

I-132

LNG地下タンクの応答変位法に用いる地盤ばねに関する一考察

大成建設(株) 正会員 三坂浩昭 立石 章
同 上 同 上 津田勝利 池内義彦

1. はじめに

近年のLNG地下タンクは大容量化しており、従来にも増して高い耐震性が要求されている。地下タンクの耐震解析方法としては浜田¹⁾が地震観測結果より適用性を示した応答変位法がある。応答変位法とは、周辺地盤をタンク外面の地盤ばねにモデル化し、周辺地盤の地震時応答変位を地盤ばねを介してタンクに入力して解析する方法である。しかし、応答変位法に用いる地盤ばねの算定方法については、武川²⁾の報文があるが確立されているとはいえない。そこで今回若干の検討を行ったので報告する。

2. 検討モデル

対象とする地下タンクは、現在検討されている中で最大規模である20万KLのものを設定し、剛底板タイプとした。モデル地盤は、地下タンクが過去に建設された地盤の代表的な2タイプ(CASE-1基盤が浅いタイプ、CASE-2基盤が深いタイプ)を設定し、土質定数は過去に建設された地盤の平均的な値とした。図1に検討モデルおよび土質定数を示す。

3. 検討方法

地盤ばね定数の評価は、地下タンク-地盤の軸対称FEM動的解析において最大断面力の発生した時刻の動土圧(側壁近傍地盤要素応力)と応答変位法による動土圧を比較して行った。

地盤ばね定数は、地下タンクを取り除いた周辺地盤の軸対称FEMモデルを用いて、側面位置に一樣荷重または一樣変位を静的に載荷して求めた。載荷モードとしては、一般に円筒型地下構造物の地盤ばね算定時に用いられるフーリエ0次モードの他に、今回は円筒型地下構造物の地震時挙動に近いと考えられるフーリエ1次モードについても検討した。地盤ばねの算定方法を表1に示す。

4. 解析条件

(1) 地下タンク-地盤の軸対称FEM動的解析

FEM動的解析は、予め等価線形化法による重複反射解析を行って得られた地盤の等価剛性、等価減衰を用いて線形解析により実施した。入力地震動

は、TAFT波(EW成分)を用い、基盤表面で150Galとした。また、側方はエネルギー伝達境界、下方は粘性境界とした。

(2) 応答変位法

側壁は軸対称シェル要素とし、側壁下端には底版のロッキングを考慮した鉛直方向ばねを取り付けた。荷重は、重複反射解析より算出された最大せん断ひずみを積分して求めた自然地盤変位を、片押し片引きの載荷パターンで作用させた。

5. 検討結果および考察

解析結果として、図2に地盤ばね定数の一例を、図3、4に動的解析と応答変位法による動土圧の比較を直土圧とせん断土圧について示す。以下に得られた知見を示す。

・せん断方向の地盤ばね定数 k_t , k_z は、従来の設計では半径方向 k_r の $1/3$ の値が用いられてきたが、図2に示すように、 k_r , k_t , k_z はほぼ同程度の値となった。これは、 k_r は圧縮せん断変形、 k_t , k_z は単純せん断変形と、いずれもせん断変形の卓越した変形モードからばね定数が求められていることを考えると首肯できる結果である。

・厚肉円環ばねを用いた場合の動土圧は、動的解析による動土圧よりも直土圧、せん断土圧とも全体的に小さい結果となった。

・0次または1次の一樣荷重載荷による地盤ばねを用いた場合の動土圧が、動的解析による動土圧を比較的良好に模擬する結果となった。しかし、剛性の変化の大きい土層境界付近で発生している大きな動土圧は、いずれの地盤ばねでも評価できていない。

今後は、さらに精度の高い地盤ばねを目指して検討を進めるとともに、応答変位法の作用荷重として必要視されている周面せん断力についても検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 浜田政則：大型地下タンクの地震時挙動の観測と解析、土木学会論文報告集、第273号、1978年5月。
- 2) 武川恵之助他：LNG地下タンクの耐震設計、土と基礎、1981年9月。

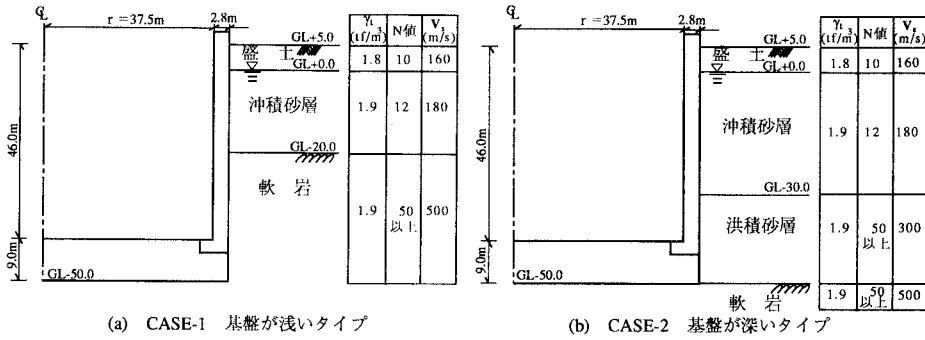


図1 地下タンクおよび地盤の検討モデル

表1 地盤ばねの算定方法

フーリエ 0 次ばね		
半径方向	円周方向	鉛直方向
フーリエ 1 次ばね		厚肉円環ばね
半径・円周方向	鉛直方向	
		$k = 2G/R$ G : せん断剛性 R : 半径

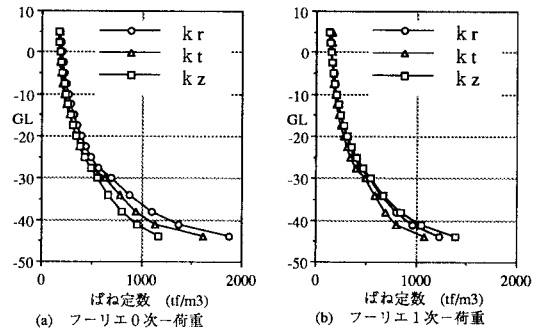


図2 地盤ばね定数の比較 (CASE-2基盤が深いタイプ)

