

神戸大学工学部 学生員 ○高橋 あおい

神戸大学工学部 正会員 山本 和宏

神戸大学工学部 正会員 北村 泰寿

1. はじめに

著者らは、移動調和振動荷重に対する理論解と数値解の誘導および解の検証を進めてきた^{1),2),3)}。既報の数値解では、振動応答に多少の問題点が残っている。本研究では、既報と違う手法で再度数値解の誘導を行い、問題点に対する検討とともに、成層地盤モデルへの適用を試みた。

2. 解析手法の概要

地盤を最下端に粘性境界を有する薄層粘弾性体にモデル化し、 x, y 平面を地表面、 z 軸を深さ方向にとり、荷重の走行方向を x 軸とする。

図-1 に本研究における数値解の誘導手法を示す。本手法では、運動方程式に空間 x, y に関するフーリエ変換、時間 t に関する有限フーリエ変換を施し、波数 - 周波数領域における解を求める。つぎに、波数に関する逆変換によって求められた周波数領域の変位解を重ね合わせることによって実空間領域の解を求める。

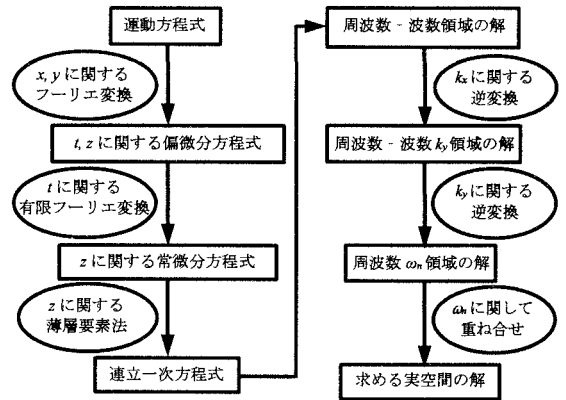


図-1 解析手法

3. 計算結果と考察

既報の数値解では、 x に関して有限フーリエ変換を行っているため、有限区間長や最大波数に関する検討が必要であった。本報では、最大周波数を 50Hz とし、有限時間長 T に関する検討を行う。 $T=6$ 秒と $T=12$ 秒の場合の変位応答を図-2 に、その周波数スペクトルを図-3 に示す。加振振動数 f が 5Hz の場合、 $T=6$ 秒と $T=12$ 秒の変位応答に違いは現れていないので、この場合の解析結果は安定していると考えられる。しかし、10Hz の場合には、 $T=6$ 秒の応答にうなりに似た現象が起きている。 $T=12$ 秒の変位応答ではうなり現象は消えており、応答は安定している。有限時間長 T を長くすれば、変位

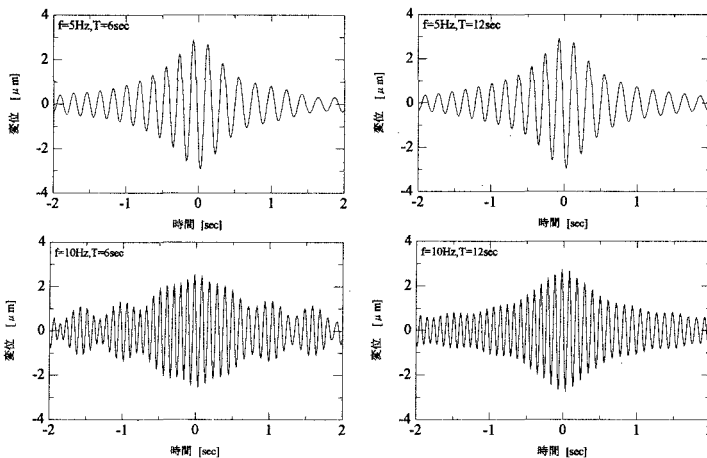
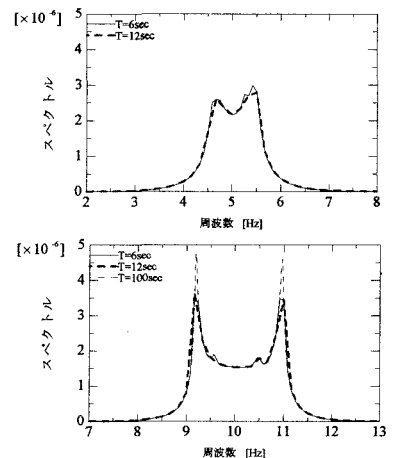
図-2 有限時間 T の検証

図-3 周波数スペクトル

応答は安定することが分かる。したがって、加振振動数 f が大きくなるとともに、有限時間長を大きくする必要がある。これは、加振振動数が大きくなる程ドップラー効果の影響が大きくなり、図-3の周波数スペクトルが複雑になることから、周波数スペクトルをより正確に再現するため、周波数に関する有限フーリエ逆変換の重ね合わせ個数を増やす必要があることを示唆している。

つぎに、図-4 に示す三種類の成層地盤モデルを考える。Case1 は表層が硬く、Case2 は表層が柔らかい地盤を、Case3 は表層と基盤が柔らかい層を挟む地盤とする。各ケースにおける変位応答を図-5 に、そのスペクトルと固定加振源に対する変位の周波数スペクトルを図-6 に示す。表層が硬い Case1 では変位振幅が小さくなっており、Case3 では $f=6\text{Hz}$ の時に小さな振幅となっている。Case2 の $f=6\text{Hz}$ では、加振力が近づく側（時間：負）と遠ざかる側（時間：正）で振幅に大きな違いが見られる。変位スペクトルをみると、 6Hz の前後にドップラー効果による2つのピークが発生し、高い振動数が近づく側、低い振動数が遠ざかる側の振動数成分であると考えられる。また、これらのピーク値は、固定加振源による変位の周波数スペクトルと同様の傾向を示している。 6Hz 付近では変位が急増しており、振動数が高い方が低い方に比べ大きな値となる。図-5 の変位応答における振幅の違いは、この現象が現れているものと考えられる。 $f=12\text{Hz}$ の場合では、逆に高い振動数が小さな値となっており、変位応答においても近づく側の振幅の方が小さな値となっていることが分かる。Case3 では、地盤の共振が 3Hz 付近にあり、 $f=3\text{Hz}$ の応答が 6Hz の振幅に比べ大きな値となっている。

以上より、十分に有限時間長をとっても、加振力が近づく側と遠ざかる側の振幅に大きな違いを生じる場合がある。これは、ドップラー効果による周波数成分の変化と、地盤特性との組み合わせによるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 北村・松尾・武居：土木学会第 53 回年講，1998.
- 2) 松尾・北村：土木学会関西支部年講，1999.
- 3) 北村・松尾：土木学会関西支部年講，1998.

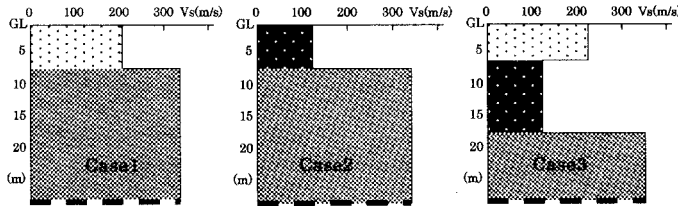


図-4 成層地盤モデル

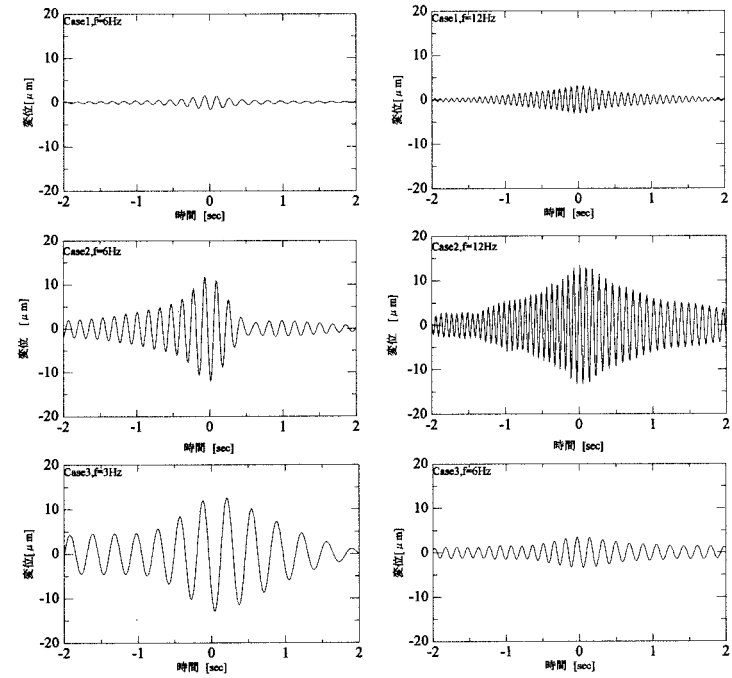


図-5 成層地盤モデルに対する変位応答

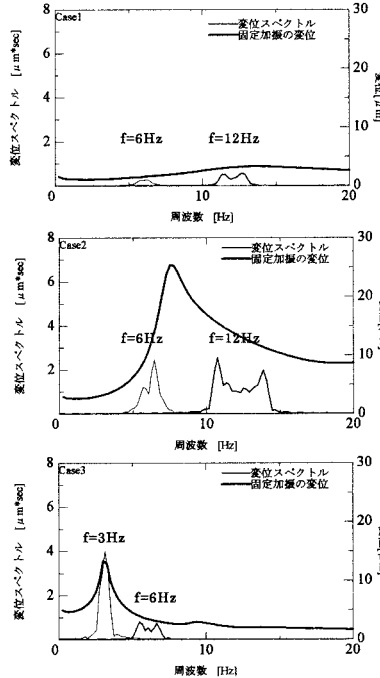


図-6 スペクトルと固定加振解