名古屋市域における新幹線鉄道騒音測定事例

― 卓越周波数発生事例（2000Hz 付近）―

樋田　昌良，宗宮　伸弥

Measuring Cases of Noise from Shinkansen in Nagoya City

– Noise with Dominant Frequency Sounds around 2000Hz –

Masayoshi Toida，Shinya Somiya

名古屋市域における新幹線鉄道騒音の測定事例として，2000Hz 付近の周波数帯において卓越した成分が発生した新幹線鉄道騒音の特徴を紹介する．その特徴を分析した結果，列車速度と卓越周波数には正の相関があり，130 km/h で 1000 Hz，180 km/h で 1500 Hz，235 km/h で 2000 Hz が卓越する傾向が見受けられた．この傾向は，レール削正痕のピッチが関係しているものと考えられる．また，卓越周波数レベルは最大 10 dB 以上突出している場合も見受けられ，この卓越周波数成分がある場合には，ない場合と比べて騒音レベルで 1 – 4 dB 程度高くなっていると考えられる．

はじめに

名古屋市域における新幹線鉄道騒音振動については，各種測定調査を実施しており，当センターでは名古屋市域における新幹線鉄道騒音測定事例の報告を行っている[1)–3)]．今回は，新幹線鉄道騒音の調査において，2000 Hz 付近の周波数帯域に卓越した成分が顕著に観測された事例を確認したため，これらの地点における測定結果を詳しく分析した．この新幹線鉄道騒音の卓越周波数成分の解析結果を報告する．

調査方法

1．解析対象地点

図 1 に，解析対象とした地点を示す．鉄道騒音調査において 2000 Hz 付近の周波数帯域に卓越した成分が顕著に観測された地点 C を含めた 4 地点 (A – D) となっている．

また，表 1 には，各地点の測定側と解析対象列車を示す．解析対象列車は，調査において発生頻度が多い下り側走行列車となっている．

図 1　解析対象地点

表 1　各地点の測定側と解析対象列車

地　点	測定側	対象列車
A	下り側	下り側走行列車
B	上り側	
C		
D		

2. 解析方法

調査において観測された卓越周波数成分は，列車速度と騒音レベルの関係から求めた速度換算の騒音周波数スペクトルより，その傾向が見出された．この概略を図 2 に示す．図の上段は列車速度と騒音レベルの関係で下段は速度換算の騒音周波数スペクトルである．

ここで，換算する列車速度は，調査時におけるその地点の平均速度が目安となっている．

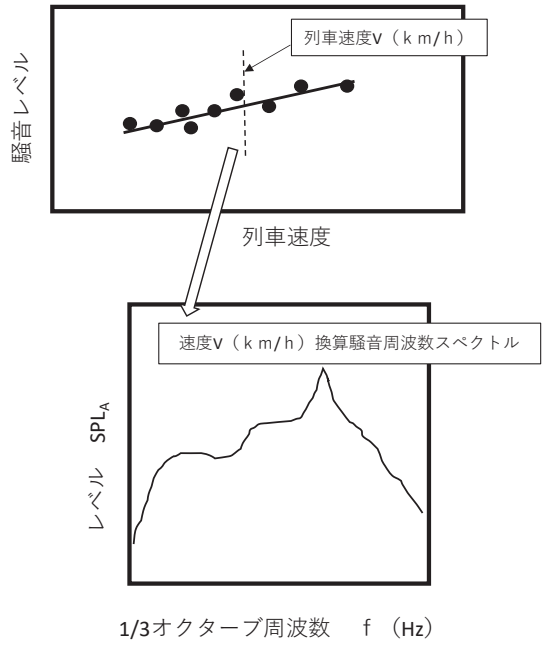

図 2 騒音周波数スペクトル（列車速度換算）

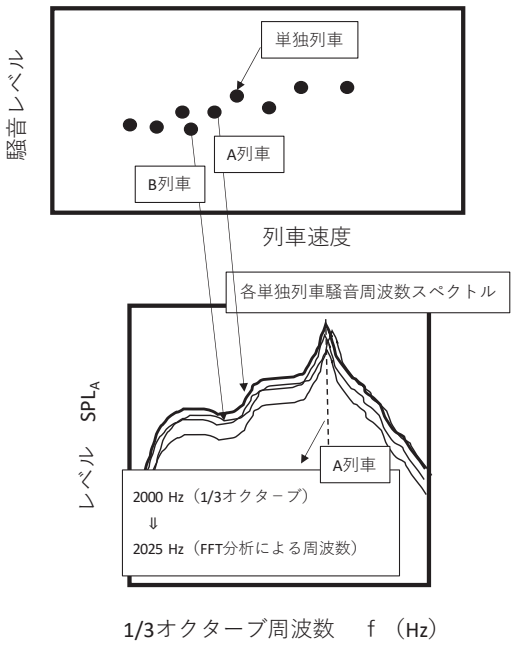

図 3 各単独列車騒音周波数スペクトル

この卓越周波数成分を解析するため，各単独列車の騒音周波数スペクトルを求めた．この各単独列車の卓越周波数の詳細な周波数を高速フーリエ変換による分析 (FFT 分析) から求め，その特徴を検証した．この概略を図 3 に示す．図の上段は列車速度と騒音レベルの関係で下段は各単独列車の騒音周波数スペクトルである．

結 果 及 び 考 察

1. 卓越周波数成分観測結果例（地点C）

解析卓越周波数成分観測例として，新幹線鉄道騒音の調査において， 2000 Hz 付近の周波数帯域に卓越した成分が顕著に観測された地点 C における騒音レベルと列車速度の関係及び列車速度換算騒音周波数スペクトルを図 4，図 5 に示す．

これより，地点 C での平均速度は，230 km/h 程度であり，2000 Hz 付近に卓越した周波数成分が現れていることがわかる．

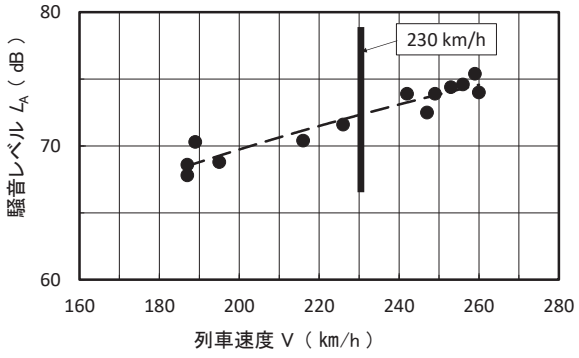

図 4 騒音レベルと列車速度の関係

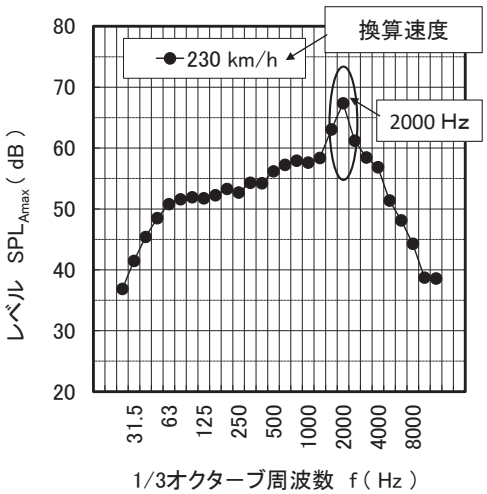

図 5 騒音周波数スペクトル (列車速度換算値)

2. 各地点の単独列車騒音周波数スペクトル

解析対象地点のうち，卓越周波数成分が観測された列車を抽出し，その単独列車の騒音周波数スペクトルを調べた．その結果として得られた各地点での単独列車騒音周波数スペクトルを図 6 – 9 に示す．

これより，各地点の騒音周波数スペクトルは列車毎に以下の特徴を示していることがわかる．

A 地点では，1000 Hz 付近に卓越周波数成分を示している．同様に B 地点と C 地点では，1600 – 2000 Hz 付近，D 地点では 2000 – 2500 Hz 付近に卓越周波数成分を示し，地点毎にその周波数は異なっている．特に，B – D 地点は 1000 Hz 以下の周波数帯でレベルに差が生じている．この差は列車速度の違いによるものと考えられる．

因みに，調査時における各地点の列車速度は A 地点 125 – 135 km/h ， B 地点 164 – 220 km/h ， C 地点 187 – 260 km/h ，D 地点 204 – 279 km/h の分布となっている．(後述掲載表 2 – 5 参照)

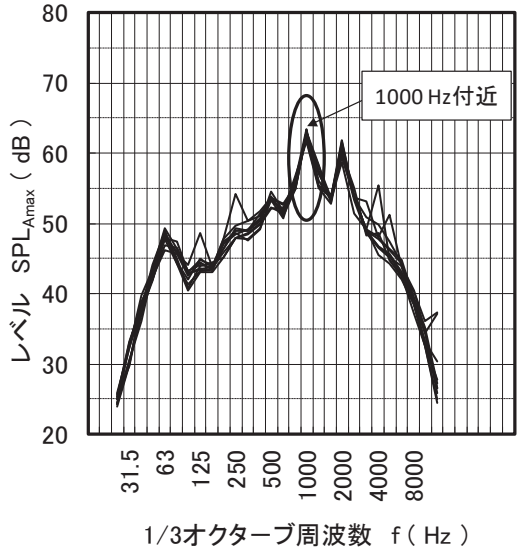

図 6　A 地点単独列車騒音周波数スペクトル

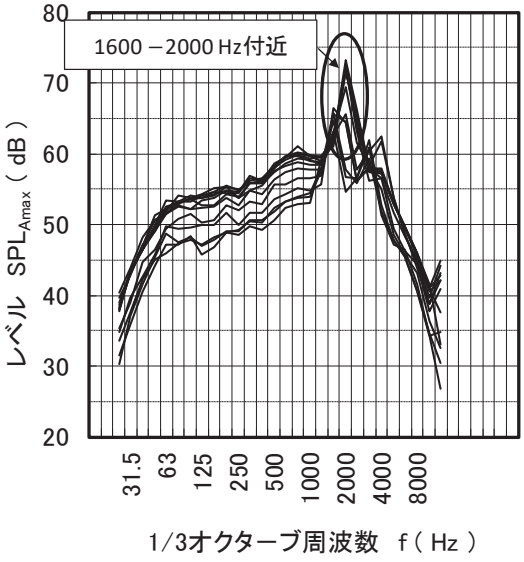

図 8　C 地点単独列車騒音周波数スペクトル

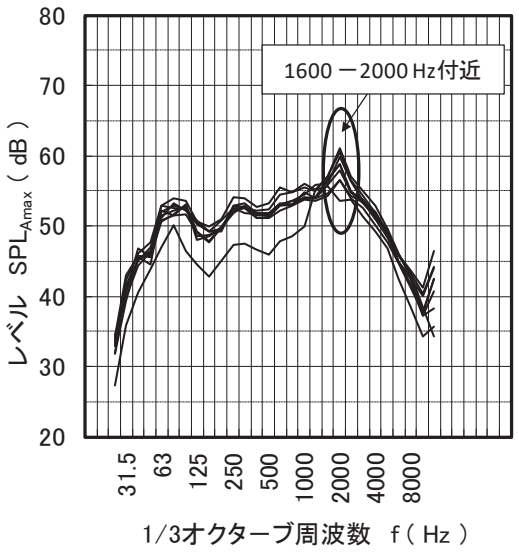

図 7　B 地点単独列車騒音周波数スペクトル

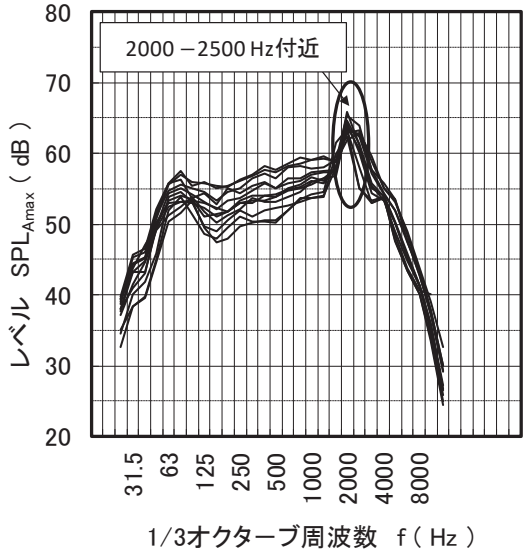

図 9　D 地点単独列車騒音周波数スペクトル

3. 単独列車騒音卓越周波数成分FFT分析結果

図 6 – 9 に示す各単独列車の騒音周波数スペクトルから得られた卓越周波数成分をもとに，詳細な周波数を FFT 分析により求めた．各単独列車の列車速度と騒音卓越周波数成分の関係を図 10 に示す．

これより，列車速度と騒音卓越周波数との相関をみると次式のとおりである．

$f_{SPLAmax} = 8.8758V - 86.293 \quad R = 0.946$

ここで $f_{SPLAmax}$：卓越周波数 (Hz)

V：列車速度 (km/h)

R：相関係数

式から，列車速度と騒音卓越周波数には正の相関がみられ，130 km/h で 1000 Hz，180 km/h で 1500 Hz，235 km/h で 2000 Hz が卓越する傾向となっている．この傾向は，レール削正の削正痕ピッチ[4)]が関係しているものと考えられる．

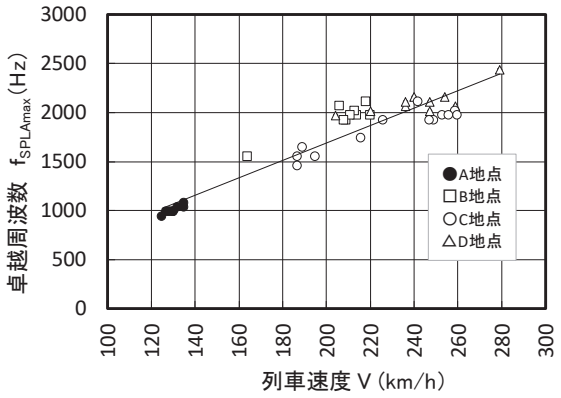

図 10　列車速度と騒音卓越周波数成分の関係

4. 卓越周波数成分有無によるレベル推計結果

本調査における新幹線鉄道騒音の騒音卓越周波数成分について，その成分がない場合にレベルがどの程度変化するかの推計を行った．

その結果を図 11 – 18 及び表 2 – 5 に示す．ここで，図 11 – 18 は卓越周波数成分有無の比較推定で，騒音周波数スペクトルと O.A 値 (騒音レベルに相当) を示しており，各地点での単独列車の速度分布において最大と最小速度の列車を対象としている．表 2 – 5 は各地点O.A 値と卓越周波数レベルの比較を数値で示している．表には，調査時における各地点の列車速度分布を加えて示す．

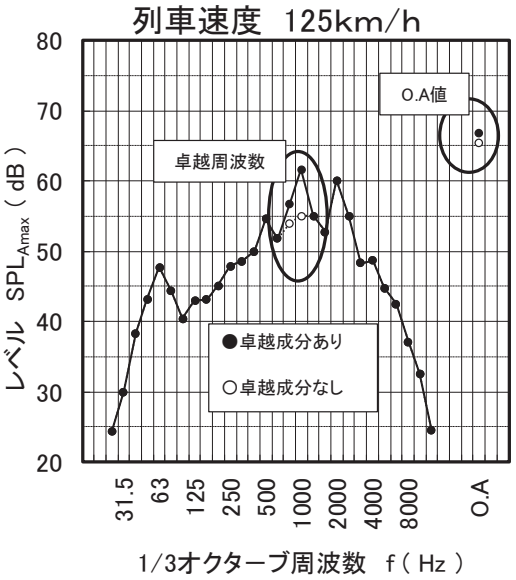

図 11　卓越周波数成分有無の比較推定 A 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

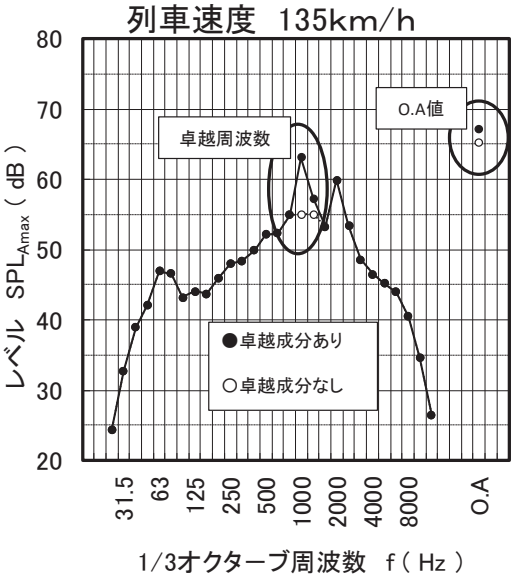

図 12　卓越周波数成分有無の比較推定 A 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

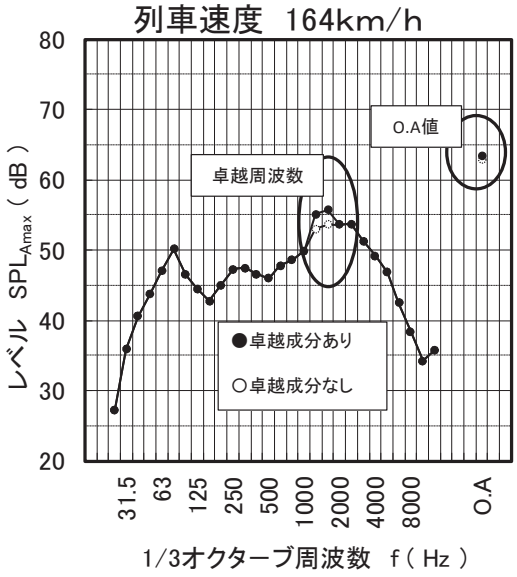

図 13　卓越周波数成分有無の比較推定 B 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

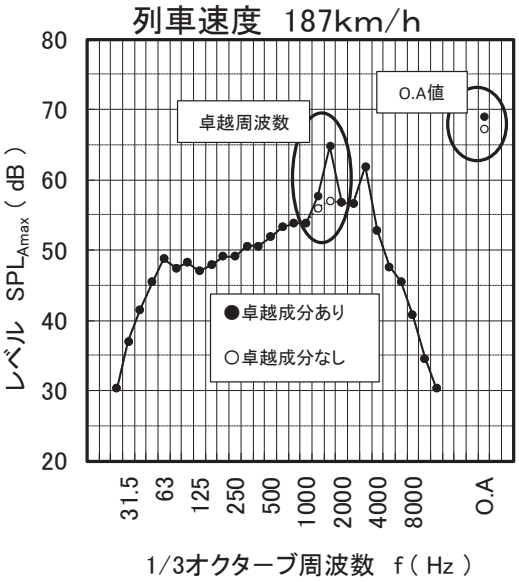

図 15　卓越周波数成分有無の比較推定 C 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

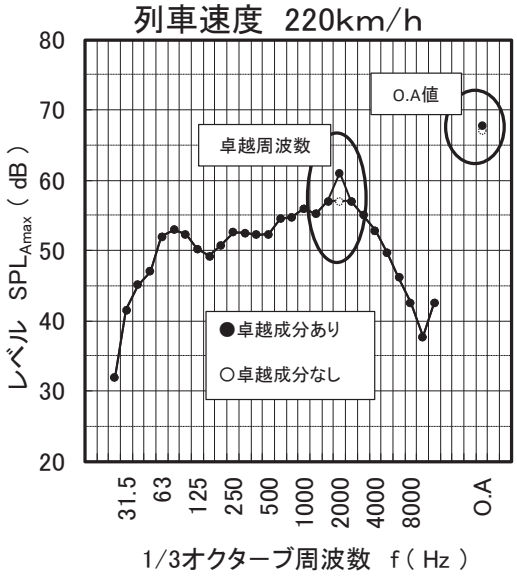

図 14　卓越周波数成分有無の比較推定 B 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

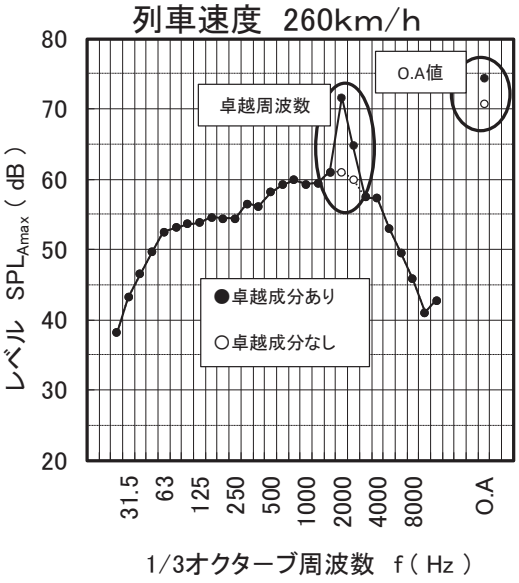

図 16　卓越周波数成分有無の比較推定 C 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

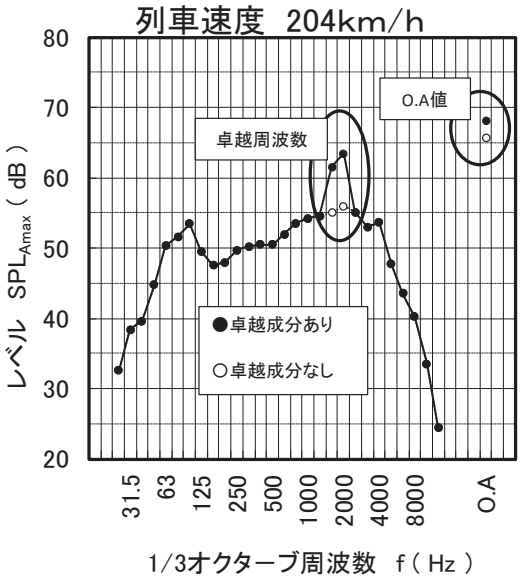

図 17　卓越周波数成分有無の比較推定 D 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

これより，A 地点では列車速度 125 – 135 km/h ，卓越周波数成分 1000 Hz 付近となっており，この成分が無い場合，O.A 値で 1 – 2 dB，卓越周波数レベルで 6 – 8 dB 低減すると推定される．

(図 11，12，表 2 参照)

以下 3 地点についてみると，B 地点では列車速度 164 – 220 km/h ，卓越周波数成分 1600 – 2000 Hz 付近となっており，この成分が無い場合，O.A 値で 1 dB 程度，卓越周波数レベルで 2 – 4 dB 低減すると推定される．(図 13，14，表 3 参照)

C 地点では列車速度 187 – 260 km/h ，卓越周波数成分 1600 – 2000 Hz 付近となっており，この成分が無い場合，O.A 値で 2 – 4 dB 程度，卓越周波数レベルで 7 – 11 dB 低減すると推定される．

(図 15，16，表 4 参照)

D 地点では列車速度 204 – 279 km/h ，卓越周波数成分 2000 – 2500 Hz 付近となっており，この成分が無い場合，O.A 値で 1 – 3 dB 程度，卓越周波数レベルで 3 – 7 dB 低減すると推定される．

(図 17，18，表 5 参照)

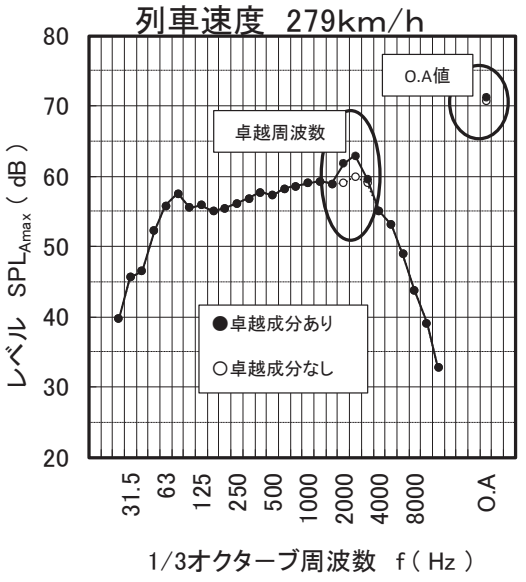

図 18　卓越周波数成分有無の比較推定 D 地点
（単独列車の騒音周波数スペクトルと O.A 値）

表 2　A 地点　O.A 値 (騒音レベルに相当) と卓越周波数レベル比較

速度分布　　125－135km/h

単独列車				
列車速度（km/h）	125		135	
卓越周波数 $f_{SPLAmax}$（Hz）	1000		1000	
	$f_{SPLAmax}$成分			
O.A値（dB）	有り(1)	無し(2)	有り(1)	無し(2)
	66.8	65.4	67.2	65.2
差(2)－(1)	−1.4		−2.0	
SPL$f_{SPLAmax}$（dB）	有り(3)	無し(4)	有り(3)	無し(4)
	61.5	55.0	63.1	55.0
差(4)－(3)	−6.5		−8.1	

表 3　B 地点　O.A 値 (騒音レベルに相当) と卓越周波数レベル比較

速度分布　　164－220km/h

単独列車				
列車速度（km/h）	164		220	
卓越周波数 $f_{SPLAmax}$（Hz）	1600		2000	
	$f_{SPLAmax}$成分			
O.A値（dB）	有り(1)	無し(2)	有り(1)	無し(2)
	63.4	62.8	67.7	67.1
差(2)－(1)	−0.6		−0.6	
SPL$f_{SPLAmax}$（dB）	有り(3)	無し(4)	有り(3)	無し(4)
	55.7	53.6	61.0	57.0
差(4)－(3)	−2.1		−4.0	

表 4　C 地点　O.A 値 (騒音レベルに相当) と卓越周波数レベル比較

速度分布　　187－260km/h

単独列車				
列車速度（km/h）	187		260	
卓越周波数 $f_{SPLAmax}$（Hz）	1600		2000	
	$f_{SPLAmax}$成分			
O.A値（dB）	有り(1)	無し(2)	有り(1)	無し(2)
	68.9	67.2	74.3	70.7
差(2)－(1)	−1.7		−3.6	
SPL$f_{SPLAmax}$（dB）	有り(3)	無し(4)	有り(3)	無し(4)
	64.7	57.0	71.6	61.0
差(4)－(3)	−7.7		−10.6	

表 5　D 地点　O.A 値 (騒音レベルに相当) と卓越周波数レベル比較

速度分布　　204－279km/h

単独列車				
列車速度（km/h）	204		279	
卓越周波数 $f_{SPLAmax}$（Hz）	2000		2500	
	$f_{SPLAmax}$成分			
O.A値（dB）	有り(1)	無し(2)	有り(1)	無し(2)
	68.1	65.6	71.3	70.7
差(2)－(1)	−2.5		−0.6	
SPL$f_{SPLAmax}$（dB）	有り(3)	無し(4)	有り(3)	無し(4)
	63.4	56.0	62.9	60.0
差(4)－(3)	−7.4		−2.9	

ま と め

名古屋市域における新幹線鉄道騒音の測定事例として，2000 Hz 付近の周波数において卓越した成分が発生した事例を紹介した．

その特徴を分析した結果，列車速度と卓越周波数には正の相関があり，130 km/h で 1000 Hz，180 km/h で 1500 Hz，235 km/h で 2000 Hz が卓越する傾向が見受けられた．この傾向は，レール削正痕のピッチが関係しているものと考えられる．

また，卓越周波数レベルは最大 10 dB 以上突出している場合も見受けられ，この卓越周波数成分がある場合には，ない場合と比べて，騒音レベルで 1 – 4 dB程度高くなっていると考えられる．

文　献

1) 樋田昌良 : 名古屋市域における新幹線鉄道騒音測定事例－防音壁の効果について－, 名古屋市環境科学調査センター年報，9，39–44 (2020)
2) 樋田昌良 : 名古屋市域における新幹線鉄道騒音測定事例－建物等による反射の影響について－, 名古屋市環境科学調査センター年報，9，45–49 (2020)
3) 樋田昌良 : 名古屋市域における新幹線鉄道騒音測定事例－車両改良による騒音低減効果について－, 名古屋市環境科学調査センター年報, 10, 36–40 (2021)
4) 北川敏樹：鉄道騒音における最近の話題－音源側，日本音響学会誌，73(11)，710–717 (2017)