

え、これらは動的相互作用の基本物理量と呼ばれている⁹⁾。これらの物理量に影響を与える因子は極めて多く、これまでに膨大な量の研究成果が蓄積されている。インピーダンスと基礎入力動の基本的な特徴については次節において考察を加える。

上記のように地震応答を3つのステップに分けて求める方法は3ステップ法と呼ばれるが、連続体の応力解析における部分構造法との対比から動的サブストラクチャー法とも呼ばれている。

ここで、動的相互作用を考慮した建物-地盤系の地震応答がなぜ上記の3ステップによって求められるかを見ておこう¹⁰⁾。今、図1(a)に示すような地震入力を受ける建物-地盤系があるとすると、この系の応答は、図1(b)に示すように、建物部分を空間的に固定して地盤に入力地震動を作用させる系(地盤系)と、その時の固定力(固定端の反力)を逆向きに作用させる系(建物系)の和として与えることができる。これは、構造解析で用いられる固定法などと同様の弾性論の重ね合わせに他ならない。この時、建物の応答は後者の解析のみにより得られる(地盤系では建物は応答しない)。一方、図1(c)を参照すれば、固定力は、地盤の切欠き部(建物が設置される部分)を固定しないで入力地震動を作用させ、その時の切欠き部の変位を逆向きに作用させることにより得られる。この時に必要な力(=固定力)は、**ドライビングフォース**と呼ばれる。この力は、切欠き部の力-変位関係(すなわち動的地盤ばね)に切欠き部の応答変位を乗じたものに等しい。以上より、建物の応答を求めるには、建物に地盤ばねを取り付け、そのばね端から切欠き部の応答を入力すればよいことが分かる。この時、基礎の剛性を地盤系に、基礎の

質量を建物系に含める考え方が上記の3ステップ法である。

なお、このような3つのステップによらず、1ステップの計算で動的相互作用を考慮した建物-地盤系の地震応答を行うことももちろん可能である。この場合、建物と地盤の双方が解析モデルに組み入れられることになる。このような解析方法は一体解法と呼ばれている。動的サブストラクチャー法と一体解法にはそれぞれ長所と短所がある。動的サブストラクチャー法の特徴としては、

- ・ 個々のステップに適した解法を適用でき、動的相互作用効果を定量的に確認できる。
- ・ 計算がやや煩雑となり、また、系の線形性が仮定されているため、非線形問題に対する適用には工夫が必要となる。

一方、一体解法の特徴としては、

- ・ 一回の計算で済むため手順が簡単である。また、非線形問題に対しても無理なく適用できる。
- ・ 解析モデルに地盤を含むため、計算時間が膨大になりがちである。

当然のことながら、場合に応じて使い分けることになる。

2.2 動的相互作用効果

次に、動的相互作用効果について見てみよう。前述のように、動的相互作用効果によって基礎の応答と自由地表の地震動が異なるならば、動的相互作用を考慮しない場合の基礎の応答は自由地表の地震動と同じということになる。このような仮定のもとに行う解析モデルを基礎固定モデルという。動的相互作用に関する2つの考察(前記の①および②)から、基礎固定モデルでは、建物が持つ振動エネルギーが

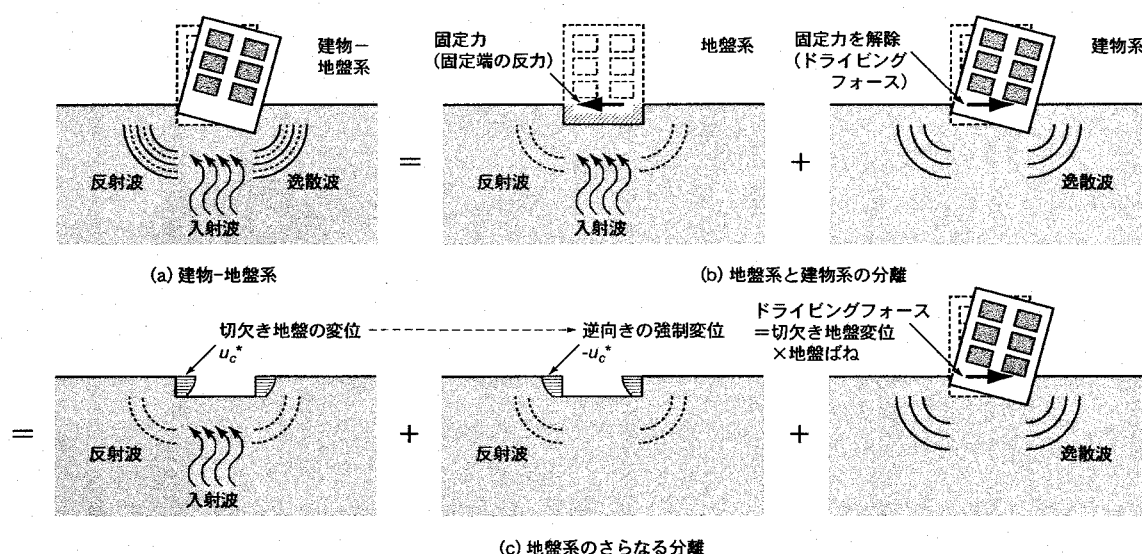


図1 動的サブストラクチャー法による建物-地盤系の地震応答解析