

1. まえがき 自動車走行で発生する振動波形を取り扱う場合、しばしば目につく現象であるが、振動源近傍では前・後輪で発生した波形の対応は明瞭である。しかし振源距離が大きくなると、これらの波形が干渉し複雑になり、伝播特性を検討する場合問題となろう。今回は自動車走行で発生する波形と同じ振動特性を示す単一振動源を用い、地表・地中部で多測同時観測を行った。

この実験で得られた上下動速度振幅値を用いた距離減衰特性・深さ方向の振幅分布から、伝播特性に関する基礎的な性質が明らかになったので報告する。

2. 実験概要 単一振動源としては大型・普通車の後輪を落下させた。また同時に走行も合わせて用いた。

図-1に測点配置を示した。この図でP-1、P-2は振動源の位置を示している。測点数は地表11点・地中10点を設けた。地表は5~10m間隔で全長はP-1から67mである。地中は2m間隔で測点5、7のみ深さ10mのボーリング孔を用いた。測定計器は地表で固有周期2秒の速度型換振器を、地中で固有周期0.2秒の加速度型換振器を用い、上下動成分の速度振幅波形を測定した。なお両者の総合周期数特性は同一である。

3. 距離減衰特性 実験で得られた速度振幅の大きさから距離減衰特性を明らかにする場合、減衰の要素を幾何減衰のみで表現するか、内部減衰も同時に考慮するかで得られた値の示す物理的特性が違ってくると思われる。

ところで、振幅の距離減衰の式は

$$y = \alpha x^{-r} e^{-\alpha x} \quad (1)$$

で一般に表現される。ここで、 y 、 x 、 r 、 α 、 α はそれぞれ速度振幅値、振源距離、幾何減衰係数、内部減衰係数、定数を表す。それぞれの振動源で得られた振幅値を図-2に示した。図中の記号については表-1に明記してある。振幅値を(1)式に代入し、最小二乗法を用い、以下の2つの条件のもとで r 、 α の係数を求め、車種、落下・走行の振動源の違い、P-1・P-2等の振動源の地盤条件の違い等について考察を行った。

1). 内部減衰を無視した場合の幾何減衰の評価

(1)式で $\alpha=0$ として得られた r の値を表-1に示した。地盤条件の相違で値が違いますが、車種、落下・走行等の違いでの変化はないようである。この値が示す物理的特性はP-1が球面波(あるいは実体波)とし

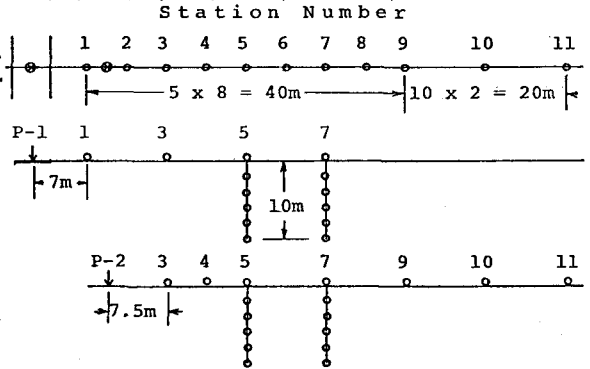


図-1 測点配置図

x 0.001kine (Cm/Sec.)

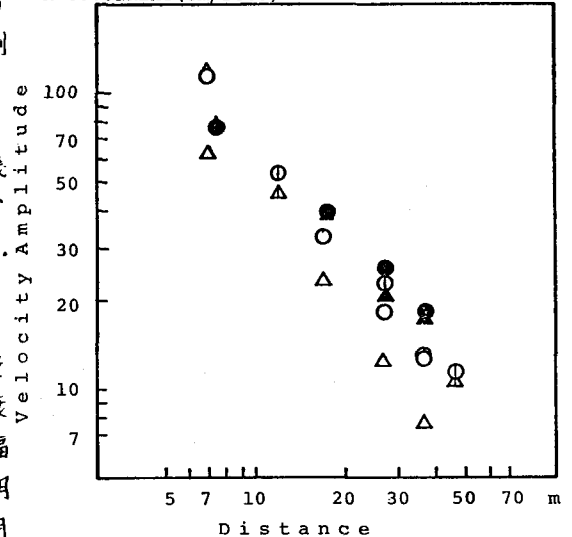


図-2 距離減衰曲線

表-1 幾何減衰係数

	P-1	P-2
大型車	○ / 3.2	● 0.89
普通車	△ / 2.5	▲ 0.97
大型車 (40KM/H)	① / 2.3	—
普通車 (40KM/H)	② / 2.2	—

ての性質を示し、P-2が円柱波（表面波）としての性質を示している。

表-2 内部減衰係数

	P-1		P-2
	$r=0.5$	$r=1.0$	$r=0.5$
大型車	0.0441	0.0145	0.0215
普通車	0.0418	0.0145	0.0252
大型車(40KM/H)	0.0323	0.0097	—
普通車(40KM/H)	0.0308	0.0085	—

ロ). 幾何減衰係数を設定した場合の内部減衰の評価

(1) 式で $r=0, 0.5, 1$ としたとき得られた α の値を表-2に示した。

ところで内部減衰は一般に

$$\alpha = 2\pi f n / V \quad (2)$$

で表現される。ここで、 f 、 n 、 V はそれぞれ周波数、減衰定数、伝播速度を表わす。減衰定数 n は工学的に5~10%の範囲でよく見積もられている。ここでは $n=5\%$ とし、実験地の伝播速度 $V=150\text{ m/sec}$ 、P-1でのビー7周波数 $f=20\text{ Hz}$ を(2)式に代入すると $\alpha=0.0419$ になる。この値は表-2で $r=0.5$ のP-1での自動車落下の値にほぼ対応しているのは興味深いことである。ところでそれぞれの振動源で得られたビー7周波数の傾向はP-2よりP-1が、走行より落下時の方が高くなっている。つまり表-2で $r=0.5$ の内部減衰係数の傾向が定性的に説明できる。今後十分な解析を行い、この係数の物理的意味を明らかにできると思われる。

4. 深さ方向の振幅分布 測点5、7において地表1成分、地中2成分の換振器を設置し、P-1、P-2の振動源より伝播してきた波形を測定し、その値から深さ方向の特性を調べた。振幅分布に関する一般的特性でまず最大振幅の波が表面波であるとしよう。そのとき地表・地中のいかに係らず、ある地点での深さ方向同時のデータでは同一時刻に最大振幅が現われ、その振幅は地表付近で最大、地中深くでは振幅が小さいという特性をもつ。この深さ方向の振幅分布は、すでに多くの研究者により理論的に求められており、地中の速度構造によ

て一意に定まる。一方、実体波の場合、例えば振源P-1と測点7(37m)の走時を計算(伝播速度 150 m/sec)すると、地表と地中10mでの走時差は0.009秒であり、ほぼ同位相である。このことは実体波がほぼ地表に沿って伝わるに近似でき、この種の波の深さ方向の振幅分布は深さによらず一定であると結論できる。P-1で大型・普通車を落下・走行させて得られた深さ方向の振幅分布を図-3に、またP-2で落下のみのものを図-4に示した。これらの値は地表の値で基準化してある。P-1では普通車落下は地中での信号が明瞭でなかったため省略した。図-3、図-4より得られる特性は、P-1、P-2の振動源の相違による特性の変化とみられない。つまり同一測点で共通な特性を示していることから、表面波としてとらえた方がより妥当であろう。

5. あとがき 今後、単一振動源として起振機等を用いた実験、また地盤条件を考慮した理論値からの検討を行う予定である。本実験は昭和53年度文部省科学研究費(代表 久保慶三郎)の一部を用いた。なおデータ解析・整理に関して助力を受けた中央大学理工学部大学院 藤正廣 および同理工学部学生 鬼頭 恭(現在 熊谷組)の両氏に謝意を表する。

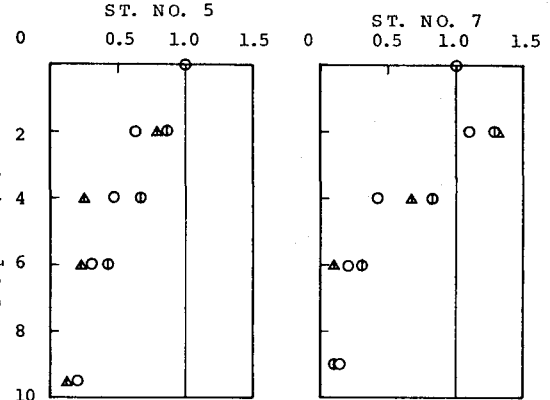


図-3 振幅分布 (P-1)

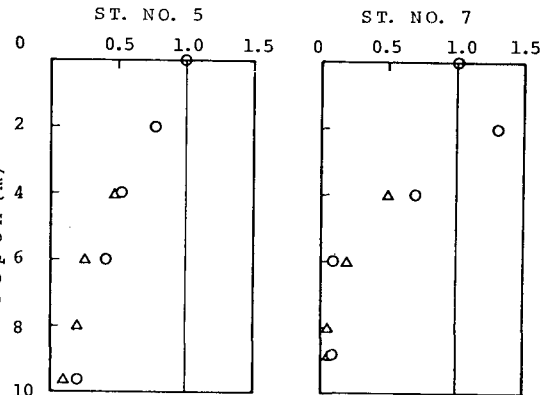


図-4 振幅分布 (P-2)