

3. 地震及び地震動

3.1 地震の概要と特徴

3.1.1 地震諸元

気象庁が決定した岩手県沿岸北部の地震の諸元は表-3.1の通りである^{3.1)}。

表-3.1 地震諸元

発震時	緯度	経度	深さ	M_{JMA}	震央地名
2008/07/24 00:26	39° 43.9' N	141° 38.1' E	108 km	6.8	岩手県沿岸北部

M_{JMA} : 気象庁マグニチュード

本震の震央位置を図-3.1に示す^{3.1)}。気象庁の分析によれば、太平洋プレート内部の二重地震面の下面側で発生した地震で、太平洋プレートの沈みこむ方向に張力軸を持つ正断層型の地震であり、西側が落ち込む垂直に近い断層面である可能性が高いと考えられる^{3.2)}。この地震の余震活動は低調で、有感地震は同日11時27分に1度しか発生していない。

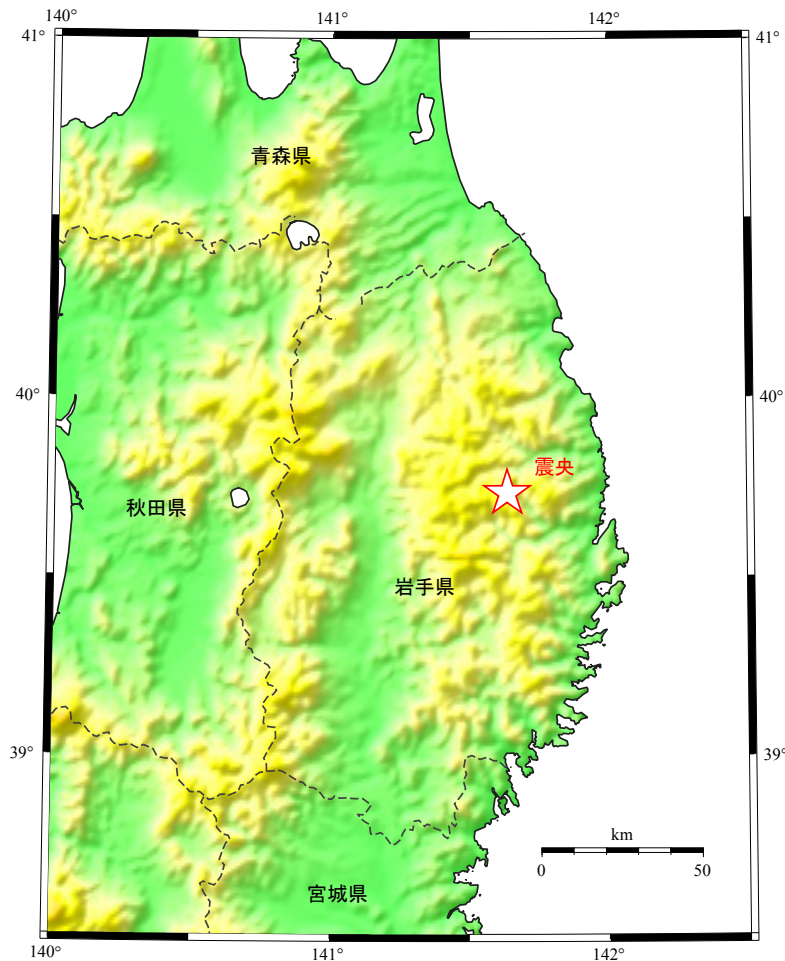


図-3.1 2008年7月24日岩手県沿岸北部の地震の震央位置

3.1.2 震度分布

この地震によって観測された各地の震度を表-3.2 に示す^{3.1)}。表中の*印は岩手県、青森県及び宮城県の震度情報ネットワークまたは防災科学技術研究所強震ネットワーク(K-NET)^{3.3)}の観測地点を表し、印のないものは気象庁の震度観測地点である。各地点の震度を地図上にプロットしたものが図-3.2 である。この図には、表-3.2 に含まれていない防災科学技術研究所基盤強震観測網(KiK-net)^{3.4)}の観測地点の震度も示している。

表-3.2 各地の震度(震度5弱以上)^{3.1)}

震度	観測地点
6弱	野田村野田*、八戸市内丸*、八戸市南郷区*、五戸町古舘、階上町道仏
5強	宮古市田老*、宮古市茂市*、久慈市川崎町、山田町大沢*、普代村銅屋*、岩手洋野町種市、大船渡市大船渡町、大船渡市猪川町、釜石市中妻町*、大槌町新町*、二戸市福岡、一戸町高善寺*、八幡平市田頭*、八幡平市野駄*、軽米町軽米*、北上市二子町*、遠野市宮守町*、一関市花泉町*、一関市千厩町*、一関市室根町*、平泉町平泉*、奥州市江刺区*、奥州市前沢区*、八戸市湊町、東北町上北南*、青森南部町平*、東通村小田野沢*、気仙沼市唐桑町*、涌谷町新町、栗原市若柳*、栗原市一迫*、栗原市志波姫*、宮城美里町木間塚*、大崎市古川三日町、大崎市古川北町*、大崎市松山*、石巻市桃生町*
5弱	宮古市長沢、宮古市五月町*、久慈市長内町*、山田町八幡町、岩泉町岩泉*、田野畑村田野畑、田野畑村役場*、川井村川井*、川井村田代*、陸前高田市高田町*、釜石市只越町、住田町世田米*、盛岡市山王町、盛岡市玉山区藪川*、盛岡市玉山区洪民*、二戸市石切所*、二戸市浄法寺町*、葛巻町消防分署*、葛巻町役場*、滝沢村鶴飼*、八幡平市大更、八幡平市叭田*、九戸村伊保内*、矢巾町南矢幅*、紫波町日詰*、花巻市大迫町、花巻市石鳥谷町*、花巻市材木町*、花巻市東和町*、遠野市松崎町*、一関市山目*、金ヶ崎町西根*、藤沢町藤沢*、奥州市水沢区大鐘町、奥州市水沢区佐倉河*、奥州市胆沢区*、奥州市衣川区*、八戸市島守、十和田市西二番町*、十和田市西十二番町*、三沢市桜町*、野辺地町田狭沢*、七戸町森ノ上*、五戸町倉石中市*、青森南部町苫米地*、おいらせ町中下田*、東通村砂子又*、気仙沼市赤岩、気仙沼市笹が陣*、色麻町四竈*、栗原市栗駒、栗原市築館*、栗原市金成*、登米市中田町、登米市豊里町*、登米市迫町*、登米市米山町*、登米市石越町*、登米市南方町*、南三陸町志津川、南三陸町歌津*、宮城美里町北浦*、大崎市鹿島台*、大崎市田尻*、岩沼市桜*、亘理町下小路*、石巻市門脇*、石巻市相野谷*、石巻市前谷地*、東松島市矢本*

注1) *:岩手県、青森県及び宮城県の震度情報ネットワークまたは防災科学技術研究所 K-NET

注2) 震度6強を観測した「岩手県洋野町大野」の震度観測点については、設置台と地面との間に僅かな隙間が見られたため、地震後に臨時の震度計が設置されている^{3.5)}。臨時の震度計による観測結果をうけて、平成20年10月29日付の気象庁報道発表資料により、岩手県洋野町大野の観測震度は不明として取り扱うこととされたため、本表には記載していない。

なお、本表は、表-2.2.2の内容と一部重複している。

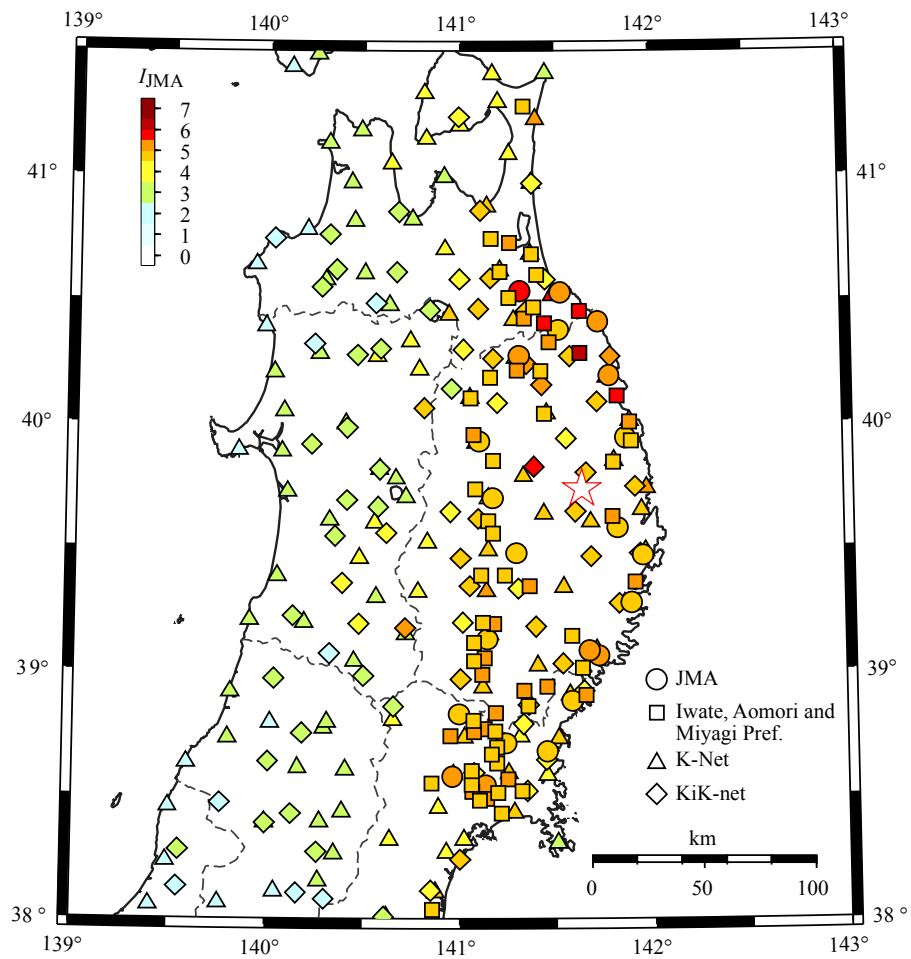


図-3.2 各地の震度。☆は本震の震央を表し、○は気象庁、□は各県の震度情報ネットワーク、△はK-NET、◇はKiK-netの観測地点を示す

3.2 被災地の地形及び地質

岩手県沿岸北部の地震が発生した岩手県は、東北地方の中央東部に位置する。図-3.3 に、東北地方の地形略図を示す。

東北地方は、ほぼ南北方向に地形が配列している。高地帯は、太平洋側に北上山地・阿武隈山地が南北に雁行し、その西側に奥羽山脈と出羽山地が平行しており、これらの高地帯に挟まれて北上川・阿武隈川流域の低地帯、奥羽山脈と出羽山地のあいだの山間盆地群がある(3.6)、(3.7)。

地震が発生した北上山地は、青森県南東端・岩手県東半部・宮城県東北部をふくむ、東西約 75km・南北約 260km の紡錘形の山地である。最高峰の早池峰山(標高 1,914m)を含む早池峰連峰以外は、標高が 1,400m 以下の比較的なだらかな山地となっており、地質は先シルル紀の基盤岩類、シルル系から下部白亜系の堆積岩類、これらを貫く前期白亜系花こう岩類などの中生代・古生代の堅固な岩層でおもに構成されている(3.7)。

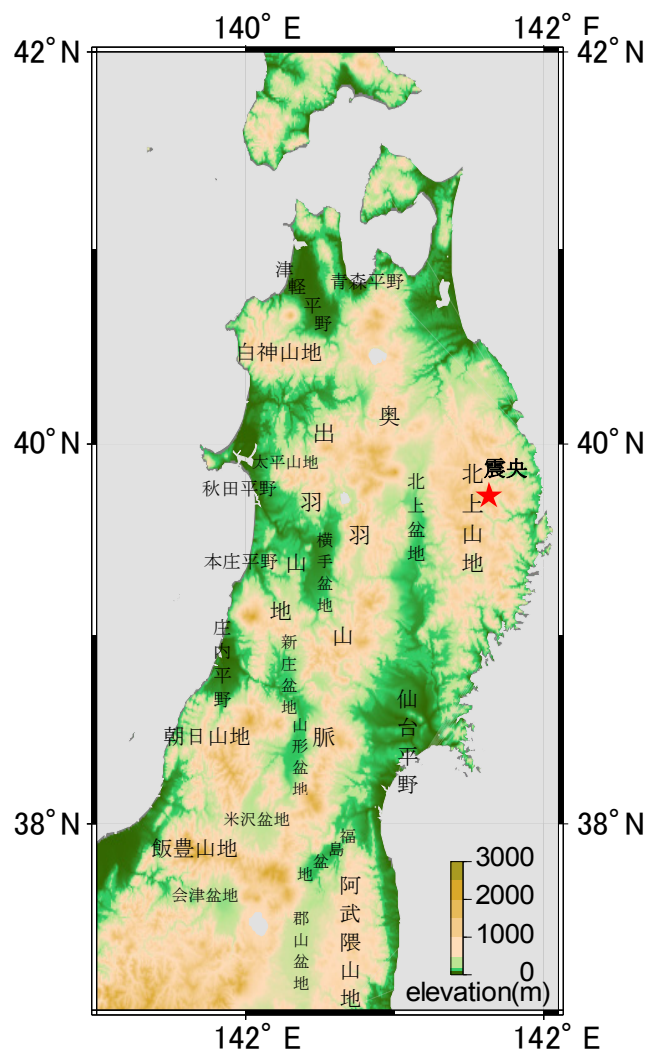


図-3.3 東北地方地形略図(星印は、震央)

3.3 本震の地震動特性

岩手県沿岸北部の地震の強震記録は、防災科学技術研究所強震ネットワーク(K-NET)及び基盤強震観測網(KiK-net)の記録^{3.3), 3.4)}が入手できる。このうち、計測震度に換算して5.5(震度6弱)以上の記録の最大加速度と最大速度を表-3.3に示す。また、震源近傍の観測地点の最大加速度の分布を図-3.4に示す。なお、図-3.4の最大加速度は3成分の合成値を採っている。

表-3.3 強震観測記録一覧(震度6弱以上のもの)

記号	観測地点	Δ (km)	I_{JMA}	PGA (cm/s ²)			PGV (cm/s)			備考
				NS	EW	UD	NS	EW	UD	
IWTH02	KiK-net 玉山	24	5.8	1020	684	593	25.9	20.7	13.3	図-3.5
IWT001	K-NET 種市	76	5.7	827	650	275	27.5	29.4	7.6	図-3.6
AOM012	K-NET 八戸	88	5.6	446	534	230	19.7	22.3	7.3	図-3.7

Δ : 震央距離, I_{JMA} : 計測震度, PGA: 最大加速度, PGV: 最大速度

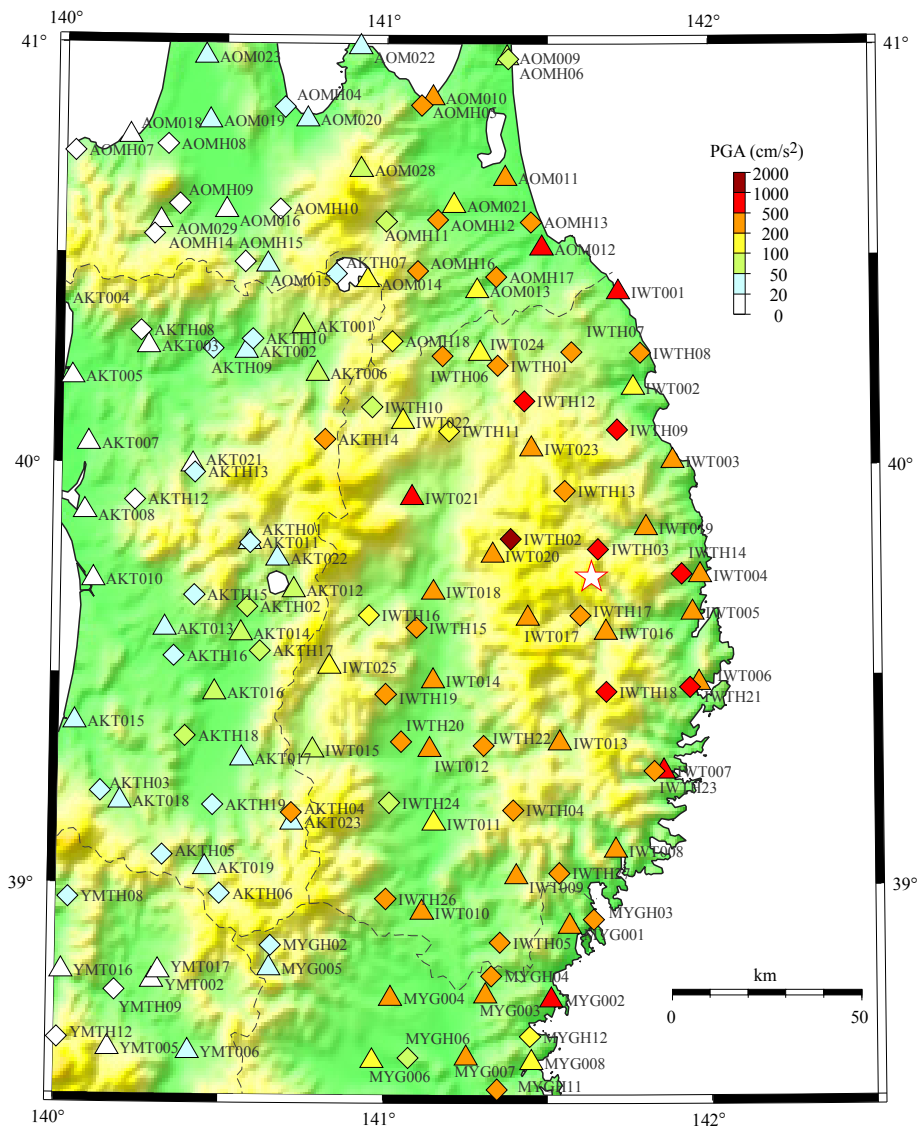


図-3.4 最大加速度の分布。☆は本震の震央、○は気象庁、□は各県の震度情報ネットワーク△はK-NET、◇はKiK-netの観測地点を示す

3.3.1 KiK-net 玉山 (IWITH02) の記録

KiK-net 玉山 (IWITH02) の観測地点は岩手県盛岡市玉山区 (旧玉山村) の山間部に位置する。震央から西北西に 24 km と、強震記録が得られた観測地点の中では最も近い。KiK-net 玉山で得られた記録の加速度波形と減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3.5 に示す。

加速度記録波形を見ると、NS 成分で 1020 cm/s^2 の大きな最大加速度を記録しているが、大きなゆれの継続時間は 5 秒程度と短い。応答スペクトルに着目すると、0.2 秒前後に大きなピークを有するが、0.4 秒以上の周期成分は極めて少ない。

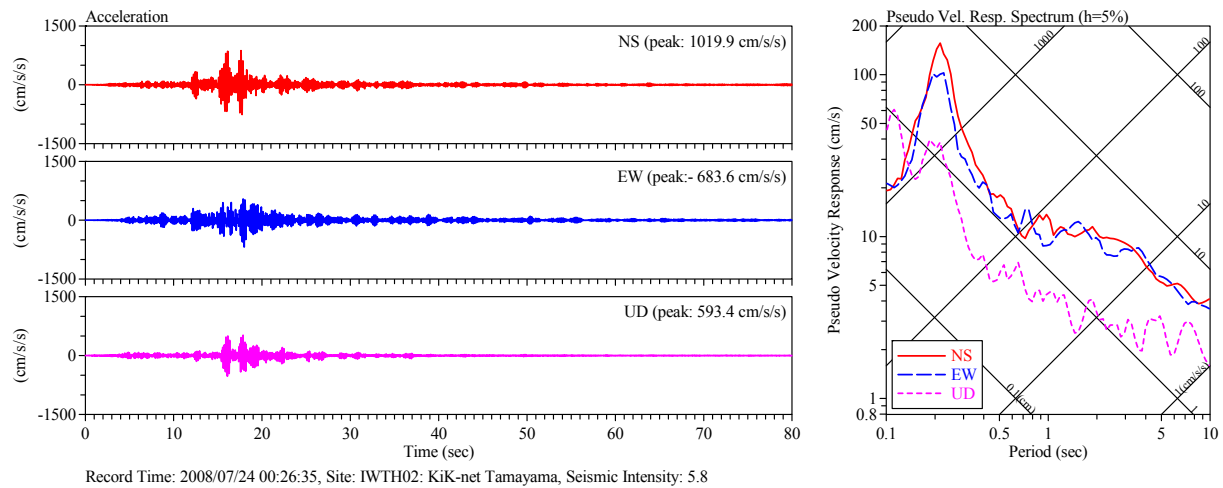


図-3.5 KiK-net 玉山 (IWITH02) の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3.3.2 K-NET 種市 (IWT001) の記録

K-NET 種市 (IWT001) は震央の北方 76 km、洋野町種市 (旧種市町) に位置する。岩手県の最北端で太平洋に面している。K-NET の土質データによれば、深さ 6 m でせん断波速度 $V_s = 320 \text{ m/s}$ の岩盤が確認されている。

K-NET 種市で得られた加速度記録と減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3.6 に示す。加速度記録波形を見ると、激しい揺れの継続時間は 10 秒足らずであり、短周期成分が目立つ。水平成分の応答スペクトルは、0.25 秒に鋭いピークを有している。

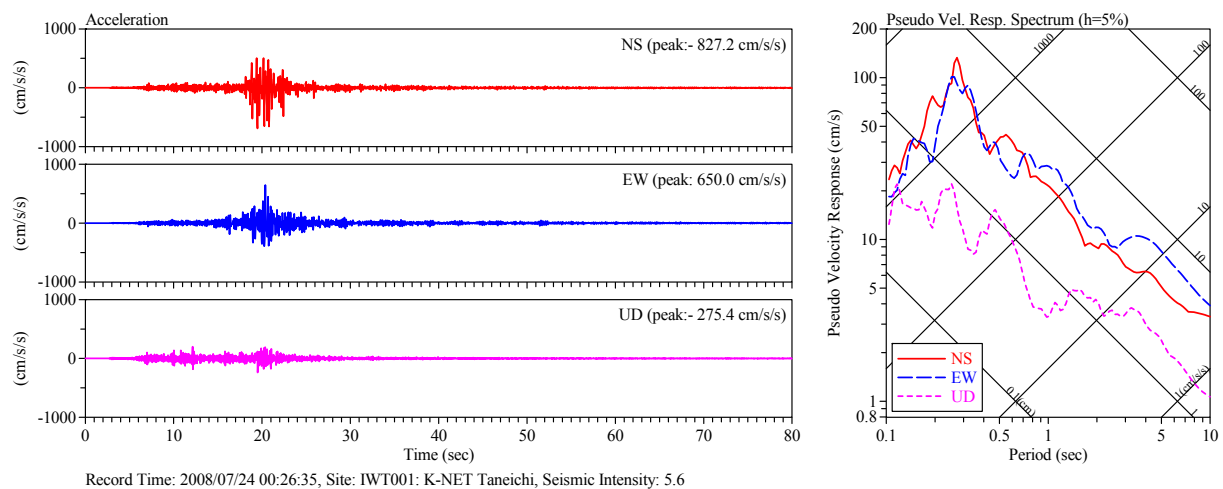


図-3.6 K-NET 種市 (IWT001) の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3.3.3 K-NET 八戸 (AOM012) の記録

K-NET 八戸 (AOM012) は、八戸市役所の敷地内、八戸公会堂の裏側に設置されている。K-NET 八戸で得られた加速度記録と減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3.7 に示す。波形からは短周期成分が優勢であることが窺え、水平成分の応答スペクトルには 0.4 秒付近に大きなピークが認められる。

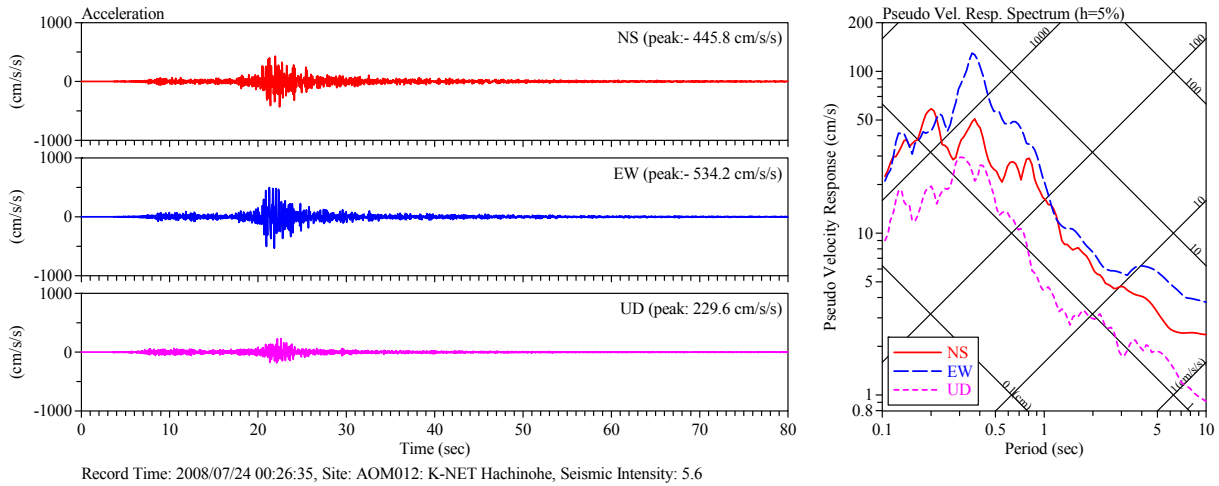


図-3.7 K-NET 八戸 (AOM012) の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3.3.4 震央周辺の地震動特性

震央周辺の地震動特性を概観するために、計測震度 5.0 以上の強震記録の減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3.8 に示す。主な特徴として以下の点が指摘できる。

- 全般に短周期成分が優勢で、極一部を除いて 0.2 秒から 0.5 秒に卓越周期を有している。
- 速度応答スペクトルの値は、大きくとも 100 cm/s 程度で、200 cm/s に達する例はない。
- K-NET 譜代 (IWT003) や K-NET 田老 (IWT004) など海岸沿いの一部の観測地点では NS 成分に比べて EW 成分の長周期領域での応答が大きくなっており、1 秒程度に卓越が認められる。

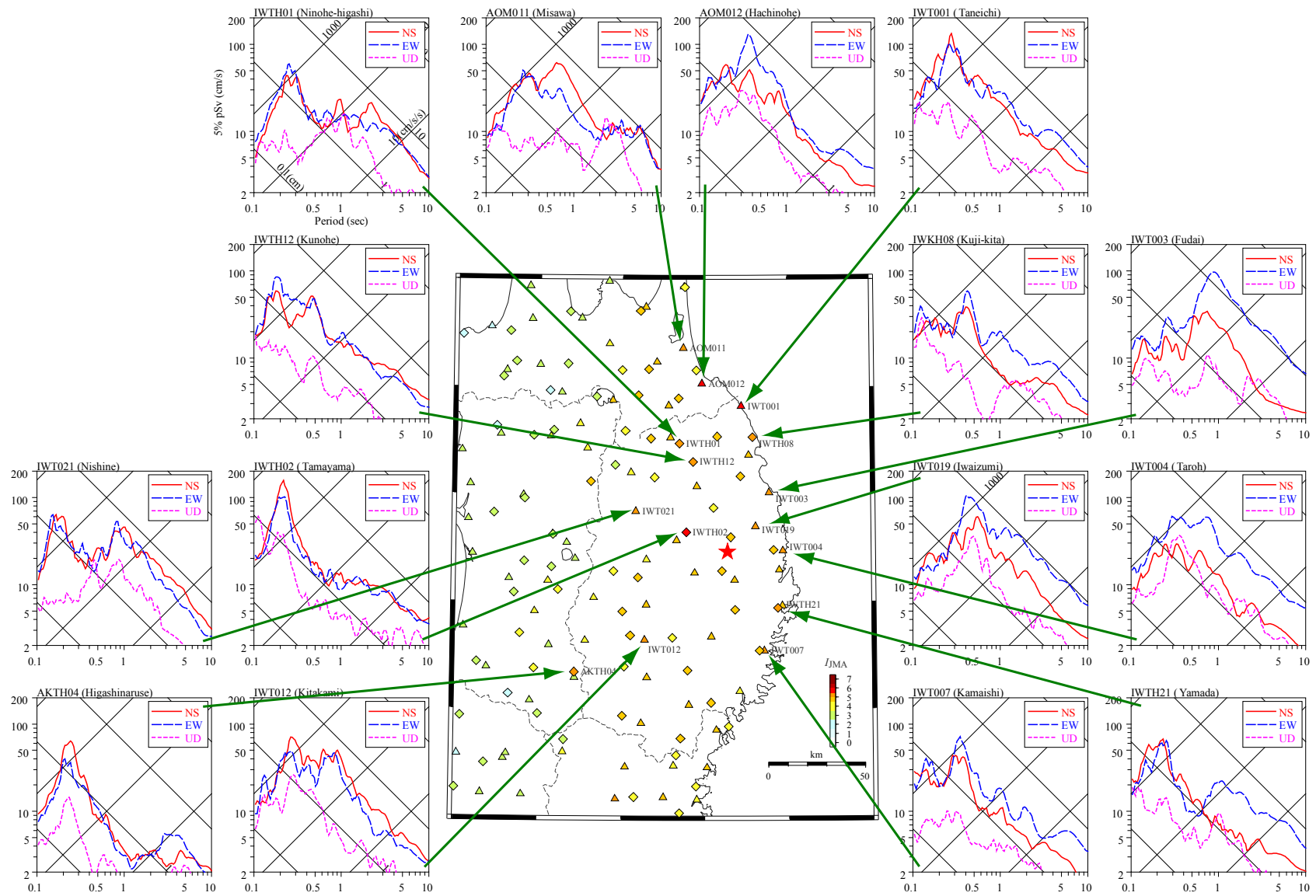


図-3.8 震央周辺の強震記録の5%擬似速度応答スペクトル

3.4 建築研究所強震観測ネットワークの強震記録

建築研究所の強震観測網では、東北地方を中心に17の観測地点で強震記録が得られた。表-3.4に観測記録の一覧を、図-3.9に観測地点位置を示す。このうち震度4以上であった宮古市庁舎(MYK)、八戸市庁舎新館(HCN2)、八戸市庁舎本館(HCN)、仙台第2合同庁舎(SND)、及び東北大学人間・環境系研究棟(THU)の記録について次項以降に述べる。

表-3.4 建築研究所の強震記録(1/2)

記号	観測地点	距離 (km)	計測 震度	設置 方位	設置 位置	最大加速度 (cm/s ²)			備考
						H1	H2	V	
MYK	宮古市庁舎	30	4.9	180°	01F	105	121	98	
					06F	145	159	140	
					GL*	153	152	112	
HCN2	八戸市庁舎新館(免震)	87	5.8	164°	GL*	332	763	212	
					G30	153	138	84	
					G105	79	167	85	
					10F	139	202	570	
					01F	137	167	137	
					B1F	207	228	234	
HCN	八戸市庁舎本館	87	4.9	164°	B1F*	159	198	127	
					06F	585	983**	356	
AKT	秋田県庁	131	2.8	087°	08F	44	60	19	
					B1F*	11	10	6	
HRH	弘前法務合同庁舎	139	2.8	195°	01F*	11	14	7	
SND	仙台第2合同庁舎	176	3.7	074°	B2F*	59	41	28	
					15F	68	52	82	
					G40	32	40	-	
THU	東北大学人間・環境系研究棟	178	4.3	202°	01F*	59	77	45	
					09F	275	367	143	
HKD	北海道開発局函館開発建設部	240	3.0	180°	GL*	27	23	10	
IWK	いわき市庁舎	305	3.3	180°	B1F*	15	17	12	
					09F	93	54	17	
HRO	広尾町役場	317	3.3	140°	01F*	38	35	11	
ANX	建築研究所新館	423	2.7	180°	GL*	17	17	10	
					B1F	11	9	8	
					08F	28	42	13	
NIT	日本工業大学	445	2.6	288°	GL*	13	14	5	
					01F	8	81	4	
					06F	19	17	6	
KSG	さいたま地方法務局越谷支局	456	2.5	150°	1F*	7	10	3	

表-3.4 建築研究所の強震記録(2/2)

記号	観測地点	距離 (km)	計測 震度	設置 方位	設置 位置	最大加速度 (cm/s ²)			備考
						H1	H2	V	
NMW	国立西洋美術館(免震)	476	2.3	218°	GL*	15	13	8	
					B1FW	6	5	4	
					B1FE	6	7	6	
					01FW	8	10	4	
					01FE	8	7	6	
					04F	10	8	4	
TKD	コーシャタワー佃	481	2.2	180°	01F*	7	5	3	
					18F	9	13	4	
					37F	14	17	6	
CG3	中央合同庁舎3号館(免震)	481	1.9	208°	B2F*	7	6	3	
					B1F	7	5	4	
					12F	11	12	5	
CGC	中央合同庁舎6号館	481	1.8	208°	01F*	6	5	3	
					20B	14	9	11	
					19C	11	7	8	

計測震度は*印の位置で算出。最大加速度のH1は設置方位、H2は直交する水平、Vは鉛直成分。** 振り切れたため参考値。

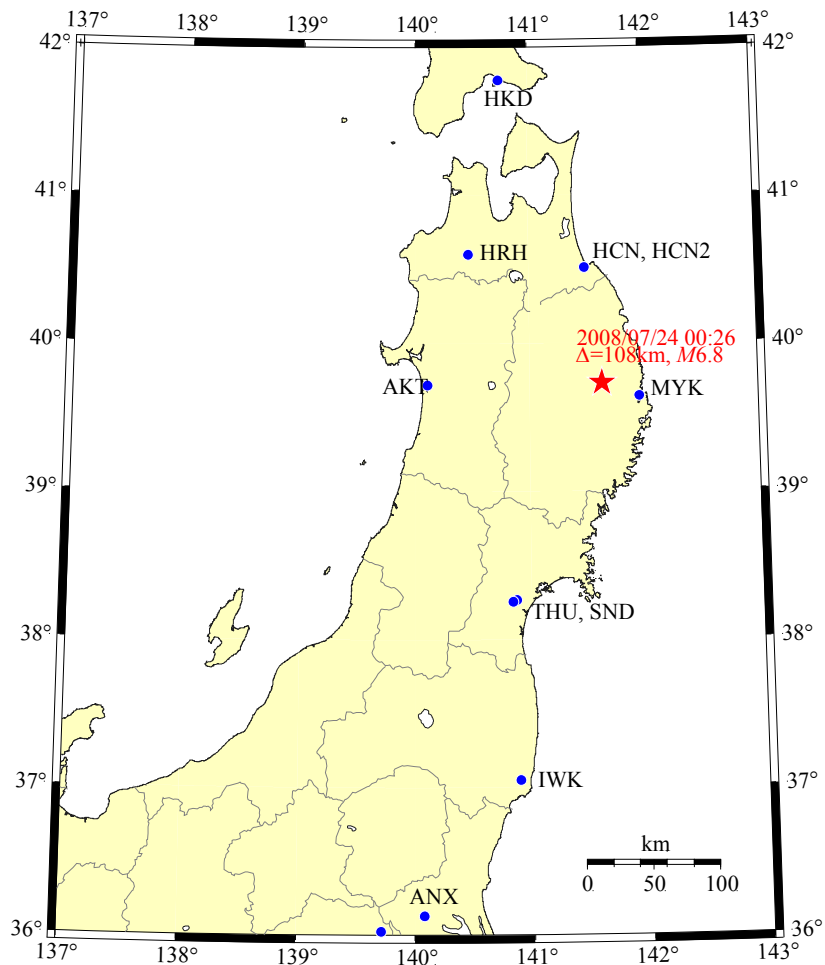


図-3.9 震央(★)と建築研究所の強震観測地点(●)の位置。記号は表-3.4を参照

3.4.1 宮古市庁舎(MYK)の強震記録

宮古市庁舎(MYK)は岩手県宮古市新川町に建つRC造7階建ての庁舎建物である。加速度計は庁舎1階(01F)、7階(07F)及び地表(GL)に設置されている。宮古市庁舎で観測された加速度記録と減衰定数5%の擬似速度応答スペクトルを図-3.10から図-3.12に示す。地表(GL)の記録から算出した計測震度は4.9であった。

01FとGLの加速度波形や応答スペクトルはよく似ており、応答スペクトルは周期1秒に卓越が認められる。またN180°E(南)成分に比べN270°E(西)成分の応答スペクトルが5倍から10倍近く大きくなっているのが特徴的である。07Fの波形や応答スペクトルには建物の1次固有振動が明瞭には表れていないが、フーリエスペクトル解析からは建物の1次固有周期は0.4秒及び0.5秒と見られ、01Fと07Fの応答スペクトルもこの周期領域で違いが見られる。

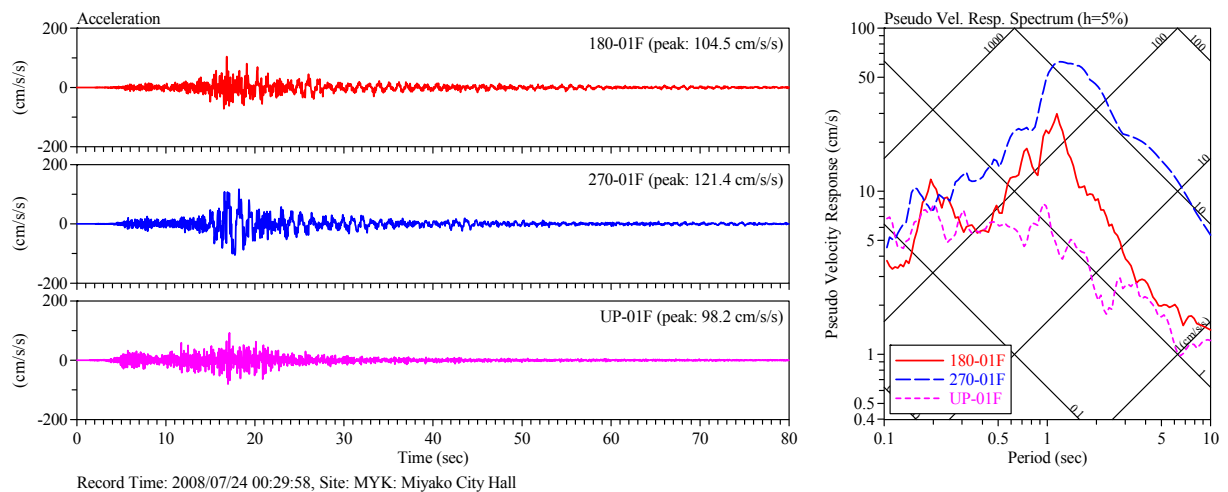


図-3.10 宮古市庁舎 01F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

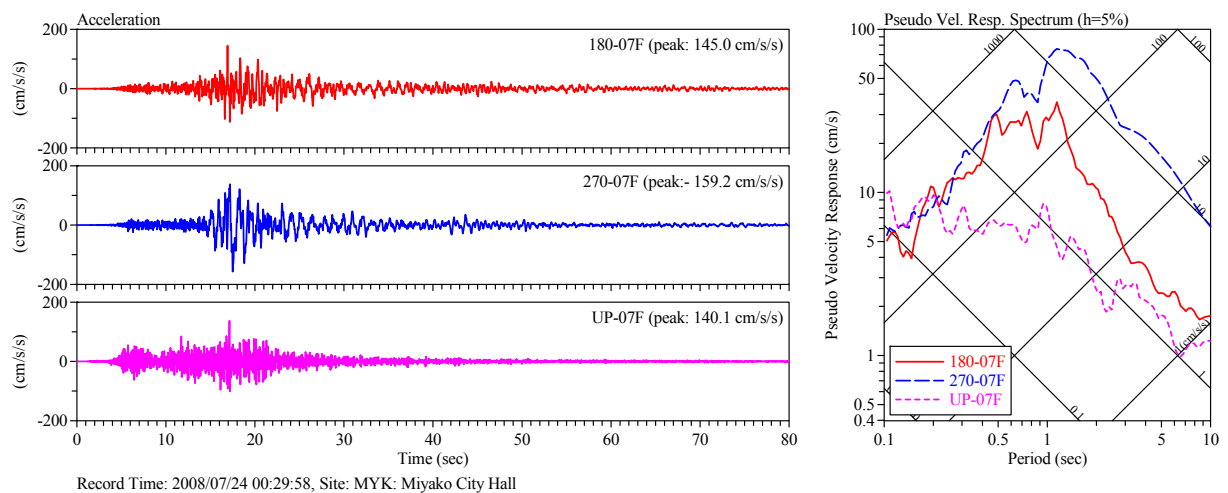


図-3.11 宮古市庁舎 07F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

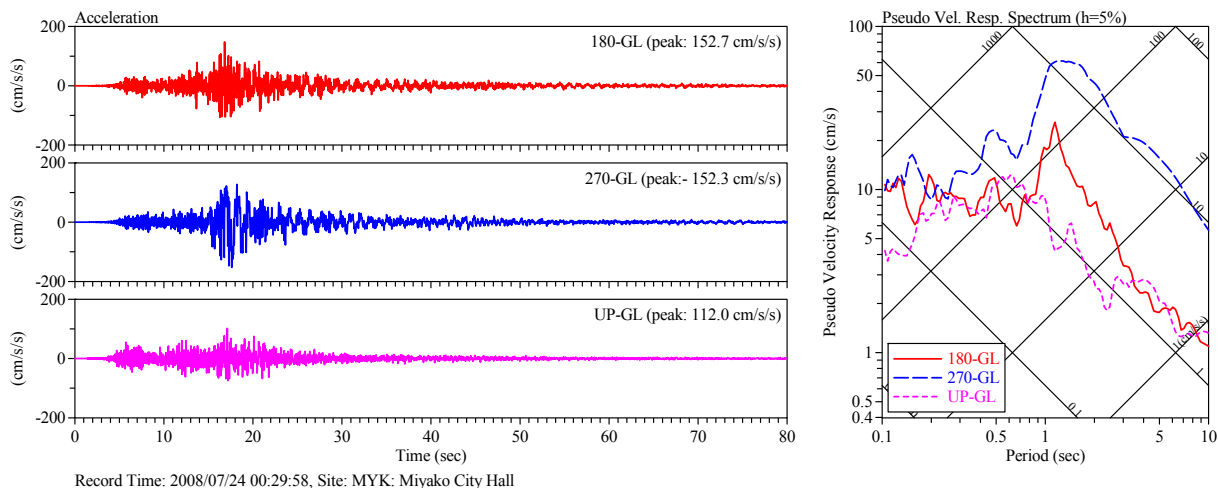


図-3.12 宮古市庁舎 GL の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3.4.2 八戸市庁舎本館 (HCN) 及び新館 (HCN2) の強震記録

八戸市庁舎は八戸市内丸に位置し、鉄筋コンクリート (RC) 造 6 階建ての本館 (HCN) と鉄骨鉄筋コンクリート (SRC) 造 10 階建て免震建物の新館 (HCN2) から構成されている。建築研究所は本館の地下 1 階及び 6 階と、新館の近傍地盤と建物内に 6 台の加速度計を設置している。

新館 (HCN2) の地表 (GL) で観測された加速度記録と減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3.13 に示す。この記録から算出した計測震度は 5.8 であった。加速度波形を見ると、最大加速度は $N254^\circ$ E 成分で 763 cm/s^2 と大きな値であるが、激しい揺れの継続時間は 10 秒足らずと短い。応答スペクトルに着目すると、 $N164^\circ$ E 成分と $N254^\circ$ E 成分の応答の大きさに違いが見られ、 $N254^\circ$ E 成分の応答スペクトルは 0.39 秒で 170 cm/s を超える応答となっている。

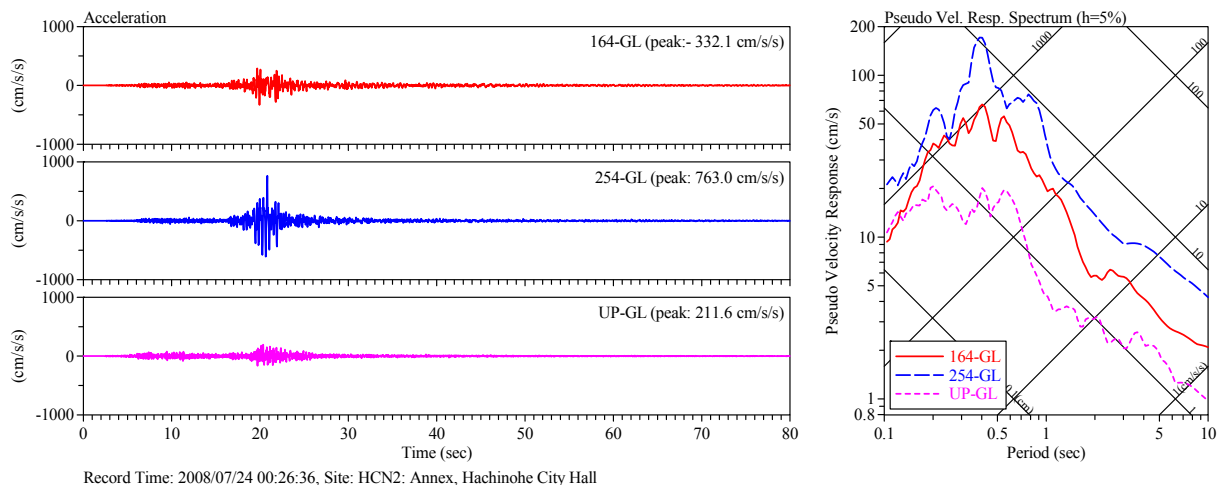


図-3.13 八戸市庁舎新館 GL の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

八戸市庁舎本館の 01F 及び 06F で得られた加速度記録と減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3.14 及び図-3.15 示す。近傍の地盤上で得られた記録 (図-3.13) に比べ、地下 1 階の記録では水平成分の最大加速度は $1/2$ から $1/4$ になっている。B1F の応答スペクトル (図-3.14) を地表 (GL) の応答スペクトル (図-3.13) と比較すると、全般的な傾向は変わらないものの B1F の応答振幅は一般的に小さく、GL の 0.4 倍から 0.8 倍の値となっている。

本館に設置してある強震計は測定範囲が 1G となっており、本館建物 6 階(06F)の N254° E 成分の加速度記録(図-3.15)はこの値を超えてしまい、振り切れている。06F の記録の応答スペクトルを見るとこの建物の固有周期である N164° E 成分 0.31 秒及び N254° E 成分 0.44 秒にピークが認められる。この地震では建物の N254° E 方向の固有周期に近い 0.4 秒から 0.5 秒の成分が地震動に多く含まれ、大きな応答を生じさせたものと思われる。

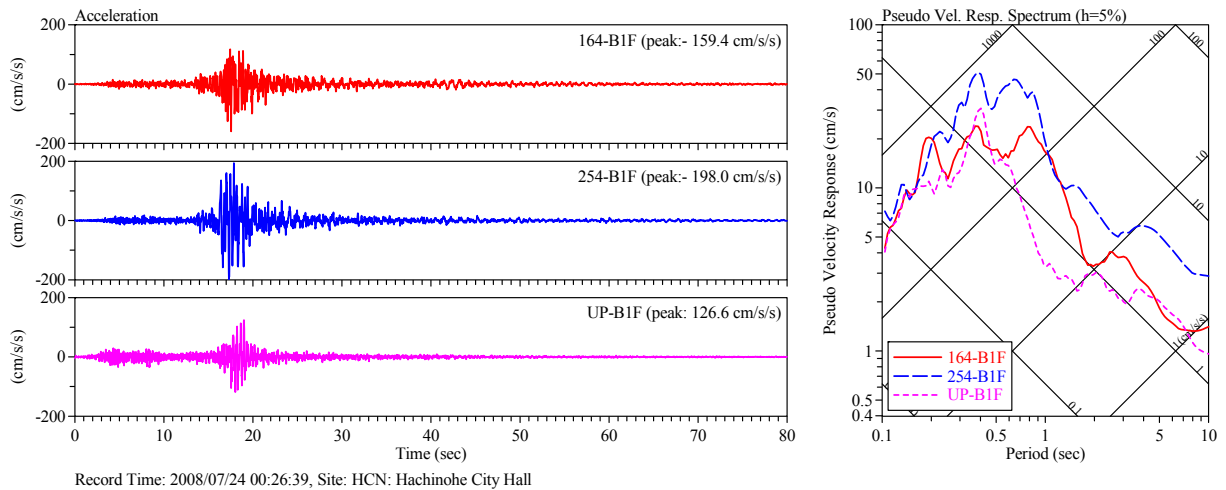


図-3.14 八戸市庁舎本館 B1F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

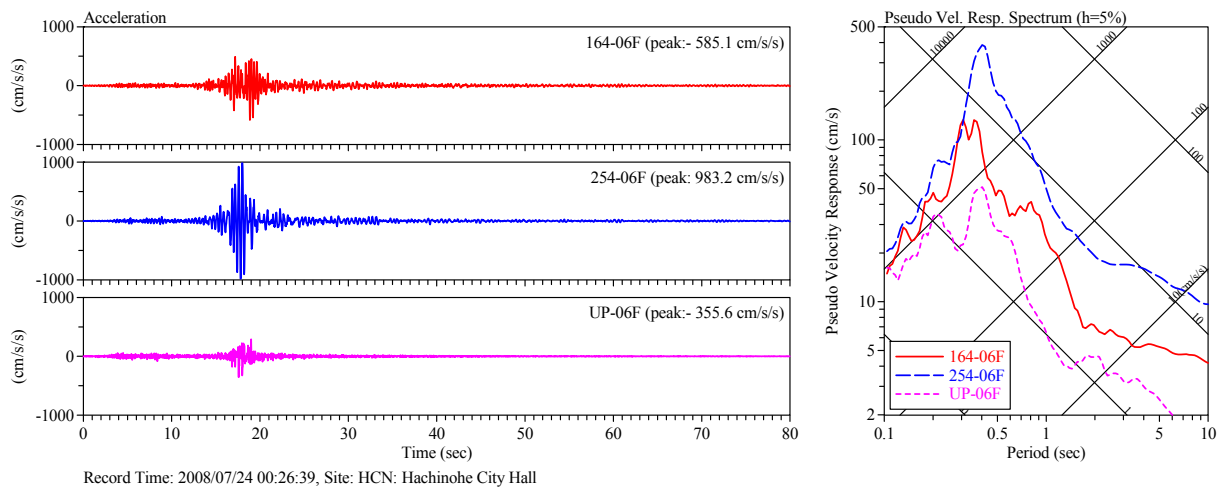


図-3.15 八戸市庁舎本館 06F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3.4.3 仙台第 2 合同庁舎 (SND) の強震記録

仙台第 2 合同庁舎(SND)は仙台市青葉区本町にある鉄骨造 15 階建ての庁舎建物である。加速度計は塔屋 1 階(15F)、地下 2 階(B2F)及び地中深さ 40 m(G40)に設置されている。仙台第 2 合同庁舎で観測された加速度記録と減衰定数 5%の擬似速度応答スペクトルを図-3.16 から図-3.18 に示す。建物への入力と考えられる地下 2 階(B2F)の記録から算出した計測震度は 3.7 であった。

B2F の記録の応答スペクトルに着目すると、水平成分では 1 秒を中心とした周期成分が優勢となっている。地中 40 m(G40)の記録も同様の形状をしている。建物 15 階(15F)の記録を見ると、地震動の後続部分で建物の揺れが長く継続した様子が表れており、特に N074° E 成分で顕著である。建物の固有周期は両方向とも約 2 秒であった。なお G40 の加速度計の上下成分は不調であり、

（ここでは除外している。

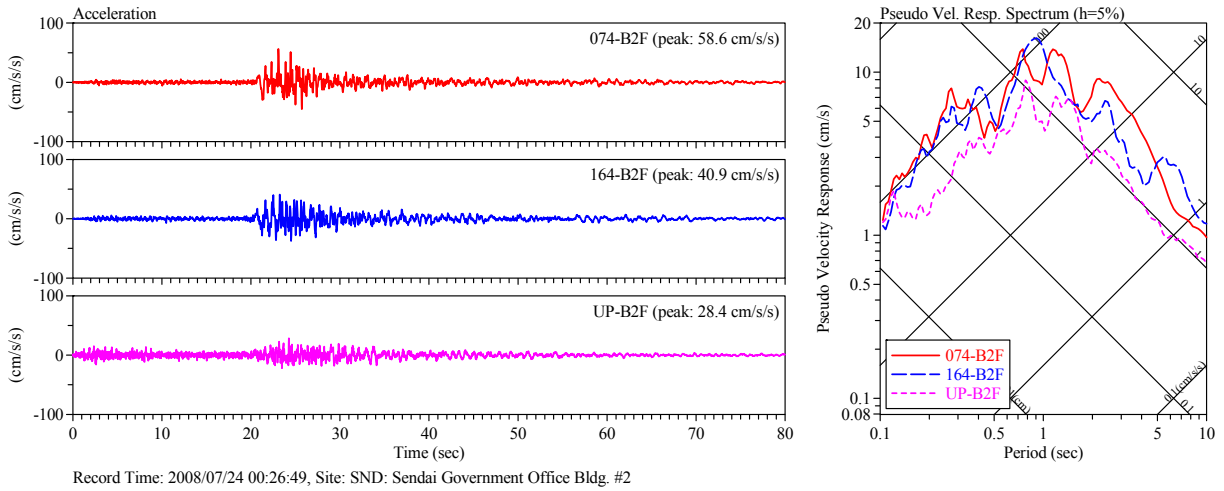


図-3.16 仙台第2合同庁舎 B2F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

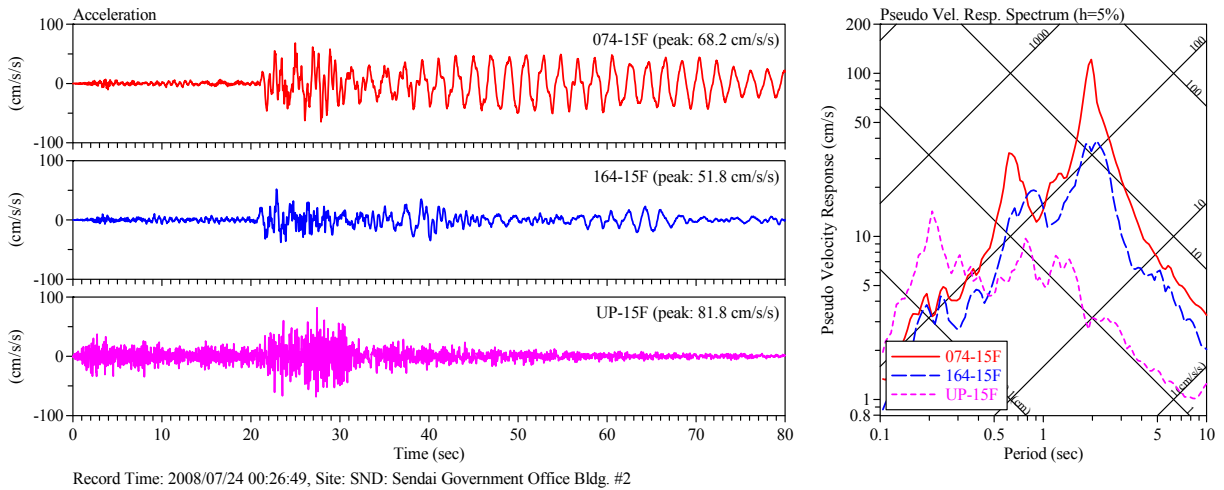


図-3.17 仙台第2合同庁舎 15F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

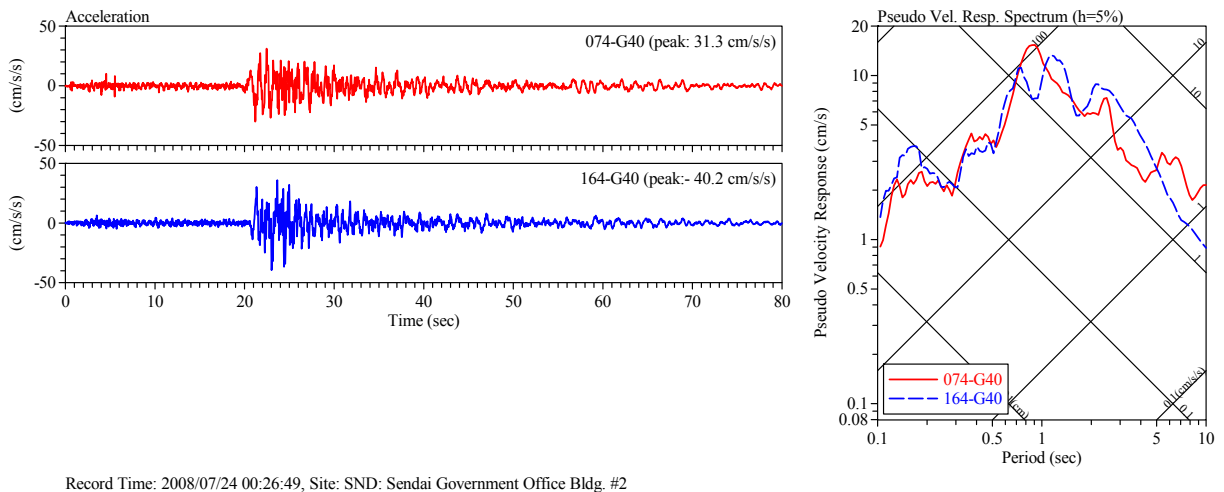


図-3.18 仙台第2合同庁舎 G40 の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3. 4. 5 東北大学人間・環境系研究棟 (THU) の強震記録

東北大学人間・環境系研究棟 (THU) は仙台市青葉区の東北大学青葉山キャンパスにある SRC 造 9 階建ての校舎建物である。加速度計は校舎 1 階及び 9 階に設置されている。東北大学人間・環境系研究棟で観測された加速度記録と減衰定数 5% の擬似速度応答スペクトルを図-3. 19 及び図-3. 20 に示す。建物 1 階 (01F) の記録から算出した計測震度は 4. 3 であった。

01F の記録の応答スペクトルを見ると、水平成分は 1 秒を中心とした卓越が観察され、仙台第 2 合同庁舎 B2F の記録と傾向は類似している。09F の記録の水平成分の応答スペクトルには 0. 8 秒及び 0. 9 秒に明瞭なピークが表れ、建物の 1 次固有周期に対応すると考えられる。

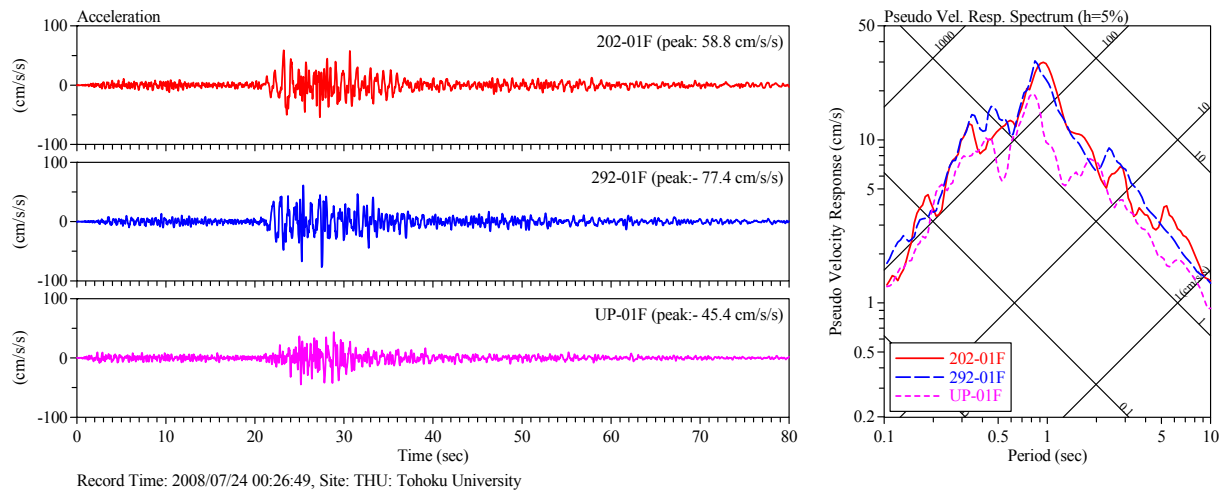


図-3. 19 東北大学人間・環境系研究棟 01F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

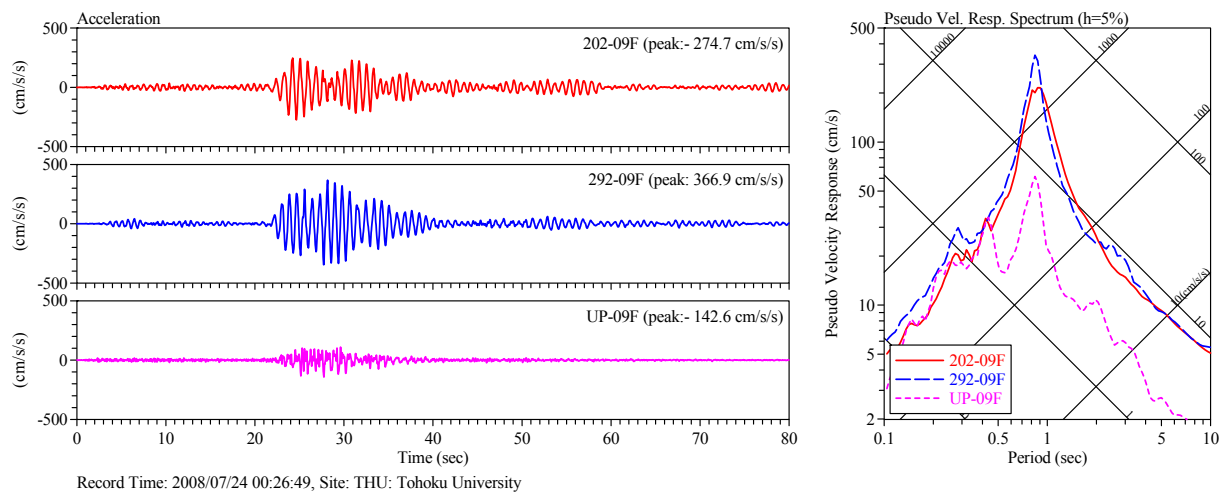


図-3. 20 東北大学人間・環境系研究棟 09F の加速度記録と 5%擬似速度応答スペクトル

3.5 まとめ

2008年7月24日00時26分に岩手県沿岸北部で発生した地震は東西方向に張力軸を持つ正断層型の地震であり、西側が落ち込む垂直に近い断層面を有する。この地震の余震活動は極めて低調であった。

気象庁、岩手県、青森県、宮城県などの自治体の震度情報ネットワーク、及びK-NETの観測地点では、岩手県及び青森県の5地点で震度6弱を観測した。また岩手県、青森県、宮城県の広い範囲で震度5弱以上の揺れを記録した。

K-NETとKiK-netの強震観測記録を分析すると、震央近傍では0.2秒から0.5秒の短周期成分が優勢であったことが指摘できる。各地点の記録の擬似速度応答値は大きくとも100 cm/s程度であった。

建築研究所の強震観測網では、東北地方を中心に17の観測地点で観測記録が得られた。八戸市庁舎の地盤上では計測震度に換算して5.8となる大きな地震動記録が得られた。また八戸市庁舎本館の6階では1Gを超える応答が観測された。

参考文献/参照サイト

- 3.1) 気象庁：「2008年7月24日00時26分の岩手県沿岸北部の地震について(第2報)」，
<http://www.jma.go.jp/jma/press/0807/24b/200807241100.html>
- 3.2) 気象庁：「2008年7月24日00時26分の岩手県沿岸北部の地震について(第3報)」，
<http://www.jma.go.jp/jma/press/0807/24c/200807241630.html>
- 3.3) 防災科学技術研究所強震ネットワーク K-NET: <http://www.k-net.bosai.go.jp/>
- 3.4) 防災科学技術研究所基盤強震観測網 KiK-net: <http://www.kik.bosai.go.jp/>
- 3.5) 気象庁：「2008年7月24日00時26分の岩手県沿岸北部の地震について(第4報)」，
<http://www.jma.go.jp/jma/press/0807/25b/200807251630.html>
- 3.6) 東北地方土木地質図編纂委員会：東北地方土木地質図解説書，1988.
- 3.7) 日本の地質「東北地方」編集委員会編，日本の地質2 東北地方，共立出版，1991.