

広島地域の地下構造物の動的挙動の推定

中電技術コンサルタント(株) 正会員 ○岩田 直樹
 同 上 正会員 古川 智
 同 上 正会員 大畑 徹夫
 山口大学 工学部 正会員 三浦 房紀

1. はじめに

筆者らは、これまでに芸予地震に関する限られた情報をもとに、この地震の断層生成過程のシュミレーションを行い、広島地域の工学的基盤面での地震動の推定¹⁾を行った。また、この地震動をもとに広島地域の表層地盤について応答解析を行った結果は、芸予地震による表層の加速度分布と比較的良好一致を示し、推定地震動の妥当性を示した。²⁾

そこで本報は、この想定地震動を用い、応答変位法、応答スペクトル法による地中構造物の変形、断面力について比較、検討を行うとともに、広島地域で芸予地震規模の地震が発生した場合の構造物への影響について考える。

2. 解析モデル

(1) 地盤、解析モデル

広島市の中央部でP S検層によりせん断波速度の深度分布が判明している地点を代表地点に選び、図-1に示すような地中構造物(地下鉄、地下街)を想定した。

応答スペクトル法については、図-2に示すように2次元FEMでモデル化し、構造物は梁要素とする。また、応答変位法については、図-3に示すように構造物は梁要素で、地盤は集中バネによりモデル化を行う。

(2) 地盤定数、地盤バネ定数

地盤の物性値は、等価線形化法による一次元重複反射理論により求まるせん断弾性定数Gと減衰定数hとの収束値を用いる。また、地盤バネ定数は静的FEM解析により算定する。

3. 解析方法

(1) 応答変位法

a) 想定地震動による場合³⁾

一次元重複反射理論により得られた地盤の最大応答変位(底面からの相対変位)を構造モデルの両側面の直バネ及び上面のせん断バネを介して同方向に作用させるとともに、地盤の最大加速度分布から水平震度を設定し、慣性力を作用させる。さらに、上面レベルの地盤最大せん断応力を上面に、その上面せん断力と慣性力との和に等しい水平反力を底面に作用させる。

b) 標準速度応答スペクトルによる場合⁴⁾

表層地盤の固有周期から求まる標準速度応答スペクトルをもとに最大応答変位、上面レベルのせん断力を想定し構造モデル

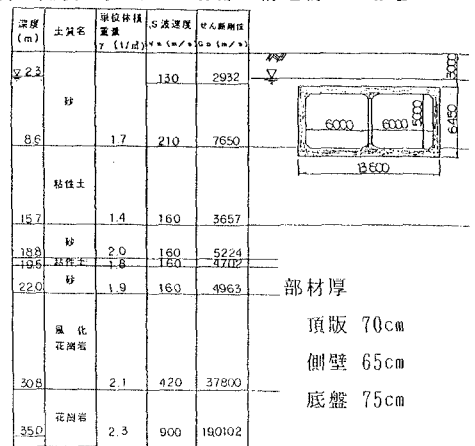


図-1 解析地盤と地中構造物

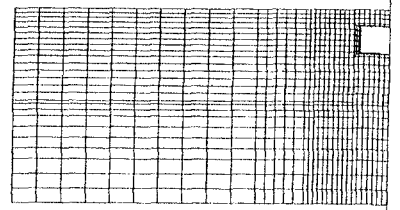


図-2 2次元FEMモデル

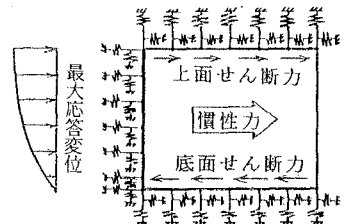


図-3 構造モデル

に作用させる。さらに、地域、地盤、深度別補正係数から設計震度を求め慣性力を作用させるとともに、上面せん断力と慣性力との和に等しい水平反力を底面に作用させる。

(2) 応答スペクトル法

芸予地震を想定した場合の基盤での加速度応答スペクトルを用いて、時刻歴応答計算を経ずして多自由度系の最大応答を計算する。

3. 解析結果

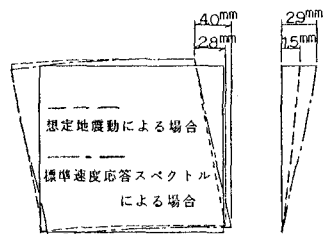
図-4は、応答変位法において入力した地盤変位と構造物の変形を示したものである。想定した地震動による応答変位法は、地盤変位、慣性力、周面せん断力ともに標準速度応答スペクトルに比べ小さいため、構造物のせん断変形量も小さくなる。

図-5は、応答スペクトル法による地盤構造物の変形を示したものである。風化花崗岩層以浅での変形が著しく、地表面では2.4cmもの地盤変位が生じるものの構造物の相対変位は2.6mmと応答変位法のものに比べ小さくなる。

図-6は、常時における曲げモーメント分布であり、図-7は地震による曲げモーメントの増分である。構造物の変形形状が、応答変位法では回転を伴うせん断変形であるのに対し、応答スペクトル法はほとんど回転を伴わないせん断変形であるため、応答変位法に比べ大きな曲げモーメントを生ずる。また、その時の常時に対する曲げモーメント増分はB、C端で常時の80%程度となる。一方、応答変位法の標準速度応答スペクトルによるものは70%程度、想定地震動では、40%程度となる。

以上のことから、応答変位法により地震時の断面力を算定する場合今回選定した地盤、地震動においては、地震動の想定などの煩雑な作業を行わずとも、標準速度応答スペクトルを用いることで安全側の設計が行えるものと推定できる。

今後、さらに時刻歴応答解析を追加し、解析手法の違いによる断面力について検討を行い、設計に役立てていきたいと考えている。



構造物の変形 地盤変形

図-4 応答スペクトル法による変位図

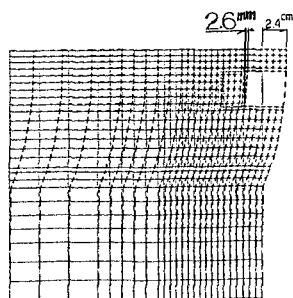


図-5 応答スペクトル法による変位図

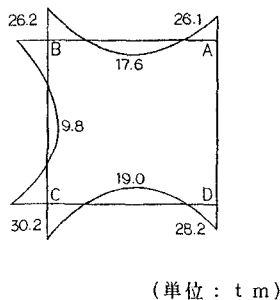


図-6 常時曲げモーメント分布図

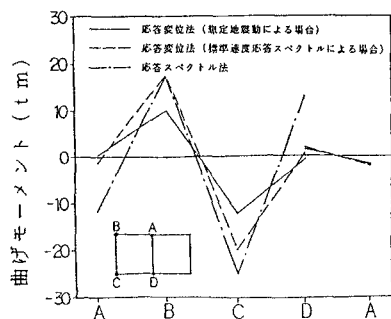


図-7 地震時曲げモーメント分布の比較

参考文献

- 1), 2) 1905年芸予地震による広島地域の地震動の推定 (その1), (その2): 第43回土木学会中四国支部研究発表会講演概要集, PP50~53, 1991
- 3) 土木学会原子力土木委員会: 原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法, 1985
- 4) 日本道路協会: 駐車場設計施工指針 (案), 1992