

近接加振源からの波動入射を受ける複数構造物－地盤系の応答解析

神戸大学工学部 正 員 北村 泰寿
神戸大学大学院 Alias, Mohd Nor
神戸大学大学院 学生員 ○奥西 史伸

1 はじめに

既報^{1), 2)}では、近接加振源からの波動入射を受ける単独または双設の地表剛構造物と地盤の動的相互作用問題を取り扱っている。本研究は、群設構造物の場合へ拡張することを意図して、3つの構造物が存在する場合に対する検討を行ったものである。

2 解析方法の概要

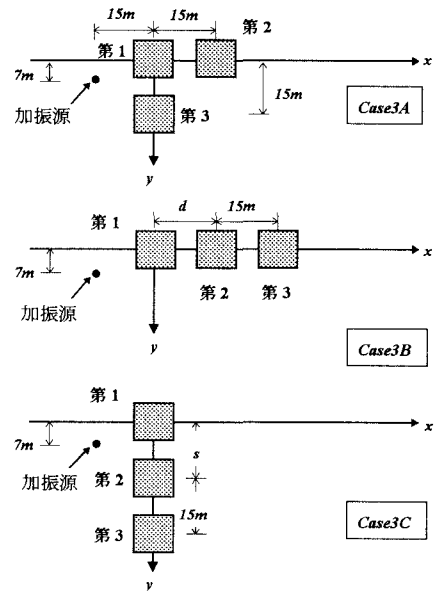
半無限弾性地盤表面に調和型加振力 $Pe^{i\omega t}$ が作用し、この加振源の近傍に複数の地表剛構造物があるものとする。任意の変位ベクトル $\mathbf{u}$ を、構造物が存在しない自由波動場の変位ベクトル $\mathbf{u}^I$ と構造物の振動によって生じる散乱波動場の変位ベクトル $\mathbf{u}^S$ との和に分解し、この変位 $\mathbf{u}^S$ を Thau³⁾ の提案に基づく方法によって求める。その際、剛構造物底面に働くドライビングフォースおよび複素剛性が必要になるが、これらの計算にはグリーン関数の離散化手法¹⁾を利用する。

3 計算結果とその考察

解析モデルは、図－1に示す3ケースの構造物配置を考える。構造物の大きさは一辺 10m の立方体とし、加振源は 1 tf の集中加振力、密度は地盤、構造物ともに 1.8 tf/m^3 、地盤のせん断波速度は 200 m/s とする。計算結果については、紙面の都合上、構造物底面中央点の鉛直変位の周波数応答を示す。

図－2は、Case 3A の構造物配置の影響を単独および双設構造物の場合と比較したものである。同図で、Case 2B は Case 3A で第3構造物がない場合、Case 2C は第2構造物がない場合、単独構造物は第1構造物のみが存在する場合を表す。いずれの場合も、第1構造物の応答は振動数が高くなるとともに単独構造物の応答に近づくことがわかる。また、Case 2B では第1構造物のピーク応答値は大きい、Case 3A のそれは大きくなっていない。これより、第3構造物の存在の影響が窺える。一方、Case 2C では両構造物は似通った応答を示している。これは、構造物が加振源に対してほぼ対称に配置されているためである。これに対して、Case 3A では第1と第3構造物の応答間には差異が生じており、第2構造物の存在が影響している言えよう。

図－2の複数構造物の周波数応答では2つのピークが見られ、単独構造物の場合の応答とは異なる様相を示している。単独の場合のピーク振動数 5 Hz は鉛直振動の共振振動数で、ここには図示していないが、ピーク振動数 3 Hz は水平－ロッキング連成振動の共振振動数である。したがって、複数構造物の場合、水平－ロッキングの共振振動数で発振される散乱波動によって他方の構造物の鉛直振動成分が励起されたものと考えられる。また、Case 2B と Case 3A の比較から、低振動数域における Case 3A の第2構造物の応答値が小さくなっているが、波長と構造物のサイズの関係から考えて、構造物による入力損失効果とは考え難い。Case 2B では第2構造物のドライビングフォースを求める際の距離減衰効果、Case 3A ではこの効果に前方の双設構造物によって散乱される波動の干渉効果が重畳されることが考えられる。さらに、構造物間の離隔距離を変化させてみる必要がある。



図－1 解析モデル

図-3は構造物をx軸方向に並べ、第1と第2構造物の離隔距離 d を変化させたとき、図-4は構造物をy軸方向に並べ、第1と第2構造物の離隔距離 s を変化させたときの周波数応答である。図-3では距離 d が大きくなるとともに、応答のピーク値は小さくなる傾向にあり、第1構造物の応答は単独構造物の応答に近づいている。図-4では、第2構造物の周波数応答の離隔距離に対する変化が特徴的である。

図-3(a)の第1構造物、図-4(a)の第2構造物と同図(c)の第1構造物では、高い方のピーク振動数が単独の場合のピーク振動数5 Hzより高くなっている。影響要因として、トライビングフォースや構造物重量は考え難く、振動数に依存する複素剛性の変化と推察されるが、今後十分な分析が必要である。また、図-2のCase 2Bと図-3(b)のCase 3Bの比較より、第1構造物の周波数応答はお互いに似通っているが、第2構造物のそれは異なる。これは、第2構造物が第1と第3構造物で挟まれている効果によるものと考えられる。これに対して、図-2のCase 2Cと図-4(b)のCase 3Cでは、第1、第2構造物ともに周波数応答は異なる。これは、第3構造物の存在によりCase 2Cにおける構造物配置の対称性がくずれることによるものと見なされる。

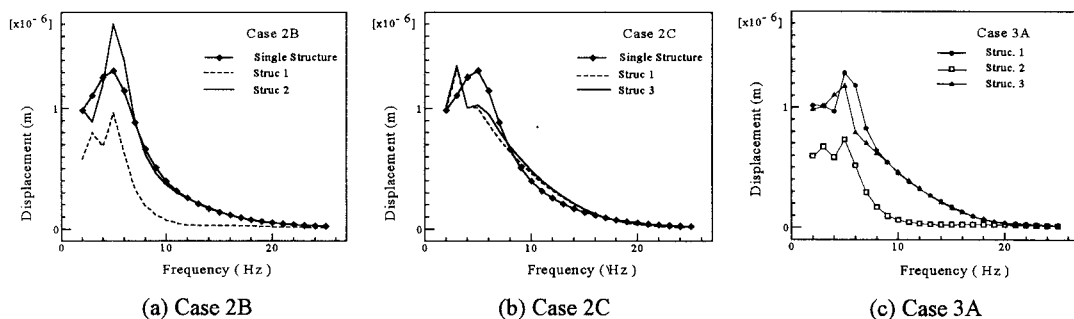


図-2 構造物底面中央点の鉛直変位の周波数応答

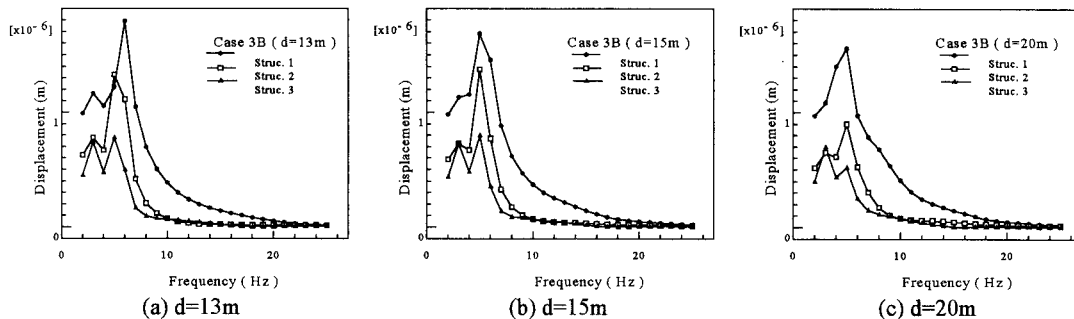


図-3 構造物底面中央点の鉛直変位の周波数応答 (Case 3B)

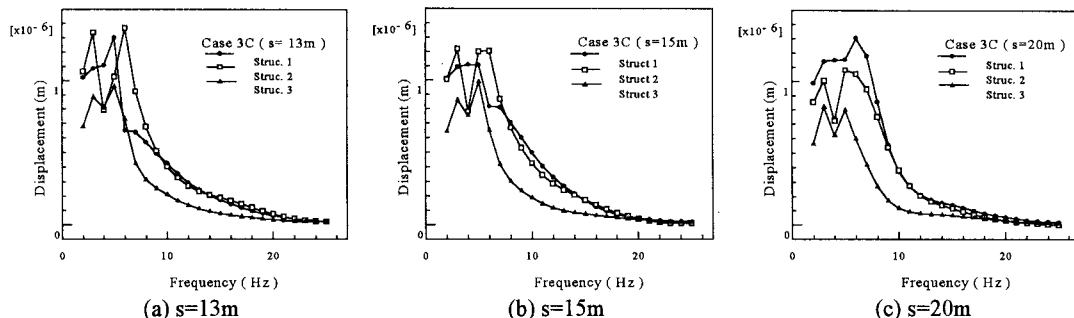


図-4 構造物底面中央点の鉛直変位の周波数応答 (Case 3C)

[文献] 1)北村：土木学会論文集，第386号，1987. 2)Kitamura, et.al.：Mem. Grad. School Sci. Tech. Kobe Univ.,1997.
3)Thau：J. Appl. Mech., Vol.34, Trans. ASME, 1967.