

浮き屋根の解析の進め方（案）

1 目的

屋外タンク貯蔵所の浮き屋根については、過去の新潟地震（S39）、日本海中部地震（S58）、十勝沖地震（H15）において大きな被害を受けており、これらの被害を踏まえて必要な耐震基準等を整備している。東北地方太平洋沖地震においては、浮き屋根の耐震基準に適合したものは沈下、傾斜といった浮き性能を失う被害はなく、有識者による検討会でも浮き屋根の耐震基準は妥当であるとされている。

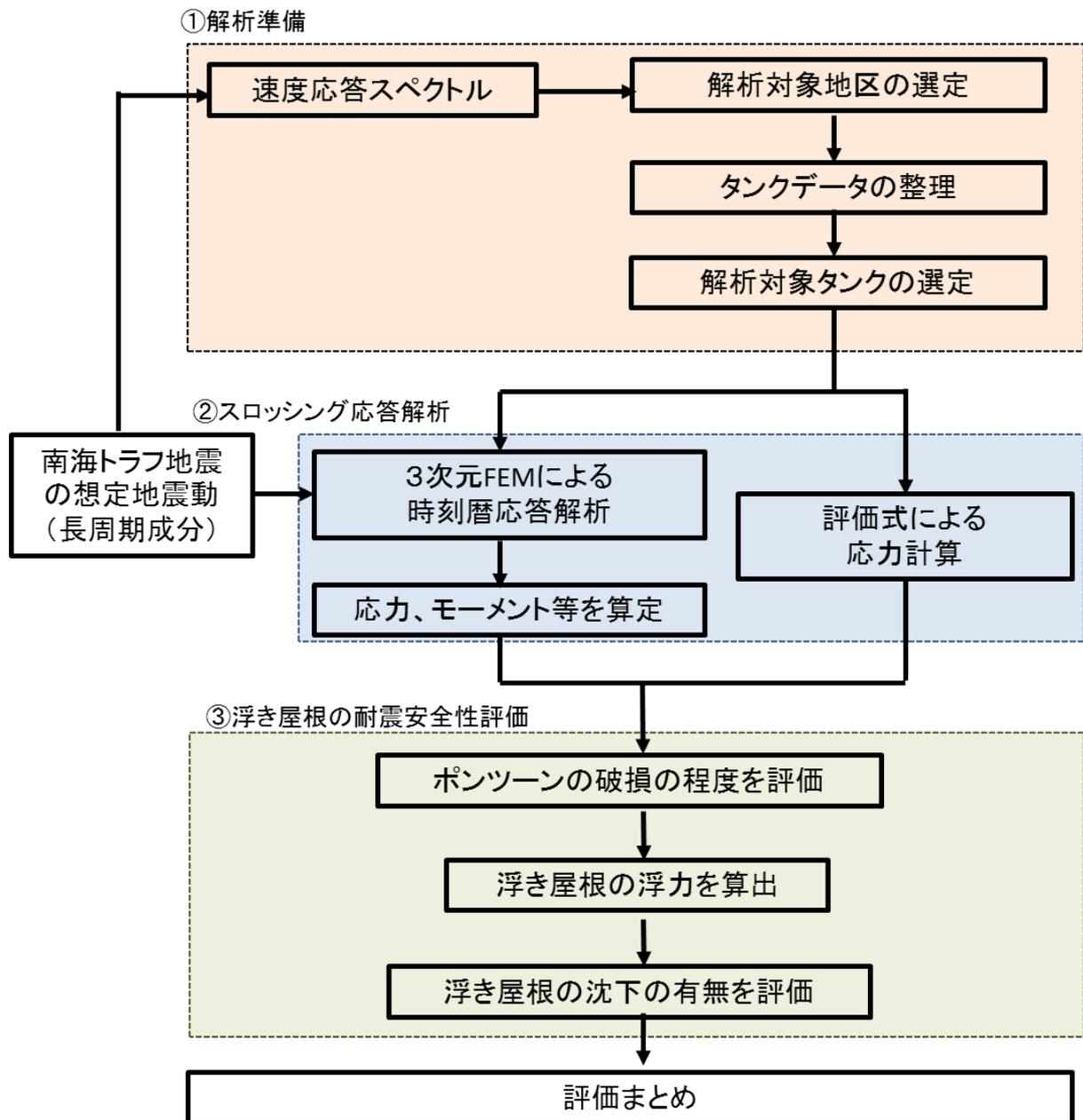
今般、内閣府（中央防災会議）において従来の想定を超えるような南海トラフ地震の想定地震動について、その長周期成分の地震波形が検討されていることから、この長周期地震動による液面揺動（スロッシング）の影響を強く受ける屋外タンク貯蔵所の浮き屋根に対する耐震安全性について確認を行う。

確認に当たっては、詳細に解析するための3次元 FEM による時刻歴応答解析を行うとともに、十勝沖地震を受けて消防庁通知（平成 17 年消防危第 14 号。以下「14 号通知」という。）で定めた応力の評価式等により浮き屋根への応力やモーメントを計算し、それぞれ結果を比較して評価を行う。

2 南海トラフ地震に対する浮き屋根の耐震安全性確認の流れ

以下のように、3段階で浮き屋根の耐震安全性の確認を行う。

- ① 解析準備
- ② スロッシング応答解析
- ③ 浮き屋根の耐震安全性評価



3 解析準備

(1) 入力地震動

入力地震動は、内閣府（中央防災会議）から公開予定の南海トラフ地震の想定地震動（長周期成分）とする。

(2) 解析対象地区の選定方法

近畿、中部及び関東地方等の大規模な屋外貯蔵タンクを複数有する製油所等が所在する特防区域から、南海トラフ地震の想定地震動（長周期成分）で屋外貯蔵タンクの固有周期 4 秒～12 秒の速度応答スペクトルが大きな値を示す区域を選定する。

(3) タンクデータの整理

(2) で選定した区域に所在するタンクについて、容量、直径、液面高さ（満液状態）、油種、浮き屋根の構造等解析に必要なデータを整理する。

(4) 解析対象タンクの選定方法

(3) で整理したタンクデータ及び速度応答スペクトルから、14 号通知の評価式により液面の最大揺動高さ、浮き屋根に係る最大応力等を算出し、その結果から解析対象とするタンクを解析対象地区ごとに複数選定する。

4 スロッシング応答解析

(1) スロッシング応答解析の手法

2 (4) で選定した解析対象タンクの浮き屋根について、南海トラフ地震の想定地震動（長周期成分）を入力地震動として 3 次元 FEM による時刻歴応答解析を実施する。

(2) 応力、モーメント等を算定

(1) の解析により、浮き屋根にかかるモーメント、応力等を解析する。

(3) 評価式による応力計算

14 号通知の評価式等のポンツーンの各部にかかるモーメント、応力等を計算する。

5 浮き屋根の耐震安全性評価

(1) ポンツーンの破損の程度を評価

応力及び各種モーメント（円周方向面外曲げモーメント、円周方向軸圧縮力、水平面内曲げモーメント）とポンツーンの保有耐力との比較によりそれぞれ判定する。

(2) 浮き屋根の浮力を算出

また、浮き屋根の室の破損後における浮き屋根の最終平衡状態について、消防庁通知（平成 19 年消防危第 242 号）等により算出する。

(3) 浮き屋根の沈下の有無を評価

(2) とタンクの油種により、浮き屋根の沈下を判定する。