

道路交通振動の伝播機構に関する研究

日本技術開発	正会員	森	敦
阪神高速道路公団	正会員	徳永	法夫
京都大学工学部	フェロー	家村	浩和
大阪市立大学工学部	正会員	西村	昂

1. まえがき

交通振動は沿道環境を考える上で重要な問題のひとつであり、一般的に振動の発生（発振源）、振動の伝播（伝播経路）、振動の受振（受振側）といった三つの大きな要因が複雑に絡みあって沿道環境問題を発生させている。振動の主たる要因が発振源である高架橋構造に係るものは、ノージョイント化工事等の効果的な対策を実施し、一応の効果を上げているが沿道住民からの苦情をなくすには至っていない。現在の防振技術では、振動対策として車両も含めた発振源側での対処には限界があり、振動の伝播経路途中での対策や受振側での対策及びそれらを組合わせた対策を施すことも必要である。このうち、沿道環境保全のため道路と沿道住民の緩衝ゾーンとして設けられている環境施設帯を活用した、交通振動の伝播経路上での防振壁等による遮蔽対策は、有効な防振対策のひとつと考える。これは、既存の環境施設帯の幅以上の距離減衰効果を上げることにより、都市内の土地の有効活用とともに沿道環境の保全向上にも寄与することにつながる。

交通振動の伝播経路対策は、問題となる振動の振動数帯域やその大きさが周辺地盤の地層構成や軟硬程度に大きく支配され複雑であることから、明解な対策を講じることが容易ではない。このような振動の伝播経路での対策にあたっては、振動特性が地盤特性に影響されることから、効果的な工法および対策程度の設定を行うため、高架橋下部構造～基礎構造～地盤をモデル化した数値解析による検討が行なわれることが多い。しかし、既往の類似解析検討^{1),2)}での実測結果との対比を見ると、解析値と実測値とがあまりよく一致しておらず、従って解析に基づいた地盤中を伝播する振動の特性の把握や、適切な対策工の設定およびその効果の予測に信頼性が乏しかった。本研究は、精度を高めた振動の伝播特性の把握及び合理的な対策工の効果予測シミュレーション解析に役立たせる目的で提案した、実構造物での実測データに基づく、2次元有限要素法を用いた新しい検討方法について報告するものである。

2. 検討方法の概要

既往の類似解析においては、入力波は実測された加速度波形とする場合が一般的であるが、ここで提案する方法³⁾においては、入力波を2次元FEMで得られた伝達関数及び、実測した地盤任意位置での加速度波形を用いて逆算的に作成した荷重波形（加速度ではない）を用いる。このように設定された荷重波は、地盤での実測データに基づいて作成されているため、解析対象橋脚以外の他橋脚からの振動伝播の影響や、走行車両による桁振動の影響、荷重が移動荷重である影響等を基本的に含んでいるものと考えられ、既往解析の問題であった実測値との違いを少なからず解消させる要因を考慮したものと言える。このように、これまでの加速度ではなく荷重を逆算的に求めて入力波としたのは、既往の検討での解析値と実測値との相違が、車および桁からの橋脚支点への振動荷重と、橋脚上での加速度応答との間には明確な比例関係が保たれていないことに起因すると考えたためである。提案する入力荷重波の作成フローを図-1に示す。解析の基本的な部分は、周波数領域における2次元点加振FEMプログラムを用いている。

本提案方法は、この入力荷重波の逆算に基づき構造物及び地盤の応答値の計算を行うものである。

traffic vibration, propagation mechanism, finite element method, viaduct, input load wave

〒541 大阪市中央区久太郎町4-1-3 阪神高速道路公団保全施設部 TEL 06-252-8121 FAX 06-252-4583

3. 検討事例

高架道路での車両走行試験より得られた実測データを用いて、ここで提案する方法により地表面での加速度の距離減衰特性を解析的に求め、実測のそれとの対比を行った。解析は実際の高架橋と周辺の地盤特性に基づき、図-2に示す橋脚～基礎～地盤モデルを作成し、前述した方法によりまず、入力荷重波を逆算して、それによるモデル地表面の応答加速度波を計算した。なお、地盤モデルはボーリング調査に基づく地層状況及び、PS 検層による Vs 速度区分を考慮した地盤剛性等を用いて設定した。橋脚部は、フーチング部を地盤と同様な要素部材として、杭および橋脚をはり部材としてモデル化した。構造部材は地盤とのモデル奥行き方向の連続性の違いを考慮するため、フーチング奥行き幅での等価換算値とした。

図-3に、地表面の代表地点における実測と解析で得られた加速度の距離減衰特性の対比を示した。この時の解析モデルにおける地盤の減衰定数は図-2に示したように、橋脚近辺で4%、それ以遠で3%とした。実測と解析との対応は、地点③で解析が少し大ききな結果となった

ているものの、全体的にはほぼ良好と判断された。なお、この地点③での実測と解析との違いは、解析モデルでの地盤物性値の設定の問題もあると思われるが、そもそも実測データには、この解析モデルでは取り扱うことが極めて困難な波動特性や地盤の局所的応答特性などの影響が入っていることも考えられた。

4. あとがき

本研究での提案方法に基づく計算値と実測値との対応は、解析が基本的には全体的な傾向を把握するための手段であることを勘案すれば、おおむね良好と思われた。今後、本研究で示した考え方に基づく検討ケースを増やし、より確実性を増した振動伝播経路での対策工の設定方法の確立を目指すこととしたい。高架道路橋での交通振動の伝播機構および伝播経路対策の効果に関する研究は少なく、本論文が今後の有益なデータとなれば幸いである。

<参考文献> 1) 2) 阪神高速道路公団：昭和63年度道路交通振動対策に関する研究業務報告書、平成元年3月：平成元年度道路交通振動対策に関する研究業務報告書、平成2年3月。3) Tokunaga et al：A study on propagation mechanism of the vibration due to road traffic, EASTS'97(投稿中)。4) 松浦康夫 他：高架橋から伝播するレイリー波の特徴、土と基礎、38-4(1990)

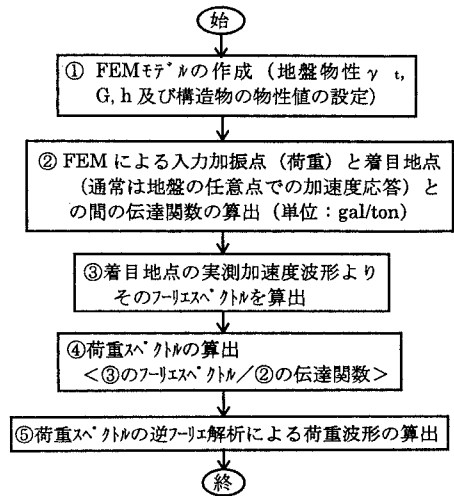


図-1 荷重波の作成フロー

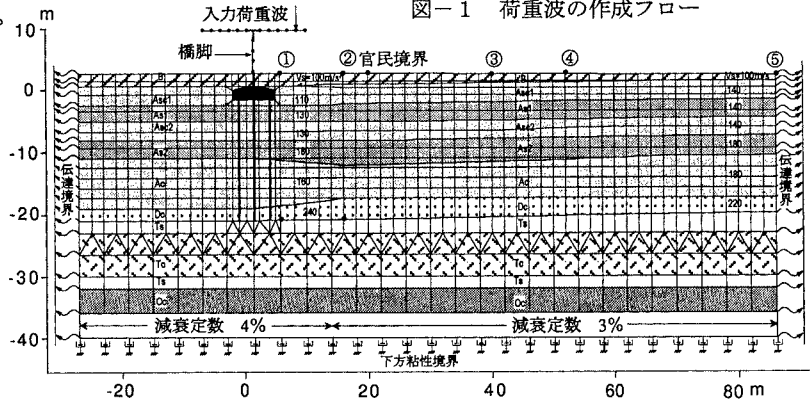


図-2 FEM 解析モデル

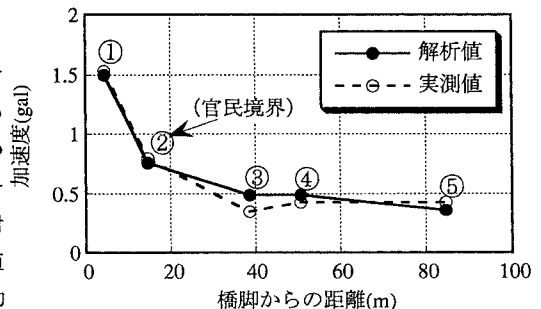


図-3 解析と実測との距離減衰特性の比較