

ゴムチップ混入コンクリートの吸音性に関する研究

01A3761 能見 光一

01A3707 上田 泰司

指導教員 片山 正敏・高山 俊一

1. はじめに

道路や線路から発生する騒音の対策として、遮音壁等が設置されているが、それによる交通車両の騒音の反射が、沿道の高所の騒音レベルを上昇させている場合も見受けられる。最近では反射音を軽減するガラスウール等繊維系吸音材と、スチルスリット板を組み合わせた吸音板が用いられるが、コストが大きくなる傾向がある。本研究は、年々増加する廃タイヤを有効利用するため、廃タイヤから切削したゴムチップをコンクリートに混入し、道路交通騒音低減用としてのゴムチップ混入コンクリートを開発した。また、騒音の吸音板として5種類を作製し、音の低減効果に及ぼすゴムチップ混入コンクリートの効果を検証したものである。

2. 試験概要

2.1 実験方法

表-1 に示す実験方法及び順序によって行なった。まず、実験は、シリーズ1で4個の騒音計(ML-05: リオン(株)製)を使用し、防音板としてベニヤ板や発泡スチロール板などを利用し、各々の騒音計の誤差の程度を調べた。

シリーズ2は表-1 に示す小型コンクリート板(5種類・寸法: 500×400×80mm)を製作し、吸音板の試験を行なった。また、φ10×10cmの鋼管を利用し、垂直入射吸音率測定のため試験体を5種類製作した。この場合、コンクリートを重ねた2層コンクリート(上部の75mm: ポーラス及びゴムチップ混入コンクリート、下部の25mm: 普通コンクリート)を2種類作製した。

シリーズ3では、大型コンクリート板(5種類・寸法: 1400×900×100mm)を製作した。2層コンクリートの板は、上部60mmにゴムチップ及びポーラスの各コンクリートを打設し、下部40mmに普通コンクリートを打設した。製作した各コンクリート試験体の型枠及び鉄筋の配筋を写真-1に示す。大型コンクリート板は、実験中に破壊することが懸念されるため、鉄筋D13及びD16を配筋した。大型板の各コンクリートの配合を表-2に示す。水セメント比は普通コンクリート55%、ポーラス・ゴムチップ混入の各コンクリートは30%とした。

表-1 実験方法

シリーズ	実験項目
1	予備実験 騒音計の補正のための試験
2	・小型コンクリート板による音の低減率の測定 5種類: 普通コンクリート・ポーラスコンクリート・ゴムチップ混入コンクリート・2層 P(上部60mm: ポーラス、下部20mm: 普通)・2層 G(上部60mm: ゴムチップ、下部20mm: 普通) 小型板の寸法: 500×400×80mm ・垂直入射吸音率の測定 (JIS A 1405)
3	大型板の寸法: 1400×900×100mm 5種類: 普通コンクリート・ポーラスコンクリート・ゴムチップ混入コンクリート・2層 P(上部60mm: ポーラス、下部40mm: 普通)・2層 G(上部60mm: ゴムチップ、下部40mm: 普通)

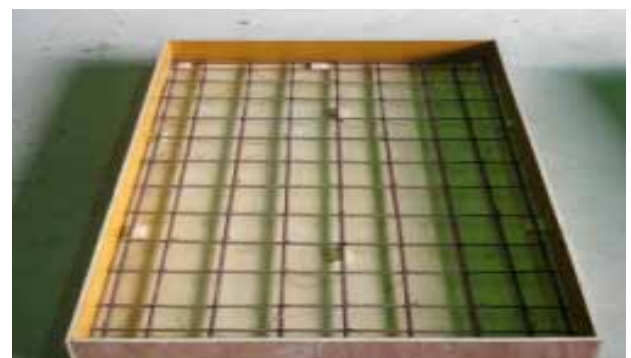


写真-1 大型コンクリート板の配合
(下から2cmの所に鉄筋を配置した)

表-2 大型板のコンクリート配合

コンクリートの種類	水セメント比 (%)	空気量・空隙率	単位量 (kg/m ³)						
			W	C	粗骨材 (大)	粗骨材 (小)	ゴムチップ	石灰石 砕砂	A E 減水剤 (kg)
普通	55	4	148	269	1064			866	0.807
ポーラス	30	20	90	300		1586			0.900
ゴムチップ			115	383		1196	165		1.150

粗骨材(大)の最大寸法: 20mm

粗骨材(小)の最大寸法: 13mm

2.2 音の測定

音の発生用音源として、カセットレコーダーを用い、特定周波数の音を発生させる。音の測定には普通騒音計を使用し、最大騒音レベル (L_{max}) を求めた。音の測定時間は1回 10 秒として、測定回数は 10 回おこない、平均値及び変動係数を求めた。大型コンクリートによる音の測定状況を写真 - 2 に示す。音の回り込みを防ぐため音源～受音点 B を合板で囲んだ。音の測定にあたり、吸音板 (普通・ポーラス・ゴムチップ・2 層 P・2 層 G) 有無による音源から受音点までの測定値の比較について検証することにした。



写真- 2 音の測定状況

2.3 斜入射吸音率測定法

垂直入射吸音率の測定には JIS A 1405「管内法による建築材料の垂直入射吸音測定方法」に準じて行なった。音響管の一端の軸方向に垂直に固定された供試体に、スピーカから 100～2000 までの 1/3 オクターブ間隔の周波数の正弦平面波を送ると、入射波と供試体による反射波との間に干渉が生じ、このとき入射波と反射波の音圧振幅の極大値と極小値の比から入射吸音率を求めることができる。

3．結果および考察

3-1 コンクリートの諸性質

小型板及び大型板に使用したコンクリートの諸性質を表 - 3 に入れる。普通コンクリートの圧縮強度は 30N/mm^2 以上であるが、ポーラスコンクリート及びゴムチップ混入コンクリートでは約 10N/mm^2 以下の強度の小さいコンクリートであった。弾性係数は、強度と同じ傾向を示している。単位質量は普通コンクリートが $2.3\sim 2.5\text{g/cm}^3$ で、ポーラスコンクリート及びゴムチップ混入コンクリートで約 1.9g/cm^3 に過ぎず、普通コンクリートの約 80% である。空隙率はポーラスコンクリートで約 25% と大きく、ゴムチップ混入コンクリートで 14～19% であり、板には多くの空隙が到る所に有るものとする。

表 - 3 コンクリートの性質

	種類	スラブ (cm)	圧縮強 度 N/mm^2	弾性係 数 N/mm^2 ($\times 10^3$)	単位質 量 (g/cm^3)	空隙 率 (%)
小型 板	普通	14.3	34.6	31.9	2.33	25.2
	ポーラス	0.6	6.30	14.3	1.86	
	ゴムチップ	8.5	2.51	6.90	1.84	
大型 板	普通	3.2	30.4	26.1	2.47	26.2
	ポーラス	0.9	10.8	21.3	1.90	
	ゴムチップ	0.5	6.58	9.66	1.94	

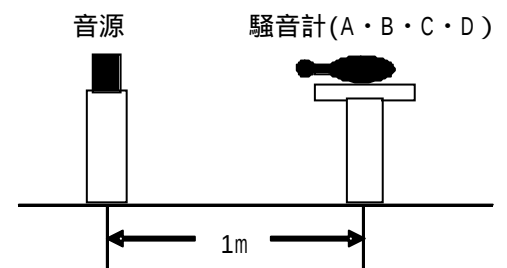


図- 1 騒音計の補正のための試験状況

3-2 普通騒音計の補正

普通騒音計を使用する際、全部の騒音計が同一の値を測定していないことが判明したので、図 - 1 のように音源、騒音計をおき、騒音計を A・B・C・D と変えていき、それぞれの最大音レベル (L_{max}) を 5 日間測定した。その結果、騒音計 B が最も安定した値を示したので、騒音計 B を基準として補正係数を行った。

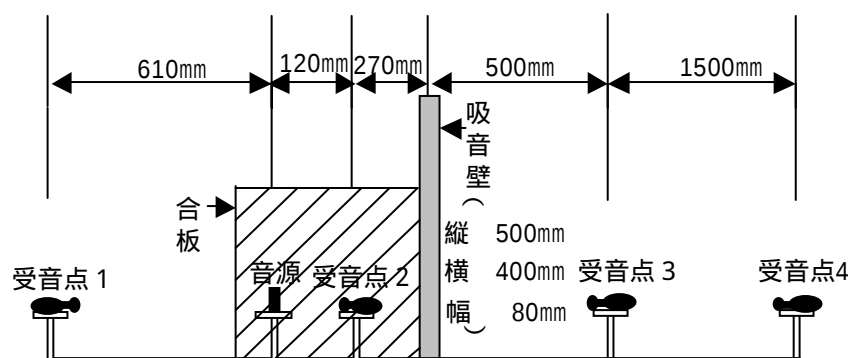


図 - 2 音源、小型吸音壁および普通騒音計の位置

3.3 小型コンクリート吸音板による音の低減効果

図 - 2 に小型コンクリート吸音板を用いた音源、吸音板及び騒音計の位置を示す。各吸音板の音の低減効果の結果を図 - 3 に示す。吸音板は受音点 2 と 3 の間に設置した。同図の縦の線は吸音板の位置を示している。受音点 1 は吸音板を反射した音、受音点 3、4 は吸音板を通り抜けた音を録るものとする。そうすると、最も音を反射しているのが普通コンクリートの 86.8dB で、他の吸音板に比べ 0.8～4.2dB 高く反射している。次に受

音点 3 で、最大の音を通していているのは、ポーラスコンクリートの 77.3dB で、1 番低い 2 層ゴムチップ混入コンクリート(略して G とする)の 65.5dB より 11.8dB 高い。2 番目はゴム混入コンクリートの 75.9dB となって普通コンクリート、2 層ポーラスコンクリート(略して P とする)、2 層 G の順になり、普通コンクリートが音を通さないことが分かる。受音点 4 での音(最大レベル)は、ポーラス及びゴムチップ混入の各コンクリート板が約 70dB、普通及び 2 種の 2 層 P・G 板が約 62dB であった。2 層 P 及び G 板での音の低減率が、普通コンクリート板とほぼ同程度であることに注目すべきである

と考える。

受音点の変動係数を図 - 4 に示す。全ての変動係数が 1.7%以下であったため、ほぼ一定の測定値がばらつきもなく測定できたものだと考えられる。

3.4 大型コンクリート吸音板による音の低減効果

図 - 5 に大型コンクリート吸音板を用いた音源、吸音板及び騒音計の位置を示す。各吸音板の音の低減効果の結果を図 - 6 に示す。図 - 6 の測定結果は、小型板の測定結果の図 - 3 とほぼ同様な傾向を示している。1 番音を反射しているのが、普通コンクリートの 82.1dB で他の吸音板と比べ 2～2.9dB 高く反射している。次に受音点 3 を見て一番音を通していているのは、ポーラスコンクリートの 77.2dB で、1 番低い 2 層 G の 67.6dB より 9.6dB 高い。2 番目はゴム混入コンクリートの 73.3dB となって、2 層 P、普通コンクリート、2 層 G の順になり、普通コンクリートが音を通さ

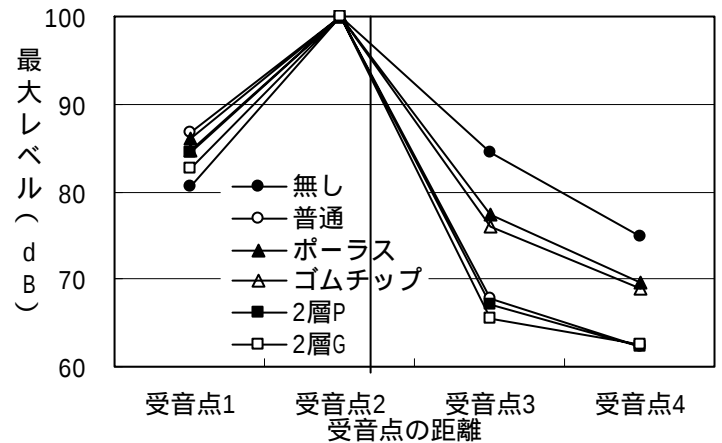


図 - 3 各小型吸音板による音の低減効果

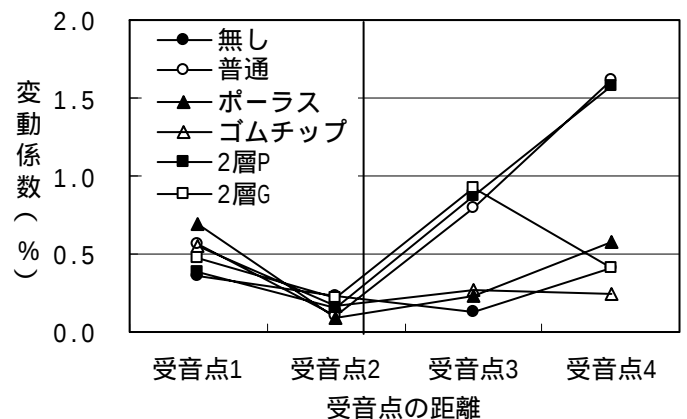


図 - 4 各小型吸音板の変動係数

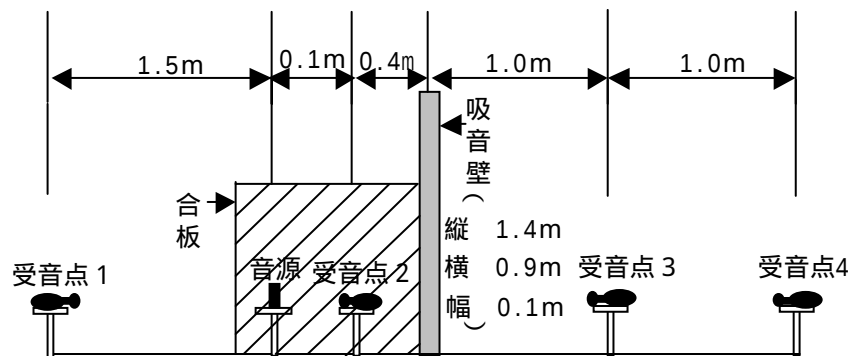


図 - 5 音源、大型吸音壁および普通騒音計の位置

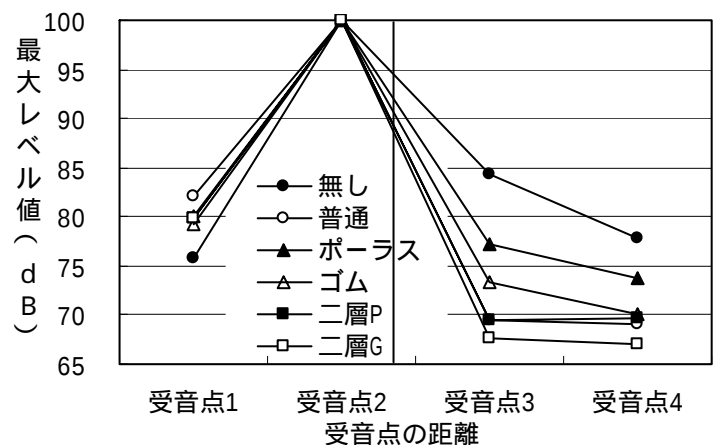


図 - 6 各大型吸音板による音の低減効果

ないことが分かる。受音点 3 及び 4 での音は、2 層 P 及び G 板と普通コンクリートで最も小さくなり、2 層 P 及び G 板は音を通しにくいものと考えられる。

受音点の変動係数を図 - 7 に示す。全ての変動係数が 1.5%以下であったため、ほぼ一定の測定値がばらつきもなく測定できたものだと考えられる。

最終的にどの試験体が一番音を吸収しているかを判定するために、図 - 8 を示す。同図は、受音点 1 と受音点 4 の最大レベルを合計した数値を示したものである。音が吸音板に当たり、音が吸収されたり拡散したため、前記の合計の最大レベルが小さくなるものと考えた。同図で最も合計の音が大いものは、「無し」と「ポーラスコンクリート板」の場合である。逆に最も合計レベルの値が小さいものは、2 層 P と G 板である。2 層 G の 145.1dB でポーラスコンクリートの 155.6dB と比べて 10.5dB も低く一番吸音性に優れている。

3.5 垂直入射吸音率

図 - 9 に各コンクリートの試験体の垂直入射吸音率の測定結果を示す。同図によると、ポーラスコンクリート及びゴムチップ混入コンクリートでは、周波数 400 ~ 500Hz で最も吸音率が大きくなっている。2 層コンクリートでは吸音率のピークが、ゴムチップ混入コンクリートで 650Hz、ポーラスコンクリートで 750Hz と高い周波数へと移項している。とくに、ゴムチップコンクリート及び 2 層ゴムチップ混入コンクリートの場合が最も吸音率が高くなり、ゴムチップは 400Hz のときに 92.8%、2 層ゴムチップ混入コンクリートは 630Hz のとき 95.7%と吸音率が大きくなった。

4 . まとめ

今回の実験から得られた結果を要約すると、以下ようになる。

- (1)吸音板による試験では音の低減効果は、2 層ゴムチップ混入コンクリート及び 2 層ポーラスコンクリートにおいて優れていることが分かった。
- (2)垂直入射騒音率の測定では、ゴムチップ混入コンクリート及び 2 層ゴムチップ混入コンクリートで 400 ~ 600Hz で高い吸音率を示した。

垂直入射吸音率の測定に御協力を戴いた宮崎大学工学部の中澤先生に対し、謝意を表します。

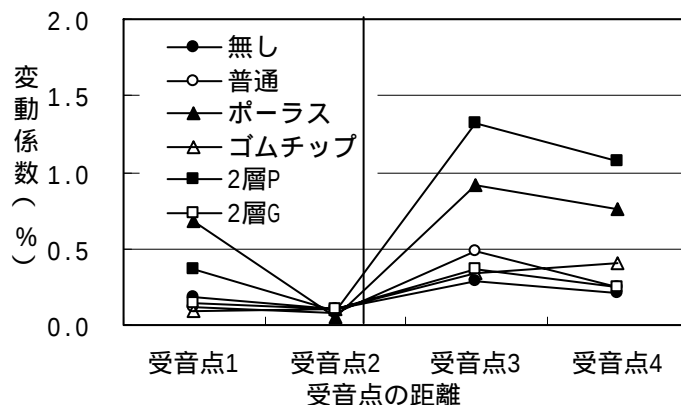


図 - 7 各大型吸音板の変動係数

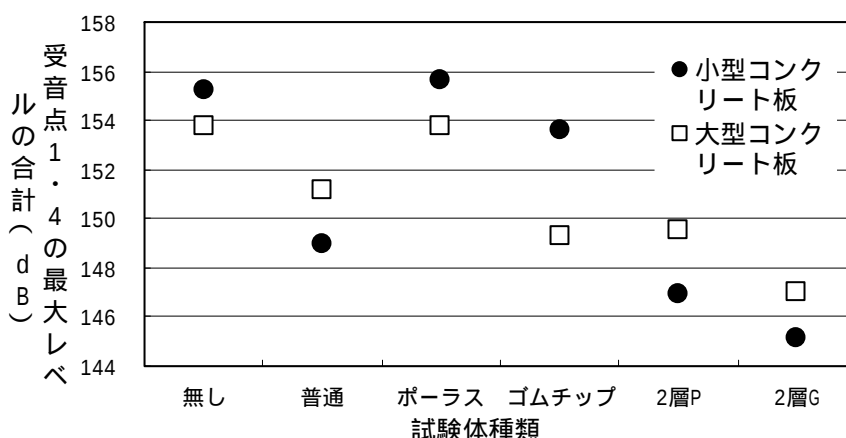


図 - 8 音の試験結果の平均値 (受音点1・4) の合計

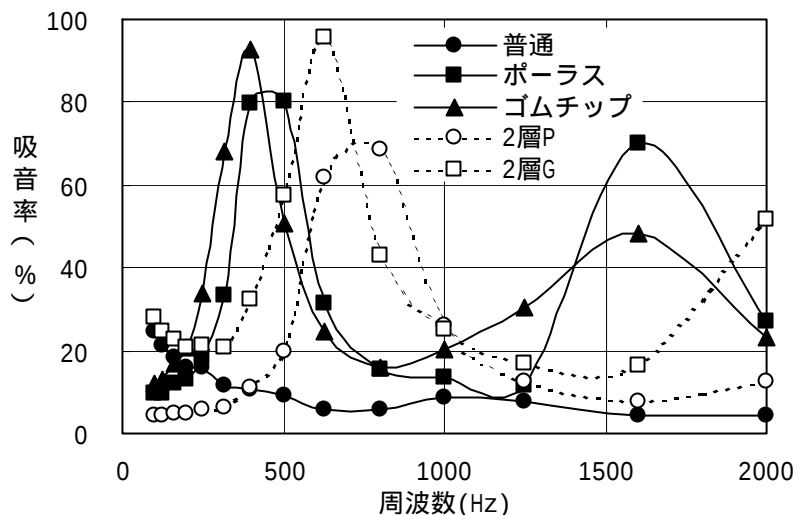


図- 9 垂直入射吸音率の測定結果