

建設省土木研究所 正員 〇谷 口 栄 一, 正員 小 笠 原 久

1. まえがき

著者等はこれまで道路交通振動の距離減衰について研究を行ってきたが、道路交通振動の距離減衰の1つの特徴として基準点(外側車線中央から道路直角方向に5m地点)の振動レベルが高い程、距離減衰が大きくなる傾向がある。この現象の原因についてはいろいろのことが考えられるが、ここでは共振法土質試験によって求められ微小歪領域における土の動的変形特性の面から考察を加える。

2. 山梨県の国道における振動実験

2. 1 実験方法

山梨県の国道において試験車走行による地盤振動実験を行った。現場は扇状地にあり、砂礫地盤を有している。実験に用いたトラックは大型車(自重10.25ton, 積載時重量20ton)、小型車(自重3.5ton, 積載時重量10ton)の2種類である。道路直角方向に測線を設け、外側車線中央から80mまでの9点で公署用振動計を用いて地盤振動の鉛直加速度を測定した。測線位置の前後50m計100mを定常走行区間とし、この区間において走行速度20, 40, 60km/hで試験車を走行させた。また高さ18, 36mmの本製段差を用いて段差走行実験を行った。

2. 2 実験結果および考察

図1は距離減衰の一例を示しており、基準点の加速度が大きい程距離減衰も大きくになっている。図中の曲線は波動をRayleigh波と考えた場合の次式による近似曲線である。

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

ここに A: 振源からの距離rの点の加速度, A₁: 振源からの距離r₁の点の加速度, n: 定数, α: 距離減衰係数

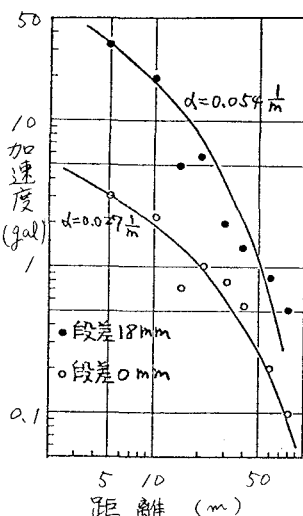


図1 距離減衰(積荷60kN)

表1

車種・荷重	速度 (km/h)	α (1/m)	基準点の加速度 (gal)	基準点のVL (dB)	基準点の振動数 (Hz)	伝播速度 (m/sec)	せん断歪	減衰比 (%)
大型車積荷	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	—	—	—
	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	—	—	—
小型車積荷	0 40	0.033	3.06	49.8	21.5	—	—	—
	0 60	0.032	4.14	50.7	32.0	267	7.71×10^{-7}	4.2
	18 60	0.050	26.00	64.2	14.8	272	4.03×10^{-5}	14.6
	0 20	0.052	1.06	39.0	30.0	—	—	—
	0 40	0.021	1.20	39.5	22.3	326	2.63×10^{-7}	4.9
	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

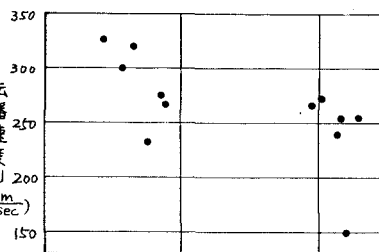


図2 伝播速度γとせん断歪γの関係

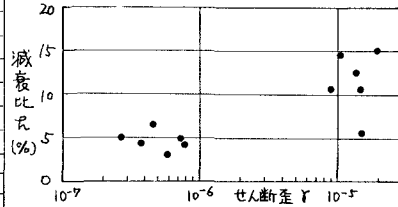


図3 減衰比γとせん断歪γの関係

表1には各ケースの α が示されており、基準点の加速度が大きい程 α は大きくなっている。ところで α は一般に次のように表わされる。

$$\alpha = \frac{r_0 \omega}{U} \quad (2)$$

ここに r_0 ：土の減衰比、 ω ：円振動数、 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1によると基準点の振動数に大きな差はなく、基準点の加速度が大きい方がむしろ振動数が小さくなっている場合もあり、 α が大きくなった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みると、表1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。図2、3には伝播速度 U とせん断歪 γ の関係および式(2)より求めた減衰比 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。従って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考えられる。

3. 共振法工費試験

3.1 実験方法

共振めり試験機を用いて不凍乱希性土のせん断弾性係数 G および減衰比 α を測定した。実験に用いた試料は鳥取県で採取した不凍乱のシルト質土であり、表2に土質諸定数を示す。供試体は直径7cm、高さ15cmの円柱形に成形した後、三軸室内に設置し、まず拘束圧 σ_3 の状態において歪の小さい方から G および α を測定した。その後拘束圧 0.2 kg/cm^2 (19.6 kN/m^2)で24時間圧密後にまた G 、 α を測定し、拘束圧を $0.4, 0.6, 0.8, 1.0 \text{ kg/cm}^2$ ($39.2, 58.8, 78.4, 98.0 \text{ kN/m}^2$)として同様のことをくり返した。なお拘束圧は空気圧を用い、等方に作用させた。

3.2 実験結果

図4に G とせん断歪 γ の関係の一例を示す。図4より γ が 10^{-5} ~ 10^{-4} の微小範囲においても G の値は歪依存性をもちており、拘束圧が小さい程歪依存性は大きいことがわかる。弾性体では G と波速度 V_s の間に

$$G = \rho V_s^2 \quad (3)$$

ここに ρ ：密度

の関係がある。前述の図2の伝播速度は

Rayleigh波の伝播速度であると考えられ

るが、Rayleigh波の伝播速度を v_R とほぼ

同じと考えると、図4は図2と対応させることができる。交通振動ではRayleigh波が卓越するが、Rayleighは地表面を伝播し、地表面は拘束圧がほとんど0であるから図4の拘束圧0の曲線が図2の曲線と対応する。

図5は α と γ の関係を示しており、 α についても拘束圧が低くなる程

歪依存性は大きくなっており、図5は先の図3に対応する。

共振法で用いた試料は振動実験の現場のものであるが、交通振動の距離減衰が基準点の加速度が大きい程大きくなる原因が拘束圧が低い場合の土の G 、 α の歪依存性にあると考えられる。

表2 実験試料の土質諸定数

No.	土質名	深さ (m)	有効土 かぶり圧 (KN/m^2)	密度 (Mg/m^3)	土粒子の 比重	含水比 (%)	塑性指数 (%)	間隙比	飽和度 (%)
1	粘土質シルト	2.9	21.1	1.46	2.63	112.3	32.5	3.81	77.4
2	砂質シルト	5.5	39.3	1.24	2.48	197.9	74.2	4.96	99.0

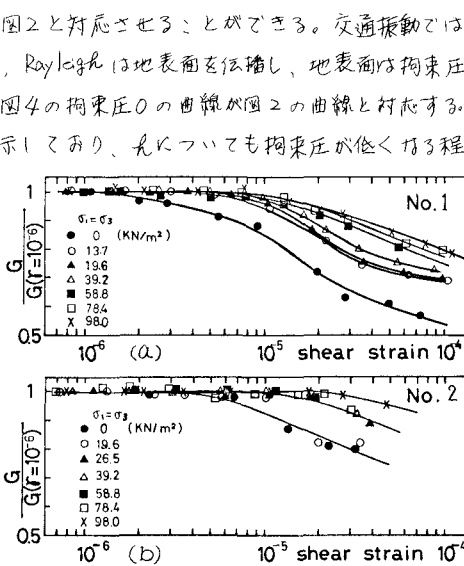


図4 G - γ 関係に対する拘束圧の影響

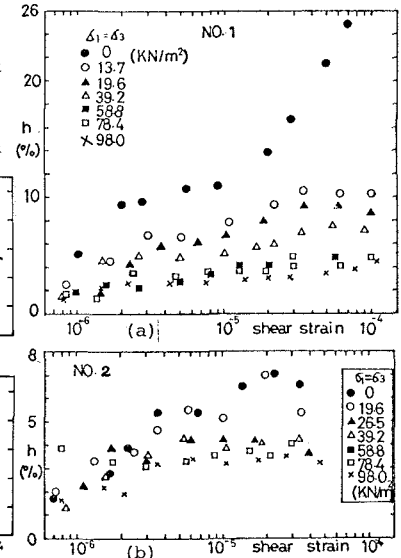


図5 α - γ 関係に対する拘束圧の影響