

建設省土木研究所 ○正員 小笠原 久

正員 佐々木 康

正員 谷口 栄一

1. まえがき

筆者らは道路交通振動の距離減衰について種々の研究を行ってきたが、振動の距離減衰については、地盤の土質の影響が大きいと思われる。今回は地盤の土質条件の異なる2地質において、起振機を用いた地盤振動実験を行ない、地盤の土質の差が振動の減衰特性にどのような影響を与えるかを調査したので、以下に報告する。

2. 実験方法

千葉県市川市（以下では浦安と称する）の埋立地と、山梨県の勝沼地（以下では勝沼と称する）の2ヶ所にあり、起振機による地盤振動実験を行なった。浦安の埋立地では、深さ約6mまで軟弱なシルト質粘土層がある。勝沼の現場は扇状地にあり、砂礫地盤である。それぞれの土質柱状図を図-1に示す。振動源としては起振機を用い、コンクリートブロック（13×13×0.5m）上に固定し、鉛直方向に正弦波加振した。振動測定はブロック中心から40mまで1m毎に40点、および60m、80mの計42点に公算用振動計を設置し、地盤の鉛直加速度を測定した（図-2）。また加振条件は表-1に示すように、加振力と振動数を変化させ、浦安では37ケース、勝沼では13ケースである。

3. 実験結果および考察

表-2に、振動の記録波形より求めた伝播速度（伝相速度）の値を示す。表-2によれば、勝沼の地盤の伝播速度が浦安より大きい。両地質の伝播速度は11すれも振動数によって変化しており、浦安においては10Hzのときの伝播速度が最小となっている。浦安の同一地質で、別途実施したトラップ走行による振動実験で得られた地盤振動の卓越振動数は約10Hzであり、伝播速度の最小となる振動数と対応している。また今回の加振力の範囲内では、伝播速度は加振力に依存していない。図-3は現地盤を多層モデルに置き換えて計算したRayleigh波の分散曲線である。図-3において、Rayleigh波の1次モードの伝相速度の計算値と実験値は比較的良く一致している。また加振点から10m、20m地質の振動記録より描いた運動軌跡図によれば両地質で、割線方向と上下動方向の成る面で反時計方向の楕円運動が見られた。また地中振動の測定結果において、地中内部では急激な振動の減衰が見られた。以上のことより、今回測定された振動は、分散性のRayleigh波であると考えられる。

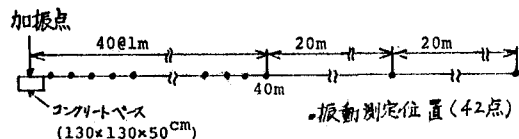


図-2 加振点および振動測定位置

標尺 (m)	土質名	
	浦安	勝沼
1	埋土	表土
2		玉石
3		砂質粘土
4	シルト質粘土	玉石・砂礫
5		砂質粘土
6		
7	シルト質粘土	玉石・砂礫
8		
9	細砂	

図-1 土質柱状図

frequency (Hz)	applied force (tonf)	α (1/m)	U (%)	h (%)
5	0.238	0.002	98	0.6
	0.187	-0.006	-	-
	0.099	-0.018	-	-
	0.051	-0.007	-	-
	0.025	-0.023	-	-
7.5	0.536	-0.001	80	-
	0.327	-0.001	-	-
	0.114	-0.001	-	-
	0.057	-0.007	-	-
	0.023	-0.021	-	-
10	0.953	0.011	76	1.3
	0.748	0.011	-	1.3
	0.398	0.020	-	2.4
	0.202	0.011	-	1.3
	0.101	0.009	-	1.1
15	0.041	0.007	-	0.5
	0.010	-0.009	-	-
	0.980	0.049	84	4.4
	0.677	0.044	-	3.9
	0.454	0.046	-	4.1
20	0.274	0.050	-	4.4
	0.183	0.049	-	4.4
	0.046	0.042	-	3.7
	2.330	0.026	85	1.7
	0.808	0.021	84	2.1
30	0.647	0.031	-	2.1
	0.486	0.031	-	2.1
	0.324	0.032	-	2.1
	0.162	0.035	-	2.3
	0.081	0.035	-	2.3

(a) Urayasu

(b) Katsunuma

表-1 加振条件等

次に距離減衰について考へる。図-4は一例として、加振振動数 ω ノHzで、加振矢から0.35m地盤の加速度を1とした場合の、両地盤の距離減衰を示したものである。ここで、0.35m地盤の両者の

表-2 伝播速度

frequency (Hz)	phase velocity Urayasu (m/s)	Katsunuma (m/s)
5.	98	-
7.5	80	-
10.	76	330
15.	84	270
20.	84	186
30.	92	124

の加速度は、浦安が10.18gal、勝沼が9.89でほぼ同一である。この図では勝沼の地盤の方が下まの減衰を示している。両地盤の、各加振条件での距離減衰を式で近似し、距離減衰係数を計算した結果を表-1に示す(A_1 は5m地盤の加速度)。

$$A = A_1 (r/r_0)^n \exp\{-\alpha(r-r_0)\} \dots (1)$$

A : 振動源から距離 r の点の加速度

A_1 : " " " " "

$n = 1/2$ (Rayleigh波)

また α は、次のように表わされる。

$$\alpha = 2\pi f r_0 / U \dots (2)$$

f : 振動数 r_0 : 減衰比 U : 伝播速度

距離減衰係数 α に影響を与える因子は式(2)より、 f 、 r_0 、 U の3つであるが、今の場合、振動数 f は両地盤で同一である。 U については勝沼の方が大きく、これは α を小さくさせる要素となる。ところが実際には、むしろ勝沼の方が大きくなっており、このことは勝沼の地盤の r_0 の方が、浦安に比べてかなり大きいことを示唆している。実際に算出した α の値を式(2)に代入して求めた減衰比 r_0 を表-1に示す。浦安の地盤の r_0 は0.5~4.5%, 勝沼の地盤の r_0 は0.8~12.1%にわたっている。このような土の減衰特性の相違は、地盤の土質の違いに起因しており、粘土よりも砂礫の方が減衰比が大きいものと考えられる。なお、両地盤の振動実験時にあけるせん断歪を式より計算すると 10^{-3} ~ 10^{-4} の範囲であった。

$$\gamma = v/U \dots (3)$$

v : 変位の速度

今後の課題として、この歪範囲の r_0 を直接求め、検討する必要があると思われる。

(参考文献)

- 1) 谷口繁一, 小笠原久, "道路交通振動の伝播特性" 土木技術資料 Vol. 20, No. 12, 1978
- 2) 小笠原, 佐々木, 谷口, "地盤振動の距離減衰と土質法土質試験" 土木学会第34回年次学術講演会要集, 1979

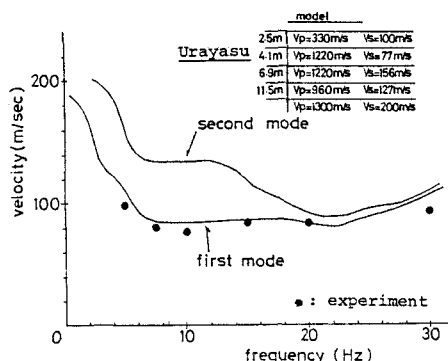
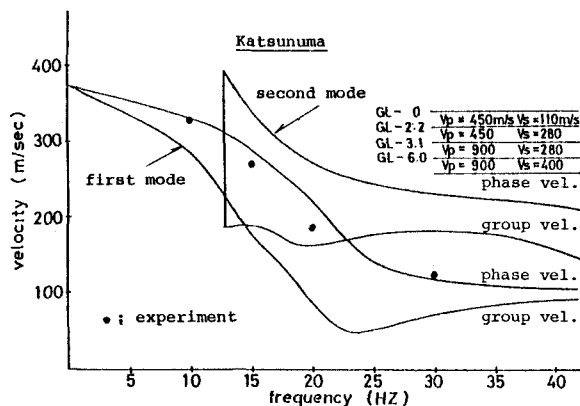


図-3 (a) Rayleigh波の分散曲線



(b) Rayleigh波の分散曲線

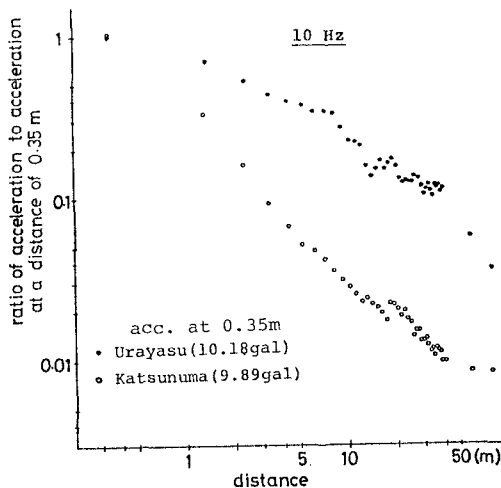


図-4 距離減衰