

建設省土木研究所 ○谷口栄一， 沢田健吉

1. まえがき

道路交通振動の伝播機構についてはまだ十分解明されていないのが現状である。特に道路交通振動の土中振動記録は今までほとんど測定された例がない。今回、山梨県の国道(供用前)において、試験車による振動実験を実施し、地表面および地中の振動を測定した。実験より得られたデータに基づいて、道路交通振動の距離減衰に対する振動レベルの影響、振動の地中分布等について解析を行なったので報告する。

2. 実験方法

図1に現場の土質柱状図を示す。現場は砂礫層を有している。実験に用いたトラックは大型車(3軸)、小型車(2軸)の2種類であり、表1にその重量を示す。道路直向方向に測線を設け、図2に示す地点において公署用振動計を用いて地盤振動を測定した。測定成分は鉛直成分であり、10, 39 m地点では水平成分も測定した。また10, 21, 39 m地点では深さ2 m, 4 mの位置に加速度計を埋設し、地中振動を測定した。なお振動記録は全てデータレコーダーに記録した。測線位置の前後50 m計100 mを定常走行区間とし、この区間内において走行速度20, 40, 60 km/hで試験車を走行させた。また図3に示すような木製の段差を用いて段差走行実験を行なった。

3. 実験結果および考察

図4は運動軌跡を示しているが、測線方向の鉛直面内において反時計回りのRayleigh波的な運動が見られる。また図5に加速度の地中分布を示す。地中では地表に比べて加速度が急激に小さくなり、表面だけが大きく振動している。全データについては深さ2 mの地点で地表に比べて20~50%、深さ4 mの地点では地表の10~30%に減少していた。また振動の伝播速度はRayleigh波の位相速度とほぼ一致していたこと等より実験された振動ではRayleigh波が主成分をなしていると考えられる。

図6は距離減衰の一例であり、表2に距離減衰を次式で近似した時の α および基準点(外側車線中央より5 m地点)の加速度を示す。なお振動は上記の考察よりRayleigh波と考え、式(1)の $n = \frac{1}{2}$ としている。

$$A = A_1 \left(\frac{r}{r_1}\right)^n \exp\{-\alpha(r-r_1)\} \quad (1)$$

ここに、A: 振源からの距離rの点の加速度(あるいは変位、速度)

A_1 : 振源からの距離 r_1 の点の加速度(あるいは変位、速度)

n: 定数 α : 距離減衰係数

表2によると、基準点の加速度が大きい程 α が大きくなっている。ところで α は一般に次式のように表わされる。

$$\alpha = \frac{k_w}{U} \quad (2)$$

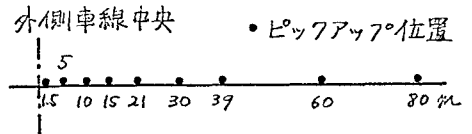


図2 地盤振動測定位置

表1 試験車の重量

車種	積載状態	重量 (ton)
大型	積荷	20.0
	空荷	10.25
小型	積荷	10.0
	空荷	3.5

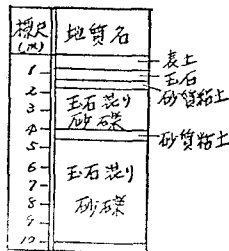


図1 土質柱状図

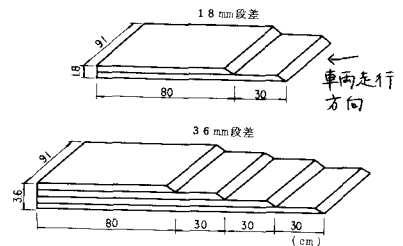


図3 段差形状

こに: α : 土の減衰比, ω : 振動数, U : 伝播速度

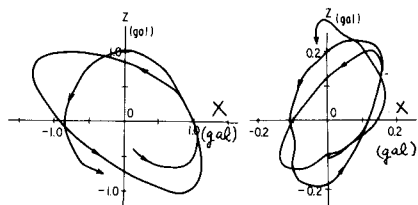
α が大きくなる原因としてまず振動数について考えてみると、表2によらず基準点の振動数は大きな差は見られず、 α が大きくなる原因が振動数であるとは言えない。次に伝播速度について見ると、表2に示すように、基準点の加速度の高い振動の方が伝播速度が若干小さくなっている。表2には同時に次式より求めたせん断歪を示している。

$$\gamma = \frac{v}{U} = \frac{a}{2\pi f U} \quad (3)$$

こに: v : 粒子の運動速度, a : 加速度, f : 振動数

表2によらず基準点の加速度が大きい時の γ が 10^{-5} のオーダーであり、小さい時の γ が 10^{-7} のオーダーになる、ている。図7、8には U と γ および α との関係が示されており、 γ の増大と共に U が若干減少し、 α が若干増大している。実測された波動は表面波であり、拘束圧の極めて小さい地表面付近を伝わり、 γ が $10^{-7} \sim 10^{-8}$ という微小歪範囲においても U および α が歪に依存することは有り得るのではないかと考えられる。

以上述べてきたことより、基準点の加速度が大きい程 α が大きくなる原因として、歪レベルが大きい程 U が小さくなることおよび α が大きくなることを挙げることはできるとはならないかと考えられる。



(a) 地表 (b) 地中4m地点
X: 水平・測線方向
Y: 水平・測線直角方向
Z: 鉛直方向

図4 運動軌跡(大型車積荷, 60km/h, 39m地点)

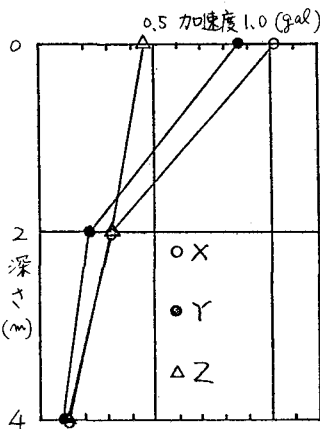


図5 地中分布(39m地点, 大型車積荷, 60km/h)

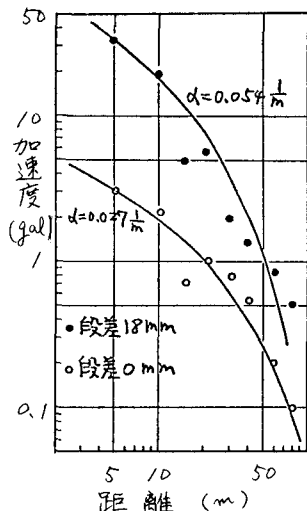


図6 距離減衰(積荷, 60km/h)

表2

車種	条件	速度 km/h	α (1/m)	基準点の 加速度 (gal)	基準点の DL (dB)	基準点の 振動数 (Hz)	伝播速度 (m/sec)	せん断歪	減衰比 (%)
大型車	空荷	0.20	0.019	0.56	—	16.5	—	—	—
		0.40	0.019	1.94	46.2	23.5	232	5.66×10^{-7}	3.0
		0.60	0.025	2.71	48.2	20.3	—	—	—
		18.60	0.054	33.07	66.4	22.0	267	8.96×10^{-6}	10.4
		0.20	0.033	1.01	38.9	20.0	—	—	—
	積荷	0.40	0.021	1.59	42.5	23.0	300	3.67×10^{-7}	4.4
		0.60	0.027	2.99	48.4	24.0	275	7.21×10^{-7}	4.9
		18.60	0.052	32.80	66.4	22.2	150	1.57×10^{-5}	5.6
		36.60	0.049	41.02	70.7	13.2	255	1.94×10^{-5}	15.1
		0.20	0.019	0.51	—	22.5	—	—	—
小型車	空荷	0.40	0.033	3.06	49.8	21.5	—	—	—
		0.60	0.032	4.14	50.7	32.0	267	2.91×10^{-7}	4.2
		18.60	0.050	26.00	64.2	14.8	272	1.03×10^{-5}	14.6
		0.20	0.052	1.06	39.0	30.0	—	—	—
		0.40	0.021	1.20	39.5	22.3	326	2.62×10^{-7}	4.9
	積荷	0.60	0.032	2.33	43.6	25.3	320	4.58×10^{-7}	6.4
		18.60	0.048	30.41	65.1	14.8	240	1.36×10^{-5}	12.4
		36.60	0.051	45.67	69.2	19.5	255	1.46×10^{-5}	10.6

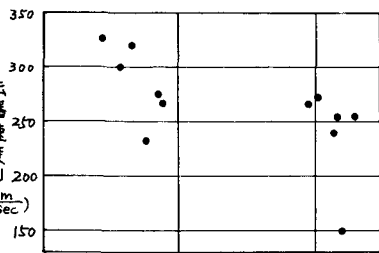


図7 伝播速度Uとせん断歪 γ の関係

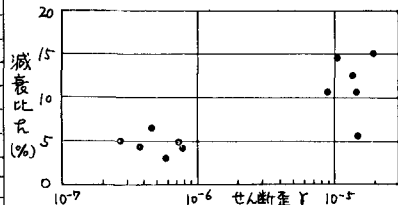


図8 減衰比 α とせん断歪 γ の関係