

球形貯槽ブレースの耐震補強効果

高圧ガス保安協会 フェロー会員 木全宏之

高圧ガス保安協会

小山田賢治 佐野 孝 藤井 亮 大野卓志 鈴木秀行

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震および茨城県沖地震により、鋼管ブレース式の球形貯槽が倒壊し、火災、爆発が発生したり。これを受けて「高圧ガス設備等耐震設計基準」が改正され（告示250号，平成25年11月29日），経済産業省からの通達²⁾により，過去に設置され最新の耐震設計基準に適合していない高圧ガス設備の耐震性向上対策が進められている。

本報では，鋼管ブレース式球形貯槽のモデル貯槽を想定し，三次元静的弾塑性解析を実施して，ブレースの耐震補強効果に関する検討結果について報告する。

2. 解析モデルの概要

鋼管ブレース式球形貯槽の三次元静的弾塑性解析モデルを図-1に示す。耐震補強有り，無しの場合を想定し，耐震補強有りの場合は，通達³⁾に準拠して，図-2に示すようにブレース交差部ならびに支柱とブレース交差部にダイヤフラムを設置している。上部構造のみをモデル化し，球殻，支柱，ブレースともシェル要素でモデル化した。境界条件として，支柱基部を固定とした。各部位の材料仕様は，球殻と上部支柱をSPV490Q，下部支柱とブレースをSTK400とした。応力ひずみ関係等，材料特性の詳細については，紙面の都合上割愛する。

3. 耐震補強効果

三次元静的弾塑性解析を実施し，鋼管ブレース式球形貯槽の耐震補強効果について検討した。常時荷重として，自重および球殻に内圧0.66MPaを作用させた。地震荷重として，図-1に示すとおり水平方向および鉛直下向き方向に静的に加速度を作用させ，慣性力を物体力として作用させた。加速度は水平方向1.0に対し，鉛直下向き方向0.49の比率で作用させた。また，支柱の配置を考慮し，図-3に示すようにA方向およびB方向の2方向に水平加速度を作用させた。

三次元静的弾塑性解析結果を図-4，図-5に示す。同図はA方向に加速度を作用させ，加速度を増分させた場合の頭頂部の水平加速度と水平変位の関係である。また，構造物の崩壊状態を二倍勾配法で評価することとし，崩壊加速度を示した。これより，耐震補強無しのケースでは崩壊加速度が1.38Gであるのに対し，耐震補強有りのケースでは崩壊加速度が1.63Gとなり，20%程度の耐力増加が認められ，耐震補強効果が確認される。

4. まとめ

鋼管ブレース式球形貯槽のモデル貯槽を想定し，三次元静的弾塑性解析を実施して，ブレースの耐震補強効果について検討した。耐震補強有りのケースでは，耐震補強無しのケースに対して20%程度の耐力増加が認められ，耐震補強効果が確認された。

なお，本検討結果は，「平成25年度経済産業省委託 石油精製業保安対策事業 高圧ガス施設の耐震補強評価に係る調査研究」の成果の一部である。

参考文献

- 1) <http://www.cosmo-oil.co.jp/csr/highlights/11/01.html>
- 2) 既存の高圧ガス設備の耐震性向上対策について，経済産業省通達20140519，商局第1号，平成26年5月21日。
- 3) 高圧ガス設備設備等耐震設計基準の運用及び解釈についての一部改正，経済産業省通達20131112，商局第1号，平成25年11月29日。

キーワード 球形貯槽，鋼管ブレース，耐震補強

連絡先 〒105-8447 東京都港区虎ノ門4-3-13 TEL. 03-3436-6103

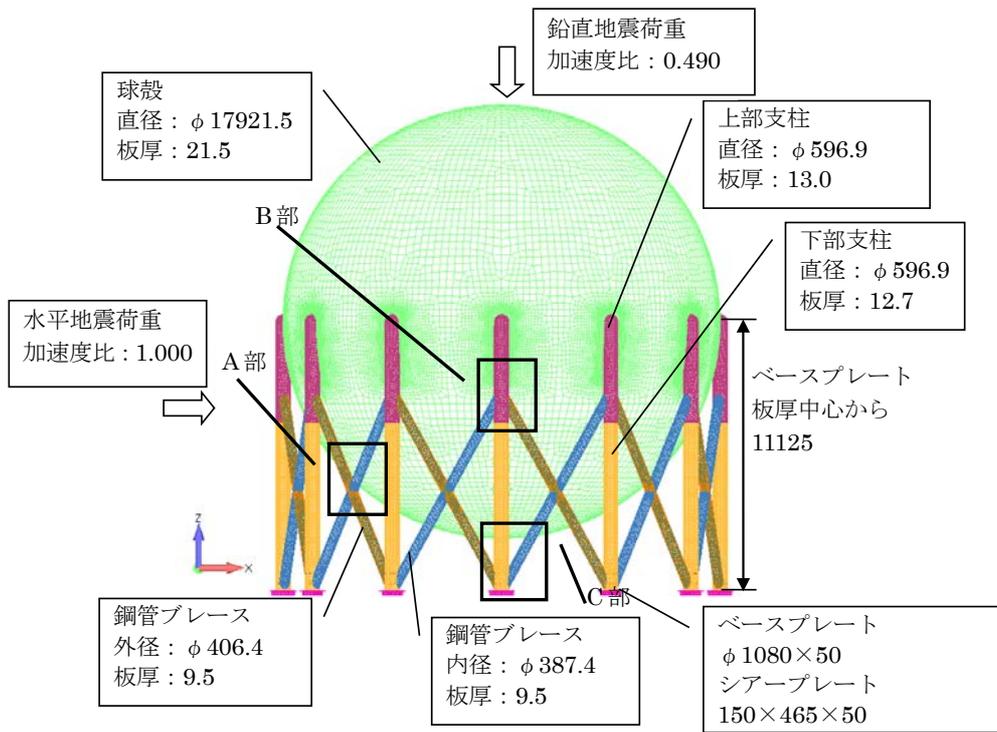


図-1 鋼管ブレース式球形貯槽の三次元静的弾塑性解析モデル

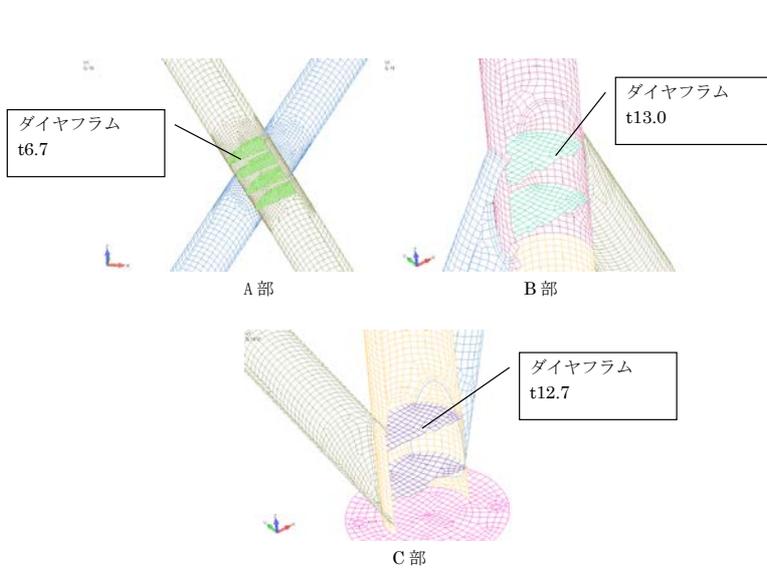


図-2 耐震補強有りの解析モデル

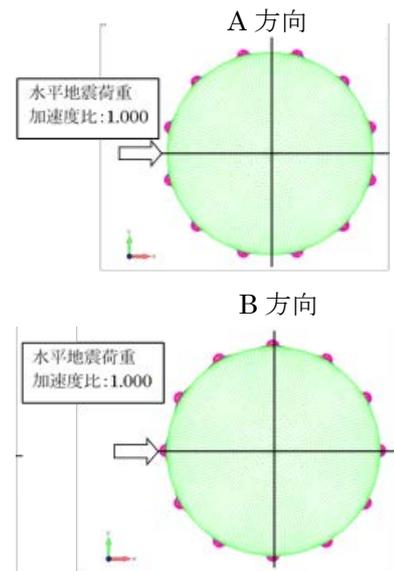


図-3 水平加速度の作用方向

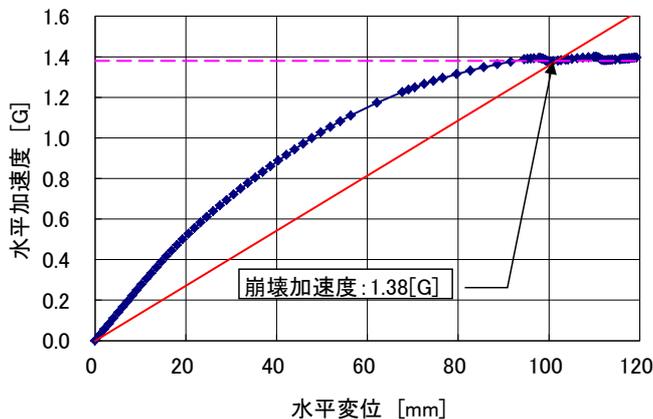


図-4 頭頂部の水平加速度と水平変位の関係 (耐震補強無し)

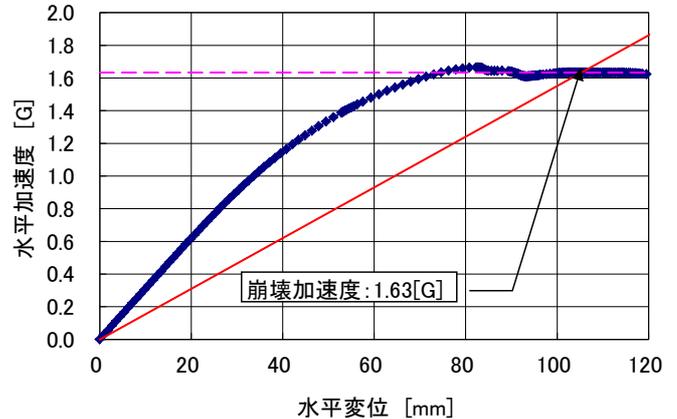


図-5 頭頂部の水平加速度と水平変位の関係 (耐震補強有り)