

V-27 舗装体の振動測定法

北海道工業大学	正員	間山 正一
北央道路工業(株)	"	◎小菅生重信
日本道路(株)	"	坂口 陸男
北海道警察本部		川島 富孝
北海道工業大学	学生員	神尾 正二
"	"	船越谷 融

1. 概 説

筆者等は数年来、新素材としての副産物フェライトの応用研究に従事し、磁気標識システム、制振材料人工魚礁、電波吸収体、ロードヒーティング材料等の基本的技術を開発した。また、その機能性、耐久性等を確かめるために、フィールドにおける実験を行ない、測定を継続している。副産物フェライトとアスファルトの混合からなるフェライトアスファルト混合物を制振材料として、実際の舗装に利用した場合の制振効果の検討もその1つであり、本稿においては、施工した舗装体の振動測定方法に重点をおいて詳しく論ずるものである。

2. 舗装の概要

1) 測定場所

札幌市の市道、新琴似5番線通（新琴似第4横線－新琴似第5横線間）の総延長650.25 mの道路である

2) 施工日

昭和57年11月に施工、12月に振動測定を行なった。

3) 施工断面

舗装の平面図と施工断面図（工区割り）を図-1に示す。

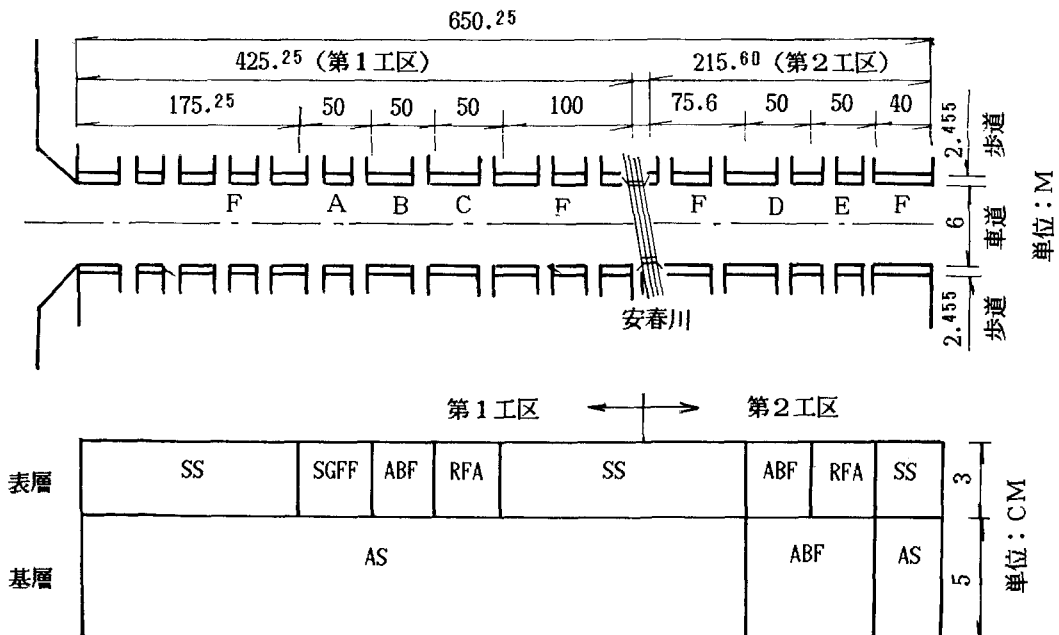


図-1 舗装の平面図と施工断面図

A工区、B工区、C工区およびF工区の基層は全てアスファルト量 4.5 %のアスファルト安定処理層（AS）であり、表層は混合物別に、それぞれ、A工区は副産物フェライトを石粉の代用とした細粒度ギャップアスファルト混合物（SGFF）、B工区は主たる骨材として副産物フェライトを使用したオールフェライトアスファルト混合物（ABF）、C工区は石粉の代用として副産物フェライトを使用したロールドアスファルト混合物（RFA）、F工区は寒冷地で一般的に使用されている細粒度アスファルトコンクリート（SS）である。

D工区およびE工区においては基層はアスファルト量 6 %のオールフェライトアスファルト混合物（ABF）であり、D工区は表層がオールフェライトアスファルト混合物（ABF）であり、E工区は表層がフェライト入りロールドアスファルト混合物（RFA）である。また安春川をはさんで、距離の長い工区を第1工区とし、距離の短い工区を第2工区と大別した。

これ等のアスファルト混合物の配合を表-1に、骨材の粒度配合（合成粒度）を表-2に示す。

表-1 本研究に使用した混合物の配合表

工区	配合の名称	フェライト量 (wt.%)	アスファルト量 (wt.%)	備 考	記号
1・2	細粒アスファルトコンクリート	0	8.5 ¹⁾	表層用混合物	SS
1	細粒ギャップアスファルトコンクリート	35.6	7.0 ¹⁾	表層用混合物	SGFF
1・2	オールフェライトアスファルトコンクリート	100	7.0 ¹⁾	表層用混合物	ABF
1・2	ロールドアスファルトコンクリート	29.3	8.3 ²⁾	表層用混合物	RFA
1・2	アスファルト安定処理	0	4.5 ¹⁾	基層用混合物	AS
2	オールフェライトアスファルトコンクリート	100	6.0 ¹⁾	基層用混合物	ABF

1) 針入度級80/100のストレートアスファルト

2) 針入度級40/60のストレートアスファルト(75%)とTLA(25%)のブレンド

表-2 骨材の合成粒度

ふるい目 混合物名	通過重量百分率 (%)							
	20	13	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
SS	100	99.9	85.3	72.9	60.9	40.6	14.9	13.1
SGFF-2	100	99.8	73.7	60.3	52.2	40.6	19.1	12.3
SGFF-3	100	99.7	76.9	66.8	59.8	49.6	29.4	18.9
RFA	100	74.1	74.1	73.5	68.1	54.8	24.3	15.6
ABF	-	-	-	100	99.5	98.1	82.4	53.3

4) 道路の構造

図-2に舗装の土工定規図を示す。

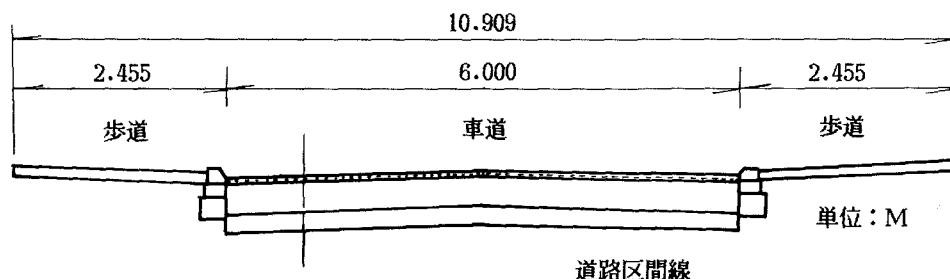


図-2 舗装の土工定規図

図-3に舗装構造図を示す。表層は3 cm、基層5 cmと比較的薄い。

表層 細粒度アスファルトコンクリート他

基層 アスファルト安定処理、ABF

3. 測定機器

本研究で振動測定に用いた測定機器の一覧を表-3にまとめて示す。

表-3 振動測定機器一覧表

測定機器	型 式	備 考
振動加速度 ピックアップ	PV-83 PV-84	せん断圧電型 せん断圧電型
精密振動計	VM-16	3チャンネル
データレコーダ	R-61	FM, DR
レベルレコーダ	LR-04	自動平衡方式
周波数分析器	SA-80	8ビット

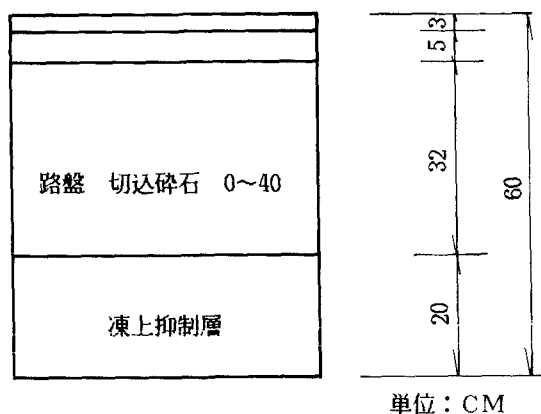


図-3 舗装構造図

4. 現場における振動の測定方法

1) 測定機器の設置

測定点に振動計、データレコーダ、レベルレコーダを順に設置する(図-4参照)。また、データレコーダを使用する際には録音テープに必要なデータを直接、メモするために(データレコーダに付属する)マイクロホンを接続する。測定対象である道路振動と他の振動(いわゆる暗振動)を区別するために、リアルタイムスペクトルアナライザ(周波数分析器)を設置する。これは道路振動と暗振動の周波数特性が異なることがあらかじめわかっており、道路振動のみを解析するためである。

2) 振動源の設置

振動源を測定する場合、振動源として使用した2.5tonの振動ローラを図-5のように地面に1番近い、後輪下部にピックアップを設置する。また、2区間の振動を測定する場合は図-5のように反対車線に振動ローラを設置し、2区間のそれぞれの舗装に等距離にピックアップを設置する。道路の横断方向の振動を測定する場合は振動源(振動ローラの駆動輪の中心)から横断方向へ、3 m、6 m、9 m、20 m、45 m の

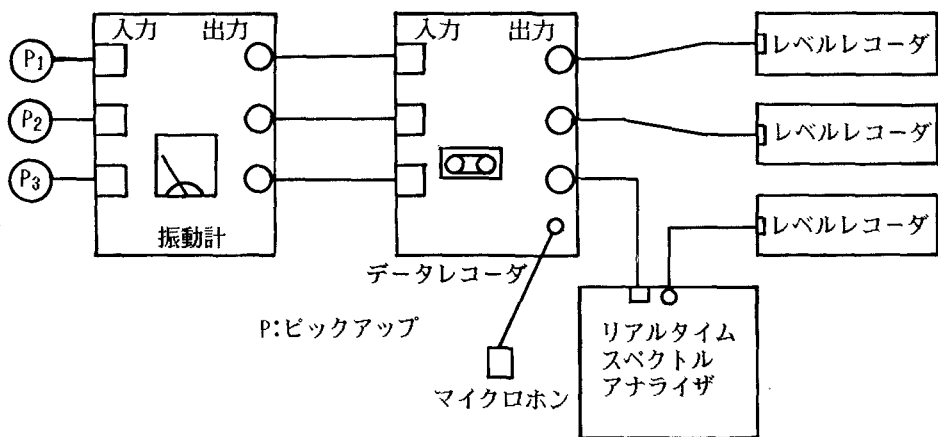


図-4 振動測定機器の接続図

ところに、それぞれピックアップを設置する。

道路の車線方向（縦断方向）の振動を測定する場合も図-6のように振動源から車線方向へ3 m、5 m、10 m、20 m地点にそれぞれピックアップを設置する。

振動の測定をより迅速、かつ正確に行なうために、あらかじめ測定点をスチールテープで計測してマーキングしておく。

ピックアップのX-Y方向を確認した後、軽く押しつけて固定し接続する。

3) 測定機器の調整

測定機器の接続を終了したのち、校正、感度調整等を行なう。

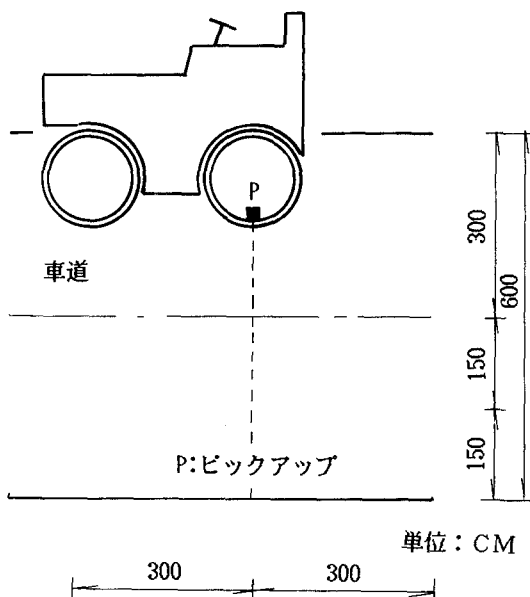


図-5 加振源とピックアップの設置

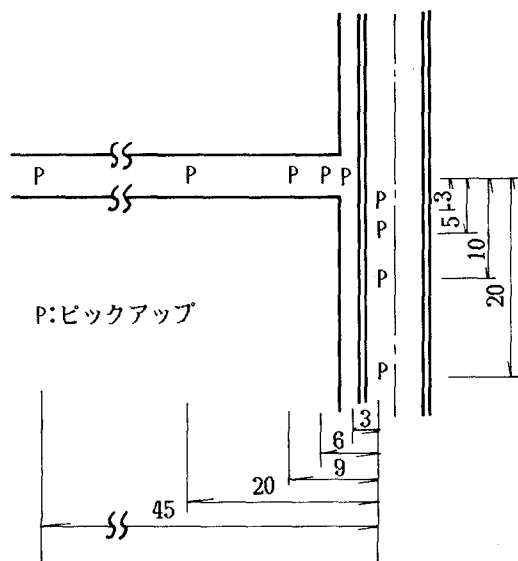


図-6 振動測定のピックアップの設置

5. 振動測定の結果

1) 振動源の特性

本研究では、振動源として、タンデム型全油圧振動ローラ（ボマック社製BW-90A）を使用した。振動の測定に用いた振動ローラの設置は基準点（0地点）に駆動輪の中央がくるように据え付けた。

振動ローラが作用する外力は鉛直方向に正弦波的に変動する動的荷重と言われ、その繰返しによって転圧効果を高めている。

図-7は本研究に用いたタンデム型全油圧振動ローラの加速度波形を示したものである。その振動波形は、ほぼ、正弦的に変化していることが理解される。

図-8は本研究に用いた振動ローラの振動レベル波形であり、振動加速度レベル（VAL）が、118 dBの振動が道路に伝達されていることを示している。

図-9は表-3に示した周波数分析器を用いて、振動波形をリアルタイムで狭帯域分析を行なった周波数特性である。

振動ローラの振動周波数は3個のピーク値を持っており、その最大のピーク値（卓越周波数）は53.6Hzとなっている。これを、1次モードとすると、2次モードは、約2倍の106 Hz となっている。同様に、約1.5倍の160 Hz も次のピークを示しており、きわめて精度の高いデータおよび解析結果が得られることが理解される。

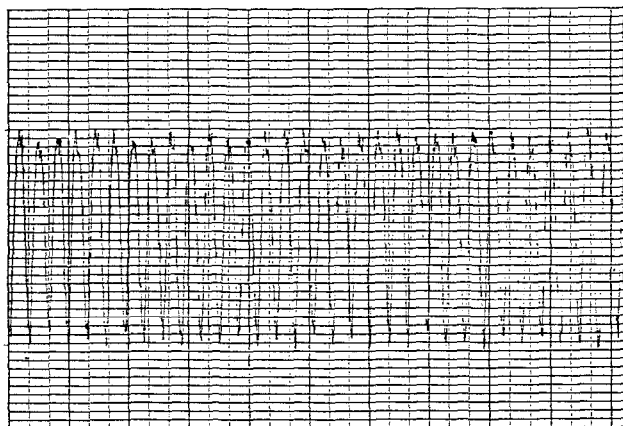


図-7 振動ローラの振動波形

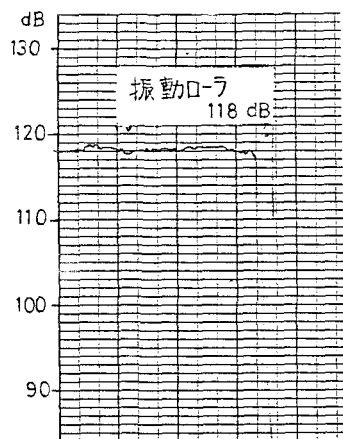


図-8 振動ローラのレベル波形

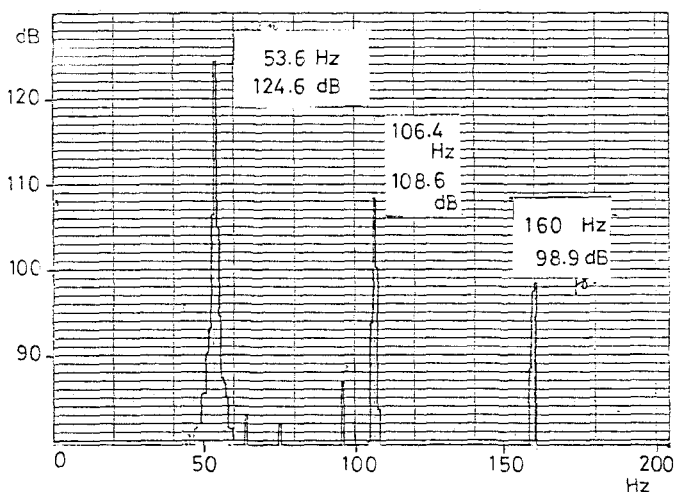


図-9 振動ローラの狭帯域分析による周波数特性

2) 舗装体の振動測定の一例

図-10は表-1に示した混合物のうち、基層、表層ともにフェライトアスファルトコンクリートを使用した第2工区の舗装体の振動測定結果と、第1工区の2種類の混合物、すなわち、基層にアスファルト安定処理工法、表層に細粒度アスファルトコンクリートおよび細粒度ギャップアスファルトコンクリートを用いた舗装体の振動測定結果をまとめて示した図である。

振動加速度レベルの距離減衰はどの混合物にも共通するが、その割合、さらには振動加速度レベルそのものを比較した場合、制振材料であるフェライトアスファルトコンクリートの制振効果が著しいことがわかる。

6. 結果

本研究で論じたことをまとめる。

1) 舗装体の振動性状を評価するため、各種の舗装用混合物によって施工した。

2) 舗装体の振動測定を行なうための主な測定機器およびその接続について述べた。

3) 舗装体の振動測定を行なう手順、留意点等について、詳しく説明した。

4) 加振源として用いた振動ローラの振動波形、レベル波形を示して、振動ローラの振動波形は正弦波的に変化する波形であることを明らかにした。

5) また、波形のスペクトル解析によって、振動ローラの振動の周波数特性を明らかにした。

6) 舗装の振動測定結果の一例を示し、制振材料の制振効果を論じた。

7. 後記

本研究は制振材料の制振効果を検討するため、コンピュータによる舗装構造解析、振動解析と並行して行なわれた実験研究である。理論解析については、機会が与えられたならば、折をみて発表したい。

さいごに、本研究を行なうにあたり、多くの方々の御協力をいただいた。ここに、関係各位に深く、謝意を表したい。

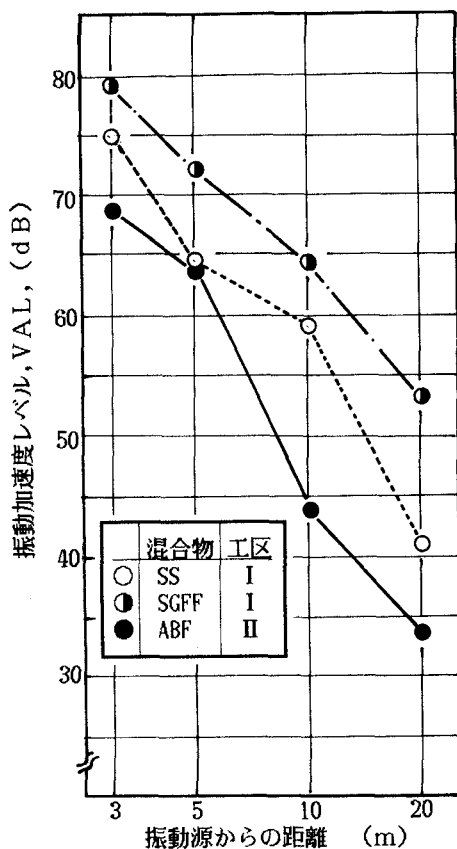


図-10 舗装体の振動測定の一例