

マスーバネモデルを用いた衝撃弾性波法の検証解析

東北学院大学 学生会員 ○川口 拓矢
東北学院大学 正会員 李 相勳
東北学院大学 正会員 中沢 正利

1. はじめに

コンクリートや鉄筋コンクリート部材、または鋼部材、それからこれらの材料により構成される構造物に対して、欠陥や空洞または寸法を調べるために衝撃弾性波法はしばしば使われている。

本研究では、このような部材や構造物をマスーバネモデルに置き換え、動的解析を行い衝撃弾性波法を適用することで、材料の合成による伝播速度の変化やガードレール支柱の地盤の影響などについて、議論を行うのにその目的がある。

2. マスーバネモデルの概要

本研究で使用するマスーバネモデルは、図-1に示すように、質量 m 、軸方向バネ k 、地盤連結バネ k' で構成される。地盤連結バネ k' はガードレール支柱の場合、地盤の摩擦抵抗を表現するものである。

3. 合成材料の伝播速度について

衝撃弾性波法を用いて、コンクリートなどの構造物の寸法を測定するためには、式(1)に示すように、材料の伝播速度が既知である必要がある。

$$T = \frac{V_p}{2F_p} \quad (1) \quad \text{ここで } T = \text{長さ} \\ V_p = \text{伝播速度} \\ F_p = \text{共振周波数}$$

材料の構成が鋼、無筋コンクリートなど、単一の場合は伝播速度を推定することは難しいことではない。しかし、鉄筋コンクリートのように2つ以上の材料からなる合成材料の場合、その伝播速度がどのように変化するのはあまり知られていない。

一般的に、鉄筋や繊維などコンクリートよりも伝播速度が速い材料をコンクリートに混ぜた場合、何も入っていないコンクリートよりも伝播速度が速くなるといわれている。しかし、我々の関連実験により、鉄筋コンクリートの場合に伝播速度が無筋コク

リートの場合より遅くなる場合もあることを経験している。

ここでは、コンクリートと鉄筋の割合が伝播速度に与える影響について調べる。また、コンクリートと鉄筋の割合だけでなく、位置関係による伝播速度の変化についても検討を行う。幅40cmの鉄筋コンクリートを想定して、質点数100個のマスーバネにモデル化し、次の2ケースについて片方の端部に衝撃を与える動的解析を行った。Case1.では鉄筋の量を増やした場合の伝播速度の変化について、case2.では鉄筋の量(各15%)は変えずに、間隔を変えた場合の伝播速度を求めた。(図-2 参照)

Case1. 鉄筋が中心部にある場合

鉄筋の幅を10質点ずつ増やして伝播速度を求めた結果を図-3に示す。鉄筋の割合が90%までは、伝播速度がコンクリートのみの場合より遅くなっている。

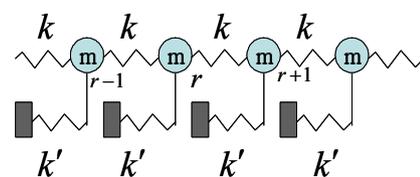


図-1 マスーバネモデル

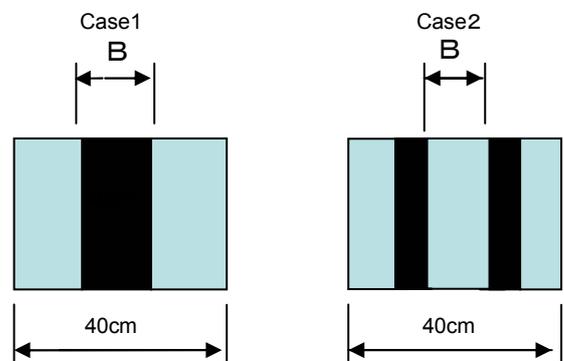


図-2 鉄筋とコンクリートの複合体(100質点)

キーワード 衝撃弾性波法, 根入れ深さ測定, 伝播速度,

連絡先

〒985-8537 宮城県多賀城市中央 1-13-1 東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL(022)368-7213

Case2. 鉄筋が両側にある場合

図-4 に示す伝播速度と鉄筋の間隔の関係図より、鉄筋の間隔が広くなればなるほど、すなわち鉄筋がコンクリート中心部から、離れるほど伝播速度が速くなっている。特に、間隔が 50 質点を超えると、コンクリート自体の伝播速度を超えることがわかる。

このことより、中心部よりも鉄筋コンクリートの場合では、無筋コンクリートより伝播速度が速くなることが予想できる。

4. ガードレール支柱の地盤条件と伝播速度

ガードレール支柱が地上にある場合は、理論値またはキャリブレーションなどにより、容易に伝播速度が得られるので難なく寸法（長さ）測定することが出来る。しかし、ガードレール支柱が地中にある場合は同じ伝播速度を用いて長さを特定することは、実験的に難しいことである。その理由として、土と支柱パイプ表面との摩擦による抵抗が、伝播速度に対して何らかの影響を与えていることが考えられる。そこで、マスーバネモデル地盤連結バネ（図-5）を用いて、地盤の影響を考慮し、地中ガードレール支柱の伝播速度に対する地盤の影響について検討を行った。図-6 に示す伝播速度と地盤連結バネの関係図より、始めは若干振動するが、 k' が大きくなるほど伝播速度が速くなっていることが分かる。

5. まとめ

鉄筋コンクリートのように2つ以上の材料からなる合成材料の伝播速度は、鉄筋の量より、位置によって大きく変化する。特に構造物の中心部に鉄筋がある場合、伝播速度は遅くなり、中心から遠い場合、すなわちコンクリートのかぶりが薄い方が、伝播速度は速くなる。

ガードレール支柱の伝播速度は、地盤の影響を受け変化するので、測定の精度を上げるためにはその影響を考慮すべきである。

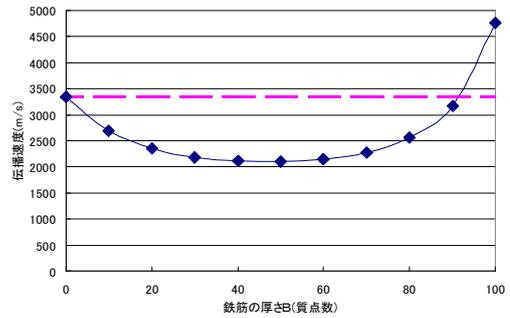


図-3 伝播速度と鉄筋の割合

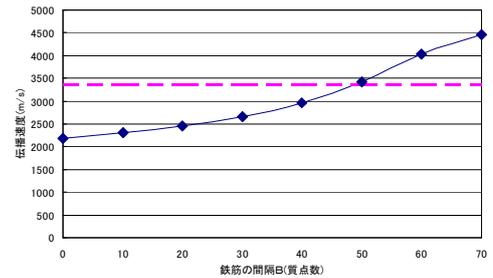


図-4 伝播速度と鉄筋の間隔Bの関係

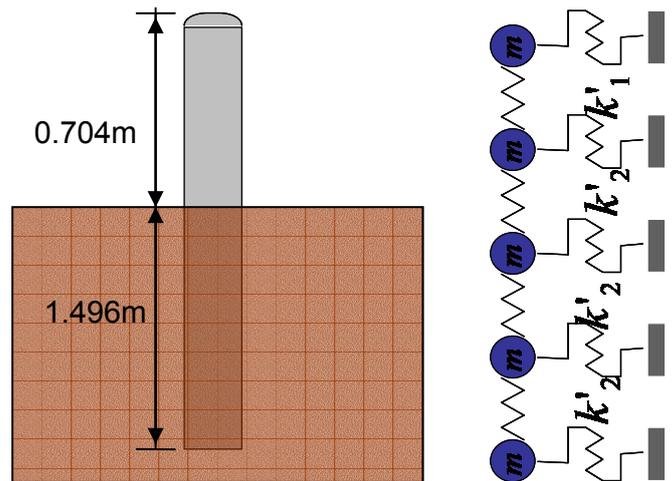


図-5 ガードレール支柱とマスーバネモデル

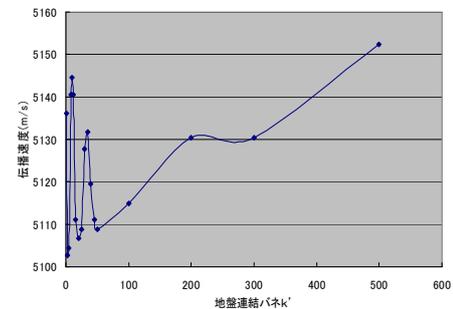


図-6 伝播速度と地盤連結バネ

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ No.61 弾性波によるコンクリートの非破壊検査に関する委員会報告およびシンポジウム論文集，2004. 8