

# 振動の建屋内増幅に関する調査研究

杉尾明紀 石橋雅之 柳田春雄

## 1 はじめに

公害振動の測定は発生源敷地境界での測定を行っているが、振動を実際に感じる被害者は自宅などの建物の中において感じている。

1976年2月28日中央公害対策審議会騒音振動部会振動専門委員会報告添付資料では建物の振動増幅効果を5dBと一律に定めているが、これは目安であり建物の種類によっても異なった値となっている。被害者の被害感と測定値の乖離が生じる一因ともなっている。

本研究では建屋の構造や振動源の種類による建屋内増幅効果を確認する。

## 2 測定地点および測定方法

測定地点：千葉市中央区（京成千葉線近傍）

測定箇所：地盤面、居室内、外階段

測定期間：2010年8月20日 11:00～16:00

測定条件：100msごとの振動加速度レベル連続記録、AC信号の記録、鉛直（Z方向）振動のモニター

地盤面および住居内の振動測定を行った。

使用機材は振動レベル計（リオン(株)製 VM-53A）3台、データレコーダー、建屋振動解析装置（リオン(株)製 AS-23PA1）、ビデオカメラ、レベルレコーダー、電波時計等である。

各測定点における振動加速度レベルをレベルレコーダーでモニターしながら時刻同期を行ったデータレコーダーに収録していく。建屋振動解析装置へのデータ取り込みも同時に行い相互の相関を確認した。振動源の状態の確認にはビデオに記録することによりその種別・速度等を確認している。

## 3 解析方法

### 1) 通過車両の特定（振動加速度・ビデオ解析）

京成千葉線の時刻表とビデオ映像、振動加速度レベルのチャートより各車両の種別を特定し、その車両長・通過時間より速度を確認した。

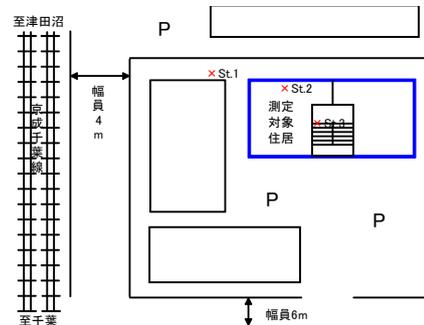


図1 調査地点概要図

### 2) 振動加速度レベルから振動レベルへの変換

測定は振動加速度レベル ( $L_{va}$ ) を用いて行ったため、人の感覚に近い値を持つ振動レベル ( $L_v$ ) への変換を行った。

### 3) 単発振動加速度暴露レベル ( $L_{vaE}$ ) の算出

列車から発生する振動が継続時間を含めたエネルギー遷移としてどのように伝搬していくか解析するため、11時から13時までの24本の列車による単発振動加速度暴露レベルを算出した。単発振動加速度の積分範囲は最大値-15dBの範囲としている。

### 4) 周波数解析

振動の周波数解析を行うため11時から13時までの通過時間内で上位10本の各バンドの振動加速度の最大値をエネルギー平均した。

## 4 解析結果

表1に示すとおり、近傍軌道である下り（千葉方面）列車の平均速度は76km/h、遠隔軌道である上り（津田沼方面）電車の平均速度は72km/hであった。最大振動加速度レベルでも差が生じているが、速度による差であるのか、近接軌道と遠隔軌道の距離減衰によって生じたのかは検証できなかった。

各地点での振動レベルの最大値 ( $L_{vmax}$ ) を比較したところ、水平 (X,Y) 方向は周波数補正により感覚閾値と一般に言われている55dBを地盤面および居室内では下回った。外階段では列車進行方向に直行するY方向で一部の振動が感覚閾値を超えていた。鉛直 (Z) 方向の振動は全ての地点において55dBを超える結果

となっている。

表1 列車速度と振動加速度レベルから振動レベルへの変換(Z方向)

列車速度	振動加速度レベル(最大値)				振動レベル(最大値)					
	方面	km/h	$L_{va\max}$			$L_{v\max}$			地盤面との差分	
			地盤面 St.1	居室内 St.2	外階段 St.3	地盤面 St.1	居室内 St.2	外階段 St.3	居室	階段
平均	上り	72	69.4	68.5	69.4	61.2	57.6	61.4	-3.6	0.3
	下り	76	75.1	73.9	72.3	63.6	59.9	63.8	-3.7	0.2
	全	74	73.1	72.0	71.1	62.6	58.9	62.8	-3.7	0.2

表2に単発振動加速度暴露レベル( $L_{vaE}$ )を示した。それぞれの水平(X,Y)、鉛直(Z)方向の合計値を比較したところ地盤面を1としたとき、居室内では0.718、外階段では1.29となっている。また、それぞれの方向比は地盤面では0.134:0.092:1、居室内が0.068:0.068:1、外階段が0.265:1.44:1であり、振動は伝搬過程において方向により異なった減衰・増幅が生じていた。

表2 単発振動加速度暴露レベル( $L_{vaE}$ )

方向	地盤面(St.1)		居室内(St.2)		外階段(St.3)	
	値	方向比	値	方向比	値	方向比
X	70.8	0.134	66.8	0.068	71.5	0.265
Y	69.2	0.092	66.8	0.068	78.8	1.44
Z	79.5	1	78.4	1	77.2	1
全	1		0.718		1.29	

図2(上)に周波数解析の結果を示す。鉄道振動では全地点で4Hz帯以下の帯域は小さな数値となっていた。X方向は明確な卓越周波数が存在しない。Y方向では外階段において12.5Hz帯が卓越している。Z方向では外階段で80Hz帯が減衰している。

地盤面と他の地点における伝搬による周波数ごとの増幅・減衰効果を図2(下)に示した。居室内においてはX軸方向では16~50Hzの帯域で大きな減衰効果が見られた。Y方向では31.5と80Hz帯で大きな減衰があった。Z方向は20と50Hz帯で5dB程度の減衰があった。外階段ではX方向に6.3Hz帯で大きな増

幅があり、Y方向は6.3,10~40Hz帯に大きな増幅があった。Z方向は50~80Hz帯で大きな減衰が確認されている。

## 5 まとめ

調査地点の地盤面では振動レベル解析の結果、水平方向は感覚閾値を超える振動とはならなかった。鉛直方向は感覚閾値である55dBを超えることが分かった。居室内での振動レベルは水平方向については感覚閾値を超えず、鉛直振動のみが感覚閾値を超えている。その結果居室内で感じている振動は鉛直振動であり、地盤面での鉛直振動に対し最大振動レベルで平均3.7dB減衰していることが分かった。また、減衰の効果は列車方面による違いはなかった。

外階段では列車進行方向に直行する(Y)振動が大きくなっている。これは外階段の測定点が樹脂製の箱状であるため、板ばね状に働いたものと推測される。

単発振動加速度暴露レベルの算出結果により地盤で確認された振動は居室内においては3方向とも減衰していた。外階段においてはX方向が微増、Y方向は大幅に増幅されており、Z方向は減衰していた。

居室内の固有振動数は今回の周波数解析の結果からは判明しなかった。階段部分の固有振動数はX方向が6.3Hz帯、Y方向が12.5Hz帯にあると考えられる。

## 6 今後の展開

2010年度の調査では、1件の調査しか行えず、調査地点が1階居室内であったため振動の増幅を確認することができなかった。今後はデータを収集し、鉛直振

動から水平振動への増幅及び遷移を検証する。また、建物の建築構造及び年代でのデータ整理を行う必要がある。構造の分かっている公共機関等の施設でも測定を行う。

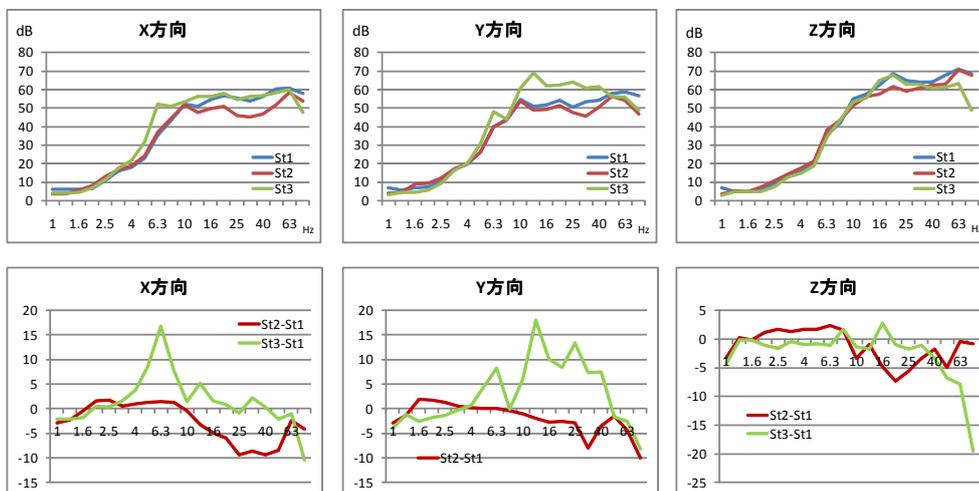


図2 周波数解析結果(上) 地盤振動との差分(下)

