

会員の頁

1. 地下鉄構築直上に建設される木造住宅の防振対策例
2. 「平成23年技術講習会」報告
3. 「平成24年新春賀詞交歓会」報告

1. 地下鉄構築直上に建設される木造住宅の防振対策例

AGK 建築音響(株) 堀尾 貞治
伊藤 東平

1. はじめに

土地の有効利用・利便性から、鉄道に近接した敷地にも静けさが要求されるホテルや集合住宅、音楽ホール等が計画されることが多い。しかし、地下鉄構築直上の敷地については、列車走行により生じる振動及び固体伝播音の影響により、空き地や駐輪場等の利用に留まっている敷地も多く、多方より活用法が望まれている。本建物も、有効利用を目的とし、地下鉄構築直上に木造住宅の建設が計画されたものである。本稿では、事前調査・現地での地盤における防振試験・防振計画を紹介したい。

2. 敷地概要

建物の概要と地下鉄構築との位置関係を図1に示す。計画敷地は、約1.5kmの駅区間内の中間地点付近に位置し、周辺は低層住宅の密集地である。敷地に対し、(A)～(O)の2階建て木造住宅15棟、(Z)の店舗1棟が断面図のように地下鉄構築直上に計画されている。地下鉄構築と基礎底盤までの土被りは、どの地点においても約3mである。木造住宅部の基礎底盤下において、防振計画を行った。

3. 地盤面の振動測定

計画敷地内における列車走行時の影響を把握するため、地盤面において振動測定を行なった。

(a)測定方法

計画範囲のみを抜き出した測定点図を図2に示す。測定点は、敷地中央を敷地に沿うように各点5mピッチの21点とした。また敷地全体を把握するため、基準点の幅方向にそれぞれ5mの地点2点(点S、点N)についても測定し、基準点とのレベル差により図中推奨箇所推奨箇所の推奨値を算出した。なお、事前調査時に体感上最も大きく揺れを感じた地点を基準点とした。

各測定点について列車上下線各3本計(6本)を列車通過時に鉛直方向の振動加速度レベルを測定し、1/1オクターブバンドのエネルギー平均値(ピークレベル-10dB以上の範囲)を算出した。

(b)測定結果

基準点における加速度レベル測定値を図3に示す。これより、63Hz、125Hz帯域にピークがあり、加速度レベルは77dB前後であった。他の測定点についても周波数特性は同様となったため、敷地全体の加速度レベル分布は、63Hz帯域について示すこととする(図4)。これより、基準点が最も大きい値となり、基準点から離れるほど低い値となった。また、点N側がより大きな値と推測されるため、防振計画には安全側とし、この値を採用した。

4. 防振試験

前節の測定値を踏まえ、設計目標値として振動についてはVL-50、騒音については40dB(A)が設定され、住宅部分について防振対策を行うこととなった。より確実に性能を確保するため、現地にて防振効果の試験を実施した。

(a)試験方法

試験体概要を図5に、試験状況を写真1に示す。試

1. 地下鉄構築直上に建設される木造住宅の防振対策例

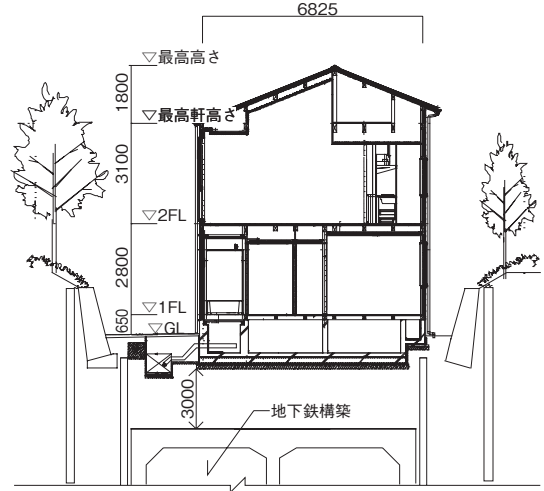
験は前節測定点の基準点で行い、試験体は1m²の防振材に上部建設予定の荷重として約2.7t/m²をPC版で載荷した。防振効果は、P1、P2の鉛直方向の振動加速度レベル差とした。加振源は、列車通過時の発生振動とし、計測及び解析方法は前節測定時と同様としたが、固有振動数における振動増幅を確認するため解析周波数は1Hz~500Hzとした。

試験体は、目標値に対して大きな防振効果が必要であったため、防振層1層としたパターン1と防振層2層としたパターン2とした。また建設コストを抑えるため、本試験結果の防振効果を用いて、敷地の振動状況によりパターン1・パターン2で範囲を分けることを図った。防振材は、板状の防振材を用い、1層目と2層目の固有振動数をずらすことを目的とし、異なる2種を用いた。基礎データとして防振層1層のパターンでは、防振材A・Bの2パターンについて試験を行った。

(b) 試験結果

試験結果を図6、図7に示す。防振層1層で防振材をA、Bで比較すると、防振材の性能差が確認された。

次に防振層の比較を見ると、防振層1層のパターン1に対して防振層2層のパターン2は31.5Hz帯域以上の周波数帯域において大きく上回る防振効果が得られることがわかる。63Hz帯域で8dB、125Hz帯域で11dBの防振効果の上昇となる。



(b) 住宅部断面図(X-X')

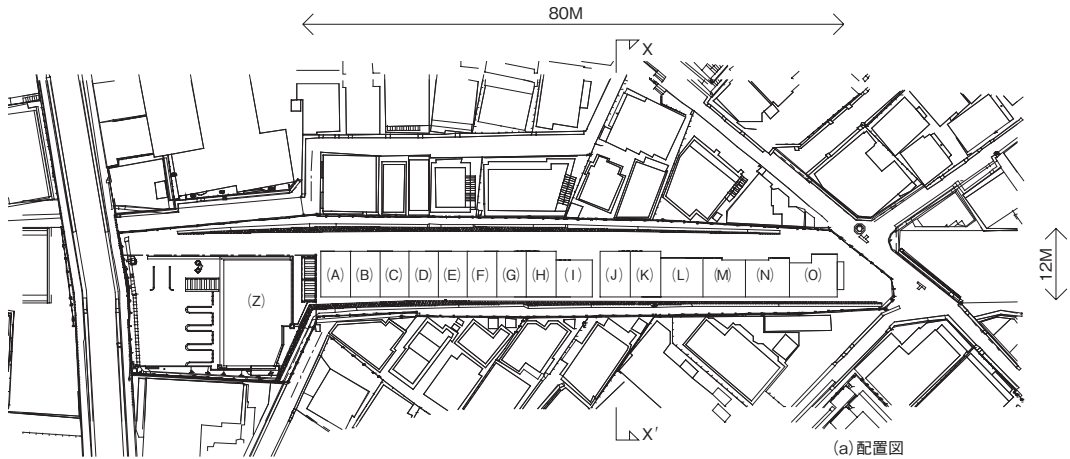


図1 建物の概要

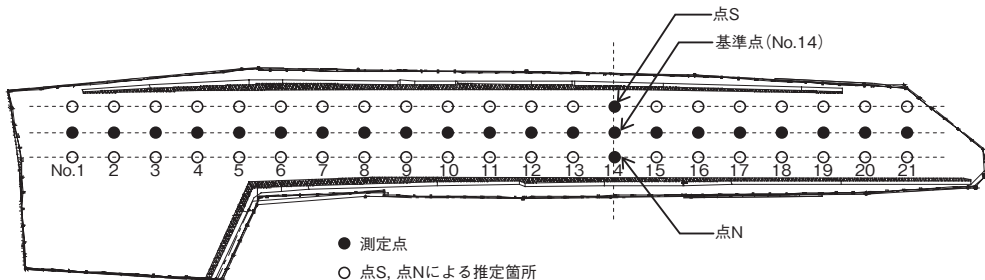


図2 測定点図

1. 地下鉄構築直上に建設される木造住宅の防振対策例

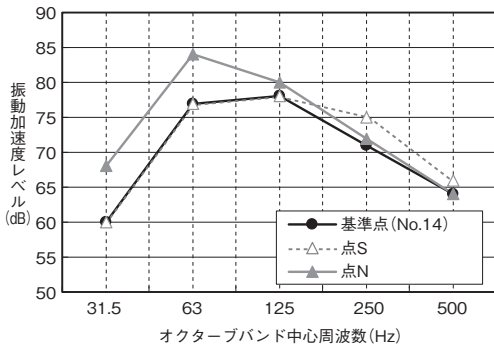


図3 基準点における測定値

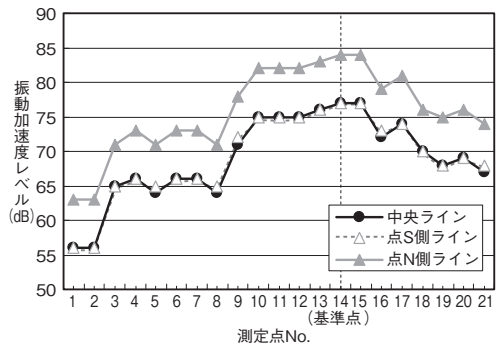


図4 敷地全体の測定値(63Hz帯域)

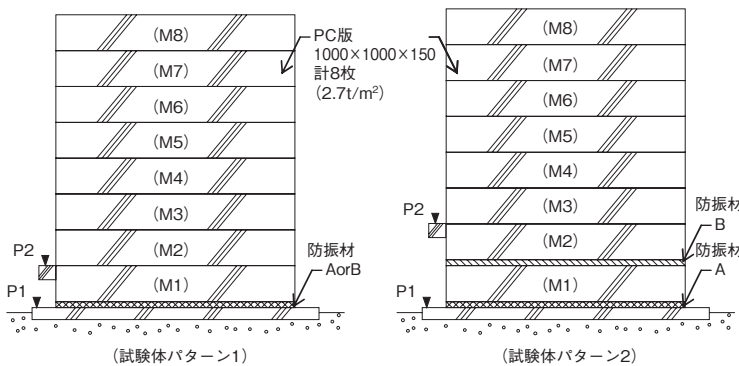


図5 試験体概要

	防振材A	防振材B
動的バネ定数 ($\times 10^6 \text{N/m}$)	21.4	27.6
寸法(mm)	1000×1000×25	

(防振材仕様)

※動的バネ定数はメーカー数値

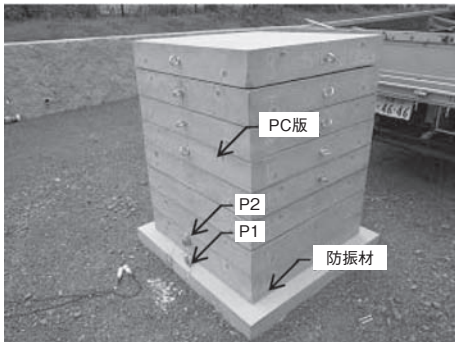


写真1 試験状況(パターン1)

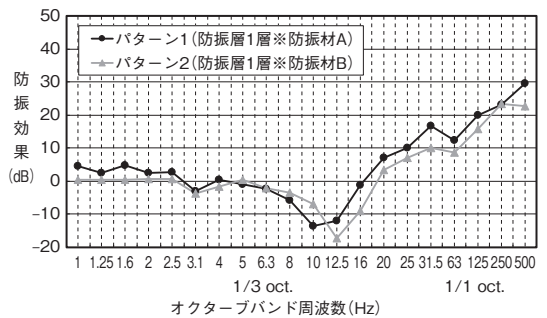


図6 防振材の防振効果比較

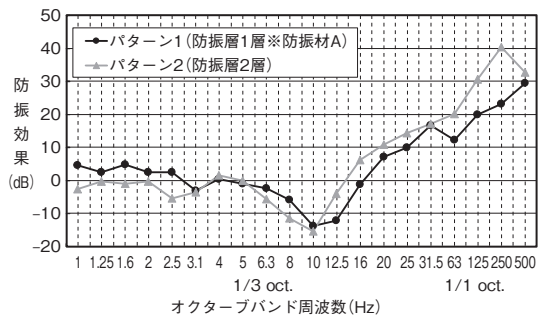


図7 防振層の防振効果比較

また、固有振動数はパターン1, 2共に10Hz前後であり、振動増幅も15dB前後で同程度であった。防振材の厚さを変化させた場合は、固有振動数・振動増幅共に変化するため、防振層を複数設けた場合の特徴的な長所と考えられる。

5. 防振計画

3節で得た測定結果に対し、設計目標値を満足するよう4節で得た防振効果を用いて許容振動値を算出

1. 地下鉄構築直上に建設される木造住宅の防振対策例

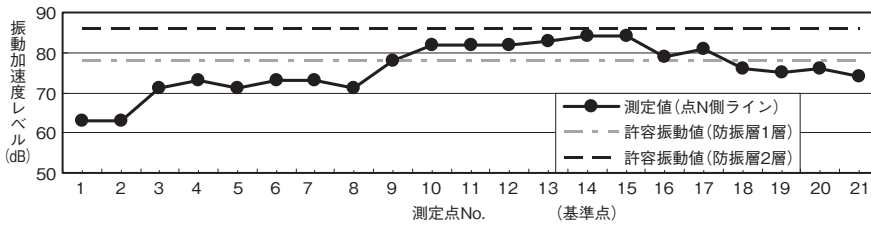


図8 許容振動値による判定

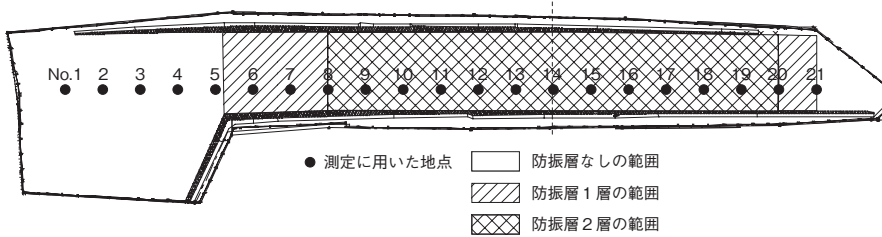


図9 最終計画範囲

し、敷地について防振パターンの範囲分けを行なった。本報では紙面の都合上、63Hz帯域についての算出例を紹介する。

(a) 許容振動値の設定

許容振動値は、式1のように算出した。建物床面での振動増幅、地盤から建物への入力損失の値は、既存報告事例¹⁻³⁾を参考に決定した。これより、許容振動加速度レベルは、防振層1層の場合78dB、防振層2層の場合86dBとなる。

$$VAL_{max} = VAL_r - t - \alpha - s + D - EL \dots\dots\dots(1)$$

- VAL_{max} : 許容振動加速度レベル (dB)
- VAL_r : 目標VL値オクターブバンド加速度レベル (dB)
- t : VL補正值 (dB)
- α : 建物床面での振動増幅 (dB)
- s : 安全率 (dB)
- D : 防振層での防振効果 (dB)
- EL : 地盤から建物への入力損失 (dB)

※式1における本報での設定数値
VAL_r = 50, t = -18, α = 11, s = 3, D = 12(防振層1層), 20(防振層2層), EL = -12

また、騒音の目標値についても、目標振動値の各周波数に対して、振動と固体伝播音の関係式(式2)等を用いて、確認しておく必要がある。

$$SPL = VAL - 20 \times \log_{10}(f) + 10 \times \log_{10}(S/A) + 10 \times \log_{10}(k) + 36 \text{式} \dots\dots\dots(2)$$

- SPL : 室内音圧レベル (dB)
- VAL : 振動加速度レベル (dB), f : 周波数 (Hz),

S : 材料の表面積 (m²)

A : 吸音率 (m²),
k : 放射係数

(b) 防振範囲の計画

3節の測定結果に各防振パターンの許容振動値をプロットしたグラフを図8に示す。測定結果は、防振設計用に採用した点N側ラインの結果のみを示す。これより、地点9~17までは防振層2層で目標値をみだし、それ

以外の地点は防振層1層で良いことがわかる。

これより、最終計画範囲は図9に示す通りとした。防振対策は、住宅部のみとし、防振層2層の範囲は、安全側として図7の判定よりも広い範囲とした。

6. おわりに

本報では、地下鉄構築直上に木造住宅を建設するにあたり、事前調査から防振計画までのプロセスの一例を紹介した。防振対策は、防振層を1層及び2層とすることし、許容値により範囲を計画した。現地における防振試験より、防振層を2層とした場合の特徴として、単層の場合と比べ、聴感領域の周波数帯域において高い防振効果が得ながら、固有振動数・固有振動数における振動増幅がほとんど変化しないことが示唆された。新たな防振対策法の一つとして今後も調査していきたい。

本報は竣工前の投稿であったため、次報の機会には完成時の結果報告を報告出来れば幸いである。

また、現地における測定調査、防振試験では、関係各位のご協力を頂きました。厚く御礼申し上げます。

[参考文献]

- 1) 平松 : 地下鉄固体音の発生メカニズムと予測、低減対策の考え方、音響技術 No.138, 2007
- 2) 山本, 内田, 羽染 : 環境騒音・振動, 音響技術 No.100, 1997
- 3) 山野, 縄岡 : 地下鉄構築直上に建設された寮, 音響技術 No.93, 1996