

近接建物群が建築基礎の逸散減衰効果に与える影響の解明

埼玉大学 学生会員 ○坂田 太郎

埼玉大学 正会員 齊藤 正人

埼玉大学 正会員 川上 英二

1. 目的

地震動は震源より波動として伝播し、表層地盤を介して建物基礎に入射する。入射波の一部は基礎より反射し、残りの勢力は透過波として建物上部に伝播されて、振動を引き起こす。一方、振動する建物は新たな震源となって地盤に振動エネルギーを波として放出する。地盤に放出された振動エネルギーは散逸し建築基礎の振動は減衰する。これは基礎-地盤系の逸散減衰効果と呼ばれ、構造物の動的応答特性に著しい影響を及ぼす。逸散減衰効果については、既往の研究によって様々な基礎形式に対する基本特性が明らかにされている。しかし、そうした特性は近隣建物の影響など現実的な周辺環境を考慮していないのが現状であった。そこで、本研究では隣接する建物が逸散減衰効果に及ぼす影響について、3次元有限要素法を用いた解析的検討を行う。本研究では、周辺構造物として直接基礎に1自由度系に置換した上部構造物モデル(スウェイモデル)を複数設置し、それらを対象基礎の周辺に配置した。解析パラメータとして、周辺構造物の配置・個数の違い、上部構造物の固有振動数 $f_s(\text{Hz})$ と表層地盤の1次卓越振動数 $f_g(\text{Hz})$ の比 f_s/f_g とし、それらが逸散減衰効果に及ぼす影響を評価した。

2. 研究方法

3次元有限要素法(FEM)によって地盤-基礎-構造物モデルを作成した(要素数は8610個)。72m×72m×30mの直方体で、表層地盤層(密度 $\rho=1.80\text{t/m}^3$ 、せん断弾性波速度 $V_s=100\text{m/s}$)の層厚を10mとし、その下に層厚20mの基盤層($\rho=2.00\text{t/m}^3$ 、 $V_s=400\text{m/s}$)を設ける(図1)。また、モデルの上部中央に10m×10m×2mの無質量基礎を配置する。

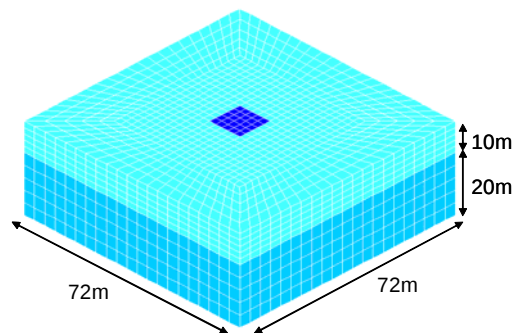


図1 3次元有限要素法による地盤モデル

基礎上面に1.0(kN)の調和振動を一方向に加え、その応答変位から水平方向のインピーダンスを求める。基礎-地盤系のインピーダンス特性は複素剛性として表される。一般に複素剛性の実部は地盤の動的ばねの剛性を表し、虚部は逸散減衰特性を表す。また、こうした複素剛性($K+iK'$)を有する減衰定数 h は、以下の式によって表すことができる。

$$h = \sin\left(\frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{K'}{K}\right)$$

周辺構造物の配置は(図2)の4パターンと周辺に基礎を配していないパターン(CASE-0)の計5パターンとする。また、図中の矢印は加振方向を表す。なお、周辺構造物の基礎は大きさを密度を 2.5t/m^3 、基礎と基礎との間隔は4mとし、上部構造物の質量 $m_s=750\text{t}$ 、減衰 $h_s=0.3$ とした。本解析では f_s/f_g を0.5,1.0,2.0,3.0の4ケース想定する。また、周辺構造物基礎による影響を見るため周辺基礎に上部構造物なしで無質量の場合(周辺基礎のKinematic Interactionのみの効果)と質量ありの場合について解析を行い、それぞれのインピーダンス特性を評価する。

キーワード 逸散減衰効果, インピーダンス, 有限要素法, 直接基礎, スウェイモデル

連絡先 〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科 TEL 048-853-9993

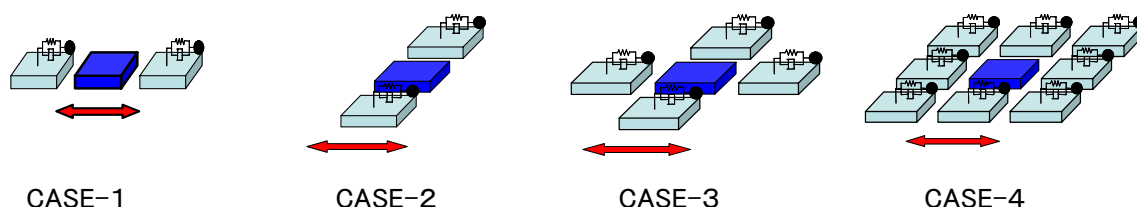


図2 基礎-構造物モデルの配置パターン

3. 研究結果と考察

本紙では、周辺に基礎を配さないCASE-0、基礎と基礎-構造物モデルを加振方向に対し並列に配したCASE-1、基礎と基礎-構造物モデルを加振方向に対し直列に配したCASE-2、基礎の四方に基礎-構造物モデルを配したCASE-3、基礎の周囲に基礎-構造物モデルを配したCASE-4 の $f_s/f_g=2.0$ の場合の結果について考察を加える。

図3に、解析によって求められたグラフをそれぞれ剛性項(図3-1)、減衰項(図3-2)、減衰定数(図3-3)として示す。グラフを見てみると、CASE-1、CASE-3とCASE-4の3ケース、CASE-0とCASE-2の2ケースがそれぞれ類似した振動数依存性を示すことが確認できる。前者は、表層地盤の1次卓越振動数(2.5Hz)と上部構造物の固有振動数(5.0Hz)のところで剛性項、減衰項、減衰定数ともに著しい変化が確認できる。概して、表層地盤の卓越振動数近傍では、周辺構造物の影響によって減衰定数は増加する傾向にある。また上部構造物の固有振動数近傍を含め、高次振動数領域では減衰定数は低下する傾向にある。一方、CASE-2は上部構造物があるにもかかわらずほぼ中央基礎のみのCASE-0と同じインピーダンス特性を示しており、CASE-1やCASE-3、CASE-4のような変化が現れていない。また、CASE-3とCASE-4は中央基礎の周囲に基礎-構造物モデルが数多く配してあるにもかかわらずCASE-1と同じようなグラフになっていることがわかる。

つまり、対象となる基礎と加振方向に対して直列に配す周辺構造物が、インピーダンス特性に著しく影響を及ぼすと考えることができる。

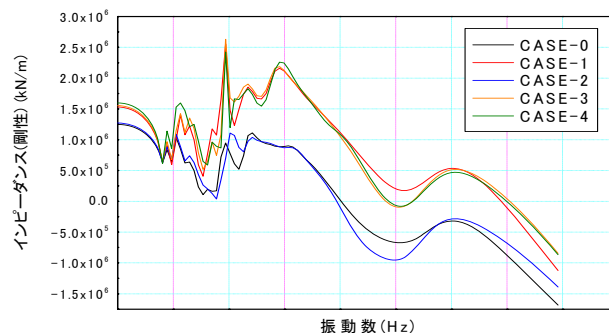


図3-1 剛性項の比較

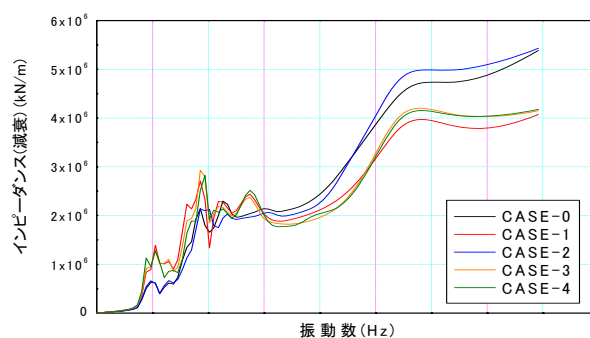


図3-2 減衰項の比較

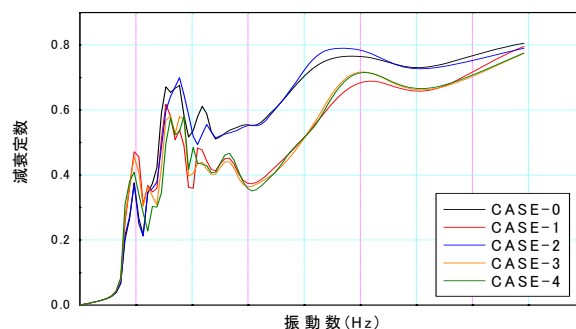


図3-3 減衰定数の比較

参考文献

- ・ 文学章, 福和伸夫: 隣接建物の存在が直接基礎の動的相互作用特性に与える影響 日本建築学会構造系論文集 No. 600, pp97-105, 2006. 2
- ・ 建物と地盤の動的相互作用を考慮した応答解析と耐震設計 日本建築学会