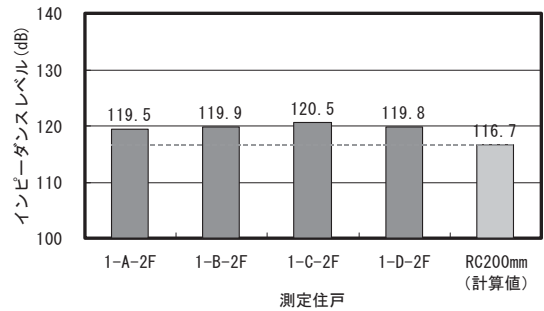


Fig. 3 スラブの衝撃時間内応答インピーダンスレベル

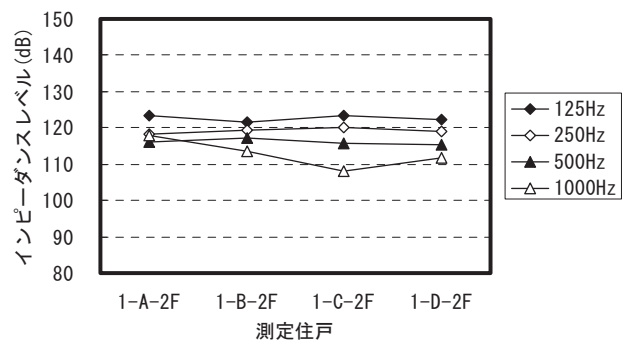


Fig. 4 スラブの全時間応答インピーダンスレベル

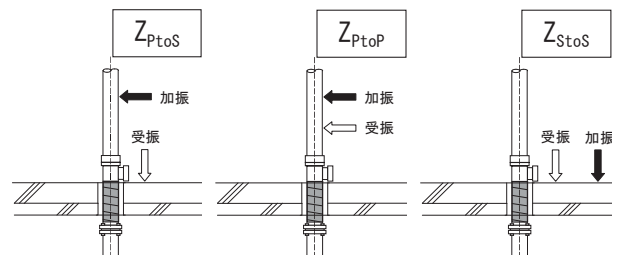


Fig. 5 振動測定の測定位置 (模式図)

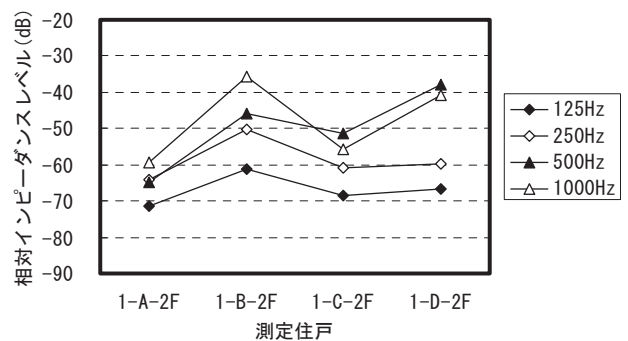


Fig. 6 立て管貫通部の相対インピーダンスレベル

化ビニル樹脂、約 3.7kg/m²、厚さ 1.1mm) を巻き付けた場合 (以下 GW+遮音シートと略す) と、さらに立て管を石こうボードまたは合板で実験的に区画した場合について、排水による発生音を測定した。また建物竣工時における排水音の測定は、立て管に GW+遮音シートを巻き、石こうボード 2 枚張りで区画した状態である。

排水立て管における音響測定は、上階のユニットバスに貯水しておき、排水して発生した音について下階の立て管付近において行った。貯水する階は 3 階または 5 階とした。測定状況および測定系統を Fig. 7 に示す。測定点は立て管から 1m の距離とし、サウンドレベルメータの信号をデータレコーダに記録した。分析は記録した信号のうち外乱の影響が小さく定常的な部分 10 秒間を選択し、最大音圧レベルを求めた。暗騒音補正は行っていない。暗騒音については 10 秒間の等価音圧レベルを求めた。

3. 2 測定結果

立て管にグラスウールと遮音シートを巻き付けた場合 (GW+遮音シート) と、さらに立て管を石こうボードまたは合板で区画した場合について、排水による発生音を測定した結果を Fig. 8, Fig. 9 に示す。1 階と 2 階では管の継ぎ手が異なるため単純な比較はできないが、立て管を石こうボードまたは合板で区画することにより、主に中高音域の遮音性能が向上していることが分かる。1 枚張り と 2 枚張りを比較すると、その差は A 特性音圧レベルで 1~2dB であり、暗騒音の影響を考えると有意な差とはいえない。次に建物竣工時における排水音の測定結果を Fig. 10 に示す。立て管は石こうボード 2 枚張り で区画している。Table 1 に示すように、立て管貫通部の仕様は絶縁テープまたは熱膨張性耐火材、配管材は耐火二層管または 鋳鉄管で、いずれも GW+遮音シート巻きである。どの測定住戸においても A 特性音圧レベルで 30dBA 以下であり、低音域でも最大で 34dB であった。排水音と暗騒音の最大値~最小値と比較すると差は小さく、聴感上でもほとんど聞き取れなかった。

4. 配管材の違いによる比較

立て管をボード 1 枚および 2 枚で区画して比較した結果、遮音性能の有意な差は見られなかった。また竣工時

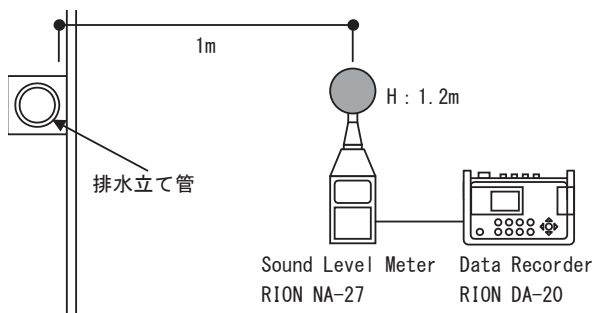


Fig. 7 測定状況および測定系統図

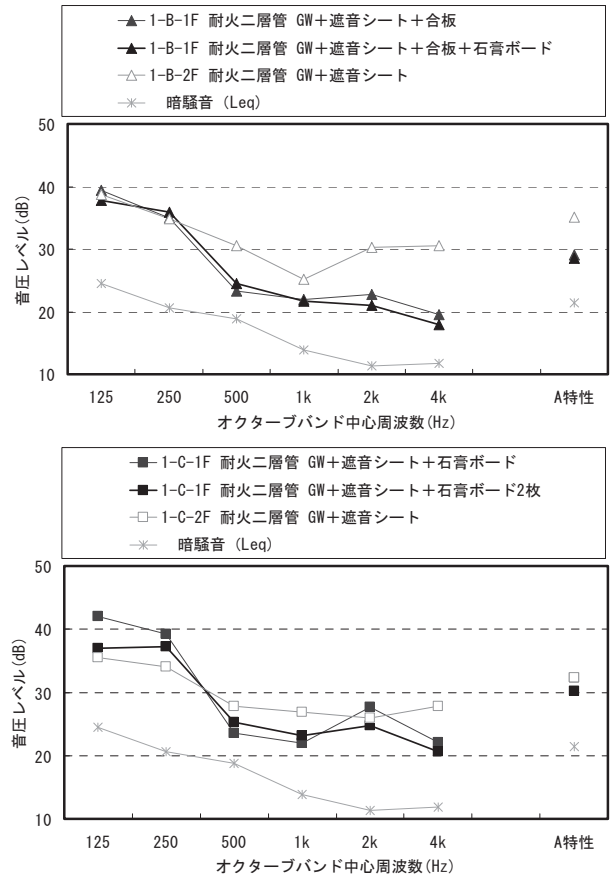


Fig. 8 排水音測定結果 (耐火二層管, 3階から排水)

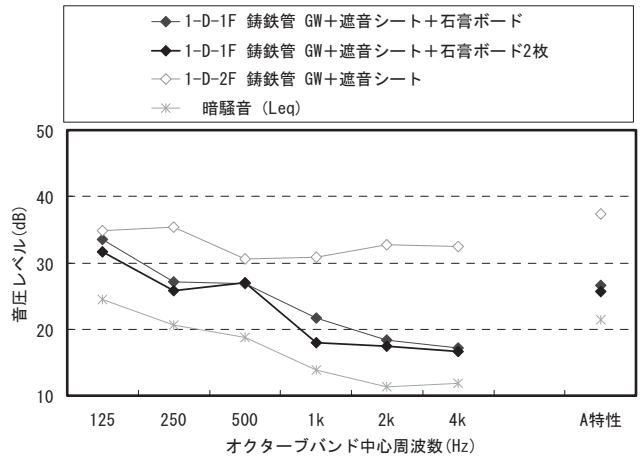


Fig. 9 排水音測定結果 (鋳鉄管, 3階から排水)

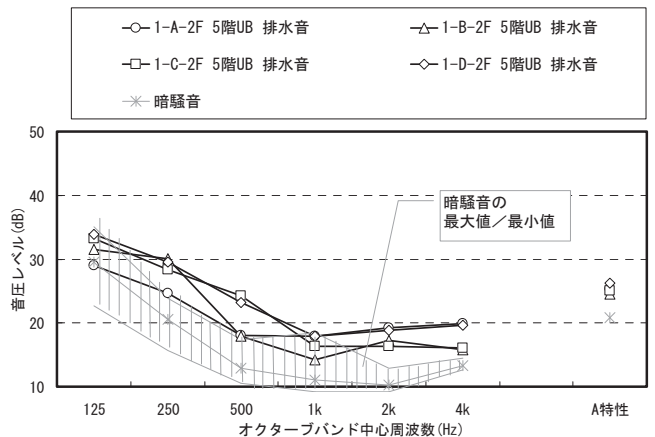


Fig. 10 建物竣工時の測定結果

の測定結果から、立て管貫通部の仕様の違いによる実用上の差は見られなかった。ここでは耐火二層管と硬質塩ビ管を対象としてさらに遮音性能の比較を行った。

4. 1 測定概要

実験の対象とした排水立て管および遮音対策をTable 2に示す。排水立て管の配管材は耐火二層管と硬質塩ビ管の2種類とした。スラブ貫通部は集合管に絶縁テープを二重巻きとした。排水立て管の状況は、Fig. 11に示すGW+遮音シート巻きのみ、パイプスペースを石こうボード1枚で区画、パイプスペースを石こうボード2枚で区画、GW++遮音シート巻きの上パイプスペースを石こうボード2枚で区画（竣工時想定）と、比較対象として配管材のみの状態を含めた5タイプとした。排水立て管における音響測定は、3章と同様に上階のユニットバスに貯水しておき、排水して発生した音について下階の立て管付近において行った。貯水する階は3階とした。測定方法も3章と同様とした。

Table 2 実験対象および遮音対策

測定場所		1階					
		2-B-1F 住戸	2-D-1F 住戸	2-G-1F 住戸	2-C-1F 住戸	2-E-1F 住戸	2-H-1F 住戸
排水階		3階			3階		
配管材の種類		耐火二層管			硬質塩ビ管		
遮音対策	管材のみ	/	○	/	/	○	/
	GW+遮音シート	/	/	○	/	/	○
	PB1枚張り	○	/	/	○	/	/
	PB2枚張り	○	/	/	○	/	/
	GW+遮音シート+PB2枚張り	○	○	○	○	○	○

測定場所		2階					
		2-B-2F 住戸	2-D-2F 住戸	2-G-2F 住戸	2-C-2F 住戸	2-E-2F 住戸	2-H-2F 住戸
排水階		3階			3階		
配管材の種類		耐火二層管			硬質塩ビ管		
遮音対策	管材のみ	/	○	/	/	○	/
	GW+遮音シート	/	/	○	/	/	○
	PB1枚張り	○	/	/	○	/	/
	PB2枚張り	○	/	/	○	/	/
	GW+遮音シート+PB2枚張り	○	○	○	○	○	○

※ ○：調査を実施

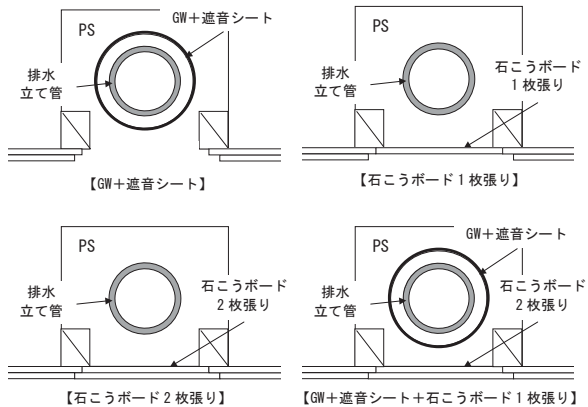


Fig. 11 排水立て管の遮音対策（模式図）

4. 2 測定結果

耐火二層管と硬質塩ビ管について比較してみると、配管材のみの場合は、Fig. 12に示すように耐火二層管の方が発生音は小さく、硬質塩ビ管に対してA特性音圧レベルで約9dBの差が見られ、耐火二層管は40dB、硬質塩ビ管は50dBであった。配管材にGW+遮音シート巻きを付加した場合は、Fig. 13に示すように耐火二層管と硬質塩ビ管の差はA特性音圧レベルで約1dBとなり小さかった。ボードで区画した場合には、Fig. 14, Fig. 15に示すようにいずれの配管材であってもA特性音圧レベルで30dB以下であるが、硬質塩ビ管は耐火二層管よりも約3~4dB排水音が大きかった。

硬質塩ビ管に比べて耐火二層管のほうが排水音のレベルが小さい傾向にあるため、「耐火二層管+ボード1枚張り」と「硬質塩ビ管+ボード2枚張り」について比較した。その結果をFig. 16に示す。いずれの場合も暗騒音レベルと差が小さく、A特性音圧レベルで30dB以下であった。ボード2枚張りの場合について、配管材にGW+遮音シート巻きの有無を比較してFig. 17, Fig. 18に示す。GW+遮音シート巻き有りのほうがA特性音圧レベルで約2dB排水音が小さくなっていった。

測定結果のばらつきを比較するために、配管材が硬質塩ビ管の場合のGW+遮音シート巻き+ボード2枚張り（竣工時想定）について測定した結果をFig. 19, Fig. 20に示す。測定室が2階の場合はA特性音圧レベルで約4dB

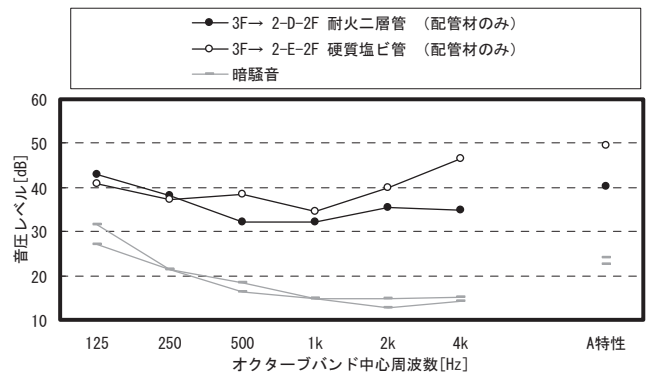


Fig. 12 配管材の比較（配管材のみ）

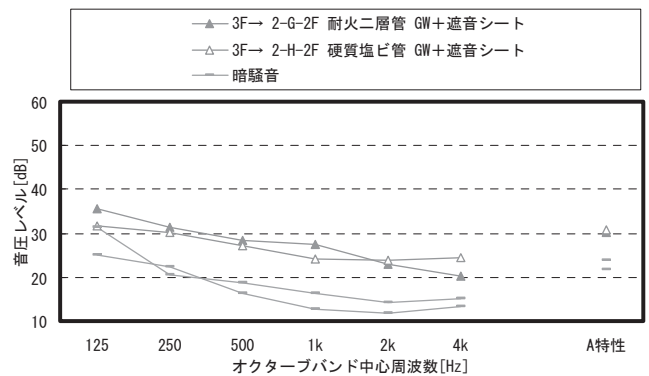


Fig. 13 配管材の比較（GW+遮音シート巻き）

のばらつき、測定室が 1 階の場合は約 1dB のばらつきであった。測定室が 1 階の場合には若干排水音が大きい、いずれもおおむね 30dB 以下であり、暗騒音レベルとの差も小さかった。聴感上は、ほとんど確認できない、またはわずかに確認できる程度だった。

5. まとめ

実建物において立て管貫通部の仕様やパイプスペースートを巻き、パイプスペースをボード 2 枚張りで区の効果的な遮音対策について検討を行い、以下の知見が得られた。

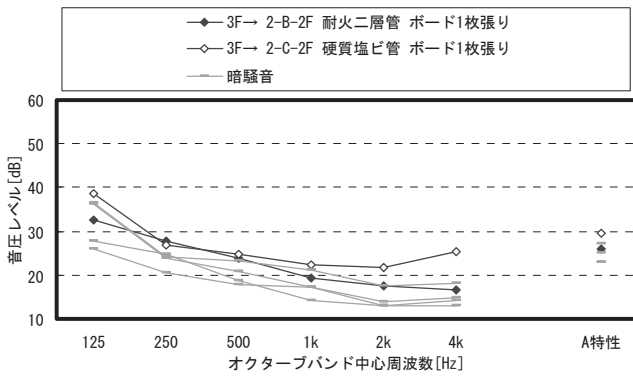


Fig. 14 配管材の比較 (ボード1枚張り)

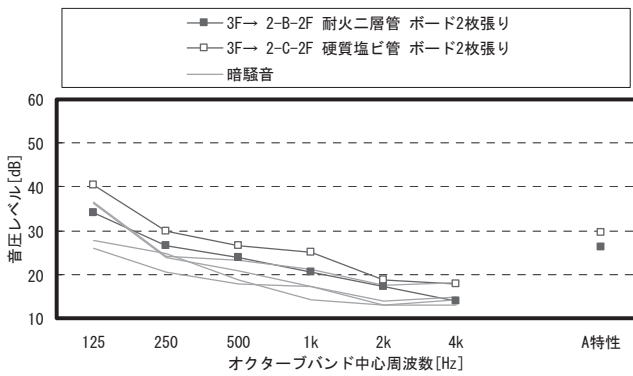


Fig. 15 配管材の比較 (ボード2枚張り)

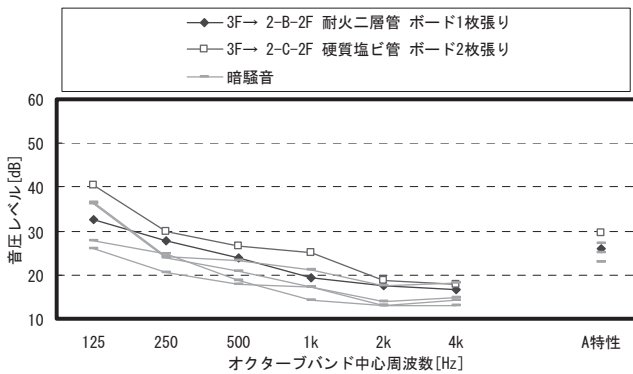


Fig. 16 遮音性能の比較

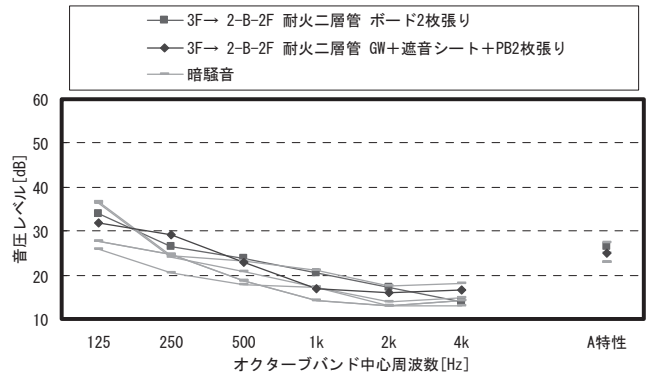


Fig. 17 GW+遮音シートの有無の比較 (耐火二層管)

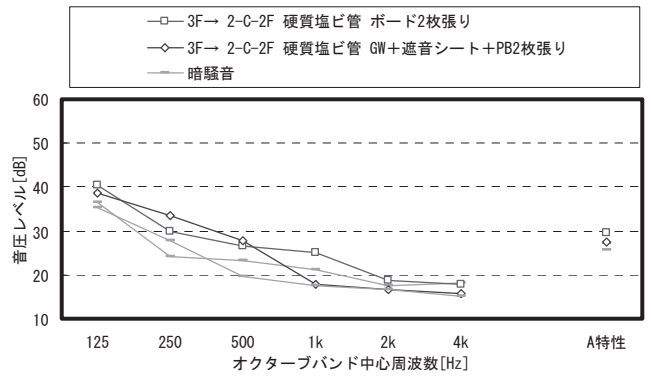


Fig. 18 GW+遮音シートの有無の比較 (硬質塩ビ管)

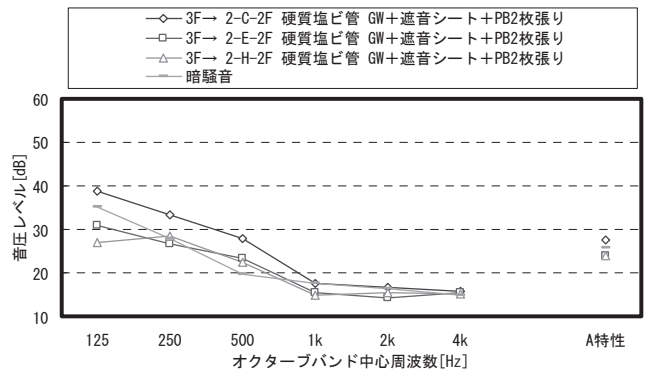


Fig. 19 測定室のばらつきの比較 (硬質塩ビ管: 2階)

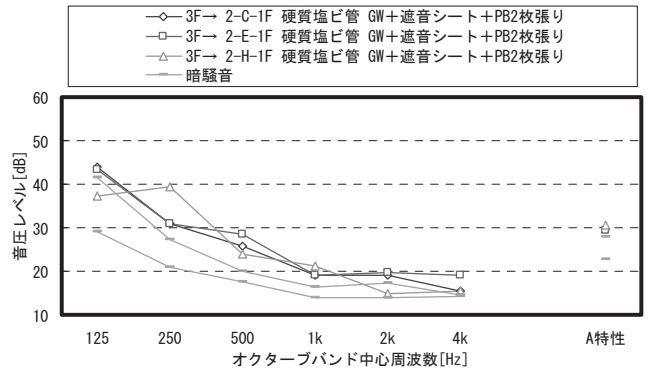


Fig. 20 測定室のばらつきの比較 (硬質塩ビ管: 1階)

- 1) 振動測定の結果、立て管貫通部の対策方法では絶縁テープよりも熱膨張性耐火材のほうがインピーダンスレベルは高い傾向にあった。
- 2) 立て管の遮音対策として、立て管を石こうボード 1 枚または 2 枚で区画した場合について排水音を測定した結果、暗騒音の影響を考慮すると有意な差は見られなかった。また竣工時の測定結果から立て管貫通部の仕様の違いによる差は見られなかった。
- 3) 配管材が耐火二層管と硬質塩ビ管の場合について比較した。その結果、配管材にグラスウールと遮音シ画する場合は、配管材がいずれであっても十分な遮音性能が確保できていることを確認した。ボード 1 枚張りまたは 2 枚張りの場合は、配管材が異なっても A 特性音圧レベルで 30dB 以下であった。
- 4) 立て管をボード 2 枚で区画した場合において、配管材にグラスウール+遮音シート巻きの有無を比較すると、遮音性能はグラスウール+遮音シート巻きとした方が約 2dB 向上していた。硬質塩ビ管でボード 1 枚張りの場合は排水音が 30dB 以下であったことから、硬質塩ビ管でボード 1 枚張りであっても配管材にグラスウール+遮音シート巻きとすることで十分な遮音性能が確保できる可能性が示唆された。
- 5) 測定室が 1 階の場合は発生音が大きくなる傾向が見られた。

今後は排水階の違いによる下階への影響などのデータを収集して、より効率的な対策方法を検討していく予定である。

謝辞

本研究にご協力いただいた MID 都市開発（株）住宅事業部および（株）熊谷組関西支店の関係諸氏に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 土江堅司, 飯田芳史, 館野博: 集合住宅における排水堅管からの騒音測定事例, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 181-182, 2000. 9
- 2) 嶋田泰, 安岡博人, 塚本幸助, 小島誠造: 集合住宅における排水立て管からの伝搬音に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 155-156, 2004. 8
- 3) 大脇雅直: 集合住宅における排水立て管の発生音低減対策, 音響技術, No. 145, Vol. 38 No. 1, pp. 39-42
- 4) 財満健史, 大脇雅直: 集合住宅における立て管の遮音性能に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 257-258, 2008. 9
- 5) 財満健史, 大脇雅直: 集合住宅における排水立て管の遮音性能に関する検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 251-252, 2009. 8

Sound insulation performance of drainpipes in multi-family housing

Takefumi ZAIMA, Minoru IOKA and Masanao OWAKI

Abstract

In multi-family housing, the demand performance for sound environment tends to rise year by year. Therefore the case that measures about the noise to occur in a dwelling unit are necessary is thought about more than before. In this paper, we examine the specifications of the part that drainpipes penetrate to slabs and effective sound insulation measures of the pipe space in an actual building. At first, about the part which a drainpipe penetrated to a slab, we investigated a vibration characteristic. As a result, a thermal expansion-related fireproof material had a tendency to show a higher impedance level than an insulating tape as measures method of the part that a drainpipe penetrated to a slab. However, as a result of we were available when we made a partition of the pipe space with plasterboard one piece to ask for or two pieces, and having investigated drainage sound when we considered the influence of the background noise, the meaningful difference was not seen. Even if the measures methods of the part that a drainpipe penetrated to a slab were different, it was a similar result. In addition, a level of the drainage sound was less than 30dB when we used unplasticized poly(vinyl chloride) pipe as the plumbing materials and made a partition of the pipe space with one piece of plasterboard. Therefore, we state that there is a possibility that enough sound insulation performance will be provided when the drainpipes, even those are unplasticized poly(vinyl chloride) pipes, are wounded by glass wool and sound insulation sheet.

Keywords: Drainpipes, Sound insulation performance, Multi-family housing
