



大成学術財団研究助成
研究成果発表会

高摩擦すべり支承の熱・力学 連成挙動解析システムの開発

北海道大学大学院工学研究院
菊地 優

研究概要

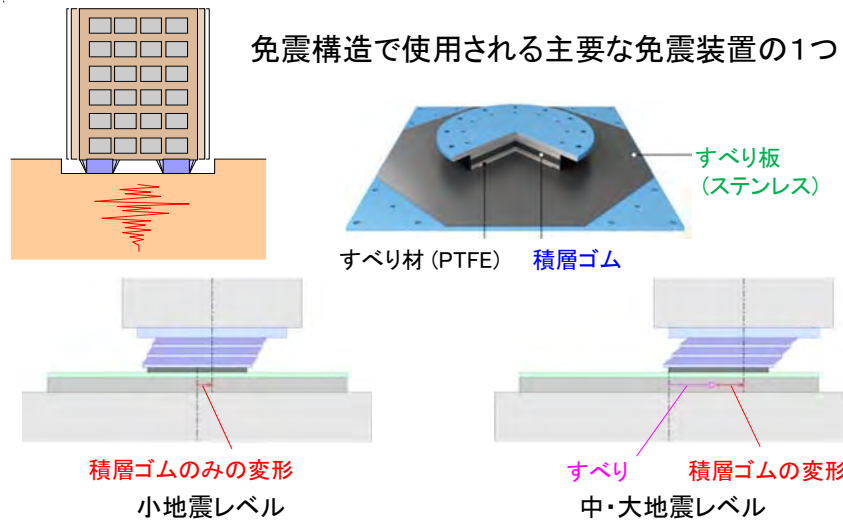
2

1. 研究タイトル
高摩擦すべり支承の熱・力学連成挙動解析システムの開発
2. 研究期間／助成額
2017年9月～2019年3月／400万円
3. 研究体制
代表者: 菊地 優 (北海道大学大学院工学研究院)
共同研究者: 石井 建 (北海道大学大学院工学研究院)
共同研究者: Frank McKenna (UC Berkeley, USA)
4. 対外発表
NME2018 (Ghent, Belgium, Aug. 28-29 2018)
16WCSI (Saint-Petersburg, Russia, July 1-6 2019)
日本建築学会大会 (2018, 2019)



高摩擦すべり支承

3



装置写真提供: オイレス工業



大成建設 免震構法「ハイブリッドTASS構法」

4

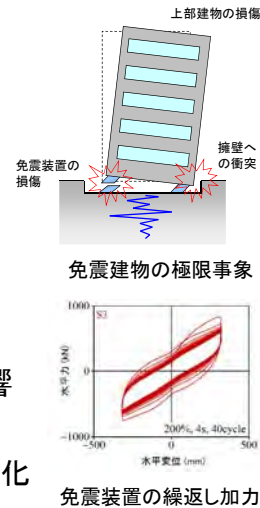
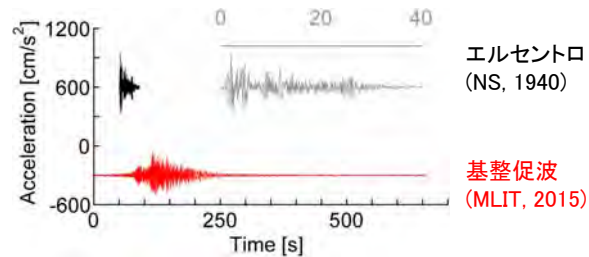


<https://www.taisei.co.jp/ss/facility/dc/architecture/12.html>



研究の背景

海溝型巨大地震による
長周期・長時間地震動の発生への懸念



長周期・長時間地震動が免震建物に与える影響

1. 過大な応答変位による免震装置の損傷
2. 多数回繰返し変形による免震装置の性能劣化

研究の目的と方法

主要な免震装置の一つである**高摩擦すべり支承**に着目して、

目的:

1. 多数回繰返し変形における力学挙動の把握
2. 熱・力学連成挙動の予測モデルの構築

方法:

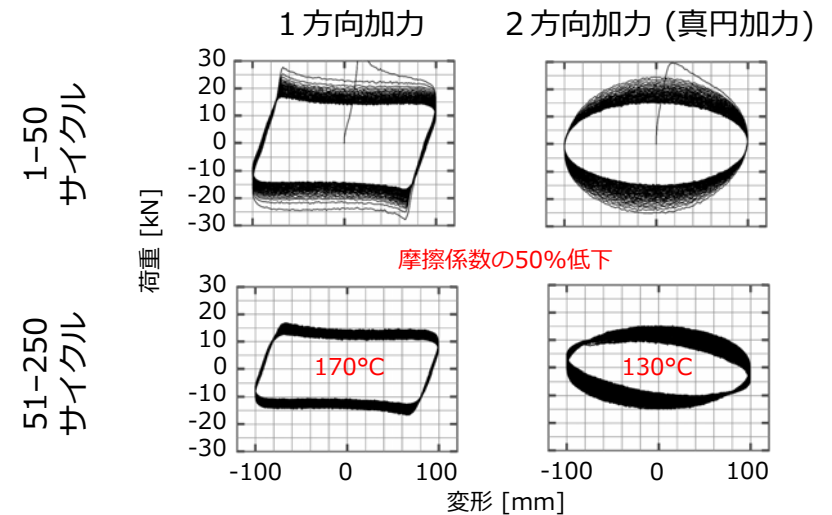
1. 高摩擦すべり支承の多数回繰返し加力試験の実施
2. OpenSees*をプラットフォームとした解析システムの開発

*UC Berkeley (USA)で開発・運用されているオープンソースコード構造解析システム

高摩擦すべり支承の加力試験

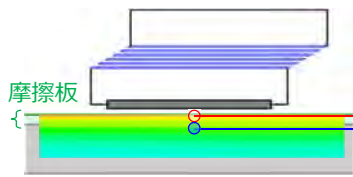
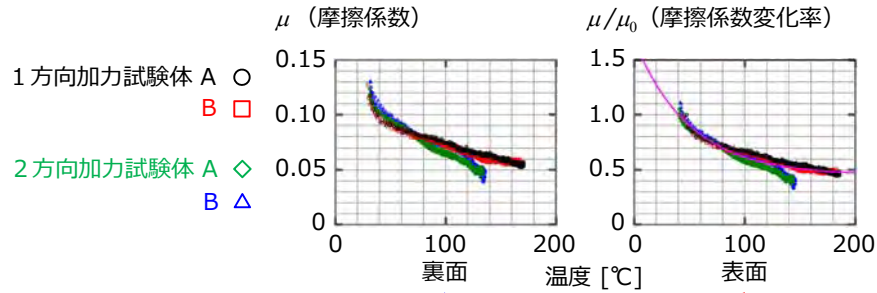


荷重変形関係



摩擦係数の変化

9

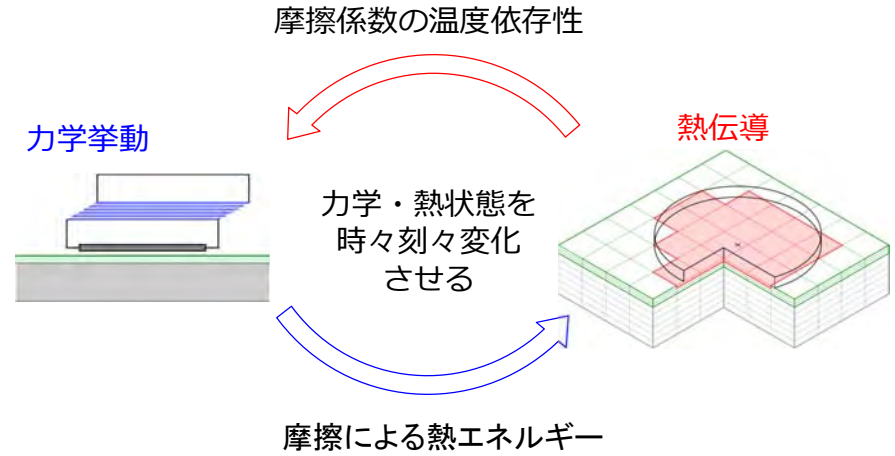


$$\mu/\mu_0 = 0.5e^{-0.02(T-45)} + 0.45$$

$$\mu_0 = (0.305 - 0.103e^{-0.019v})\sigma^{-0.29}$$

熱・力学連成挙動解析手法

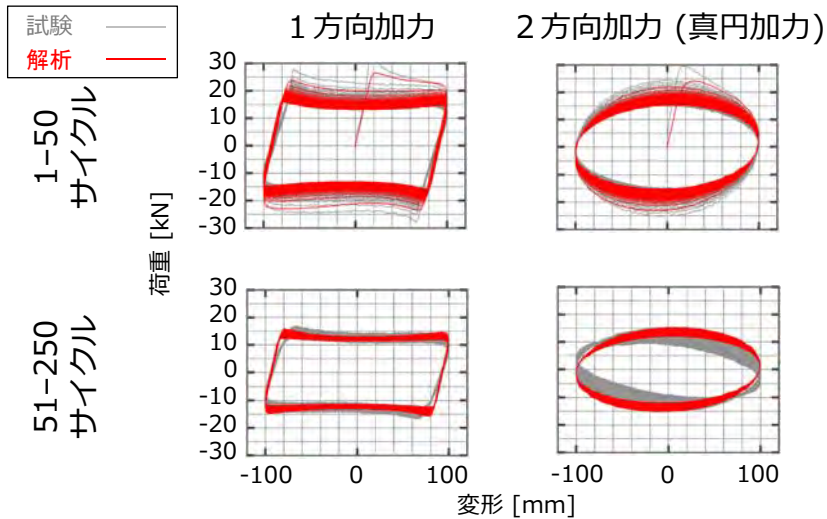
10



OpenSeesをプラットフォームとして開発

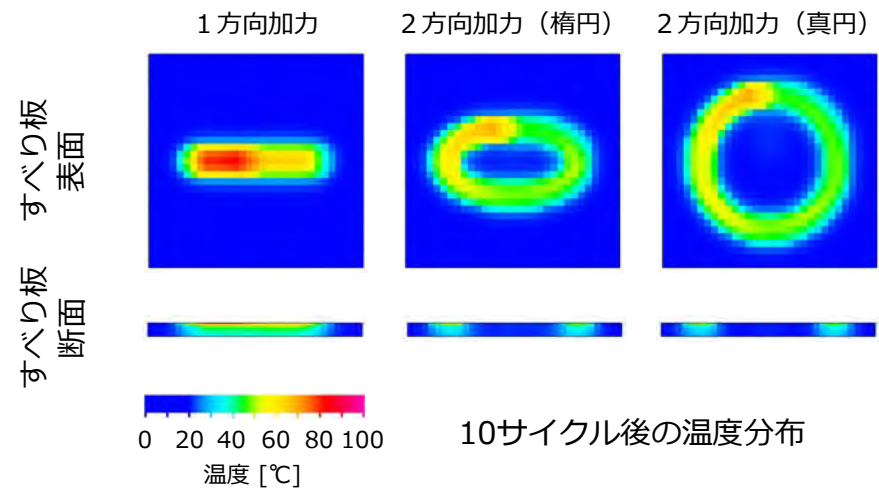
試験結果のシミュレーション解析

11

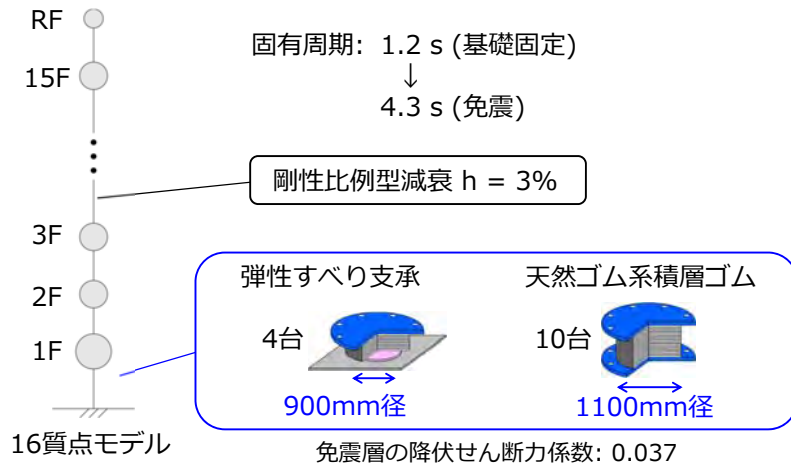


すべり板の温度分布

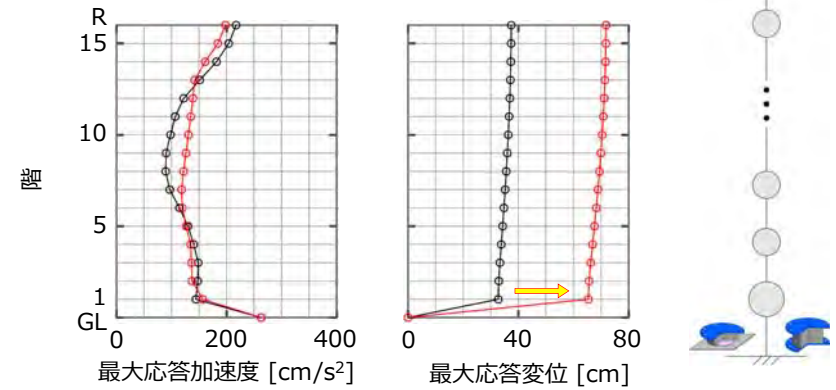
12



15階建て免震建物



入力地震動： 基整促波 OS1
 — 熱・力学連成挙動考慮
 — 熱・力学連成挙動非考慮



すべり板の温度：20℃ → 220℃，摩擦係数：0.17 → 0.06

まとめ

高摩擦すべり支承の熱・力学連成挙動解析システムの開発

実施内容

1. 多数回繰り返し加力試験による熱・力学連成挙動のデータ取得
2. 熱・力学連成挙動解析モデルの構築
3. 多数回繰り返し加力試験のシミュレーション解析
4. 高摩擦すべり支承を用いた免震建物の地震応答解析

今後の展開

本解析システムの研究教育現場での活用(卒業・修士論文など)
 OpenSeesを介した研究成果のグローバル展開

ご清聴ありがとうございました

補足資料 OpenSees

Open System for Earthquake Engineering Simulation

(汎用構造解析オープンシステム)

米国UC BerkeleyにあるPEERで開発・運用

(Pacific Earthquake Engineering Research Center)



PEER, UC Berkeley

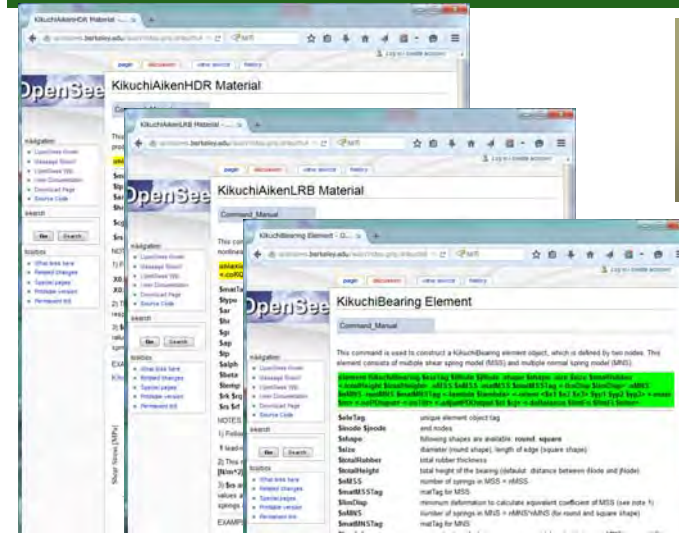


OpenSeesのWebサイト

<http://opensees.berkeley.edu/>



補足資料 OpenSeesへの研究成果の実装



PEERでの実装作業
(右:McKenna氏)

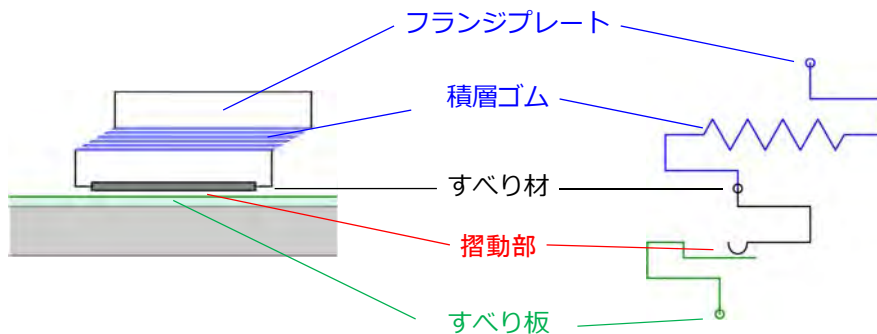


PEERにて
大成建設 谷氏(右) 2018.3

<http://opensees.berkeley.edu/>



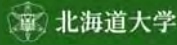
補足資料 解析モデルの構築 力学モデル



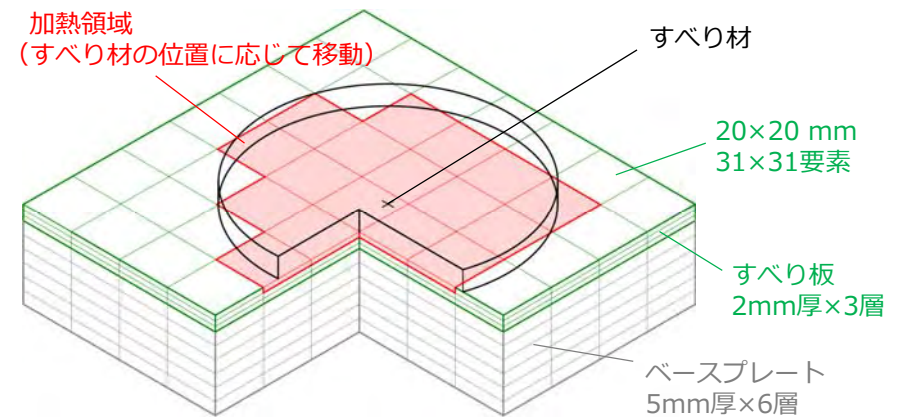
摺動部の力学特性

水平 2 方向連成バイリニアモデル

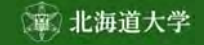
面圧・すべり速度・温度に依存して変化する摩擦係数



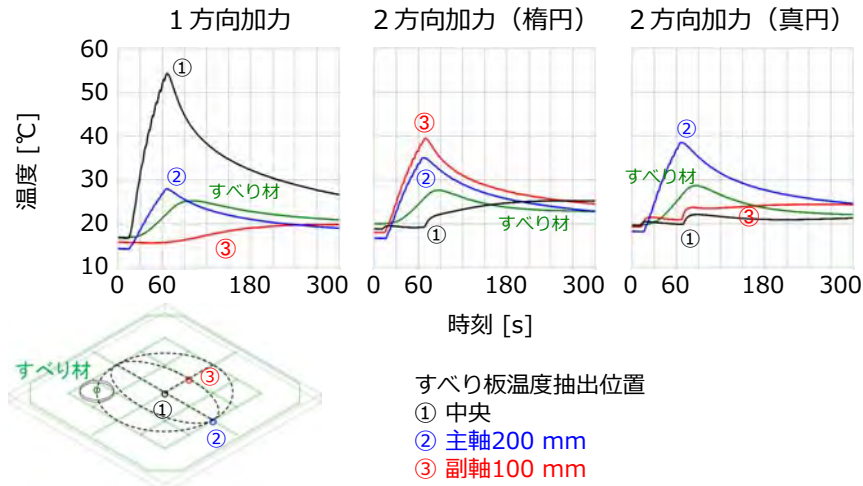
補足資料 解析モデルの構築 熱伝導モデル



有限差分モデル



補足資料 加力試験における温度変化



補足資料 シミュレーション解析における温度変化

