

地盤高が左右で異なる地下構造物の耐震設計に適用する静的解析法 （その2：実地盤への適用）

日本道路公団東京建設局 千葉工事事務所 正会員 茂木 洋
 日本道路公団東京建設局 千葉工事事務所 正会員 渡邊 仁夫
 中央復建コンサルタンツ 東京本社総合設計室 フェロー 鈴木 猛康
 中央復建コンサルタンツ 東京本社総合設計室 正会員 勝川 藤太

1. はじめに

大地震時に構造物の非線形化が顕著となり、構造物のせん断剛性が周辺地盤のそれより小さくなると、構造物のせん断変位 > 地盤のせん断変位となって、地盤ばねを介して地盤変位を梁に伝達させる応答変位法では現象を再現できなくなる。このような場合、周辺地盤を F E M でモデル化して地盤慣性力を地盤節点に作用させる地盤応答震度法の適用が望ましいが、地盤応答震度法は水平成層地盤を対象とした手法であり、例えば片側のみ堤防盛土が存在するように構造物上の左右で地盤高が異なる場合には適用できない。そこで、地盤高が左右で異なる条件下の地下構造物横断面の耐震設計に適用できる静的解析法について検討したので報告する。

2. 静的解析の方法

地盤高が左右で異なる条件下の地下構造物横断面の耐震設計に適用できる静的解析法として、盛土高をパラメトリックに変化させたモデル地盤を用いて実施した、動的解析と静的解析の比較に関するパラメトリックスタディーに基づいて、以下の手法を選定した¹⁾。盛土のない地盤のみの1次元地震応答解析を実施し、構造物深さで相対変位が最大となる時刻の地盤加速度分布を求める。また別途、盛土を有する地盤の1次元地震応答解析を実施し、盛土最下面における最大せん断応力を求める。得られた加速度分布を地盤～構造物系モデル（盛土はモデル化しない）に地震荷重として作用させるとともに、盛土下の地表面地盤節点に、盛土最下面における前記せん断応力に相当するせん断力を節点荷重として作用させる。以上のように本手法は、盛土のない地盤に盛土による影響を節点荷重として与えることとなり、したがってサブストラクチャー法の一つと言える。

3. 実地盤への適用

図 - 1 に示す東京低地の A ならびに B の 2 種類の実土層断面を、上記静的解析法の適用断面として選定した。

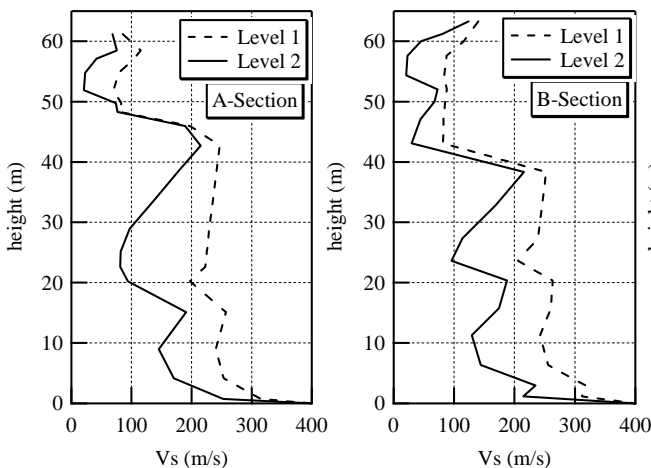


図 - 1 実地盤の Vs の鉛直分布

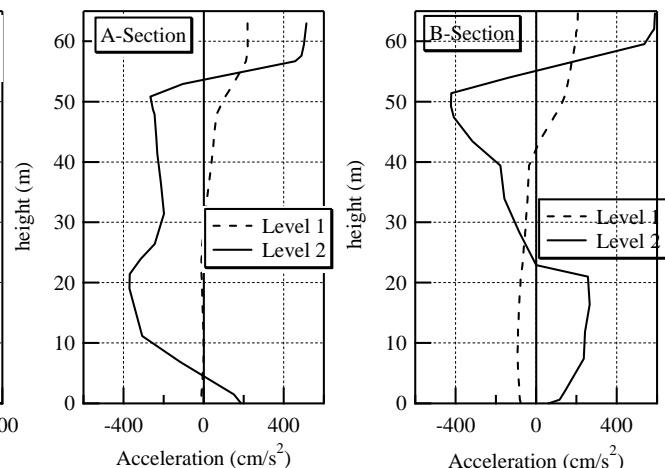


図 - 2 せん断変位最大時刻の加速度分布

キーワード 地下構造物，耐震設計，数値解析，静的解析，F E M

連絡先 〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町 2-11 中央復建コンサルタンツ東京本社 TEL:03-3669-1630

図の物性値を用いてレベル1地震動ならびにレベル2地震動を対象とした動的解析ならびに静的解析を実施し、両者の解析結果を比較する。図-2には静的解析に用いる構造物深さにおける相対変位最大時刻における加速度分布を示す。なお、A断面では盛土高2.7m、B断面では盛土高3.0mである。

3. 適用性検討結果

盛土境界より10mの地点において、動的解析で得られた地下構造物上下床版深さの地盤の水平相対変位が最大となる時刻の地盤変形と、静的解析で得られた地盤変形を比較することによって、AならびにBの断面に、ここで提案した静的解析法を適用した。表-1上段に、A断面において、それぞれレベル1地震動ならびにレベル2地震動を入力した際の動的解析と静的解析による地盤変形の解析結果を重ねて示した。図の地盤変形のスケールは、動的解析と静的解析で同一にしてある。静的解析と動的解析の地盤応答変位は、動的解析では側方境界における反射波の影響が無視できず、また静的解析では減衰項が省略されており、両解析結果に多少ずれは認められるが、検討の対象とする構造物位置ではほとんど両解析結果が一致していることがわかる。

同様に表の下段に、B断面において、それぞれレベル1地震動ならびにレベル2地震動を入力した際の動的解析と静的解析による地盤応答変位の解析結果の比較を示した。この断面では、レベル1地震動を入力とした場合には、両解析結果はほとんど重なっており、一方でレベル2地震動を入力とした場合には、両解析結果の振動モード形状が多少異なる結果となった。しかしながら、両解析結果の整合性は極めて高いと言える。

以上のように、実地盤に対して静的解析法を適用した結果、ここで提案した静的解析法は、高い精度で動的解析の近似を与えることが示された。

4. まとめ

以上のように、盛土のない地盤応答震度と盛土下のせん断力を作用させる静的解析法を採用することにより、必ずしも動的解析によらなくとも、左右で地盤高が異なる場合の地下構造物横断面の耐震解析が可能となった。

参考文献 1)茂木、渡邊、鈴木、勝川：地盤高が左右で異なる地下構造物の耐震設計に適用する静的解析法（その1：静的解析法の選定）、第58回土木学会年次学術講演会、2003。

表-1 動的解析と静的解析の比較

断面	A	B
レベル1 L1-b-1	実線：静的解析 破線：動的解析 	実線：静的解析 破線：動的解析
レベル2 L2-T2-2	実線：静的解析 破線：動的解析 	実線：静的解析 破線：動的解析