

論 文

道路交通振動の発生と地盤との関係について

(第三報)

青 木 一 郎

都内の幹線道路沿線で木造家屋とRC構造の建築物において振動の測定を行い、木造家屋のRC構造建築物への改築が振動防止に効果があるか否かについて検討する調査を行った。木造家屋での振動レベルは、地盤振動に対し同等かやや増加する傾向が認められるが、RC構造建築物の各階の振動レベルは、地盤振動より数dB以上低く、振動防止の効果が認められた。

1 はじめに

自動車の走行に伴って発生する道路交通振動は、大型車両の通行が多い幹線道路沿道付近の住宅では騒音と共に大きな問題となっている。道路交通振動の発生と伝搬には、地盤地質が大きな要因になっているのではないかと、前報及び前々報で地盤地質に重点をおいた調査測定を行った結果を報告した。

今年度は、道路交通振動と幹線道路沿道の木造及びRC構造の建築物内において振動の測定を行った。道路交通振動に対する実際的な振動防止対策として、RC建築物等、大きな、堅固な構造の建物による対策が、防止対策としてどのように有効であるかをみるために、木造家屋とRC構造建物について、相互の振動の様相を比較検討することによりこの関係を調べた。

以下、これについて報告する。

2 調査地点と測定方法

(1) 調査地点

表1に、調査地点を示したが、今年度は、地盤振動のみ測定した地点が4ヶ所、木造家屋とその周辺を測定した地点が3ヶ所、RC構造建築物とその周辺を測定したのが3ヶ所の計10ヶ所である。

調査地点は、環状七号、八号線及び246号線の沿線で、道路は大部分が片側2車線の地点であったが、一部で3車線の地点もあった。この道路にはいずれも側道に歩道があり、その幅はほとんどの場所が約4.5mであった。

表1 振動の測定地点概要

測定の場所、対象	住 所	備 考
地盤振動のみ	1 大田区北馬込2丁目	
	2 大田区山王4丁目	
	3 世田谷区駒沢3丁目	
	4 杉並区井草3丁目	
木造家屋振動及び地盤振動	1 大田区山王4丁目	1、2F板廊下
	2 杉並区桃井1丁目	
	3 杉並区井草3丁目	
鉄筋コンクリート建物振動及び地盤振動	1 板橋区富士見町	1～4Fコンクリート廊下
	2 杉並区井草3丁目	
	3 練馬区南田中3丁目	

(2) 交通量及び交通条件

調査時における車種別交通量は、10分間の交通量等を表2に示した。測定は午前11時頃から午後1時頃までの間、交通渋滞の少ない時間、地点を選定して行ったが、全体の約半数が、反対側車線が渋滞しているか、測定中に渋滞が始まるといった条件下であった。RC構造建築物を測定した井草は鉄道の踏切近くで遮断機の開いた時に車が流れるという交通条件下の測定であったが、ここでは都合により交通量等の測定は行わなかった。

(3) 測定方法

測定系列は昨年までと同様に、測定地点に設置したピックアップと振動計からデータレコーダに録音し、これを研究室にて再生、レベルの算出とFFTによるスペクトル分析を行った。測定分析に使用した機器は次のとおりである。

表2 車種別交通量及び車速

調査地点	線別	大型車	小型車	車速
大田区北馬込	内側	58台	229台	41.3
	外側	74	74	
大田区山王	内側	34	186	38.5
	外側	40	165	
世田谷区駒沢	上り	25	254	—
	下り	27	202	
杉並区井草	内側	46	50	36.5
	外側	73	50	
大田区山王	内側	31	169	40.0
	外側	51	174	
杉並区桃井	内側	61	116	40.8
	外側	34	108	
杉並区井草	内側	40	83	—
	外側	27	80	
板橋区富士見町	内側	72	181	42.2
	外側	29	246	
練馬区南田中	内側	57	101	41.3
	外側	24	145	

\* 車速; km/h  
\*\* 交通量; 10分間

振動計 リオン VM-16  
データレコーダ ソニーマグネスケール FR-3415R  
レベルレコーダ リオン LR-04  
FFT アドバンテスト TR-9405A  
レベル処理器 リオン SV-72A

地盤上での振動測定は、従前と同様の方法によった。  
家屋内の振動の測定法は、定まった方法がない。そこで、この調査では、木造家屋における測定は、主として家屋内1、2階の木製床廊下中央部にピックアップを設置し測定を実施した。廊下の幅は約90cmである。

RC構造の建築物では、1～4階のコンクリート廊下中央部にピックアップを設置し測定を行った。いずれも廊下は道路に面している場所であるが、廊下の幅は90cm～150cmと建物により相違した。

振動の録音は、約10分間行ったが、振動レベルの評価法は、この録音を再生し、通常の振動レベル測定法に準拠して5秒100回の80%レンジの上端値で評価した。

FFT分析は、周波数幅を0.5～200Hzとし、地盤上及び建物内各階のスペクトル図は、同一地点は同一自動車通

過時のスペクトルで示している。

木造、RC両建築物とも、道路から同一距離及び同一測定条件の場所を選定しようとしたが、選定できなかったため、データは測定した条件で示した。

(4) 測定点

測定点は、距離別測定では歩道端（道路との境）から5、10、15mと5mおきに道路上等の測定点にピックアップを設置し測定した。

建築物との比較測定では、地盤上は歩道端から5mの地点から1mおきにピックアップを設置するとともに、原則として同時に建物内部にもピックアップを設置して測定した。表には、地盤上と家屋内の同距離の測定結果を示した。

3 測定結果

(1) 振動レベル

ア 距離別地盤上

各測定点の振動レベルは、表3の通りである。交通量、交通渋滞等の関係もあるが、日中における振動レベルは一般的に低いようである。

表3 距離別振動レベル

	5m地点	10m地点
大田区北馬込	54dB	52dB
大田区山王	55dB	55dB
世田谷区駒沢	58dB	56dB
杉並区井草	51dB	47dB

dB: 振動レベル

イ 木造家屋内

表4は木造家屋内で測定した振動レベルである。各家屋により、また同じ家屋でも1、2階の階層によりかなりレベルが異なっている。

山王では、地盤上より1Fコンクリートのたたき（以下、土間という。）の方が3dBほど大きい、家屋内では、2階より1階の方が6dBレベルが大きくなっている。

桃井では、地盤上と土間では2dBほど土間の方が大きい、家屋内では2階の方が1階より9dBも大きい。

井草では、地盤上と土間でのレベルが同一であり、家屋内1、2階もほぼ同レベルであり、地盤上の振動ともほとんど同じレベルを示している。

ウ RC建築物内

表5は、RC建築物内で測定した振動レベルである。測定を行った3ヶ所の内、井草の1Fを除き、同一建物各階の振動レベルはほぼ同レベルであった。そして、このレベルは、3ヶ所とも地盤上の振動レベルより8dB以上低いレベル値を示している。南田中の建築物は最も新しく、構造的にも堅固であるため地盤上に比し17dBも低くなっている。

(2) 振動スペクトル

ア 木造家屋のスペクトル

(ア) 山王のスペクトル

表4 木造住宅における振動レベル

地名	地盤上		建物内		
	道路端からの距離	地盤上の振動レベル	建物内の測定場所	道路端からの距離	建物内の振動レベル
大田区 山王	10m	49dB	1F土間	11m	52dB
			1F廊下	11m	64dB
			2F廊下	9m	58dB
杉並区 桃井	6m	53dB	1F土間	6m	55dB
	10m	56dB	2F廊下	10m	57dB
杉並区 井草	8m	56dB	1F土間	8m	56dB
			1F廊下	〃	55dB
			2F廊下	〃	57dB

表5 RC構造建物に於ける振動レベル

地名	地盤上		建物内		
	道路端からの距離	地盤上の振動レベル	建物内の測定場所	道路端からの距離	建物内の振動レベル
板橋区 富士見 町	13m	54dB	1FC廊下	13m	45dB
			2FC	〃	46dB
			3FC	〃	46dB
			4FC	〃	46dB
杉並区 井草	5m	51dB	1FC廊下	5m	50dB
			2FC	〃	43dB
			3FC	〃	43dB
			4FC	〃	43dB
練馬区 南田中	7m	59dB	2FC廊下	7m	42dB
			3FC	〃	42dB
			4FC	〃	42dB

\* 1FC: 1階コンクリートの略  
dB: 振動レベル

図1は山王のスペクトルである。図の横軸は周波数、縦軸は振動加速度レベル（以下、すべて同じ。）を現している。この地盤振動の卓越周波数は4Hzであるが、家の中の卓越周波数は1、2階とも72Hz前後を示している。これは家屋各部位の共振現象によるものと考えら

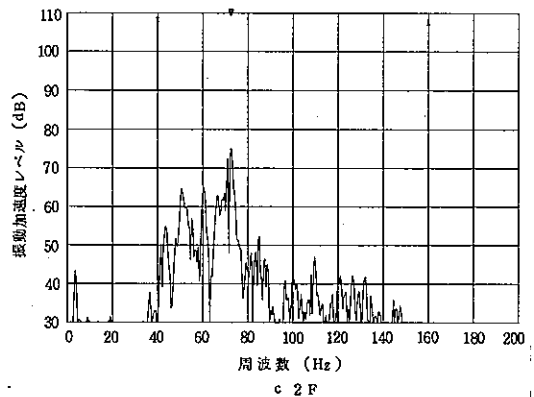
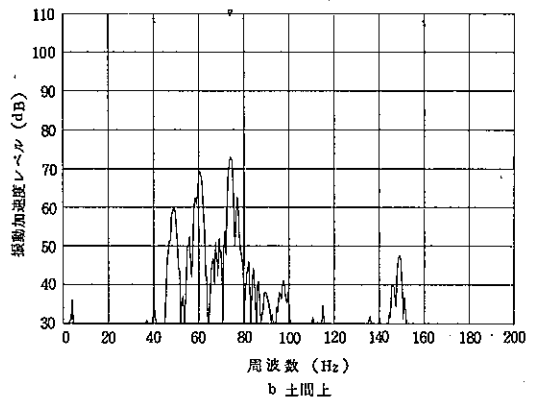
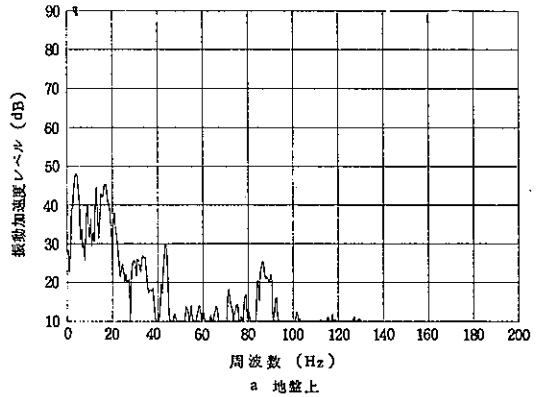


図1 山王のスペクトル

れるが、家の中がうなっている感じがあり、ピックアップを設置した床板が反響しているようである。家の中では40Hz以下の周波数のスペクトルは低レベルであった。

(イ) 桃井のスペクトル

図2は桃井のスペクトルである。地盤振動の卓越周波

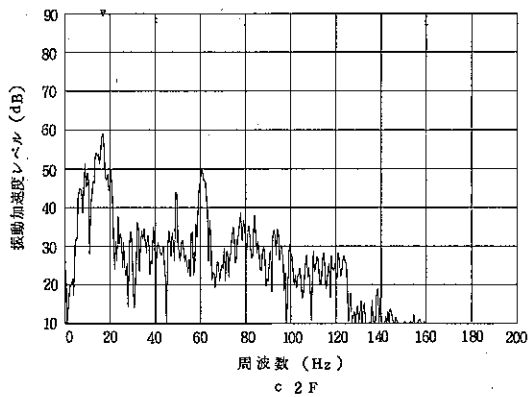
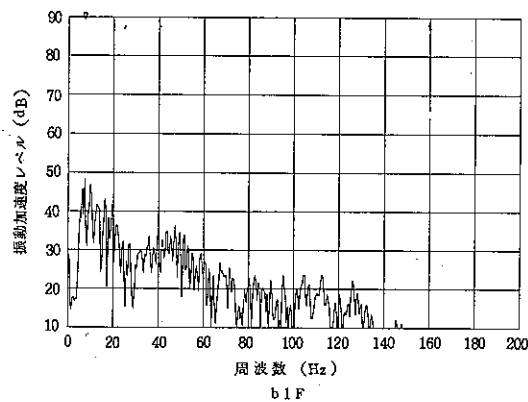
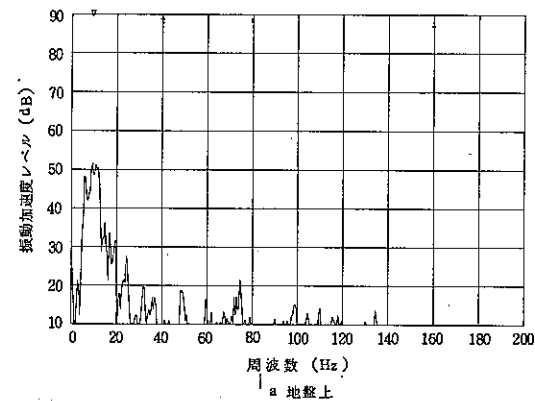


図2 桃井のスペクトル

数は9.5Hzであるが、2F廊下の卓越周波数は17Hzである。1Fの廊下はコンクリートの平板であるが、地盤の卓越周波数とほぼ同じである。

(ウ) 井草のスペクトル

図3は井草のスペクトルである。地盤振動の卓越周波

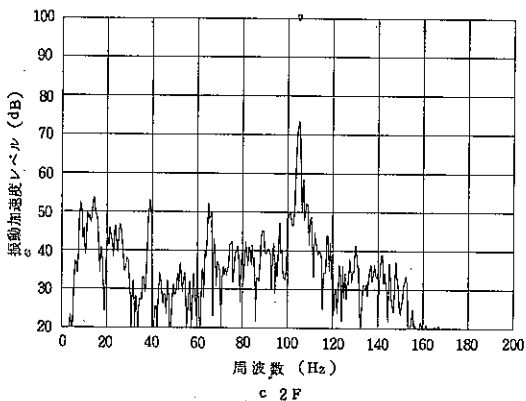
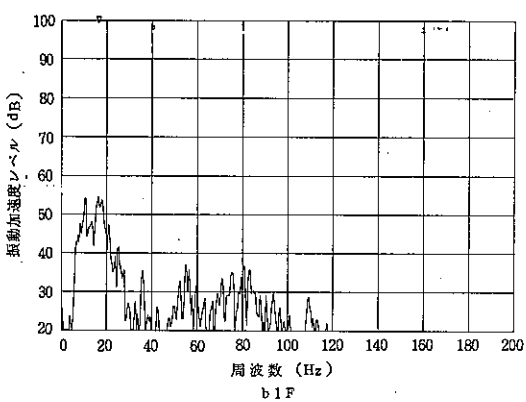
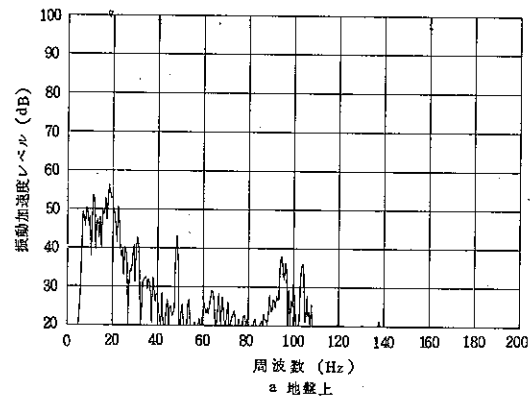


図3 井草のスペクトル

数は18.5Hzであり、1F土間の卓越周波数は16.5Hzであったが、2F床廊下では105Hzにやや大きい卓越周波数を示している。この他9、16.5、40、65Hz付近に同レベルの卓越周波数が認められるスペクトルとなっている。

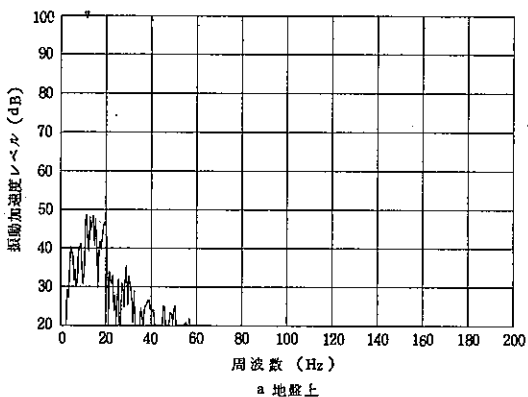
(エ) 木造家屋内のスペクトル

地盤振動のスペクトルと卓越周波数は3ヶ所とも異なるが、家の中の卓越周波数は、地盤振動とほぼ同じ周波数を示すもの、地盤振動と全く別の周波数構成を示すもの、その中間的な周波数構成のもの等3者3様な周波数構成を示している。これ等の原因については後述する

イ RC構造建築物のスペクトル

(ア) 富士見町のスペクトル

図4は富士見町の地盤上と建物内各階ののスペクトルである。地盤振動の卓越周波数が11.5Hzであるのに対し、2、3、4F各階の卓越周波数は12、3Hzを示している。なお、井草、南田中の建物内のスペクトルは、こ



富士見町の場合とはほぼ同様の傾向にあるのでスペクトル図は割愛し、表6に建物各階の卓越周波数を示すことにする。

(イ) 井草のスペクトル

図5は井草の地盤上のスペクトルである。地盤振動の卓越周波数は10.5Hzである。

(ウ) 南田中のスペクトル

図6は南田中の地盤上のスペクトルである。地盤振動の卓越周波数は11Hzである。

(エ) RC構造建築物のスペクトル

上記3ヶ所の建物内のスペクトル分析結果をみると、その卓越周波数は地盤振動のそれとほぼ同一の周波数構成を示している。測定した3ヶ所の地盤振動の卓越周波数は、関東ローム層の同一地盤上にあるためかほぼ同一であった。RC構造の建築物では、建物内でも地盤振動とほぼ同一の卓越周波数が認められるようであるが、

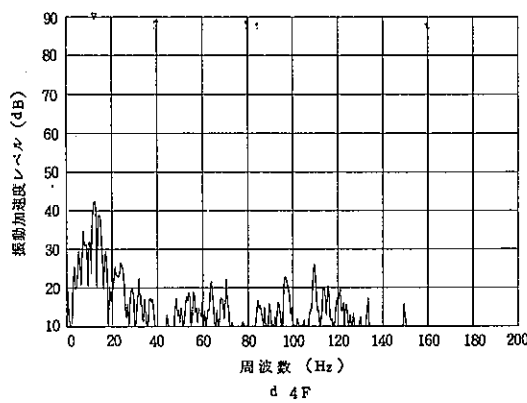
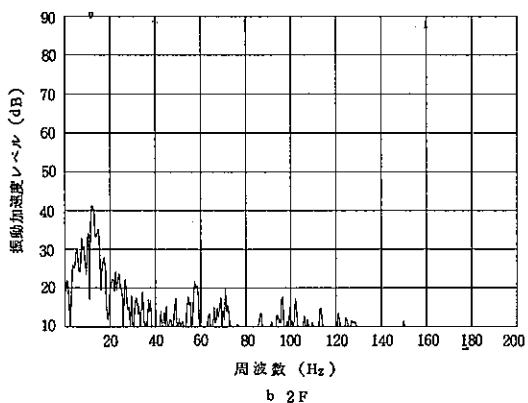
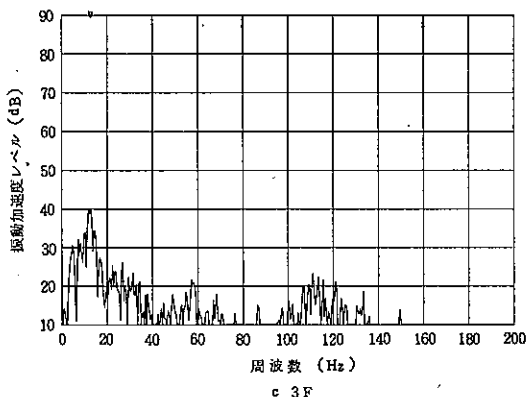


図4 富士見町のスペクトル

表6 RC構造建築物の各階卓越周波数

	富士見町	井 草	南 田 中
4 F	12.5Hz	11.0Hz	8.5Hz
3 F	13.0	11.0	9.0
2 F	12.0	11.5	9.0
地盤上	11.5	11.0	10.5

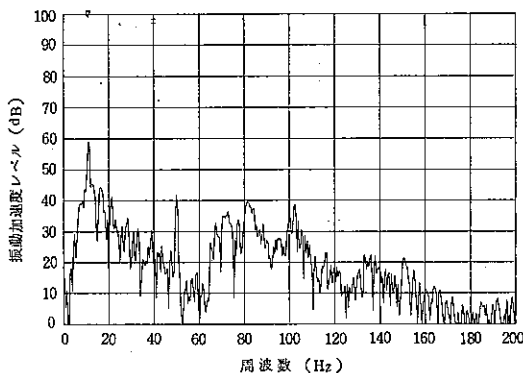


図5 井草の地盤上のスペクトル

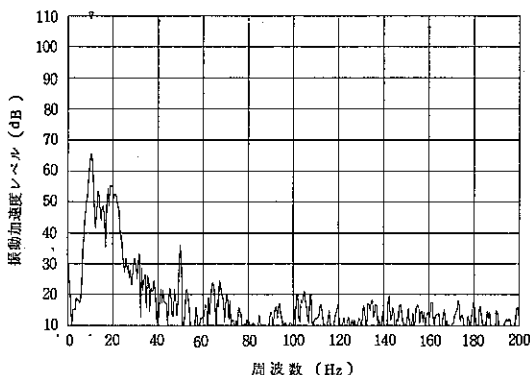


図6 南田中の地盤上のスペクトル

理由として、共振現象が発生しにくいことによるものと考えられる。

#### 4 家屋内における振動について

##### (1) 振動測定上の問題点

振動の測定法では、基本的に土の上で測定することになっており、家屋内の測定法は定まっていない。家屋内

の測定について、ここでは、地盤上の測定方法と同一の測定法によって実施したが、家屋内の測定については地盤上の測定と異なることが多い。測定をする場所一つをとってみても、測定を行う場所の条件や環境は千差万別で、前述のように測定したレベルを即相互に比較することはできない。特に、木造家屋の場合は、家の大きさ、構造、間取り、建築経過年数等がバラバラで、測定を行う場所の標準化が難しく、1階と2階でも相当のレベル差が認められる等測定場所の選定も難しい。部屋の中も畳、絨毯、カーペット、板の間等種々の敷物があり、ピックアップの設置も容易ではない。また、スペクトルの分析結果にみるように、家屋内のスペクトルは、地盤上のスペクトルとかなり異なったスペクトルが出現する場合があります。共振現象も生じているようである。家屋内の測定については、種々の条件を勘案して、測定法を定めなければならないようである。

##### (2) 振動の評価

測定上に多くの問題があり、評価することは更に難しい問題であるが、地盤振動とはかなり異なったスペクトル構成となっていることもあり、地盤上におけると同様な方法で評価するのは、困難なようである。周波数領域を分別するなり、別の方法を検討するなり、測定法の問題と同様に評価法の十分な検討が必要である。

##### (3) 測定結果の比較検討

測定法、評価法に問題があり、厳密な検討は困難であるが、測定結果から両者の比較を一応行ってみた。

木造建築物については、家の中の振動レベルは、地盤上の振動レベルに対し最大で10dB程度大きい、平均的には3~5dB前後大きいレベルを示し、板式の床では共振現象により低周波音のような症状が認められる。一方、RC構造建築物において各階の振動レベルは、地盤の振動レベルより8dB前後低く、スペクトルも地盤上のスペクトルとほとんど変わりはない。

測定結果から考えられることは、木造の建築物は道路交通振動のような振動に対して基礎工事及び躯体の重量から勘案して防御が不十分であり、対策は困難であると考えられる。

木造建築物のRC構造の建築物への改築は、振動防止対策として有効であると思われ、道路構造等の改善面からはなかなか振動防止対策が困難な現状においては、方法的には被害者側の防御体制的ではあるが、良好な対策で

あると考えられる。

## 5 まとめ

道路交通振動について、これまでにその振動の発生と伝搬を地盤地質との関係において測定調査を行い、都内の主な地層における振動の実態を報告してきた。

振動の伝搬実態について、スペクトル分析結果からみると、道路端近くで振動が大きく、遠距離まで伝搬する4 Hz付近に卓越周波数を有する河谷低地部のような軟弱地盤、10～13 Hzに卓越周波数があり、振動減衰がゆるやかな関東ローム層の台地部、18 Hz前後に卓越周波数が認められ、道路際では振動が大きいが遠方への伝搬は少ない砂れき等からなる低地部の3種類に分類されるようである。

次に、現実的な振動防止対策として行われている、木造家屋からRC構造建築物への改築が、実際に効果があるか否かについて調査を行った。

現行の振動測定法における地盤振動と同様な方法による測定では、RC建築物内の振動は、地盤上のレベルより低いレベルを示し、木造家屋では地盤上と同一かややレベルが増幅するという結果が得られた。

今後、更に関係資料の収集を行い、実態の解明に努めてゆきたい。

## 参考文献

- 1) 青木一郎ら：道路交通振動の発生と地盤の関係について（第一報），東京都環境科学研究所年報1990.
- 2) 青木一郎ら：道路交通振動の発生と地盤の関係について（第二報），東京都環境科学研究所年報1991.
- 3) 大田区公害課：環状七号線振動調査報告所：平成2年3月.
- 4) 東京都土木技術研究所：東京都地盤地質図（23区内）—東京都地質図集2—1969.