

## 免震制振技術に関する調査 仕様書

## 1. 検討概要

当協会では現在に至るまで、経済産業省からの委託事業として高圧ガス設備の耐震問題に係わる下記の調査研究を実施してきている。

- ・令和元年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法の標準化・高度化及び防災・減災対策）（以下、令和元年度調査研究という）

報告書：[https://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2019FY/000250.pdf](https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2019FY/000250.pdf)

- ・令和2年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法のさらなる高度化に向けた調査研究）（以下、令和2年度調査研究という）

報告書：[https://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2020FY/000351.pdf](https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/000351.pdf)

- ・令和3年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法のさらなる高度化に向けた調査研究）（以下、令和3年度調査研究という）

報告書：[https://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2021FY/000131.pdf](https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2021FY/000131.pdf)

- ・令和4年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法のさらなる高度化に向けた調査研究）（以下、令和4年度調査研究という）

報告書：[https://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/2022FY/000187.pdf](https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2022FY/000187.pdf)

本検討は、現在当協会が進める令和5年度調査研究の一部の検討であり、令和元～4年度調査研究に続き、免震制振技術に関する調査を行うものである。

## 2. 調査内容

## 2.1 目的

防災・減災対策として、他分野では地震動を減衰、制御する免震・制震構造の導入が進んでいる。高圧ガス設備については、これまで導入実績はほとんどないため、他分野の動向を調査、事業者へのヒアリング等を実施し、高圧ガス設備への導入の可否や課題などをもとに検討しているところ。

令和4年度調査研究においては、既存の高圧ガス設備に制振装置を導入するための検討として、制振装置の有無等を条件とする2層1構面架構モデルの地震波入力による時刻歴応答解析を実施し、制振装置の基本的な効果を検討したところ。

本年度は、令和4年度に引き続き既存の高圧ガス設備に制振装置を導入するための検討を継続する。令和4年度に用いた2層1構面架構モデルよりも現実的な観点で応答を評価可能な多構面架構モデルとし、制振装置適用の有用性や適正な制振装置の配置法について検討する。

## 2.2 検討項目

解析作業において実施する検討項目を次に示す。

- (1) 解析対象となる架構および想定地震の設定
- (2) 固有値解析及び加速度応答スペクトルの作成
- (3) 採用する制振装置の選定
- (4) 想定地震に対する地震応答解析による制振装置の有用性および適正配置法
  - 【STEP1】 制振装置の設置有無での架構モデルを用いた時刻歴応答解析
  - 【STEP2】 対象構造物に適した制振装置仕様の検討
  - 【STEP3】 制振装置の適正配置法の検討

## 2.3 検討内容

解析作業において実施する作業項目について実施内容を次に示す。

### 2.3.1 解析対象となる架構および想定地震の設定

#### (1) 解析対象となる架構の設定

時刻歴応答解析に用いる架構は、令和4年度調査研究で用いた2層1構面架構モデルをベースに多構面架構モデルを検討する。構面数については、必要になる作業量や取り扱うデータ量などから総合的に判断して設定する。なお、解析モデルは、本年度も実架構長辺もしくは短編方向2次元解析モデルとする。

#### (2) 想定地震の設定

地震応答解析に採用する地震波は、表1に示すように耐震設計で従来から良く用いられる代表的な3種類の観測地震波、および、高圧ガス設備等の耐震設計に関する基準のスペクトル適合波（重要度Ia，特A地区，第3種地盤，減衰定数3%，位相特性調整中）を入力地震動として用いる。

表1 代表的な観測地震波の最大加速度・最大速度・最大変位

		加速度	速度	変位
		Gal	kine	cm
		最大値	最大値	最大値
El Centro 1940 (1)発生日時:1940年5月18日20時37分 (2)マグニチュード:6.4 (3)位置:32.7N、115.5W(Imperial Valley 地震) (4)地震計:USGS スタンダード型	NS	341.2	33.5	10.9
	EW	210.1	36.9	19.8
	UD	206.3	10.8	5.6
Hachinohe 1968 (1)発生日時:1968年5月16日9時47分55秒頃 (2) マグニチュード:7.8(深さ20km) (3)位置:N40° 42'、E143° 42'(十勝沖地震) (4)地震計:SMAC-B2 型(運輸省港湾技術研究所所管、TH029)	NS	231.0	33.1	10.8
	EW	181.2	37.1	13.4
	UD	113.8	10.5	9.1

JMA Kobe 1995 (1)発生日時:1978年6月12日午後5時14分ごろ (2)マグニチュード:7.4(深さ40km) (3)位置:N38°09'、E142°10'(宮城県沖地震) (4)地震計:SMAC-M型(建設省建築研究所所管、TH030-1)	NS	817.9	90.6	19.7
	EW	617.2	75.2	18.1
	UD	332.3	40.1	12.1

### 2.3.2 固有値解析及び加速度応答スペクトルの作成

検討対象架構の想定地震動に対する動特性を確認するため次の作業を実施する。

- (1) 架構モデルについて、固有値解析を実施し固有周期と固有モードを確認する。
- (2) 想定地震動について、加速度応答スペクトルを作成する。なお、応答スペクトルについては、制振装置設置時を模擬する3種類程度の等価粘性減衰定数を考える。

### 2.3.3 採用する制振装置の選定

令和4年度調査研究では、既存のオイルダンパーと弾塑性ダンパーの2種類の制振装置を選定した。本年度は、解析対象となる多構面架構モデルに適した制振装置仕様について質点系振動解析モデルを用いた予備的解析からあらかじめ検討し、2種類程度の制振装置仕様を採用する。なお、制振装置の架構への設置方法は、鉛直ブレース位置への装着を仮定する。

### 2.3.4 想定地震に対する地震応答解析による制振装置の有用性および適正配置法

制振装置の設置有無において、4種類の地震波を用いた時刻歴応答解析を実施する。

具体的には、次の3つのSTEPにより時刻歴応答解析を実施し、振装置の有用性および適正配置法について検討する。

#### 【STEP1】制振装置の設置有無での架構モデルを用いた時刻歴応答解析

制振装置がない場合の時刻歴応答解析、および、制振装置がある場合の時刻歴応答解析を実施し、各層の応答加速度および応答変位等について結果をまとめる。解析では、数種類の汎用解析ソフトを使用する。

#### 【STEP2】対象構造物に適した制振装置仕様の検討

制振装置がない場合とある場合の時刻歴応答解析における各層の最大応答加速度および最大応答層間変位を比較し、対象構造物に適した制振装置仕様について検討する。

#### 【STEP3】制振装置の適正配置法の検討

STEP2で実施した対象構造物に適した制振装置仕様をベースに制振装置の適正配置法を検討する。ここでは、適正配置に関して、最大応答値、RMS値、制振装置消費エネルギー等の観点から評価基準を定め検討する。

なお、本検討は、有識者による委員会及びワーキングを設置して検討を進めている。委員会及びワーキングの開催に合わせ、当協会の指示する検討書(成果)を適宜提出すること。また、

委員会及びワーキングの指摘事項に適宜対応すること。

3. 成果物

検討書（電子媒体）	一式
報告書（電子媒体及び紙媒体）	各1部
解析データ（電子媒体）	一式

4. 納入場所

高圧ガス保安協会 保安技術部門（東京都港区虎ノ門4-3-13）

5. 納期

令和6年2月29日