

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）

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. 静的解析の抽出

静的解析法の荷重載荷法としては、汎用 F E M 解析ソフトを用いて、容易に設定可能な節点荷重の載荷パターンである必要があると考えた。具体的には、深さ方向には変化させるが水平方向には変化させない加速度分布を、地震荷重の入力データとして与えることを、静的解析法における荷重載荷の条件として設定した。この条件下で考えられる節点荷重載荷方法として、以下の3手法を考えた。

盛土あり地盤の応答震度載荷法

盛土を有する地盤の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、盛土をモデル化した地盤～構造物系モデルに地震荷重として作用させる。

盛土あり地盤の応答震度 + 盛土下のせん断力載荷法

盛土を有する地盤の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と、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。

盛土なし地盤の応答震度 + 盛土下のせん断力載荷法

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。

3. 解析ケースと解析結果

表-1に解析ケースを示す。表層厚20mの単一層地盤に片側のみ3~10mの盛土があるものとし、また、レベル1, レベル2地震動の入力に対応して、地盤の動的物性値を変化させた。なお、表層地盤、盛土の単位体積重量は、それぞれ18, 19 kN/m³とした。表-1の8ケースに対して、動的解析ならびに上記の3手法による静的解析を実施し、それぞれ動的解析と静的解析の結果を比較することとした。

動的解析と静的解析の比較は、盛土より10mの位置の構造物深さで最大相対変位の発生する時刻における動的解析の変位と、～の静的解析の変位を重ね書きすることによって行った。表-2はこのような比較を、

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

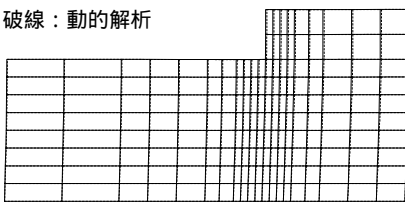
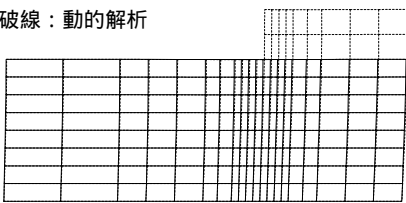
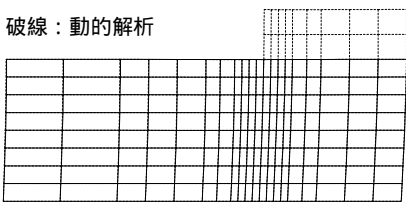
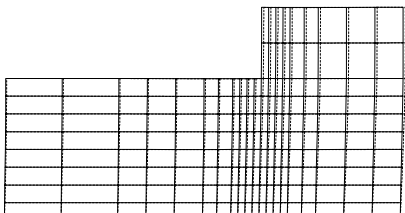
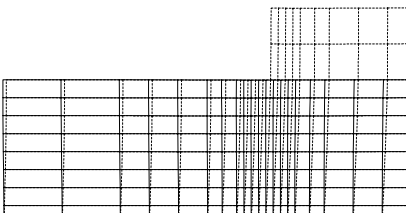
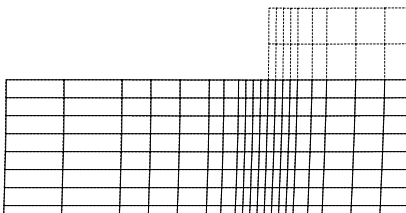
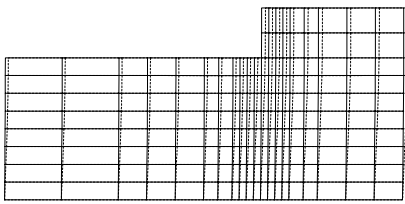
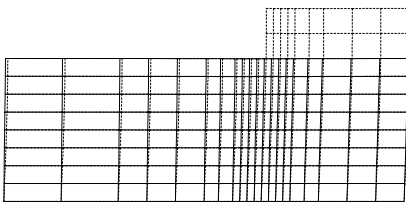
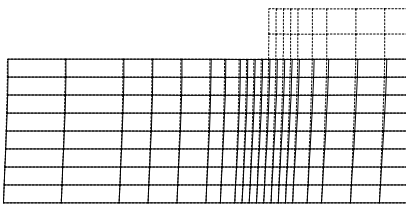
解析ケース3, 4, 7, 8の4ケースについて行った。表より, の方法はレベル1地震動では4つの盛土高にかかわらず動的解析とほぼ重なるほど一致した応答変位を与え, レベル2地震動では堤防高が増えるに従って動的解析の差は拡大する傾向にあるが, 他の2手法と比較して動的解析結果との整合がもっともよく, また解析結果は動的解析結果よりも大きな応答変位を与えることから, 静的耐震解析法として妥当と判断した。

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2: 実地盤への適用), 第58回土木学会年次学術講演会, 2003.

表 - 1 解析ケース

解析ケース	入力地震動	Vs1(m/s)	Vs2(m/s)	減衰定数	盛土高(m)	T ₂ /T ₁
1	レベル1 L1-b-1	70	120	0.10	3	1.087
2		70	120		5	1.146
3		70	120		7	1.204
4		70	120		10	1.430
5	レベル2 L2-T2-2	50	100	0.15	3	1.050
6		50	100		5	1.125
7		50	100		7	1.175
8		50	100		10	1.250

表 - 2 動的解析と静的解析の比較

	盛土あり地盤の応答震度載荷法	盛土あり地盤の応答震度 + 盛土下のせん断力載荷法	盛土なし地盤の応答震度 + 盛土下のせん断力載荷法
3	実線: 静的解析 破線: 動的解析 	実線: 静的解析 破線: 動的解析 	実線: 静的解析 破線: 動的解析 
4			
7			
8	