

1. まえがき

新しい道路建設、道路拡張を計画する場合、その周辺地域におよぼす問題の予測、対策等を考える必要がある。現在、道路交通振動の測定単位、測定法、評価法および限度値を定めた「振動規制法」が施行されており、これを基準に測定し、振動振幅値の予測が行われている。予測式の算定法としては多量の実測データを回帰分析する手法が一般的に用いられ、予測値を要因別の一次式の形で表現するのが大部分であろう。^(1,2)ここでは自動車走行で発生する交通振動の速度振動波形を用いて、単純な伝播機構を設定した場合の予測手法を提案し、実測波との比較・検討を行う。

2. 計算手法

ある振源で発生した振動が振源距離 r だけ伝播して得られる波形をフーリエ変換すると

$$U(r, t) = A_0 + \sum A_i \cos(2\pi f_i t - \theta_i) \quad \cdots (1)$$

の式で表現できる。(1)式の $(2\pi f_i t - \theta_i)$ は位相特性を示す項である。 θ_i は位相角であり

$$\theta_i = \frac{2\pi f_i}{V} r$$

で与えられる。 V は波動伝播速度、 f_i は周波数である。(1)式を変形すると

$$U(r, t) = A_0 + \sum A_i \cos k_i(Vt - r) \quad \cdots (2)$$

となる。 k_i は波数 $(= \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi f_i}{V})$ である。(2)式は明らかに波動方程式を満足する解である。

振源距離 r の地奥で得られた波形を用い、この地上から R だけ離れた地奥での波形を求めるには、(1)式を基準にし、これに振幅の減衰特性および伝播速度と経路で定まる位相特性を加味してフーリエ逆変換すればよい。振幅の減衰特性は幾何減衰と内部減衰の2つの項で代表され、一般に

$$A_i = \left(\frac{r+R}{r}\right)^{-G} \cdot \exp^{-PR} \cdot A_i \quad \cdots (3)$$

で与えられる。 G は幾何減衰係数(例えば、円柱波では $G=0.5$)であり、また P は内部減衰 $(= \frac{\pi f_i}{Q} = \frac{2\pi f_i}{V} \ell)$ を表わす定数である。

位相特性は位相遅れ $T = \frac{R}{V}$ で表わされ、この値を周波数に対する位相角で表現すると

$$T\theta_i = \frac{R}{V} \cdot 2\pi f_i \quad \cdots (4)$$

になる。結局、 r 地奥からさらに R だけ離れた地奥での波形は

$$U(r, t) = A_0 + \sum \left(\frac{r+R}{r}\right)^{-G} \cdot \exp^{-PR} \cdot A_i \cdot \cos\{2\pi f_i t - (\theta_i + T\theta_i)\} \quad \cdots (5)$$

で与えられる。伝播速度は波動の周波数 f_i に依存するものとし、添字 i を付けて V_i と表わしている。

3. 計算結果

高速道路高架橋のジョイント部を交通車輛が走行し発生した交通振動を地表・地中多変同時観測を行った。⁽³⁾これで得られた橋脚基礎の外端から4.5m地奥の波形を基準波形とし、(5)式を用いて計算を行った。Fig.1はそれぞれ橋脚外端から4.5m, 17.7m, 27.6m, 37.6m離れた地表面下5mの測点における上下動の同時記録波形を示している。計算に用いた諸条件は次のごとくである。

(1) 幾何減衰係数として、円柱波の場合 $G=0.5$ 、平面波の場合 $G=0$ とした。

(2) 内部減衰に対しては、減衰定数 $\ell=5\%$ を用いた。

(3) 伝播速度は実測データから得られたピーク周波数の位相速度を用いた。実際には $0 \leq f_i < 5.0$ では

$$V_i = 240 \text{ m/s}, 5 \leq f_i < 8.0 \text{ では } V_i = 200 \text{ m/s}, 8 \leq f_i \text{ では } V_i = 180 \text{ m/s} \text{ を用いた。}$$

Fig.2は円柱波とした場合の計算波形である。この場合、振源位置は橋脚上であるため、波形伝播経路を

振源距離と仮定した。同 Fig. 3 は平面波として計算した波形を示す。以上のことから

1. 幾何減衰が振幅の距離減衰を大きく支配する。Fig. 2 では振源距離の仮定に、また幾何減衰係数 $G=0.5$ が実際とは単純に対応しない実問題がある。
 2. Fig. 3 から内部減衰を 10% 程度にすると実測波との振幅値との対応はつけられるが、実際とは矛盾する。
 3. 波動を表面波として計算を行、たが、実際は正確な PS 波速度構造で決定される位相速度との対応が必要である。
- 非常に単純な伝播機構での計算であるが、今後他の交通振動波形での比較、実体波の特性を加味した場合について検討を行、て行く予定である。

参考文献

- (1) 岩崎, 若林, 後藤. 道路交通振動の予測と対策. 土木技術資料. 1977. 19-2
- (2) 成田, 横山, 桂樹. 道路交通振動の予測手法. 土木技術資料. 1977. 19-8
- (3) 大保. 地中部における交通振動の伝播特性. 土木学会第 33 回年次学術講演会概要集. 1978.

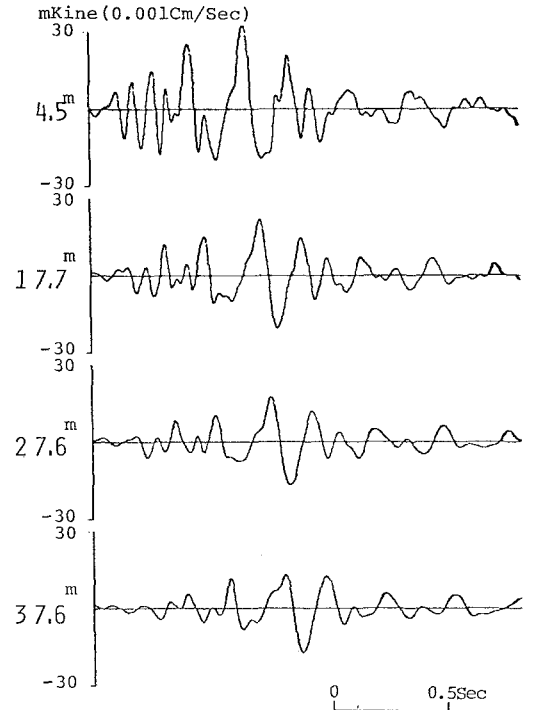


FIG1. OBSERVED WAVE

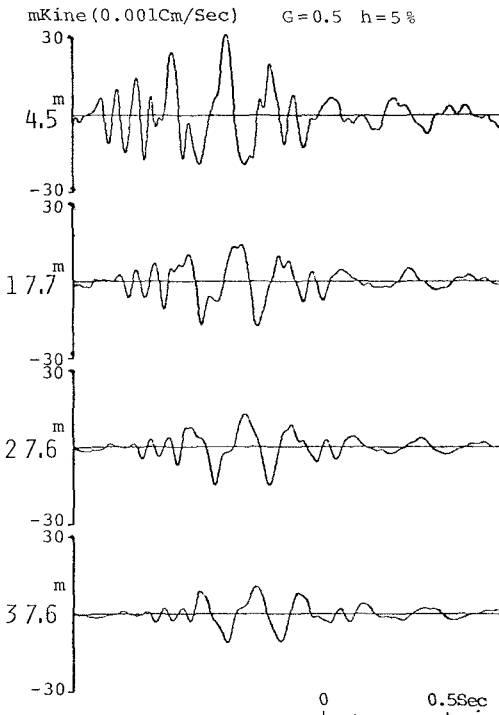


FIG2. CYLINDRICAL WAVE

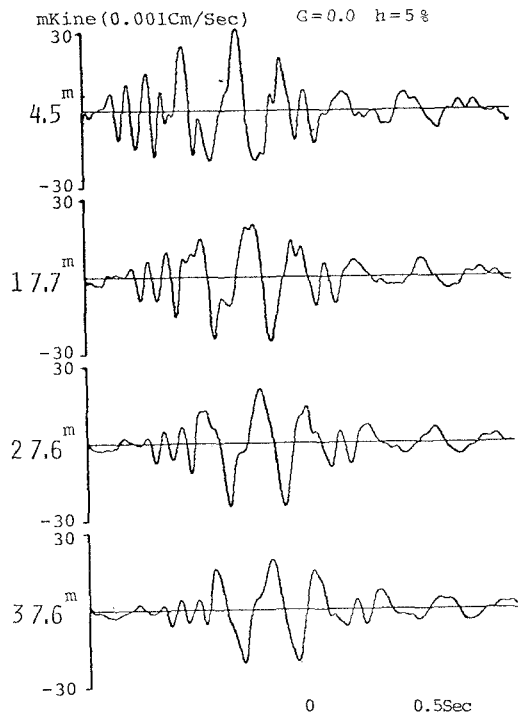


FIG3. PLANE WAVE