

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）に係る
地震時挙動シミュレーションの発注先の公募について

弊会では、本年度経済産業省から委託された標記事業において、地震時挙動シミュレーションを実施いたします。

このたび、別添1の「地震時挙動シミュレーション 公募要領」に従い、地震時挙動シミュレーションを発注する事業者を募集することとなりましたので、ここに周知いたします。

なお、ご応募いただく際には、別添2の申込書を弊会担当者宛に E-mail または郵送にてご提出頂くか、または持参していただきますようお願いいたします。

発注する地震時挙動シミュレーションの仕様は別添3のとおりです。

地震時挙動シミュレーション 公募要領

1. 地震時挙動シミュレーションの目的

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）に続き、現在当協会が進める令和 3 年度調査研究の一部の検討であり、高圧ガス設備の液化化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動の評価に係わる検討を行うものです。

2. 公募及び発注事業者決定までの手順（日付は予定です）

- (1) 高圧ガス保安協会からホームページ上にて公募の周知をいたします。
- (2) 公募期間は、令和 3 年 10 月 14 日（木）から令和 3 年 11 月 4 日（木）まで（3 週間）といたします。
- (3) 公募要領に基づき当該作業を実施できる事業者は、公募期間中に高圧ガス保安協会宛てに別添 2 の申込書に必要事項を記入し、E-mail または郵送にて提出して頂くか、または持参して下さい。
- (4) 令和 3 年 11 月 5 日（金）に公募に係る説明会を実施いたします。（申込みが少ない場合、個別に対応させていただく場合もあります。）
- (5) 令和 3 年 11 月 12 日（金）までに以下の資料を提出していただきます。なお、全応募事業者から、資料が提出された時点で締め切りとし、入札日が早まることがありますので、ご注意ください。その場合、具体的な入札日は別途ご案内いたします。
 - ①概算見積書（実施要領概略等を含む。）
 - ②業務内容を示す資料等
 - ③直近 1 期以上の決算報告書
 - ④通知書（別添 4）
- (6) 令和 2 年 11 月 19 日（金）に入札を実施し、発注する事業者を決定いたします。

具体的なスケジュールは下記の通りとなります。（予定）

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| (1) 令和 3 年 10 月 14 日（木）公募開始 | （掲載期間 3 週間） |
| (2) 令和 3 年 11 月 4 日（木）公募申込み締め切り | （掲載 3 週間後） |
| (3) 令和 3 年 11 月 5 日（金）説明会 | （申込み締め切り直後） |
| (4) 令和 3 年 11 月 12 日（金）提出書類締め切り | （説明会の 1 週間後程度） |
| (5) 令和 3 年 11 月 19 日（金）入札 | （提出書類締め切り 1 週間後程度） |
| (6) 令和 3 年 11 月 26 日（金）事業者と契約 | （入札後 1 週間後程度） |

3. 発注事業者の条件

地震時挙動シミュレーションを別添 3 の仕様にに基づき実施頂ける事業者について、以下の条件で募集いたします。

- (1) 実施するための十分な知識と経験を有すること。
- (2) 別添 3 に掲げる仕様の地震時挙動シミュレーションを、納期までに完了できること。
- (3) 別添 3 に掲げる仕様の地震時挙動シミュレーションを、過去に実施した実績が多数あり、確実に実行できること。
- (4) 不具合連絡後早急に修理できる体制が整っていること。
- (5) 債務超過又はそれに類する状態にないこと。別途、直近 1 期以上の決算報告書を提出していただきます。
- (6) 経済産業省からの補助金交付等停止措置又は指名停止措置が講じられている者ではないこと。別添 4 の様式による通知書を提出して頂きます。
- (7) 暴力団員による不当な行為の防止等に関する法律（平成 3 年法律第 7 7 号）第 2 条各号に規定するいずれにも該当せず、また、関係を有していないこと。

4. 備考

公募に係る問合せ先

高圧ガス保安協会 高圧ガス部 木全、大野

住所 〒105-8447 東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル

電話 03-3436-6103 FAX 03-3438-4163

高圧ガス保安協会 高圧ガス部 宛 (hpg@khk.or.jp)

地震時挙動シミュレーション
公 募 申 込 書

地震時挙動シミュレーション公募要領 3. の条件を満たしますので、申し込みます。

1. 申 込 日：
2. 申込事業者名：
3. 連 絡 先： 住所
電話
FAX
4. 本件担当者名：
担当者所属部署名：
5. 事業者の主な事業内容

6. 本件に当たる人員概数

以上

(備考) 本申込書にご記入後、FAX またはご郵送して頂けるようお願い致します。なお、
本申込書で弊協会に提出された情報は、本公募に関するもののみに用い、他に
流用することは致しません。

本申込書は、E-mail、ご郵送またはご持参で受け付けます。
公募期間中必着といたします。
会社印のないものは無効といたします。

<送付先> 高圧ガス保安協会 高圧ガス部 大野宛

住所 〒105-8447 東京都港区虎ノ門4-3-13 ヒューリック神谷町ビル

電話 03-3436-6103 FAX 03-3438-4163

E-mail hpg@khk.or.jp

地震時挙動シミュレーション 仕様書

1. 検討概要

当協会では、現在に至るまで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。

- ・平成 29 年度石油精製等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備等耐震設計基準の性能規定化に向けた調査研究）（以下、平成 29 年度調査研究という）

報告書：https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000130.pdf

- ・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

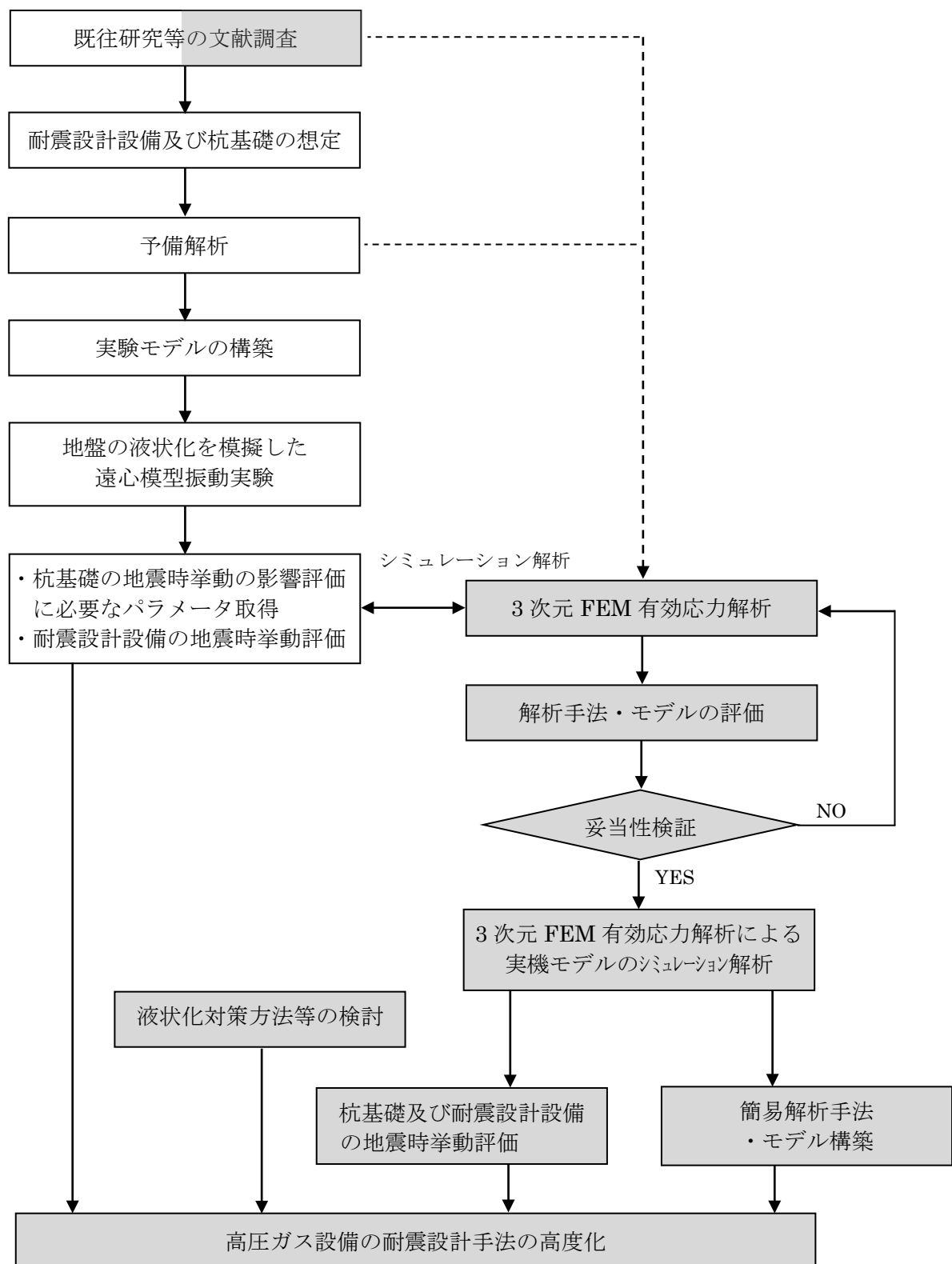
- ・令和 2 年度石油・ガス供給等に係る保安対策調査等事業（高圧ガス設備耐震設計手法のさらなる高度化に向けた調査研究）（以下、令和 2 年度調査研究という）

報告書：https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2020FY/000351.pdf

- ・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）

本検討は、現在当協会が進める令和 3 年度調査研究の一部の検討であり、令和 2 年度調査研究に続き、液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動の評価に係わる検討を行うものである。

検討フローを図 1-1 に示す。既往研究等の文献調査、令和 2 年度調査研究で実施した遠心模型振動実験のシミュレーション解析、実機モデルのシミュレーション解析を実施し、液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動を評価するとともに簡易解析手法・モデルを構築する。また、液状化対策方法等の検討を行い、高圧ガス設備の耐震設計手法の高度化を図る。



注) ■ : 令和 3 年度調査研究の検討

図 1-1 全体調査研究の検討フロー (令和 2 年度～令和 3 年度調査研究)

2. 既往研究等の文献調査

下記耐震設計基準について、地盤の液状化に係わる規定を調査、整理する。液状化判定や側方流動に関する規定を調査、整理するとともに、液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動評価や簡易解析手法・モデルの構築に必要な情報を把握する。

- ①(公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説、Ⅴ耐震設計編、平成 29 年 3 月。
- ②(公財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説、耐震設計、平成 24 年 9 月。
- ③(公社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、平成 30 年 5 月。
- ④(社)日本建築学会：建築基礎構造設計指針、2019 年 11 月。

3. 遠心模型振動実験のシミュレーション解析

令和 2 年度調査研究で実施した地盤の液状化を模擬した遠心模型振動実験結果（静的加力実験結果を含む）に対し、3 次元 FEM 有効応力解析によるシミュレーション解析を実施して、解析手法・モデルの妥当性を検証、評価する。以下に検討内容の詳細を示す。

- ① 令和 2 年度調査研究で実施した予備解析を見直しし、3 次元 FEM 有効応力解析による遠心模型振動実験のシミュレーション解析を実施して、解析手法・モデルの妥当性を検証、評価する。
- ② 令和 2 年度調査研究で実施した遠心模型振動実験では、杭の塑性化を十分模擬できず、杭の塑性化を模擬した静的加力実験に対するシミュレーション解析を実施する。
杭を非線形シェル要素としてモデル化した解析を実施し、その結果を踏まえ、杭を非線形はり要素としてモデル化した解析を実施して、はり要素ならびに非線形特性を曲げモーメント M －曲率 ϕ 曲線でモデル化することの妥当性を検証、評価する。
- ③ また、杭の塑性化を模擬した既往の大型振動台実験（E-ディフェンス，2006）に対し、3 次元 FEM 有効応力解析によるシミュレーション解析を実施して、解析手法・モデルの妥当性を検証、評価し、補完する。

4. 実機モデルのシミュレーション解析

「3. 遠心模型振動実験のシミュレーション解析」の検討で妥当性が検証、評価された3次元FEM有効応力解析により、実機モデルに対して耐震設計設備－基礎－地盤連成系モデルでのシミュレーション解析を実施する。シミュレーション解析結果より、液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動を評価する。また、簡易解析手法・モデルを構築する。

4.1 液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動評価

実機モデルに対するシミュレーション解析ケース一覧を表4.1-1に示し、詳細を以下に示す。

表 4.1-1 シミュレーション解析ケース一覧

ケース	設備	緩い地盤	基礎	入力地震動	備考
S-1A	球形貯槽	液状化	鋼管杭 17 本・ ϕ 600,t=16(KHKS)	【堺・高石コンビナート】	・R1FY
B	(タイロッドブレース形式)		鋼管杭 49 本・ ϕ 600,t=16	上町断層帯地震動	
S-2			鋼管杭 49 本・ ϕ 600,t=16	南海トラフ地震動	
F-1A	平底円筒形貯槽	液状化	鋼管杭 156 本・ ϕ 600,t=16(KHKS)	【四日市コンビナート】	・H29FY
B		(非液状化)	(鋼管杭 156 本・ ϕ 600,t=16)	養老断層帯地震動	
F-2		(非液状化)	(鋼管杭 156 本・ ϕ 600,t=16)	南海トラフ地震動	

注 1) 非液状化：地盤改良、注 2) ：既実施

- ① 実機モデルとして、令和元年度調査研究で扱った球形貯槽（タイロッドブレース形式、ばら杭基礎）と、平成 29 年度調査研究で扱った平底円筒形貯槽（群杭基礎）の 2 つの実機モデルを対象とし、S-1、S-2、F-1、F-2 をシミュレーション解析の基本ケースとする。

地盤は、平成 29 年度、令和元年度調査研究で扱った緩い地盤で、基本的に表層の砂層の液状化を考慮する。

- ② 球形貯槽を対象としたケース S-1A,B は、令和元年度調査研究で既に実施済である。

ケース S-1A の構造仕様は、KHKS0861 (2018)・KHKS0862 (2018) に準拠して設計、設定されている。地域係数に対応する堺・高石コンビナート地区でのサイトスペシフィック地震動として、内陸直下型の上町断層帯に発生する地震の地震動（令和元年度調査研究）を入力地震動として適用した結果、基礎が NG となり、ケース S-1B は基礎の構造仕様を見直し（増杭）したケースである。

ケース S-2 は、入力地震動としてプレート境界型の南海トラフに発生する地震動（令和元年度調査研究）に対する解析ケースであり、基礎の構造仕様はケース S-1B と同様とする。

- ③ 平底円筒形貯槽を対象としたケース F-1A の構造仕様は、KHKS0861 (2018)・KHKS0862 (2018) に準拠して設計、設定されており、平成 29 年度調査研究では設計条

件に対応する KHKS0862（2018）の応答倍率曲線のスペクトル適合波の引戻し波を入力地震動として適用した。

今年度は、地域係数に対応する四日市コンビナート地区でのサイトスペシフィック地震動として、内陸直下型の養老断層帯に発生する地震動（令和元年度調査研究）を入力地震動として適用する。ケース F-1A で基礎が NG となった場合、ケース F-1B の解析を実施する。ケース F-1B で増杭等は現実的でなく、地盤改良の適用を想定し、非液状化地盤として解析を実施する。

ケース F-2 は、入力地震動としてプレート境界型の南海トラフに発生する地震動に対する解析ケースである。ケース F-1A、F-1B の解析結果によるが、とりあえず非液状化地盤を想定する。

- ④ ケース S-1、S-2、F-1、F-2 の実機モデルのシミュレーション解析結果、既往研究等の文献調査結果、静的加力実験結果（令和 2 年度調査研究）等より、基礎の崩壊に伴う貯槽の倒壊可能性を含め、液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動を評価する。

4.2 簡易解析手法・モデルの構築

既往研究等の文献調査結果、実機モデルのシミュレーション解析結果に基づき、地盤の液状化を考慮し、動的相互作用を考慮した耐震設計設備－基礎－地盤連成系の簡易解析手法・モデルを構築する。以下に検討内容の詳細を示す。

- ① 簡易解析手法・モデルとして、梁ばねモデルによる非線形解析について検討する。
- ② 「4.1 液状化地盤中の杭基礎及び耐震設計設備の地震時挙動評価」で示したケース S-1（球形貯槽）のシミュレーション解析結果に基づき、「2. 既往研究等の文献調査」で示した耐震設計基準のうち、代表的な耐震設計基準に準じて梁ばねモデルを設定し、非線形解析を実施して、簡易解析手法・モデルを構築する。

5. 液状化対策方法の検討等

- ① 下記文献等を参考にして、地盤の液状化を防止するための液状化対策方法を分類、整理し、高圧ガス設備への適用性について検討を行う。

【文献】高圧ガス保安協会：高圧ガス設備の液状化対策、2008.

- ② 地盤液状化のリアルタイム発生予測及び対応について、資料収集を行う。

6. その他

本検討では、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。

7. 成果物

解析データ（電子媒体）	一式
検討書（電子媒体及び紙媒体）	各一式
報告書（電子媒体及び紙媒体）	各 1 部

8. 納期

令和 4 年 2 月 28 日

通 知 書

当社は、経済産業省からの補助金交付等停止措置又は指名停止措置を講じられている者ではありません。

年 月 日

所在地

名称

代表者氏名

印

高压ガス保安協会 御中