

球形ガスホルダーに対する津波解析手法の提案

(株)地震工学研究開発センター 正会員 ○坂本 佳子

(株)耐震解析研究所 正会員 菅付 紘一

(株)地震工学研究開発センター 正会員 野中 哲也

(株)耐震解析研究所 非会員 吉野 広一

名城大学教授 理工学部建設システム工学科 フェロー会員 宇佐美 勉

1. はじめに

東日本大震災に伴う津波により、多くの円筒型屋外貯蔵タンクが、滑動、浮き上がり、転倒、側板変形などの被害を受けた。一方、球形のガスホルダーについては、ほとんど被害の報告がないが、本文では沿岸部にある球形ガスホルダーに津波が直撃する状態を想定し、津波による流体解析と構造解析を組み合わせた解析手法を提案する。

2. 解析手法

本解析では、3次元津波解析プログラムと3次元構造解析プログラムの2種類のプログラムを連続的に実施した。津波解析プログラムについては、数値解析法として有限体積法を採用し、VOF(volume of fluid)に基づいた界面捕獲法による不混和流体の非圧縮性・等温2相流用ソルバを用いた。これにより得られた津波波力を用いて、波力を作用させる構造解析(時刻歴応答解析)を行う。構造解析プログラムについては、有限要素法を採用し、材料非線形性と幾何学的非線形性を考慮した複合非線形解析となっている。球殻部と支柱には非線形シェル要素を用いて、局部座屈が表現できるようにした。解析対象とする球形ガスホルダーの構造を図-1に示す。

3. 3次元津波解析

作用させる津波波高は、2次元長波理論より得られた津波高さと地盤沈下量を考慮し、8mと設定した。図-2に3次元津波解析の初期状態とガスホルダーへの津波作用時のスナップショットを示す。球殻部の約半分の高さまで波力が作用している。球殻部を地球で例えた場合の南緯45°の各位置の波圧変化を図-3に示す。

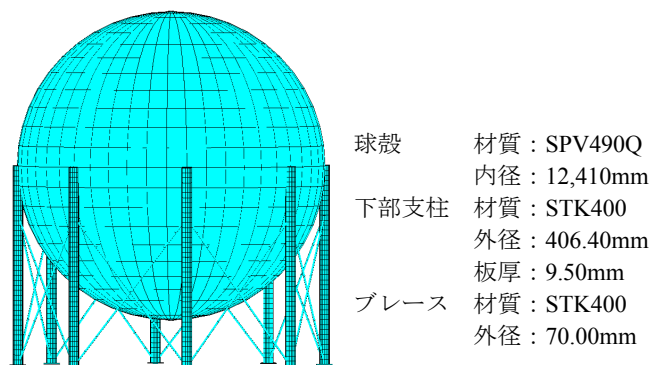


図-1 検討対象のガスホルダー

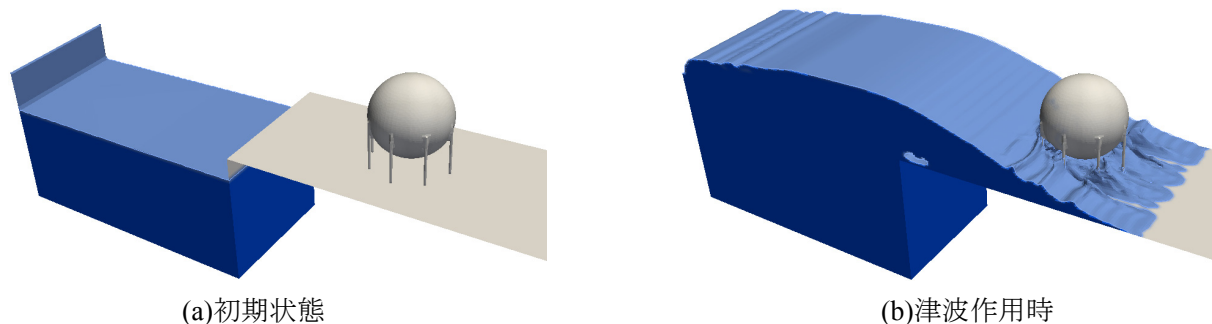


図-2 津波解析のスナップショット

キーワード 球形ガスホルダー, 津波, 3次元津波解析

連絡先 〒889-2155 宮崎市学園木花台西 1-1 宮崎大学産学・地域連携センター内

(株)地震工学研究開発センター TEL 0985-58-0567

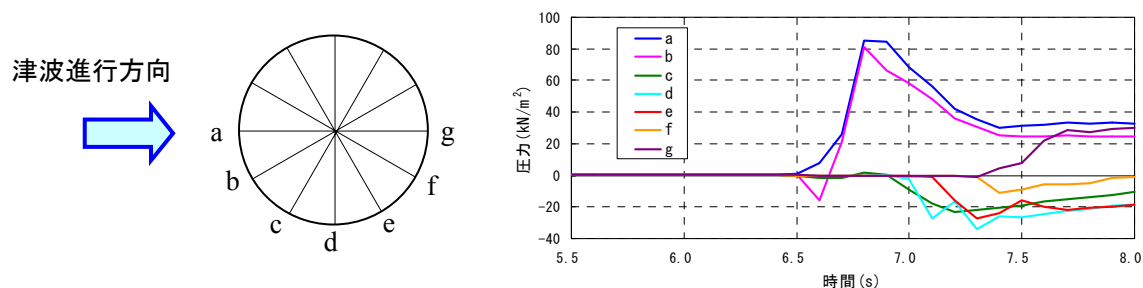


図-3 球殻部南緯 45°各位置の波圧変化

5. 3次元構造解析

津波解析によって得られたガスホルダーの各位置の波力の時刻歴変化の値を3次元構造解析に用いる。各位置の波力を構造解析モデルの同位置に作用させ時刻歴応答解析を行う。ガスホルダーの応力状態は、波力に対して一番厳しい状態と思われるタンク内が空の状態で行った。構造の変形が大きい時刻7.1秒のミーゼス応力コンター・変形図を図-4に示す。変形倍率は20倍である。球殻部に大きな応力は発生しないが、支柱は波力により津波進行方向への曲げ変形が生じ、塑性化していることがわかる。塑性化の程度は降伏ひずみをわずかに超えている程度である。

図-5に、発生断面力の大きい図-4に示す支柱Aの軸力と支柱Bのせん断力の変化を示す。軸力は、津波に対して最前列の支柱Aで、今回の内容液が空の条件では引張軸力が死荷重による圧縮軸力を上まわり、支柱基部に負反力が発生することがわかった。しかし、鉛直軸力、せん断力ともに基部のボルトの耐力を超えてはいない。

6. まとめ

球形ガスホルダーに対して、流体解析と構造解析を組み合わせた解析を行った。今回の解析条件では、支柱に塑性化はみられたが、構造全体としての滑動、浮き上がり、転倒、側板変形などは発生しない結果となった。今回の提案した解析手法を用い、さらに解析条件を精査し、今後の研究に役立てていきたい。

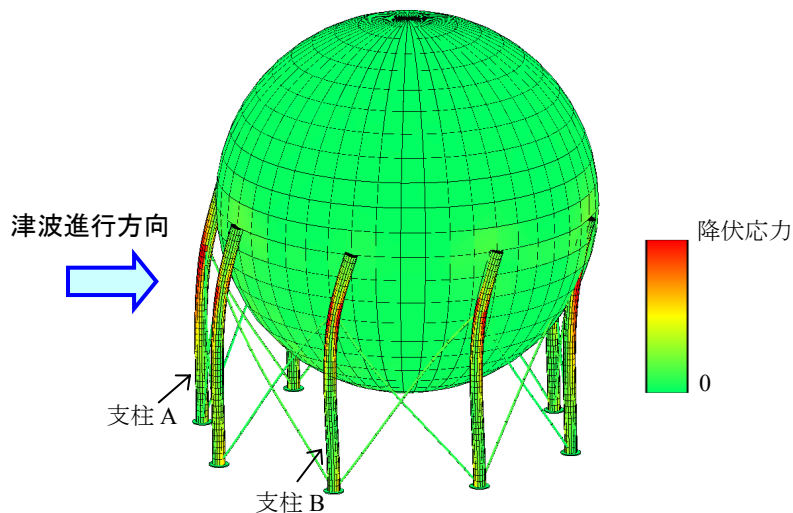
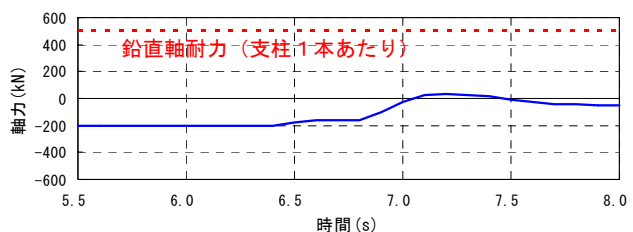
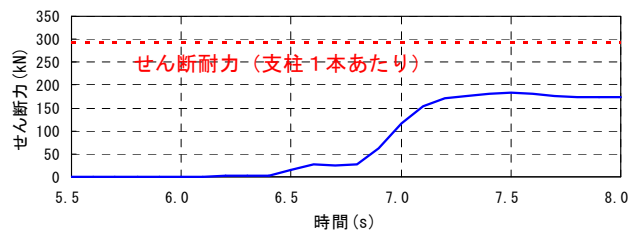


図-4 ミーゼス応力コンター・変形図(変形倍率20倍)



(a)軸力(支柱A)



(b)せん断力(支柱B)

図-5 支柱の断面力

参考文献

- 1) 高圧ガス設備等耐震設計指針 レベル2 耐震性能評価 解説編 高圧ガス保安協会