

長岡技術科学大学 正員 小長井 一男
 東京大学 正員 松本 嘉司

(1) はじめに

本研究は、鉄道高架橋周辺の地盤振動の伝達経路としての高架橋橋脚の上下方向アドミッタンス、及び橋脚加振に伴う周辺地盤の振動を波動の地下伝散を考慮したシミュレーションモデルにより説明することを目的としたものである。

(2) 橋脚のモデル化

従来より Fig. 1 に示すように橋脚を線形なバネで結合された多質点系とみなし、その動的挙動を模擬する手法は多々あったものの、これら各質点を支持する地盤の stiffness の決め方に関しては、いまだに検討の余地が多い。本研究では無限等方弾性体内の無限長の円孔内壁にリング状の載荷領域を考え、ここに等しい応力分布の調和剪断力を加えた時の波動伝播の解 (Fig. 2 (a)); これをコンプライアンス I と称する。) 及び無限等方弾性体内に円盤状の載荷領域を考え、この面外変位をほぼ 0 に保つよう加振した時の波動伝播の解 (Fig. 2 (b)); これをコンプライアンス II と称する。) を導き、これに鏡像の手法も加え、各質点を支える地盤のコンプライアンスとして用いることにした。

この手法の妥当性を検証する為、特殊な境界条件を持つ杭体加振時の変位応答の厳密解と、先程述べた 2 種類のコンプライアンス近似解を用いて算出した変位応答を比較してみると、その挙動は極めて良く符合することが認められる。しかしこれらの手法の適用上、コンプライアンス I を用いた場合、杭長が杭半径に比べ比較的短い“太い”杭では、孔底での弾性波の反射の影響が考慮されない点に問題がある。またコンプライアンス II は

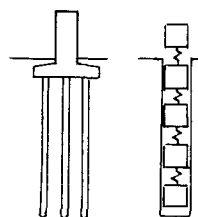
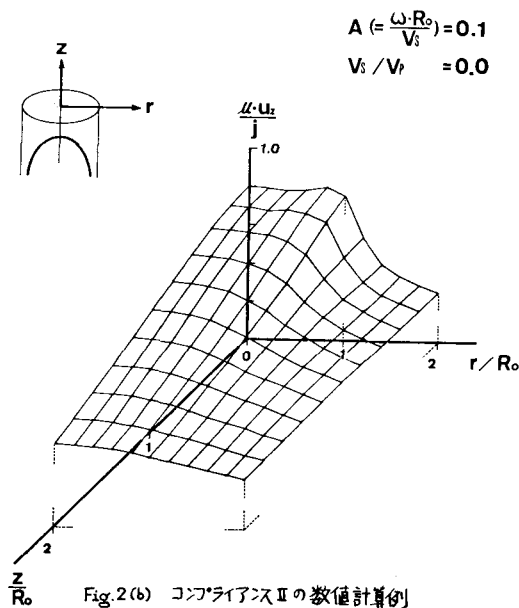
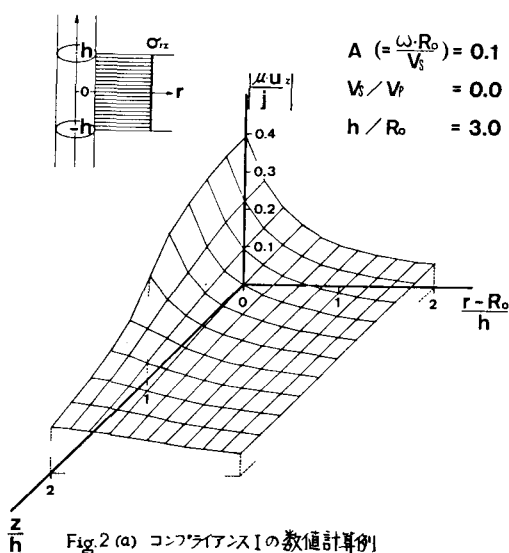


Fig. 1



このような“太”い杭にも適用可能であるが、振動数増加に伴い分割数を増やねばならず計算が煩雑になる欠点を持っている。

このコンプライアンスⅡを用い、単杭加振時の杭頭加速度応答を算出し、沖積層地盤に打ち込まれている単杭の加振試験の測定結果と比較したものを Fig. 3 に示す。定性的にも定量的にもこの手法は、杭の鉛直方向アドミタンスを極めて良く模擬することが認められる。この手法を、動的相反定理等を用いさらに拡張して地表の振動を算出することも可能となるが、層構造等の複雑な境界条件を組み入れるまでには至らず、その計算値は実測値と定量的にも一致しているとは言えない。

さらにこの手法を実際の橋脚（山陽新幹線庄架道橋）に適用し、列車走行時の橋脚の加速度応答の実測値と比較したものを Fig. 4, Fig. 5 に示す。ともに 55 Hz 付近に大きなピークを有し、またこの振動数成分の卓越は周辺地盤でも著しいことが認められた。このことから橋脚は振動伝播上一種のバンドパス・フィルターとして働くものと思われる。

(3) 結論

地盤を弾性体とみなし、その内部の面加振に伴う波動伝播の解をコンプライアンスに用いることにより、杭基礎の動的な挙動をかなり高い精度で予測することが可能となる。しかしこの手法を発展させ、地表の振動を算出するには、層構造の影響を組み入れる等検討すべき課題が多いと思われる。

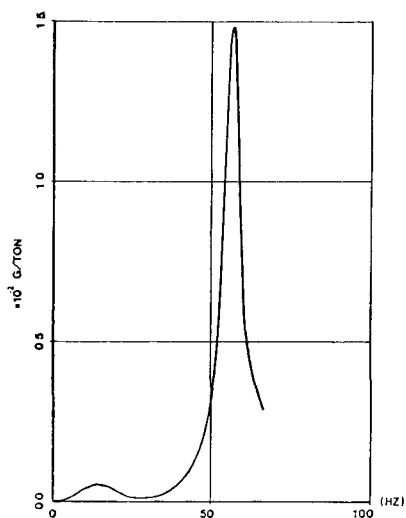


Fig. 4 橋脚の加速度応答（計算値）

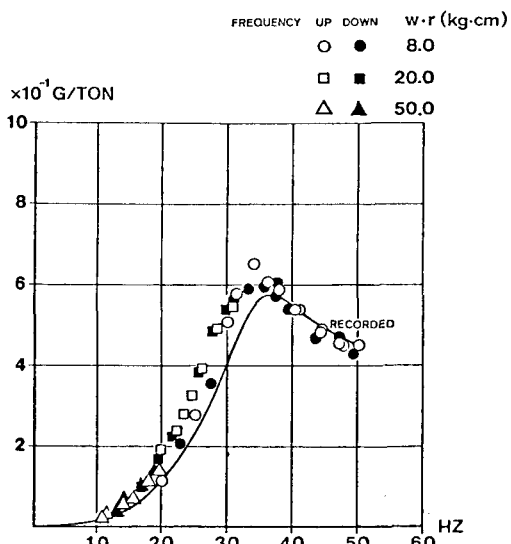


Fig. 3 VERTICAL ACCELERATION RESPONSE (TOP OF PILE)

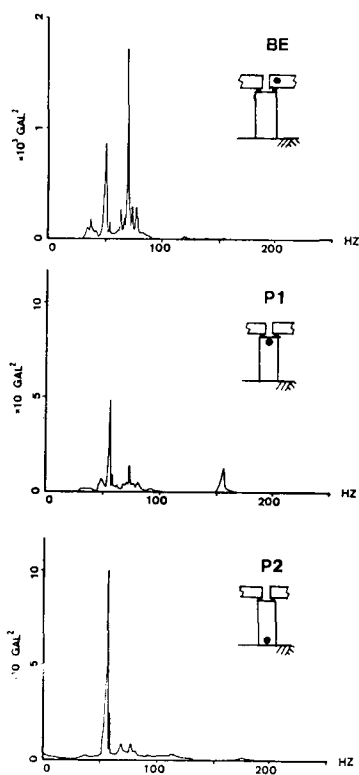


Fig. 5 庄架道橋各測点の加速度応答