

## 2019–2022 年の東北の被害地震における建物強震観測記録\*

東北大学災害科学国際研究所 大野 晋  
山形大学理工学研究科 三辻 和弥  
東北大学工学研究科 笹ノ間佑太

### 1. はじめに

東北大学災害研では、仙台市と宮城県・岩手県・山形県の公共建物（校舎や自治体庁舎）で強震観測を行っている。本稿では2019年6月19日山形県沖の地震から2022年3月16日福島県沖の地震の間で観測された強震記録について報告する。

### 2. 強震観測建物

仙台市内のトリガー型強震観測については文献[1]、宮城県・岩手県・山形県の連続観測については文献[2]に建物と観測概要を記載している。

### 3. 強震記録の概要

表1に観測された加速度最大値の一覧（水平2成分のうち大きい方）を示す。同一敷地内に震度計もしくはK-NET観測点がある場合はその加速度最大値も記載している。図1に対象地震の震央位置、F-netメカニズム解と観測点位置を示す。図2は宮城県内の観測点について、2021年(M7.3)もしくは2022年(M7.4)福島県沖の地震の頂部応答加速度波形・擬似速度応答スペクトル（減衰5%）、基礎階計測震度をまとめて示している。

これらの図表から、頂部で1Gを超えるなど大加速度記録が観測されていること、短周期では建物内で増幅していることが確認できる。全て5階以下の中低層建物であるため建物内の増幅は短周期に限られるが、基礎免震建物である東北大学災害研では基礎階に比べて上層階の振幅が低減されており、免震層の効果が確認できる一方、免震層の応答周期と見られる3s付近では増幅していることも確認できる。

### 4. 建物の応答特性

文献[2]と同様、基礎階に対する最上階の伝達関数（バンド幅0.2HzのParzen Windowで平滑化）を求め、1次周波数とピーク応答倍率を読み取るとともに、1次周波数の1/2-2倍の帯域制限後2回積分して求めた変位波形から基礎階に対する最上階の1次モード相対変形角を算出した。なお、免震建物では低周波側のカットオフ周波数を0.1Hzに固定して基礎階と1Fの相対変位を求めた。

上記で算出した長辺方向の伝達関数振幅、1次固有振動数及びピーク応答倍率と変形角の関係について、旧耐震基準（1980年以前竣工）RC造建物の結果を図3に、現行耐震基準（1981

---

\*\*Strong motion records observed in buildings during 2019-2022 earthquakes in Tohoku region by Susumu Ohno, Kazuya Mitsuji and Yuta Sasanoma

年以降竣工)建物に対する結果を図4に示した。いずれの変形角も0.01radに達しておらず(免震でも10cm以下)、大加速度の割には変形角は小さかったことが確認できる。これは福島県沖の地震で指摘されているように短周期卓越型の地震が多かったため[文献3]と思われる。

旧基準の建物は全て耐震補強済みであるが、固有周波数及びピーク応答倍率の変形角依存性は現行基準建物よりも大きい傾向がある。また、東北大災害研の伝達関数には小変形時から変形角依存性が顕著であり、免震層による応答周期の長周期化と高周波振幅の低減が確認できる。

表1 対象地震と観測記録の加速度最大値一覧

	日時	2019.6.18	2020.9.12	2021.2.13	2021.3.20	2021.5.1	2022.3.16	2022.3.16
	震央	山形県沖	宮城県沖	福島県沖	宮城県沖	宮城県沖	福島県沖	福島県沖
建物名	Mj	6.7	6.2	7.3	6.9	6.8	6.1	7.4
構造	深さ(km)	14	43	55	59	51	57	57
社鹿総合支庁舎 RC	MYG011	6	71	361	530	397	81	682
	1F	6	-	-	-	240	65	462
	2F	7	-	256	365	324	110	571
	3F	12	-	381	480	523	121	732
釜小学校 RC	1F	19	-	-	-	-	64	280
	2F	22	-	-	-	-	-	333
	4F	30	-	-	-	-	-	461
七ヶ浜町庁舎 RC	震度計	-	-	397	-	-	-	496
	1F	15	23	292	-	-	-	-
	2F	21	31	633	-	-	-	-
	3F	55	77	1162	-	-	-	-
白石市庁舎 RC	B1F	12	9	190	72	57	-	-
	3F	27	17	358	146	79	-	-
	5F	50	30	425	223	139	-	-
鹿島台総合支所庁舎 S	震度計	-	-	269	-	-	-	340
	1F	29	42	202	242	143	44	301
	2F	48	63	363	302	207	75	528
	3F	52	65	433	320	239	87	679
大崎市役所東庁舎 RC	1F	68	17	139	60	47	24	171
	3F	50	24	176	86	68	32	224
	5F	110	38	229	122	96	47	290
栗原市庁舎 RC	1F	-	48	166	106	109	32	-
	4F	-	89	279	198	208	61	-
	4F(ホール)	-	73	222	223	194	-	-
大船渡市庁舎 RC	IWT018	17	29	49	59	49	14	105
	B1F	4	48	55	99	98	10	92
	2F	6	48	83	126	171	15	150
	3F	9	59	95	175	196	19	188
宮古地区合同庁舎 RC	IWT005	6	23	33	35	48	6	72
	1F	11	21	36	35	40	5	56
	2F	12	24	40	38	43	6	65
	3F	12	27	47	46	52	7	75
庄内総合支庁舎 RC	1F	106	6	33	13	10	6	46
	3F	124	7	41	16	11	6	49
	4F	146	8	46	20	12	6	53
東北大災害研 免震	地表	47	25	-	-	63	-	-
	B1F	27	14	273	69	42	48	310
	1F	20	14	63	38	24	22	113
	5F中央	20	12	92	35	24	24	103
東北大人間環境系 免震	B1F	26	-	-	-	-	-	-
	1F	29	-	112	54	-	36	101
	5F	33	-	108	63	-	45	160
宮城県図書館 SRC,S	1F	27	17	186	-	-	-	-
	3F	35	-	216	177	125	-	-
鶴ヶ谷小学校 RC	1F	15	13	146	111	94	24	145
	3F	20	26	324	204	171	76	386
沖野小学校 RC	1F	22	28	285	144	100	89	285
	4F	48	50	456	275	198	-	-

加速度最大値(cm/s/s, 水平2成分の大きい方)

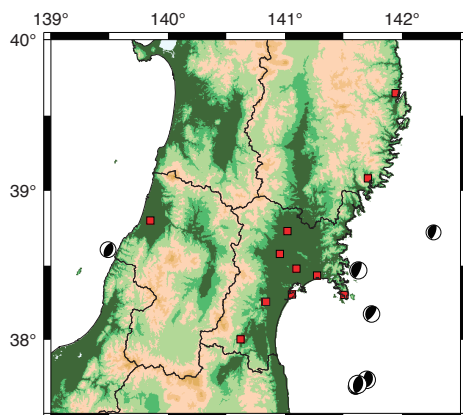
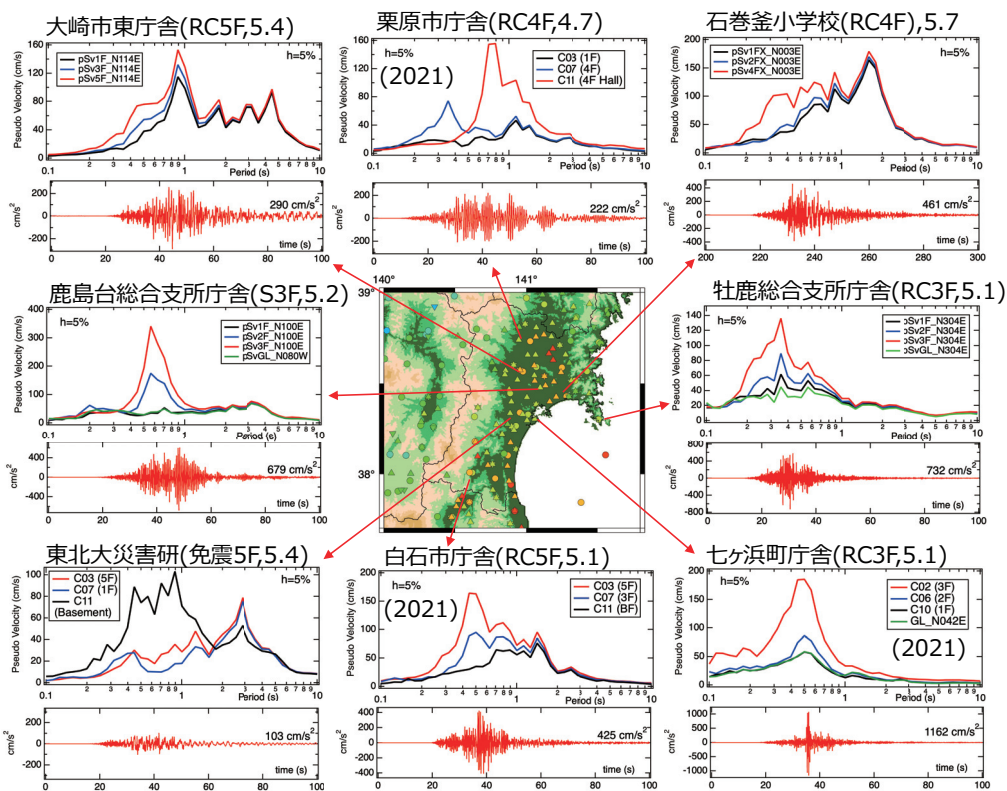


図1 対象地震の震央位置・F-net メカニズム解と観測点位置 (■)

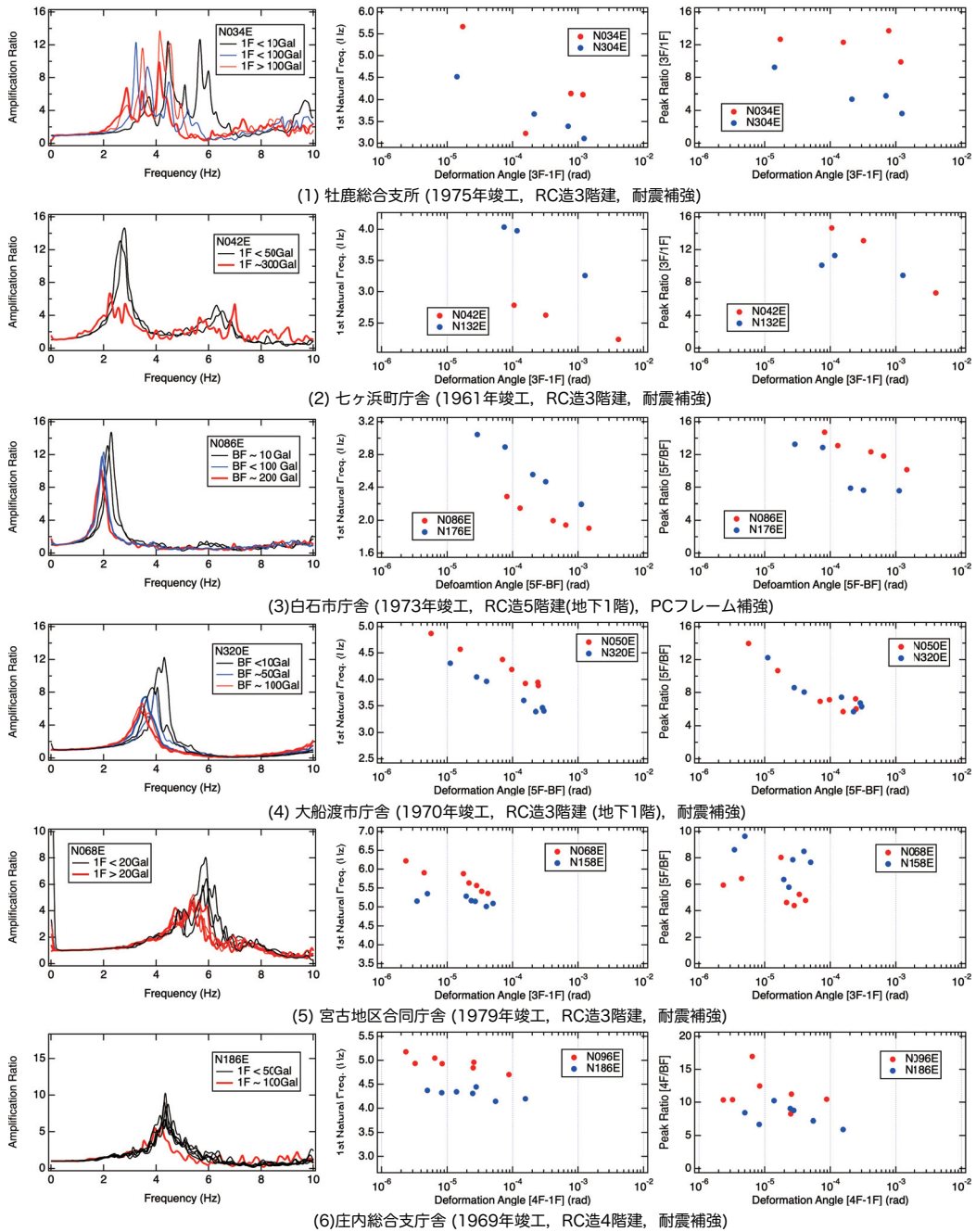


建物記録の頂部加速度波形と応答スペクトル，基礎階計測震度 最上階 中間階 基礎階 地表

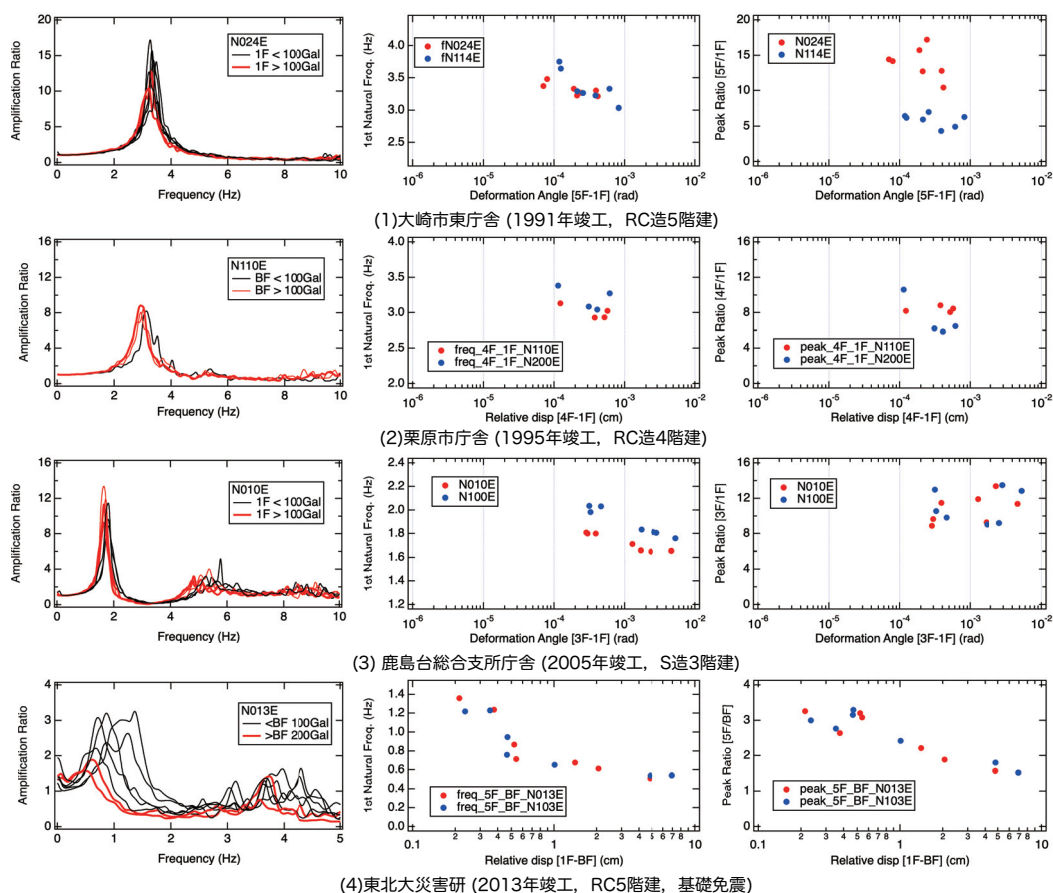
図中に(2021)と記載があるものは2021年(M7.3)，それ以外は2022年(M7.4)福島県沖の地震，

上部右端の数値は基礎階計測震度

図2 2021年,2022年福島県沖の地震の記録(頂部加速度波形と擬似速度応答スペクトル)



(左)長辺方向最上階／基礎階伝達関数振幅, (中央と右)1次固有振動数及びピーク応答倍率と変形角の関係  
 図3 旧耐震基準(1980年以前竣工)RC造建物の応答特性



(左)長辺方向最上階／基礎階伝達関数振幅, (中央と右)1次固有振動数及びピーク応答倍率と変形角の関係

図4 現行耐震基準 (1981年以降竣工) 建物の応答特性

## 参考文献

- [1] 大野晋・源栄正人 (2015) 強震観測から求めた仙台市低層公共建物の卓越周波数変化, 日本地震工学会第11回年次大会梗概集, p3-29.
- [2] 笹ノ間佑太・大野晋・三辻和弥 (2022) 地震観測記録に基づく東北地方中低層建物の動的特性の把握に関する研究, 日本建築学会東北支部研究報告集 構造系, 85, pp.13-16
- [3] 日本建築学会東北支部 (2022) 令和4年3月16日の福島県沖の地震災害調査速報