

日本道路公団試験所 正 北村 豊
 東京大学生産技術研究所 正 久保 慶三郎
 同上 正 片山 恒雄

1. まえがき 近年、交通車輛の通過に伴う周辺地盤の振動が社会問題として注目されはじめている。既往の研究では周辺地盤表面での振動特性についてはある程度の知見が蓄積されているが、地中での特性に関しては未だ十分な検討の成果が報告された例を見ない。交通振動の地中における伝播特性は防振溝などによる振動遮断工法を採用する際の極めて重要な資料となるものと思われる。本報文は高速道路踏走行車による周辺地盤の地中および地表での振動特性について、実測結果から得られた結果を述べるものである。

2. 測定地点および測点配置 測定地点は東名高速道路栗原高架橋(伊勢原市)のP橋脚近傍であり、図-1に示す合計18の測点(橋脚上、地表6点、地中11点)を設けた。この高架橋は全長300m(30mの単純支橋桁10スパン)であり、P橋脚は右名屋側にある。架橋地点の地質構造に関しては詳細な資料が得られなかったが、概括的には火山灰質の粘性土の中に薄い砂質土層を含む互層である。谷の中央部ではN値10以下の厚さ10m程度、それより深い位置ではN値20~30の間で不規則に変動しており、地下40~50mにN値50位の層がある。今回の測定の対象としたP橋脚周辺は緩い谷壁斜面にあり、地表面付近でも谷の中央部ほど軟弱ではなく、10mまでのボーリングによっても、かなり固結した粘性土が得られている。

3. パワースペクトル図による振動数特性 10分間程度の連続記録からパワースペクトルを計算し、比較的に長い時間の交通振動の振動数特性を検討した。

橋脚頂部の上下方向振動には、0.3~0.4Hz、10~11Hzおよび6.4Hzのピークがこの順に卓越していたが、このうち0.3~0.4Hzおよび6.4HzのピークはP橋脚の東京側および右名屋側スパンの鉛直たわみ振動固有振動数に一致していた。道路軸および道路軸直角方向振動には、4.1~4.3Hzおよび10~11Hzのピークが卓越し、このほか軸直角方向では2.5~2.6Hzにもピークがある。4.1~4.3Hzのピークは橋桁・橋脚系の固有振動数と思われる。なお、共通に現われる10~11Hz成分は車輛バジョイントを通過するときに発生するものである。

周辺地盤の地表および地中の上下方向振動には、橋脚に見られた0.3~0.4Hz、6.4Hz成分が卓越しているが、10~11Hzの成分は10分間程度の長い時間のスペクトルではほとんど見られな。橋脚にごく近い地盤内外の水平振動(特に道路軸直角方向)には5~10Hz程度の振動数成分もかなり含まれるが、橋脚中心から30m程度以遠の地中、地表のスペクトルは一般に卓越ピーク0.3~0.4Hzをもつ単純な特性を示す。

4. 速度振幅の大きさに関する特性 車輛通過時に発生する10Hz以上の振動数成分と、それに引続いて現われることの多い5Hz以下の成分の速度振幅の性状が異なるため、高振動数成分(10Hzハイパスフィルタ通過分)と低振動数成分(5Hzローパスフィルタ通過分)を分離して解析した。橋脚頂部および橋脚に近いA点において、車輛通過に対応して発生する速度振幅の最大値は10Hz以上の高振動数成分(多くの場合10~20Hz)であり、橋脚頂部では水平方向が上下にくらべて2~3倍と大きい。また橋脚が読みやすい道路軸方向振動では5Hz以下の成分の振幅も大きい。橋脚近くの地盤上A点の水平および上下振動振幅は橋脚頂部のほぼ1/2および1/3となっており、この結果A点では振動方向によらずほぼ同じ大きさの速度振幅が得られている。図-2に地表面速度振幅の距離による変化を示す。10Hz以上の成分は多少の凹凸を無視すれば距離とともに滑かに減衰しており、どの方向の振幅も橋脚から約30mで橋脚近傍の値の約1/2に、また約40m以遠で約1/3以下になる。これに対し、5Hz以下の成分は距離による減衰をほとんど示さず、そのため橋脚から30m以遠では低振動数成分の速度振幅の方が高振動数成分よりも2~3倍大きくなる。また、地表面振動を方向別に見ると、橋脚から40m程度の地点までは

3方向とも同じ位の速度振幅を示すが、それ以外では水平方向成分が上下方向成分の2倍程度となる。図-3はA点における速度振幅を1としたときの他の点の振幅の比を示したものである。

図-4は地表面の速度振幅を基準として深さの異なる測点の振幅を地点別、方向別および振動数成分別に示したものである。一般に今回の測定では、深さ方向の速度振幅の減少は地表面下5mまでに限られており、地表面下5mと10mとでは振幅にはほとんど差が無い場合が多い。水平方向振動は地下5mで地表の約1/2になるが、上下方向は3分程度にしか減少しない。また地下5m、10mでは振動数によりす深さによる減衰の傾向が見られる。地下2mでは地表面振動に似て速くなるほど水平振動が上下振動より卓越してくるが、地下5mおよび10mでは上下振動の振幅が水平振動の約2倍でほぼ一定の割合を保っている。

以上の検討から、今回の測定地点の場合には、深さ方向にあまり振幅の減少しない上下方向振動成分と、比較的地表面近くに大きなエネルギーを有する水平方向振動成分が共存して地盤振動を形成しているものと推察された。この傾向は振動軌跡の検討によっても認められ、一般に軌跡の運動はきわめて複雑で、回転方向の主軸の傾きなどに単純な規則性は見出されず、交通振動の激動の種類を識別するまでには至らなかった。

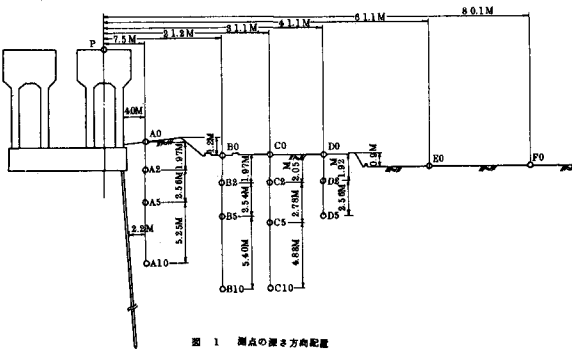


図 1 測点の異なる方向配置

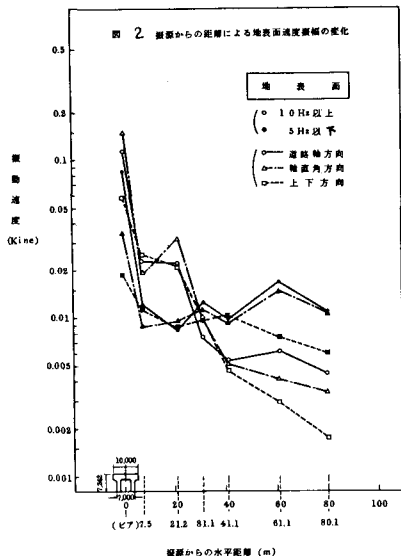


図 2 震源からの距離による地表面速度振幅の変化

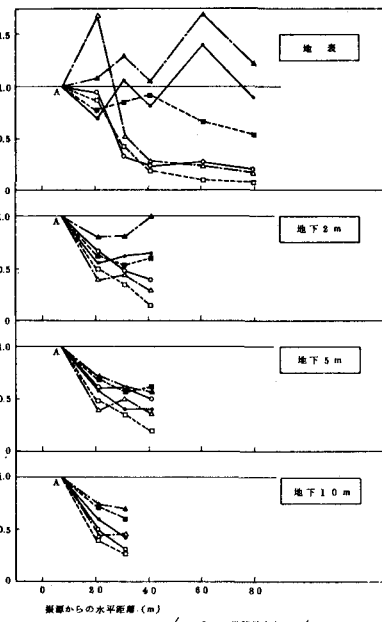


図 - 3

○ 10 Hz 以上
● 5 Hz 以下
— 道陸軸方向
- - 地蔵軸方向
- - 上下方向

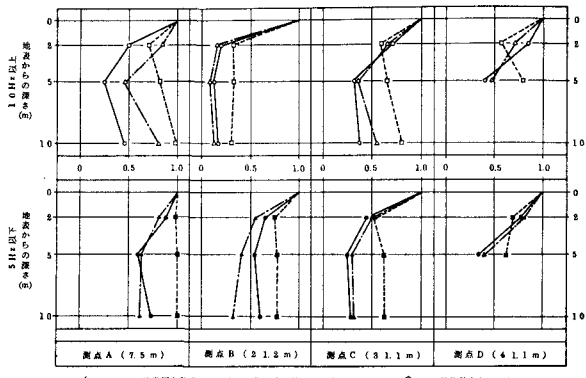


図 - 4

地表面を基準にして求めた異なる方向速度振幅比

○ 10 Hz 以上
● 5 Hz 以下
— 道陸軸方向
- - 地蔵軸方向
- - 上下方向