

東京大学 工学部 正員 松本嘉司
同 上 学生員 角 知憲
同 上 学生員 小長井一男

(1) 概 要

近年鉄道車輛の高速化に伴い、その走行による振害は見逃がしえないものとなっている。いかにこれらの振動を軽減するか、その対策を講ずることがさしあたっての急務ではあるが、振害の対象によってはその対策も根本の思想から異ってくる。しかしいずれの場合も、その発生、伝播のメカニズムを把握することは必要である。本研究は特に高架橋上を通過する車輛による地盤振動のみに注目し、その伝播のメカニズムの解明を試みたものである。

(2) 橋脚・地盤系のアドミッタンス

この研究では主に橋脚以下地盤に至るまでのフィルター特性を解明することに重きをあいた。地盤のバネ上に支持される橋脚は振動伝播上一つのフィルターとして機能するものと思われる。このフィルターとしての機能を解明するための第一段階として、杭頭に付加質量を持つ単杭の鉛直方向アドミッタンスを考える。そこで単杭を多質点に分割し、周辺摩擦力、先端支持力等の形で各ピースを支持する地盤のバネとして地中加振に伴う波動の式を用いた。これは無限弾性体内を正弦外力により加振した時の波動を示す Lamb (1904) の式を仮想地表面に対し鏡像をおくことで表現したものである。地盤のバネとして波動の式を用いているため、これが複素バネとなり、これは地中に波動が透散していく透散減衰を表現する。この地盤の複素バネと杭自体の剛性マトリックス、質量マトリックスを用いて運動方程式を組立て、これを解くことにより杭の鉛直方向アドミッタンスを導くことができる。また実験的なアプローチとして Fig.1 に示すような P.C. 杭頭を起振機で加振し、その加速度を実測した。計算及び実験結果を Fig.2 にプロットする。この図上の差異は土の非線形性、複雑な層構造等を解析モデルに組み込めない事に起因するものと思われる。しかし定性的には計算結果も実測値も地盤振動として問題となる周波数領域で、この P.C. 杭が等価な一自由度のバネ-質量系に置換しうるものであることを示唆している。

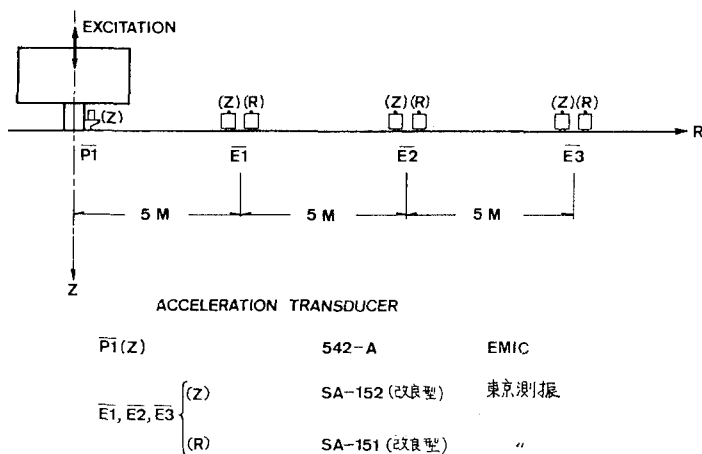
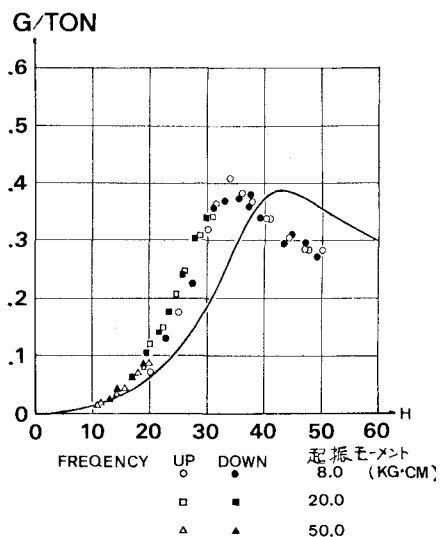


FIG. 1 PC杭加振実験時の測点及び測定計器

FIG. 2 杭頭加速度応答曲線



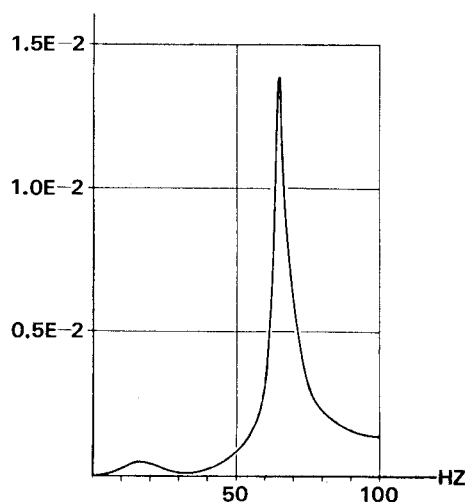


FIG. 3 橋脚加速度応答曲線(計算値)

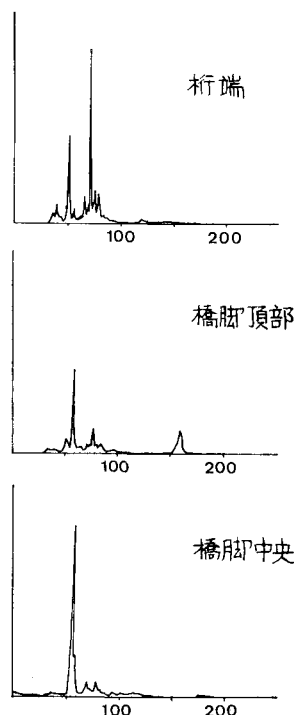


FIG. 4 加速度パワースペクトル

単杭の次の段階として現実の橋脚の鉛直方向アドミタンスを考える。この場合群杭全体を等価な断面積と剛性を持つ単杭におきかえ、橋脚全体を杭頭付加質量と置き換えることで単杭同様の扱いを行った。橋脚の例として、山陽新幹線庄架道橋の諸元をそのまま用い、この加速度応答の計算結果をFig.3に示す。またこの庄架道橋の測定結果のパワースペクトルをFig.4に示す。ともに50~60HZ近辺に大きなピークがあり、この橋脚は、50~60HZの狭帯域バンドパスフィルターとして機能していることが示される。

(3) 地表への振動の伝播

半無限弾性体内の一点に振動的集中力を加えた時の表面の変位をLambにならって導出することを試みた。この結果地表面に対し法線方向の変位は、載荷点と観測点を逆にした時、つまり半無限弾性体の表面を加振した時の弾性体内部における鉛直方向変位(Lamb, 1904)と全く同じ式になった。これは動的な相反定理に相應するものと考えられるが不勉強ゆえ確信が持てない。識者の御教示を賜うは幸いである。前節より、地中の構造物(杭等)より地中へ入力される応力分布が推定できるのでこれに前述の式を用いて地表の振動を推定することが可能になると思われる。この計算は1つの極を持つ上限が無限大の複雑な複素積分を実行することになり困難をきわめる。ここでは、その予測の可能性を示すにとどめる。但し加振点から充分離れた所ではMILLERとPURSEYの提示した方法で近似計算が可能であり、この詳細に関しては講演にゆずる。