

「屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討会」  
(平成 26 年度第 1 回) 議事要旨

## 1 開催日時

平成 26 年 12 月 2 日 (火) 14:00～16:00

## 2 開催場所

東京都千代田区九段南二丁目 1 番 5 号  
農林水産省三番町共用会議所 大会議室 (本館 2 階)

## 3 出席者

亀井委員 (座長)、青木委員、岩岡委員、河野委員、岸川委員 (代理 菊池氏)、座間委員、寒川委員 (代理 宮内氏)、高橋委員、龍岡委員、中原委員、西委員、野本委員、丸山委員、山内委員、山田委員

## 4 配布資料

資料 1-1 委員名簿

資料 1-2 開催要綱

資料 1-3-1 検討の背景及び検討事項 (案) について

資料 1-3-2 検討のスケジュール (案) について

資料 1-4 解析の進め方 (案) について

資料 1-5-1 解析対象地区の選定 (案) について

資料 1-5-2 地震波形の解析 (案) について

資料 1-5-3 屋外貯蔵タンクの解析 (案) について

資料 1-5-4 地盤・構造物の解析 (案) について

資料 1-5-5 地下逸散減衰 (案) について

参考資料 1 石油タンクで講じられている地震対策

参考資料 2 南海トラフ巨大地震の危険物施設の被害想定

## 5 議事

開催要項が確認された後、委員の互選により亀井委員が座長に選出された。

議事概要については以下のとおり。

## (1) 検討の進め方について

資料 1-3-1、資料 1-3-2、参考資料 1 及び参考資料 2 により事務局から説明が行われた。  
質疑等の概要は以下のとおり。

【委員】参考資料 2、表の被害箇所について、「屋根部の隙間から漏えい」とあるのは、固定屋根式タンクか。

→【事務局】そのとおり。

【委員】解析するタンクの地盤は、液状化対策が講じられているという理解でよいか。

→【事務局】法令上、屋外タンク貯蔵所の周辺地盤は、液状化対策について一定の基準に適合することを求めており、小規模な屋外タンク貯蔵所については、耐震基準に未適合のものがあるものの、大規模な屋外タンク貯蔵所については、既に経過措置期限が経過し全て耐震基準に適合していることから、基本的には、耐震基準に適合している形での解析を想定している。

(2) 屋外貯蔵タンク及び地盤の解析について

資料1-4、資料1-5-1、資料1-5-2、資料1-5-3、資料1-5-4及び資料1-5-5により事務局から説明が行われた。

質疑等の概要は以下のとおり。

【委員】資料1-5-4について、液状化が発生することを前提にしているようにも見えるが、過去の経験から言えば何らかの対策が講じられていれば入力地震動が大きくなっても液状化の被害はほとんど発生しておらず、液状化をしない場合を適切に解析できることが重視されるべきと考える。液状化対策が講じられている場合はそれを適切に評価していくことが必要であり、また、タンクが存在していると、その重みによる拘束圧により液状化が発生しにくくなるという効果があることも解っており、それらを適切に評価していく必要がある。

→【事務局】解析にあたっては、指摘も踏まえ、ご相談をさせていただきながら進めさせていただく。

【座長】解析対象地区として、「仙台区域」と「塩釜区域」を一つにまとめること、また、本年度は短周期地震動について「タンク本体」と「基礎・地盤」のそれぞれの解析を行うことについて、よろしいか。

→【委員】異議なし。

【委員】資料1-5-2について、最近、港湾研の地震の観測地点が変更され、その観測地点の地質データをみると、資料に記載されている変更前の観測地点の工学的基盤までの深さと異なっているが、仙台・塩釜地区の地盤解析にどのように考慮するのか。

→【事務局】変更前後の港湾研の地盤構成等を確認し、データの妥当性を確認しながら解析する。

【委員】資料1-5-3について、質点系モデルのタンク板厚は減肉量を考慮するのか。

→【事務局】東日本大震災の再現解析は、収集したデータに実板厚が含まれているものは実板厚で解析する。南海トラフ地震の解析についてはモデル化も含め相談をさせていただく。

【委員】資料1-5-3について、タンク浮上りの解析に配管及び緊急遮断弁等附帯設備による影響は考慮するのか。

→【事務局】附帯設備の重量は考慮するが、本年度はタンク本体に着目した解析を行っていく。なお、法令上、屋外タンク貯蔵所の配管については、地震時に損傷しないことを求めており、フレキシブル配管を用いるなど、ある程度の追従性はあると考えている。

【委員】資料1-5-3について、1質点系モデルの固有周期としては底板浮き上がり振動（ロッキング）の周期を用いるのが適当ではないのか。

→【委員】検討した結果ではあるが、水平方向の短周期地震動に対するタンクの解析では、地震動の周期成分がスロッシングの固有周期からは離れており、スロッシングの質点を除いた2質点系のモデルとしてモデル化することになる。さらに、側板と内容液の連成による固有周期が卓越することが分っており、これらを考慮して、1質点系のモデルを提案させていただいて

いる。また、このモデルでは、ロッキングの影響は、図1.2-3にあるようなS字ループの復元力特性で考慮されている。タンクが水平方向に加振されるとき、応答が小さいときは、水平方向の内容液とタンク側板の連成振動であるバルジングモードで振動する。応答が大きくなると、タンク側板が浮上りロッキング振動するようになる。本解析モデルでは、第1剛性がバルジング振動の剛性とし、第2剛性を底板に塑性ヒンジが発生後のロッキング振動の剛性として非線形ばねでモデル化している。剛基礎上の剛タンクでも片浮上りにより弾性的なロッキング挙動がある。それを考慮すると初期剛性が少し軟らかいモデルにすることになるが、その程度の初期剛性を変えても、応答は大きく変わらないことが確認されている。

【委員】資料1-5-3について、質点系モデルの解析結果を用いて、隅角部について静的なFEM解析を行うということだが、手法としては良いのか。また、質点系モデルの解析結果を用いて3次元FEMモデルによる側板の評価を行うが、隅角部の評価も同時に行えないのか。

→【事務局】過去の地震によるタンクの損傷は、主に隅角部で生じているため、隅角部を主に解析対象としている。質点系モデルの解析結果をもとに2次元FEMモデルの解析を行う手法は、過去の文献等からも一定の妥当性が確認されている。3次元で隅角部と側板の評価を同時に解析するというのも考えられるが、多くの条件を仮定した上での複雑な解析になるため、このような形での解析を提案させていただいた。

→【委員】P.10のような3次元モデルで、P.7のような細かいメッシュで、タンク全周にわたって計算すれば、円周方向の応力分布の状況まで得られるが、全周にわたって動的な地震波を使った弾塑性で非線形の解析は難しい。着目するところは浮き上がった状態であり、最大の浮き上がりの変形量を合わせれば、隅角部のA点やB点といったひずみの状況は分かると考えている。

【委員】資料1-5-2について、東北地方太平洋沖地震で解析手法の妥当性を確認した上で南海トラフ地震等の解析を進めるという理解でよいか。

→【事務局】そのとおり。

【委員】構造物の解析と地盤の解析をそれぞれ分けて実施するとあるが、タンク周辺の地盤で液状化が生じた場合、地盤の流動などが構造物に与える影響は反映させないのか。

→【委員】地盤には「振動を伝える役割」と「変位をさせない役割」がある。地盤の液状化等が構造物に与える影響を検討する際は、液状化が生じた地盤の評価と液状化対策をした地盤の評価の両方を適切に評価できる解析を実施する必要があるのではないかと。すなわち、液状化対策の効果の評価が重要なポイントである。

→【事務局】来年度以降、構造物と地盤の相互の影響について検討する予定としている。

→【座長】本年度もそれを念頭に入れながら、事務局は検討を進めてほしい。

【座長】資料1-5-4について、動的変形解析は、3次元非線形有効応力解析が望ましいとしながら、使用実績の多い断面2次元非線形有効応力解析で実施するとあるが、2次元は3次元に対して安全側の評価になるのか。

→【事務局】状況によって異なると思われるが、文献を調査する。

【座長】資料1-5-4について、「結果の精度が期待できる最低限の組み合わせ」を目標にパラメータの設定を行うとあるが、その設定方法の妥当性についても説明して欲しい。

【座長】資料1-5-5について、地下逸散減衰の具体的な方策はあるのか。

→【事務局】文献等の調査中であり、今後相談をさせていただきながら進めていきたい。

6 その他

次回の検討会については、後日、事務局から案内する。

以上