

## 「屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討報告書」の概要

### 危険物保安室

#### 1 はじめに

危険物を大量に貯蔵する屋外タンク貯蔵所は、危険物が流出した場合の影響が大きいことから、過去に発生した地震を教訓に技術基準の見直しを重ね、「東日本大震災を踏まえた危険物施設等の地震・津波対策のあり方に係る検討会」においても、現行基準は妥当なものと考えられました。しかしながら、中央防災会議等において従来の想定を超えるような南海トラフ地震等の想定地震動の検討が進められ、大規模な地震の発生が懸念されている状況に鑑み、平成26年度から3か年で「屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討会」を開催し、新たに想定された大規模な地震に対する屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討を行い報告書に取りまとめたので紹介します。

#### 2 検討の内容及び結果

内閣府から公開された南海トラフ地震（短周期地震動・長周期地震動）及び首都直下地震（短周期地震動）の想定地震動に対し、現行の耐震基準によって設置された屋外タンク貯蔵所のうち、地震で損傷した場合に大規模火災や危険物の大量流出等の被害が生じるおそれのあるタンク本体、基礎・地盤及び浮き屋根の耐震安全性について、シミュレーションにより検証を行いました。その際、タンク本体及び基礎・地盤は主に周期が2～3秒以下の短周期地震動の影響を強く受けることから、内閣府が公開している工学的基盤の短周期地震動を基に地表の地震波形を作成して解析を行い、浮き屋根は2秒～10数秒の長周期地震動の影響を強く受けることから、内閣府が公開している地表の地震波形をそのまま用いて解析を行いました。

なお、首都直下地震の長周期地震動については、内閣府から公開されていないことから、検討の対象から外しました。

##### (1) タンク本体の耐震安全性の解析

タンク本体の耐震安全性については、南海トラフ地震の短周期地震動及び首都直下地震の短周期地震動に対して解析を行いました。解析の対象は、まず南海トラフ地震については、震度7が想定される県に位置するコンビナート等特別防災区域（以下、「特防区域」といいます。）の中から、首都直下地震については、震度6強が想定される県に位置する特防区域の中から、それぞれ想定震度が高い3か所を選定し、タンクに適用される新法基準・旧法基準の別やタンク容量等を考慮し、南海トラフ地震については33基、首都直下地震については20基のタンクを選定しました。これらのタンクに対して、対象となる地震の各特防区域における地震波形による時刻暦応答解析を基に、それぞれの想定地震動に対し、最も影響を受けると考えられるタンクを1基ずつ抽出し、隅角部の変形及び側板の変形について詳細に解析を実施しました。

解析の結果、いずれのタンクも隅角部の変形による疲労損傷度が許容値以内となり、側板に発生する応力も許容応力以下になるとの結果が得られました。

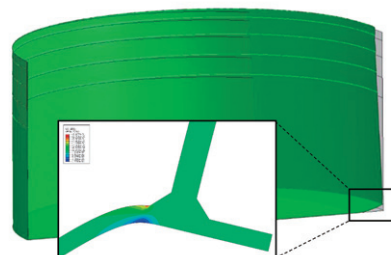


図1 タンク本体の解析イメージ

##### (2) 基礎・地盤の耐震安全性の解析

基礎・地盤の耐震安全性については、南海トラフ地震の短周期地震動及び首都直下地震の短周期地震動に対して解析を行いました。解析の対象は、南海トラフ地震については、震度7が想定される県に位置する特防区域の中から、首都直下地震については、震度6強が想定される都県に位置する特防区域の中から、計測震度や砂層の有無、液状化対策の状況等を勘案し、それぞれ2か所を選定しました。基礎の選定については、屋外タンク貯蔵所の基礎の施工実績が、盛り土基礎が最も多く、リング基礎を検討に加えることにより、ほとんどの屋外タンク

貯蔵所の基礎を網羅できると考えられることから、盛り土基礎及びリング基礎をそれぞれの想定地震動に対し1か所ずつ割り当てました。これらに対し、断面2次元非線形有効応力解析によって、屋外貯蔵タンク直下の液状化対策された地盤の変形の評価を行うとともに、変形の発生が想定される場合は、屋外貯蔵タンク本体の沈下量や変形角及び過剰間隙水圧比の経時変化の評価を行いました。

解析の結果、液状化対策のため地盤改良された屋外貯蔵タンク直下の地盤で同様沈下が予測されましたが、タンク本体に大きな応力がかかるような不等沈下は確認されませんでした。また、タンク直下から外れた未改良地盤の沈下量とタンク直下の改良地盤の沈下量との差はある程度確認されましたが、タンク本体や基礎への影響がみられるような変形は確認されませんでした。

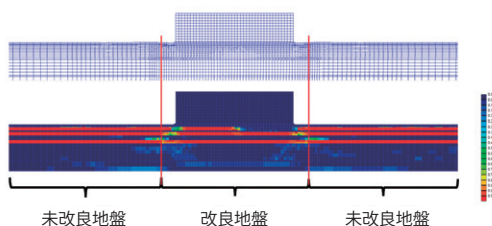


図2 基礎・地盤の解析イメージ

### (3) 浮き屋根の耐震安全性の解析（南海トラフ地震のみ）

浮き屋根の耐震安全性については、南海トラフ地震の長周期地震動に対して、浮き屋根の耐震基準に適合しているタンクを対象として解析を行いました。

解析の対象は、太平洋側及び瀬戸内海側に所在する耐震基準に適合している浮き屋根式タンクの基数や強度条件等を勘案して、首都圏、中京圏、関西圏近傍から1か所ずつ特防区域を選定し、想定地震動の影響が大きくなると考えられるタンクを各特防区域から2基ずつ、3地区計6基を抽出しました。さらにこれらのタンクに対して、浮き屋根動的応答解析システム及び消防法による算定式による評価を行い、最も影響を受けると考えられるタンクを1基選定しました。そして選定したタンクの浮き屋根の詳細な3次元モデルを作成し、線形FEM浮き屋根動的応答解析システムによる時刻歴応答解析により、ポンツーンに発生するモーメント及び円周方向圧縮力を求め耐震強度を評価しました。また、併せて許容耐力の算定方法によるポンツーン断面の耐震強度についても評価しました。

両評価の結果、ともに当該浮き屋根のポンツーン断面強度は許容値を満足していることが確認されました。

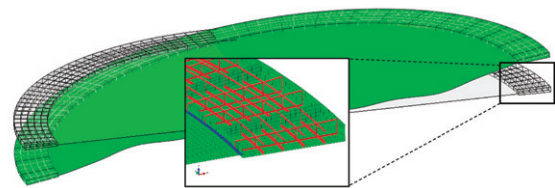


図3 浮き屋根の解析イメージ

### (4) 耐震安全性確保策

本検討では、解析のために一定の条件を設定しましたが、これらの条件を超えるような場合も否定できないことや、今後、新たな知見を踏まえた地震動の想定も考えられることから、事業所自らが当該検討の手法も参考にして耐震安全性について検証し、必要な対策を講ずることが望まれるとされました。そのうえで、一般的に懸念される事象に対して更なる耐震安全性を確保する上で有効な対策についての整理がなされました。

## 3 まとめ

以上から、内閣府から公開された南海トラフ地震及び首都直下地震の想定地震動に対し、現行の耐震基準によって設置された屋外タンク貯蔵所について、「危険物の大量流出」、「全面火災につながる油面の露出」といった大きな被害が生ずる蓋然性は低いとの評価がなされました。

しかしながら、前述のとおり、検討の前提とした条件を超えるような場合も否定できないこと、新たな知見を踏まえた地震動の想定も考えられることから、今後起こり得るすべての大規模地震に対する屋外タンク貯蔵所の耐震安全性を担保するものではないことに留意が必要であるとされています。

なお、「屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討報告書」については、消防庁ホームページから閲覧できます。「消防庁トップページ」→「消防庁について」→「審議会・検討会等」→「平成28年度開催の検討会等」→「屋外タンク貯蔵所の耐震安全性に係る調査検討会」([http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi\\_kento/h28/okugaitaishin/houkoku/houkokusyo.pdf](http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h28/okugaitaishin/houkoku/houkokusyo.pdf))

#### 問合わせ先

消防庁危険物保安室 岡澤、清野、佐々木  
TEL: 03-5253-7524