

# 地震動による損傷を受けた鉄骨造学校体育館のシステム同定

遠山大成 大崎・張研究室 指導教員 張景耀准教授

## 0:序論

大地震が発生した際、学校体育館などの大規模空間建築は避難所としての役割が求められる。しかし、本震に加え、震度6以上の余震が発生した東北地方太平洋沖地震(2011)では、構造的に損傷し、避難所として使えない学校体育館が多く見受けられた。また、5年後の2016年に起きた熊本地震でも体育館の構造被害が多く報告されていた。不可視部分の損傷が見落とされ、避難所として使われた体育館が大きな余震によって二次的に損傷することなどによる二次災害はもっとも避けるべき事象である。このような被害を防ぐためにも地震直後に建物の構造的な損傷を構造ヘルスマニタリングを用いて予測しようと考えた。

## 1:構造ヘルスマニタリング(Structural Health Monitoring)

- データの取得。センサーなどを用いてデータを取得する。
- データからノイズを除去し、メタ情報を付加する。
- システム同定。取得した信号を説明するのに最も適した物理モデルや数式モデルを決定する。損傷あり
- 診断予測。推定したモデルに基づき、診断を行う。
- 補強・補修。診断予測データをもとに補強・補修する。

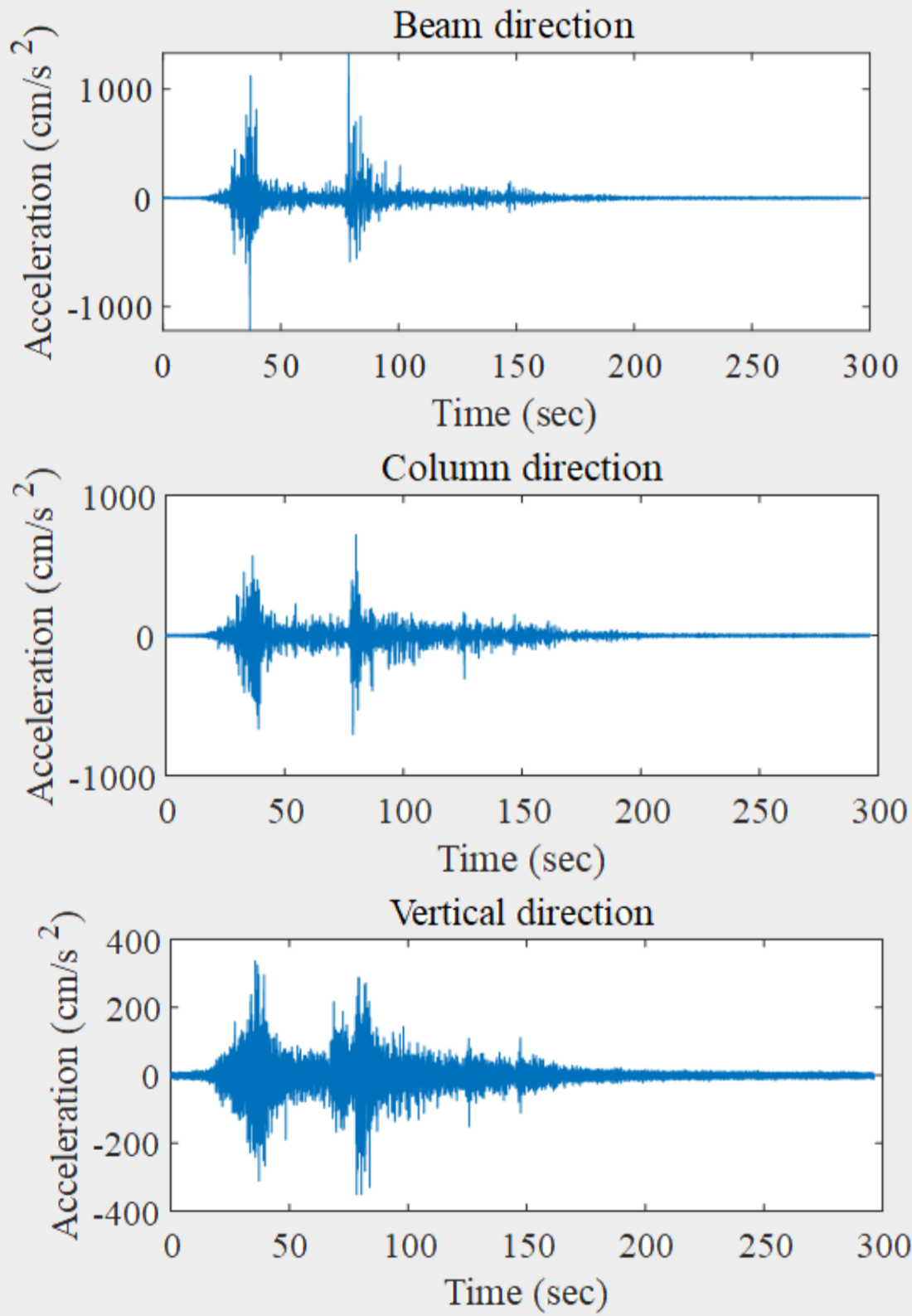
SHM

## 2:研究方法

- 加振実験の実験データを用いた構造体の破損・振動数の特定。
- 実験に使われた試験体の解析モデルを作成し、変位、固有振動数をモードごとに解析する。実験データから降伏していると思われる梁やブレースのヤング係数を低下させ、この場合の変位や振動数も記録する。
- 今回の実験では試験体の一階平面が18.6m×30.0mであるのに対し、震動台の面積は15.2m×20.3mであるため、試験体が震動台から少しはみだしている。このはみだしを無視した鉄骨体育館モデルと、はみだしを考慮し、はみだし部分の柱脚の固定をはずしたモデルをつくり、変位・振動数を比較して、はみだしの影響を調べる。

## 3:実験データ

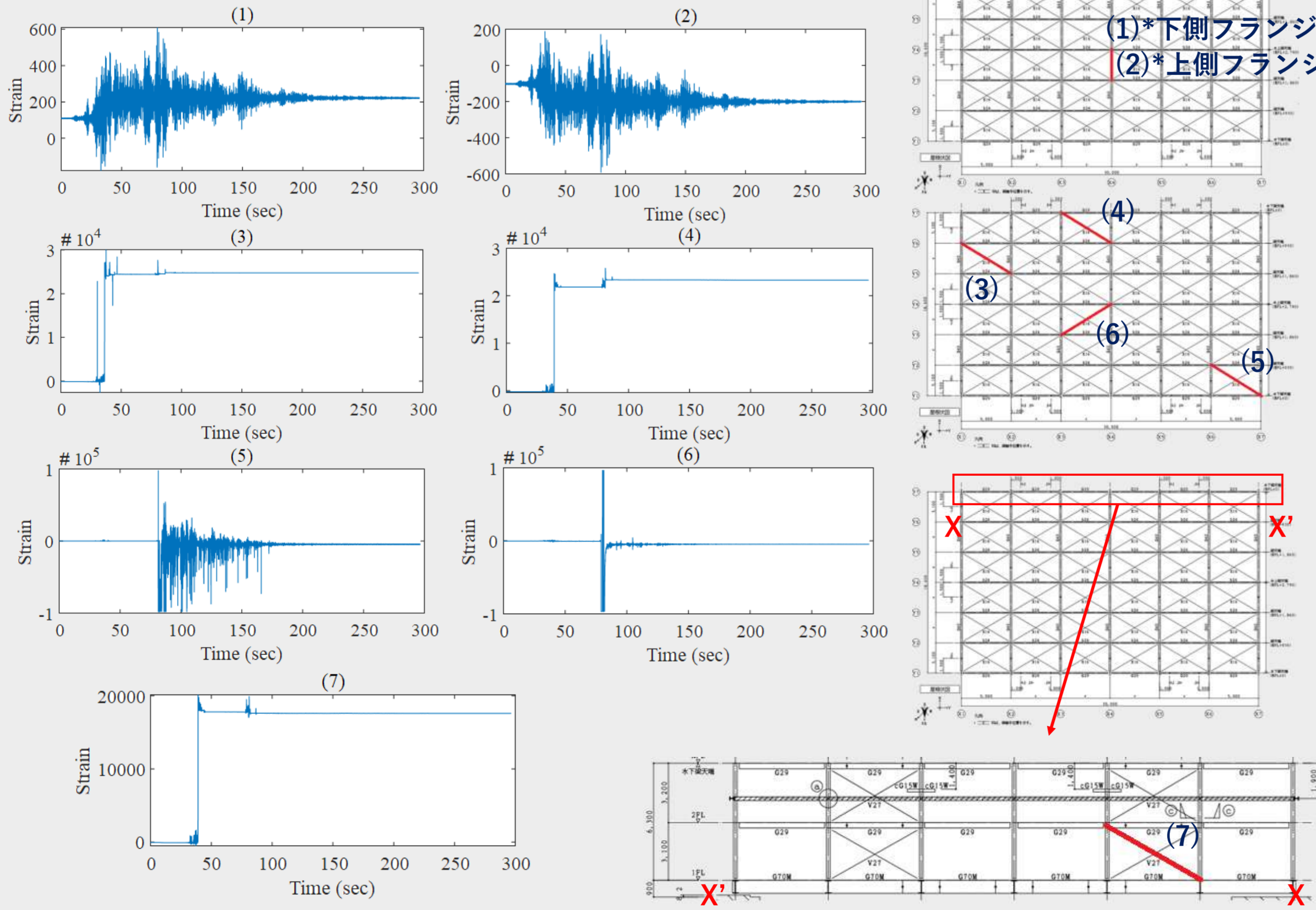
2014年にE-ディフェンスで行われた鉄骨造学校体育館を模擬した試験体の加振実験のデータを用いた。加振実験では2011年東北地方太平洋沖地震において、防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET)の仙台観測点で観測された加速度記録を用いた。



項目	詳細	
構造	鉄骨造、平屋建て	
質量	上部建物	71t(屋根垂を除く)
	屋根垂	30t
全構造部材合計	230t	
平面寸法	30.0m×18.6m (6×6スパン)	
許容応力度設計	標準層せん断力係数 $C_0=0.2$ 地震時保有水平耐力による照査を実施	
使用部材 (SS400)	妻面以外の柱	H400×200×8×13
	妻面の柱	H250×125×6×9
使用部材 (SNR400B)	大梁	H400×200×8×13
	小梁	H248×124×5×8
	鉛直ブレース	M20,M27
	水平ブレース	T.B.付き(パイプ式)
		M16
		T.B.付き(パイプ式)

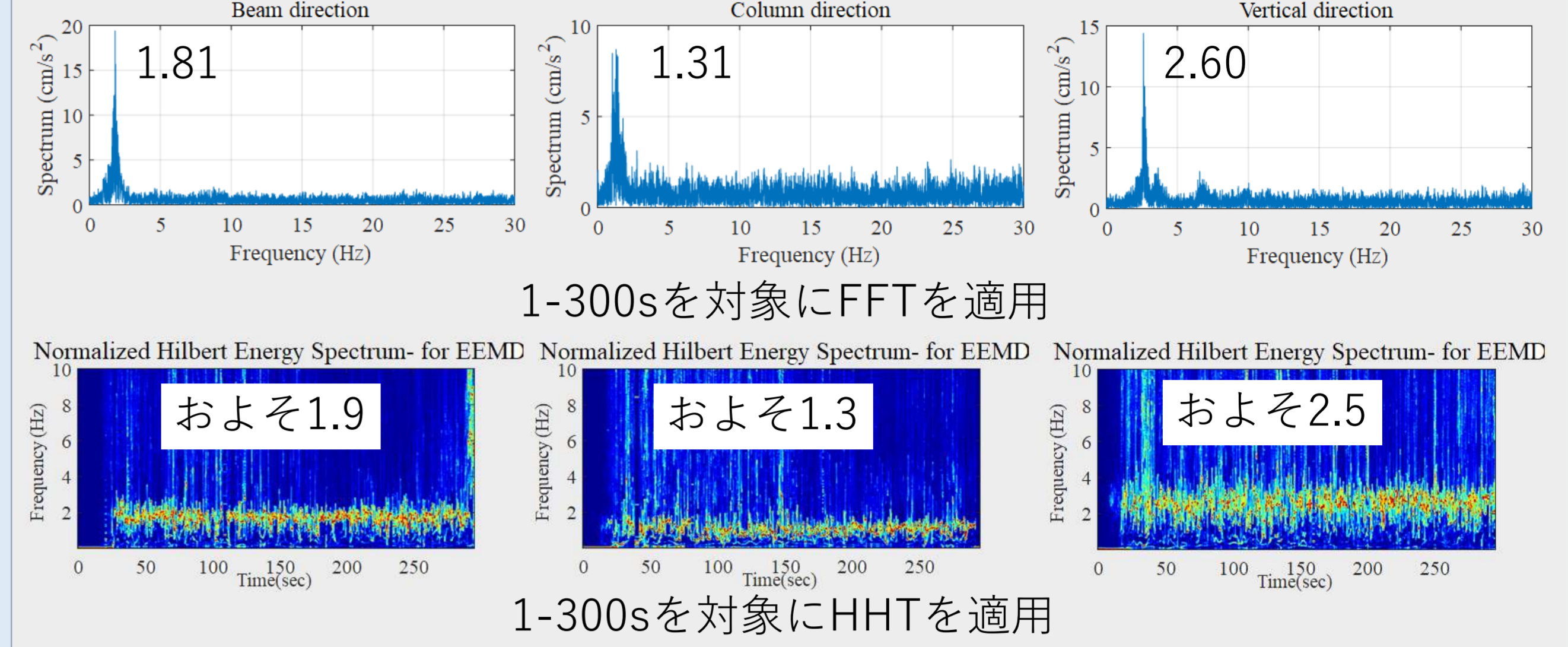


## 4:大きな残留ひずみが観測されたデータ



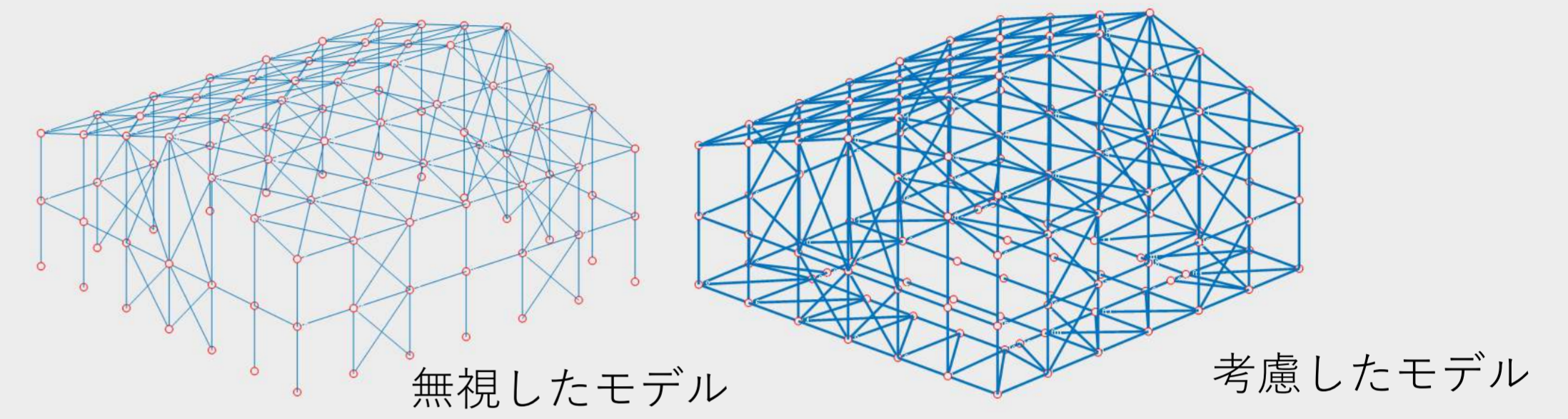
## 5:加速度応答から振動数を求める

高速フーリエ変換(FFT)・ファンヒルベルト変換(HHT)の2つの方法を用いて加速度応答から振動数を求める。屋根面中央部で計測したデータを用いる。



## 6:解析モデル

震動台からのみだしを無視したモデルと考慮したモデルの2つを使う



## 7:固有振動数

実験で大きな残留ひずみを観測した梁とブレースのヤング係数を0.1倍にして固有振動数を求める(case1)。任意の梁と水平ブレース2本ずつを降伏させた場合の固有振動数も求める(case2,3)。

mode	1	2	3	4	5	6	7	8
origin	2.93	3.13	4.31	4.53	4.73	5.79	5.93	6.21
case1	2.89	3.02	4.22	4.41	4.67	5.21	5.7	6.2
case2	2.86	2.97	4.1	4.46	4.51	5.46	5.74	5.8
case3	2.89	3.08	4.12	4.5	4.51	5.12	5.79	6.02

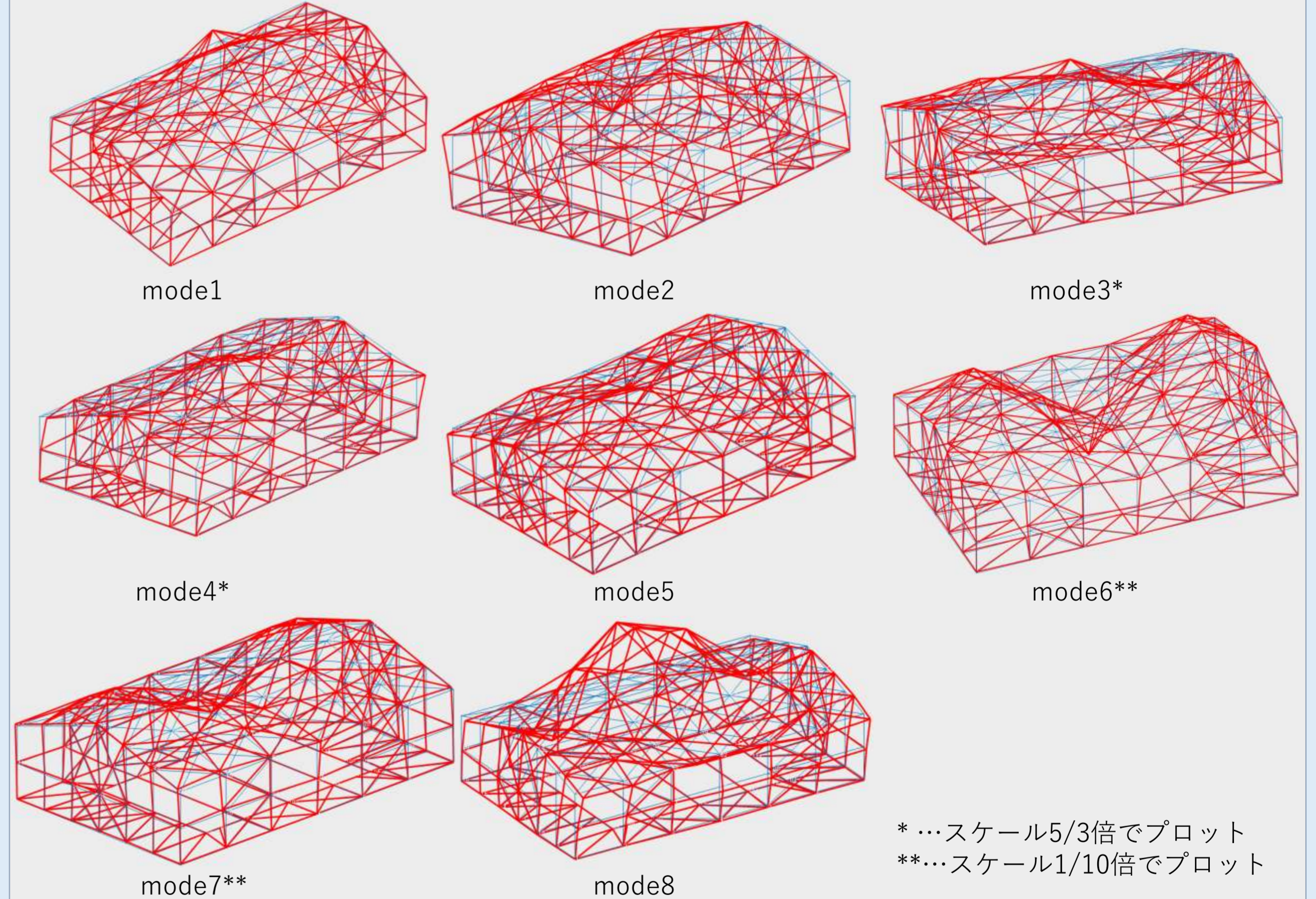
無視したモデル

mode	1	2	3	4	5	6	7	8
origin	2.7	3.02	4.02	4.22	4.55	5.67	5.8	6.04
case1	2.67	2.91	3.93	4.13	4.49	5.11	5.58	6.02
case2	2.65	2.86	3.94	4.03	4.4	5.26	5.5	5.63
case3	2.67	2.97	3.96	4.08	4.37	5.03	5.68	5.79

考慮したモデル

## 8:変位

損傷がない場合と実験で大きな残留ひずみを観測した部材のヤング係数を低下させた場合の変位の差を図示する。



## 9:高次モードで局所的な動きを考察する

