

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	地震応答時における剛体球式感震器搭載ガスメーターの感震遮断性能評価のための振動台実験
Title(English)	Shaking table experiment for evaluation of seismic shut off performance of gas meter equipped with rigid ball type seismic sensor during earthquake response
著者(和文)	久田翔俊, 佐藤大樹, Alex Shegay
Authors(English)	Takatoshi Hisada, Daiki Sato, Alex Shegay
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, , , pp. 869-870
Citation(English)	, , , pp. 869-870
発行日 / Pub. date	2022, 9
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

## 地震応答時における剛体球式感震器搭載ガスメーターの感震遮断性能評価のための振動台実験

正会員 ○久田翔俊\*  
同 佐藤大樹\*\*  
同 Alex Shegay\*\*\*

剛体球式感震器搭載ガスメーター 震度 振動台実験  
時刻歴応答解析

## 1 はじめに

現行普及している剛体球式ガスメーターに搭載される感震器の遮断機能は、震度5相当以上で作動するように設計されており、振動を受けた剛体球の移動によるプレートとのON/OFF信号により地震を判定している<sup>1)</sup>。本報では、地震応答時における剛体球式感震器搭載ガスメーターの感震遮断性能の評価を目的とし、振動台実験を行う。

## 2 正弦波での実験

図1のようにガスメーターを設置したときを、加振角度0°とする。振動台に設置した加速度計で得られた加速度データからガスメーターの遮断加速度の推定をする。また、実験に用いるガスメーターは3つ(それぞれNo.1, No.2, No.3)である。4種類の周期(0.3 s, 0.5 s, 0.7 s, 1.0 s)で1周期に1 cm/s<sup>2</sup>ずつ漸増する正弦波を作成し、1つのガスメーターにつき50回の加振を行う。遮断したサイクルにおける最大値を遮断加速度とする。

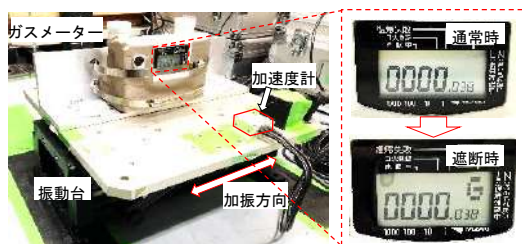


図1 実験概要(加振角度0°)

図2(a)に周期1.0 sの正弦波におけるガスメーターごとの遮断加速度の累積分布、図2(b)に各周期における3つのガスメーターの平均の遮断加速度の累積分布を示す。図2(a), (b)より正弦波での加振時においては、ガスメーターは設計通り150~250 cm/s<sup>2</sup>の加速度が感知された場合に全数遮断するとともに<sup>1)</sup>、遮断加速度のガスメーターごとの個体差および正弦波の周期の違いによる影響は小さいことがわかる。

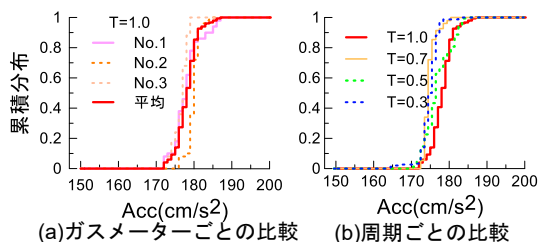


図2 正弦波加振における遮断加速度の累積分布

## 3 建物の地震応答解析による実験用入力波の導出

ランダム波での実験には、建物モデルの地震応答解析から得られた応答加速度波形を用いる。本解析には構造計算プログラムであるRESP-Dを用いる。

3.1 建物モデル概要<sup>2)</sup>

建物モデルは、地上14階、高さ43.7 mの共同住宅を想定した14層RC造建物とする。柱はファイバーモデル、梁は材端剛塑性ばねモデル、耐震壁は間柱部分にファイバーモデルとしてモデル化し、また、バルコニーや開口部もモデル化する。桁行方向を解析対象とし、建物モデルの桁行方向の1次固有周期は0.84 sである。構造減衰は減衰定数 $\zeta=0.02$ の瞬間剛性比例型とする。

## 3.2 入力地震動概要

入力地震動は、気象庁で公開されている強震波形データのうち最も震度が大きい地点での震度が6弱以上の33の地震動を対象として選定する。式(1)より地震動の周期を評価し<sup>3)</sup>、地震動の周期が長いもの、建物モデルのX方向の1次固有周期に近いもの、短いもの(以降、それぞれ長周期モデル、1次固有周期モデル、短周期モデル)をそれぞれ2つずつ選ぶ。

$$T = 2\pi \frac{PGV}{PGA} \quad (1)$$

ここで、PGA:地震動の最大加速度、PGV:地震動の最大速度である。

選んだ地震動のNS成分とEW成分を建物モデルの最上階の応答震度が5強程度となるように倍率を変更し、建物モデルに入力する(表1)。

表1 入力地震動概要<sup>4)</sup>

タイプ	名称	地震動	観測点名	方向	倍率	地動震度	14層 応答震度
長周期	L1	熊本県熊本地方地震 (2016年4月16日)	熊本県益城町宮園	NS	0.1	4.2	5.5
	EW			0.08	4.5	5.4	
	L3	能登半島地震 (2007年)	石川県輪島市鳳至町	NS	0.15	4.3	5.3
	EW			0.15	4.3	5.3	
1次固有周期	F1	兵庫県南部地震 (1995年)	兵庫県神戸中央区中山手	NS	0.08	4.0	5.2
	EW			0.1	4.1	5.3	
	F3	茨城県北部地震 (2016年)	茨城県高萩市下手綱	NS	0.3	4.1	5.3
	EW			0.2	4.0	5.2	
短周期	S1	福島県浜通り地震 (2011年4月11日)	福島県中島村滑津	NS	0.7	4.7	5.3
	S2			EW	0.6	5.2	5.2
	S3	淡路島付近地震 (2013年)	茨城県高萩市下手綱	NS	0.3	4.1	5.3
	S4			EW	0.2	4.0	5.2

## 4 ランダム波（地震応答加速度波）での実験

### 4.1 遮断加速度での評価

3章より得られた各地震動における最上階の応答加速度波（以降、ランダム波）を用いて、2章の正弦波実験と同様に加振角度 $0^\circ$ において、1つのガスメーターにつき10回の加振を行う。図3に示すようにほぼリアルタイムに加速度計で計測された加速度波形が表示される画面とガスメーターを動画で撮影し、遮断加速度を推定する。正弦波1周期の波を入力したところ、振動台に出力されてから加速度計で計測された加速度波形が画面に表示されるまでは、およそ0.2秒から0.3秒後であることを確認している。そのため、図4に示すように動画上でガスの遮断が確認されたタイミングから0.3秒後までの最大加速度を遮断加速度としている。

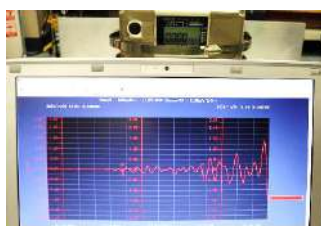


図3 撮影画面

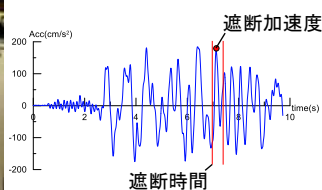


図4 遮断加速度の推定方法

図5に入力波ごとの遮断加速度の累積分布を示す。図5よりランダム波加振では、ガスメーターが遮断する加速度は正弦波加振時と比較してばらつきが大きいことがわかる。

また、入力地震動のタイプが異なる3つのランダム波（L1, F1, S1）を用いて、加振方向に対するガスメーターの設置角度を $45^\circ$ 回転させた実験を行う。

図6にガスメーターの設置角度が $0^\circ$ と $45^\circ$ の場合の遮断加速度の累積分布の比較図を示す。図6より、加振角度による遮断加速度の累積分布に大きな差は見られない。

### 4.2 遮断速度での評価

図7にそれぞれのタイプの地震動の入力波ごとの遮断速度の累積分布を正弦波の遮断速度の累積分布と比較した図を示す。

2章に示した正弦波での実験の結果より、遮断加速度の正弦波の周期による影響は小さいため、遮断速度で評価すると正弦波の周期ごとにばらつきが出るのがわかる。

また、図7よりすべてのランダム波の遮断速度の累積分布は、おおむね周期0.3sから1.0sの正弦波の遮断速度の累積分布の間に入っていることがわかる。また、図8に示した入力波ごとの遮断加速度の累積分布では、一つのランダム波でも遮断したタイミングで遮断加速度に大きなばらつきがあるが、遮断速度の累積分布では一つのランダム波でばらつきは小さく評価しやすい形になっているといえる。

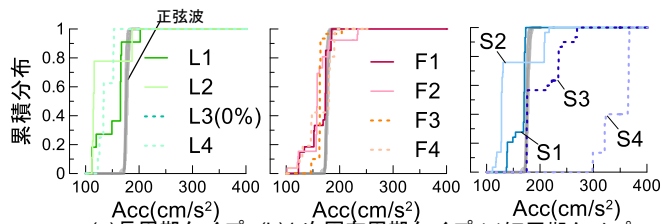


図5 ランダム波加振における遮断加速度の累積分布

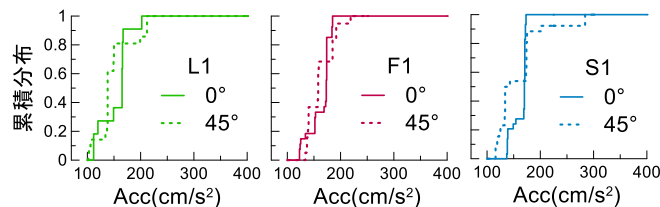


図6 加振角度による遮断加速度の累積分布の比較

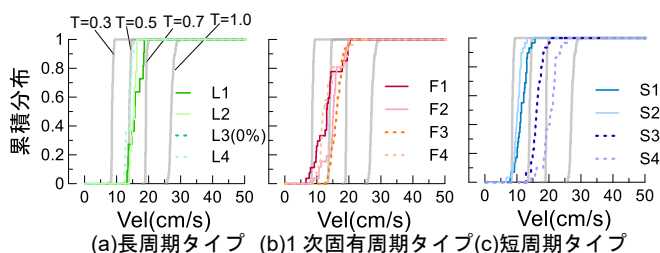


図7 遮断速度の累積分布

## 5 まとめ

本報では、地震応答時における剛体球式感震器搭載ガスメーターの感震遮断性能の評価を目的に振動台実験を行い、以下の知見を得た。

- (1) 正弦波加振では、遮断加速度の正弦波の周期による影響は小さい。
- (2) ランダム波加振では正弦波加振と比較すると、遮断加速度のばらつきが大きく、振動の特徴の違いがガスメーターの感震遮断性能に影響すると考えられる。
- (3) ガスメーターの感震遮断性能の加振角度の違いによる影響は小さい。
- (4) ガスメーターの遮断速度で評価すると、正弦波ではばらつきが出るが、すべてのランダム波の遮断速度の累積分布はおおむね周期が0.3sから1.0sの正弦波の遮断速度の累積分布の間に入り、遮断加速度で評価したときと比較してばらつきが小さい。

### 参考文献

- 1) 東京ガス HP : <https://home.tokyo-gas.co.jp> (2021.12.03 参照)
- 2) 財団法人 日本建築防災協会『構造設計・部材断面事例集』, 2007
- 3) 矢野嘉久, 丸山喜久, 山崎文雄, 山内亜希子, 菜花健一: 振動台実験と実地震データに基づくマイコンメーター遮断特性の評価, 土木学会論文集 A, pp248-257, 2008.4
- 4) 気象庁: 強震観測データ(2021.11.04 参照)  
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/index.html>

\*東京工業大学環境・社会理工学院 大学院生

\*\*東京工業大学未来産業技術研究所 准教授・博士(工学)

\*\*\*東京工業大学未来産業技術研究所 助教 Ph.D

\* Graduate Student, School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology

\*\* Associate Prof., FIRST, Tokyo Institute of Technology, Dr. Eng

\*\*\*Assistant Prof., FIRST, Tokyo Institute of Technology, Ph.D