

東京工業大学 総理工 学生会員 高濱 勉¹
 同上 正会員 年縄 巧¹
 東京大学大学院工学系研究科 正会員 浜岡 秀勝²

1. 研究の背景と目的

現在交通量調査はいくつかの方法で行われている。しかし、現行の方法では測定が困難な場所や、景観、コスト等の問題が生じる場合がある。本研究では、設置が容易にでき、上記方法では測定が難しい条件下で測定が可能な方法として、車両が走行している際に生じる地盤振動を高感度地震計で測定し、これによって交通量を測定することを試みた。

2. 交通振動についての理論的考察

均質等方弾性体の等速移動調和点加振源に対する変位基本解の加振方向変位 u_3 の主要項は、加振方向に直行する加振点を含む平面内において、加振外力 f_3 、振動数 p の定常加振力が等速度 V で移動している際、

$$u_3 = \frac{f_3}{4\pi\mu} \cdot \frac{p}{V_s} \cdot \frac{\exp\left[i \cdot \frac{1}{1-v^2} \left(pt - \sqrt{v^2 p^2 t^2 + (1-v^2) \cdot a_r^2} \right)\right]}{\sqrt{v^2 p^2 t^2 + (1-v^2) \cdot a_r^2}} \quad \left(v = \frac{V}{V_s}, a_r = \frac{p}{V_s} \cdot r, r : \text{原点から受振点の距離} \right)$$

と求められている¹⁾。ここに μ はラメの定数、 t は時間(秒)である。

この式、及び大型トラックの交通振動を実測した研究²⁾により、振動源の移動効果は振動の継続時間に現れ、車両の走行速度が速いほど振動の継続時間が短いこと、また、振動源からの距離の増加による減衰が大きいことがわかっている。

従って、個々の車両の走行による地盤応答を測定する本研究では、振動源である車線からなるべく近い位置で測定することで、連続した交通下でも個々の車両による振動を識別していく必要があると言える。

3. 予備測定

測定時の高感度地震計の配置などの測定の概要を図1に示す。2カ所の地震計設置地点間隔は、15m程度取っている。全測定において、測定された車両はこの間を等速で走行していたと仮定している。上述の内容を考慮し、地震計と振動源である車両との間隔はできるだけ近くした。本研究では、車線との境からの距離を最大でも1mとした。

地盤応答速度を2カ所の地震計で測定し、これを積分した上下方向変位波形(図2)を見ると、車両通過時に大きな振幅の波が生じている。これより車両の通過の検知が可能であることがわかった。また、2カ所から得られるこの波形の時間差と、地震計設置間隔を用いれば、十分な精度で走行速度が算出できることがわかった。しかし車両の走行速度が10km/h程度の低速である場合、上述の上下方向変位波形では車両の検知が難しい(図3上)。このような場合は、高さ1cm程度のゴム製の段差を車線上に設置し、車両が踏み越える際に生じる上下方向速度波形を測定すれば、図3下に示すように、低速走行車両の通過を検知できることがわかった。

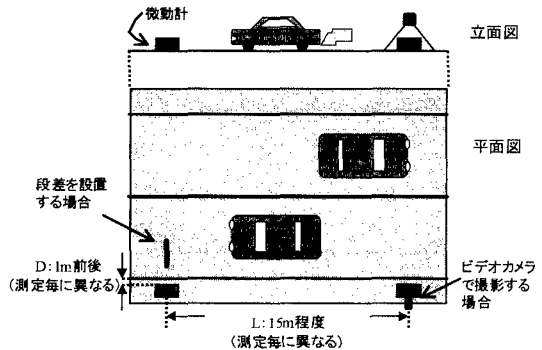


図1 測定の概要

Keywords : 交通量調査, 高感度地震計, 交通振動, 走行速度, 車種

1 東京工業大学大学院総理工学系研究科人間環境システム専攻 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259 TEL 045(924)5607 FAX 045(924)5574
 2 東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻 〒113-8656 文京区本郷 7-3-1 TEL 03(5841)6129

4. 一般道路における本手法の適用

前述の測定方法を用いて一般道路の交通量を測定した。測定概要は図1に準じており、測定時の交通状況を確認するため、同時にビデオ撮影を行っている。また、段差も設置した。測定を行った場所は片側1車線の道路である。

この測定の結果、測定対象車線、即ち地震計に近接した車線については、ビデオで確認の結果、全車両の振動が記録されていた。対向車線の記録は比較的大型で車体重量の大きい車両については振動が記録されているが、小型の車両については振動を検出できない場合があった。

走行速度を計算した結果、測定対象車線を走行した全車両について妥当な結果が得られた。理論的考察で述べた、走行速度による振動継続時間の違いは見られなかった。

路線バス、大型トラックが走行した場合、それ以外の軽量車が走行したケースと比較して異なる波形が記録されている(図4)。このように大きく波形に違いが生じている場合は車種の区別ができるが、これ以上の細かい分類については、波形から車種を推定するのは難しい結果となった。

連続して車両が通過した際の記録を図5に示す。このように連続した交通に対しても個々の車両の振動が記録されており、車両通過の検知が可能であることがわかった。これより本手法が一般道路でも適用できる可能性が示された。

5. 結論

本研究では車両走行時の地盤振動を、高感度地震計を用いて測定し、これによって交通量を測定する方法を試みた。これまでに行ってきた研究の結果、以下の結論を得た。

- ・高感度地震計を用いて地盤振動を測定することで、片側1車線道路を走行する車両の通過を検知することができる。但し、低速度走行車両の通過の検知は困難である。
- ・低速度走行車両の通過については、簡単な段差を設置することでその検知が可能である。
- ・2台の地震計を道路に沿って設置することにより、車両の走行速度を十分な精度で測定できる。
- ・応答波形の形状の違いから大型車、小型車等の通過車両の車種について分類ができる。

なお、今後は本研究による測定方法の適用条件、そしてより細かい車種の分類、車体重量の推定、測定・解析方法の自動化等の、より簡易な測定方法について研究を進めていく予定である。

参考文献

1. 福和伸夫・梅村健次・多賀直恒：等速移動点加振力に対する3次元均質等方弾性体の基本解に関する研究 交通振動による地盤の応答性状に関する解析的研究, 日本建築学会構造系論文集, Vol.441, pp.45-52, 1992
2. 西院理永・福和伸夫・多賀直恒：軟弱地盤における交通振動の波動伝播性状に関する研究, 第9回日本地震工学シンポジウム, Vol.1, pp.511-516, 1994

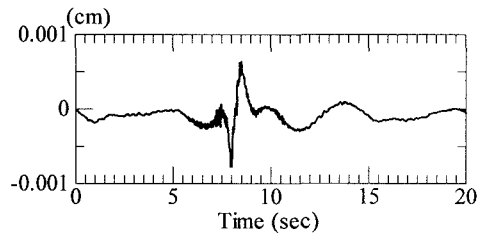


図2 車両通過による上下方向変位波形

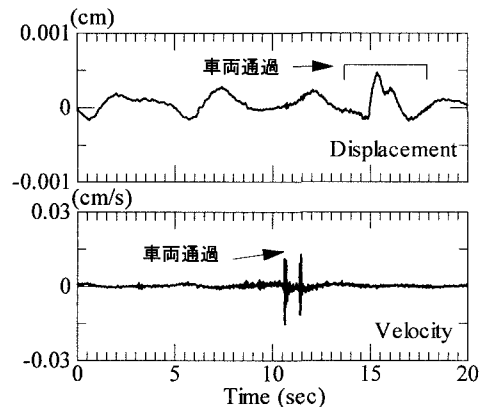


図3 低速走行車の上下方向波形 (上:変位, 下:速度, 段差あり)

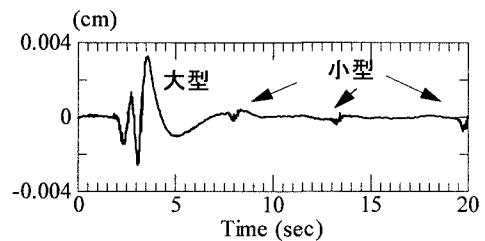


図4 大型車と小型車の上下方向変位波形

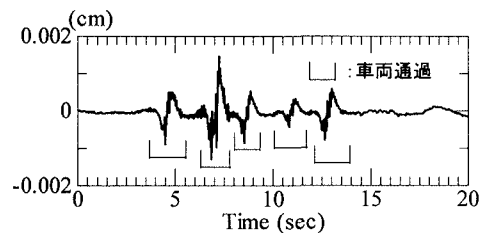


図5 連続した車両通過の検知(上下方向変位)