

I - 136

線状地中構造物の耐震計算で考慮すべき地震力の検討

大成建設（株）○正会員 渡辺和明

同 上 正会員 志波由紀夫

1. はじめに

線状地中構造物の軸直角方向の耐震計算では、従来、図-1に示すように、地震力として自然地盤の応答変位だけを考えている。これに対して、著者らは自然地盤に発生する応力も「周面せん断力」という地震力として考慮する必要があるとの問題提起を行った¹⁾。ここでは、3次元FEMを用いた数値実験により、この周面せん断力の作用を明らかにするとともに、耐震計算モデルの提案を行う。

2. 数値実験の方法

数値実験の対象としては、均質な地盤に線状構造物が埋設されており、周辺地盤が地震時に次の2ケースの変位モードを生じる場合を考えた。

①単純せん断モード（図-2（a）参照）

周辺地盤の変位が構造物の軸線に沿って直線的に変化する変位モード。地盤モデル側面の強制変位により、地盤全体を静的に単純せん断変形させる。このときのせん断ひずみの大きさは1/30とした。

②正弦波モード（図-2（b）参照）

変位振幅が構造物の軸線に沿って正弦波状に変化する変位モード。地盤モデルの両側面および底面を拘束し、図示した方向に自然地盤の1次固有振動数で定常加振することにより、正弦波形の1/2波に近い変位モードを生じさせる。変位振幅は、構造物中心の深さにおいて1cmとなるようにした。

これらの数値実験は3次元FEM解析によった。3次元モデルは、構造系の対称性を考慮して、図-3に示す1/4領域のモデルとした。地盤および構造物の物性値は、表-1に示すとおりである。これらモデルの寸法および物性値は、今後予定している模型実験に合わせて決定した。

3. 結 果

図-4は、構造物に接する地盤要素に生じた応力の大きさを示したものである。この応力は、構造物に作用する地震力として見る事ができる。単純せん断モードではせん断応力が支配的で、正弦波モードでは直応力とせん断応力が同程度の大きさであることがわかる。図中に自然地盤に生じるせん断応力の値（周面せん断力値）を併記したが、これと比べて解析結果の方が大きな値となっている。これは、図-6(a)に示すように、構造物軸線のたわみ角によって地盤反力が生じ、これが周面せん断力に重ね合わされたことによる。

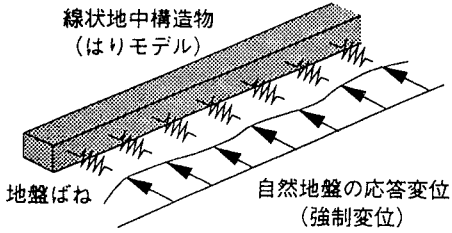
構造物に発生した応力は図-5に示すとおりである。従来の計算法では、単純せん断モードに対しては構造物応力は生じないことになるが、周面せん断力の作用によって、構造物全長にわたるせん断応力と構造物端部の曲げ応力が発生している。正弦波モードに対しては、周面せん断力の影響で従来の計算法と比べて、曲げ応力が小さくなり、せん断応力が大きくなっている。

4. まとめ

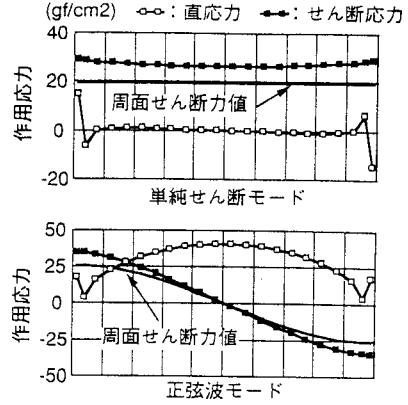
数値実験による検討結果から、線状地中構造物の長手方向に周面せん断力が作用することが確認された。耐震計算で考慮すべき地震力としては、図-6(b)に示すように、自然地盤の応答変位に加え、構造物側面に周面せん断力を作用させる必要がある。より厳密には、構造物軸線のたわみ角に起因する地盤反力の影響を考慮するための地盤ばねを取り入れるのが良い。今後、模型実験によっても検証して行く予定である。

なお、ここでは模型実験を予定したモデルの解析結果を示したが、実際の構造物への周面せん断力の影響に関しては、下記参考文献で若干の検討を行っているのので、そちらを参照されたい。

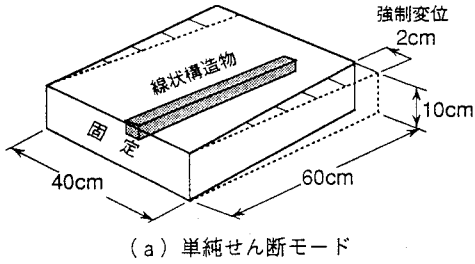
参考文献 1)志波由紀夫：線状地中構造物の耐震計算法としての応答変位法における問題点と改良案、第21回地震工学研究発表会、1991



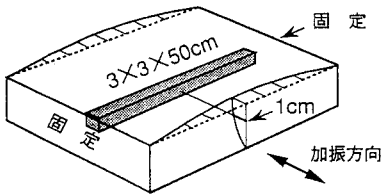
図一 従来の耐震計算モデル



図一 4 構造物～地盤間の作用力
(○印の要素中心の応力)

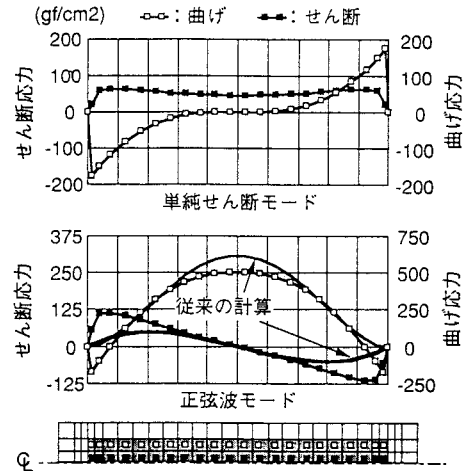


(a) 単純せん断モード

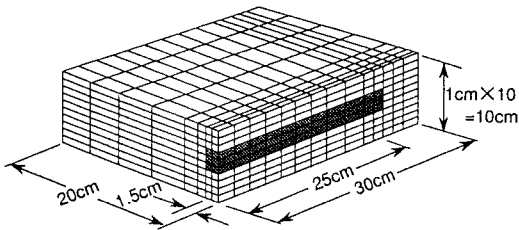


(b) 正弦波モード

図一 2 地盤の変位モード



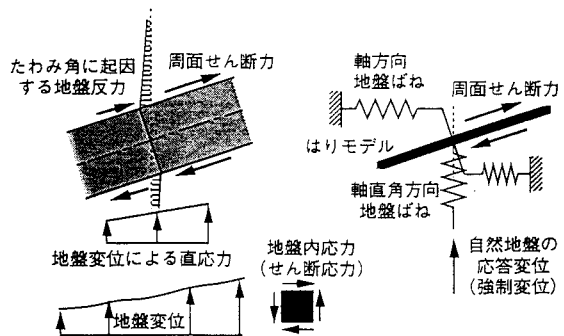
図一 5 構造物の応力



図一 3 3次元FEMモデル (1/4モデル)

表一 モデルの物性値

物 性	地 盤	構造物
単位重量 (gf/cm³)	1.00	1.22
ヤング率 (kgf/cm²)	1.76	205
ポアソン比	0.49	0.42
減衰定数	1.4 %	3.0 %



(a) 地震力の作用

(b) 解析モデル

図一 6 提案する耐震計算モデル