

2017 年 国総研・地震観測記録の整理と分析

建築研究部構造基準研究室

1. はじめに

国土技術政策総合研究所及び建築研究所では、UR 都市機構等の協力の下、国土交通省総合技術開発プロジェクト「地震動情報の高度化に対応した建築物の耐震性評価技術の開発」(2010～2013 年度)が着手されたのを機に、建物-周辺地盤の同時地震観測建物を拡充した¹⁾。本論は、これらのうち、国総研主体で観測を実施している観測建物において得られた記録を整理し、地盤 - 構造物の動的相互作用の建物地震応答への影響について考察を加えたものである。

2. 観測の概要

本論で取り上げた観測建物の概要は表 1 に示す通りであり、文献 1)での記録取りまとめ以降、比較的多く観測記録が得られたものを選択している。また、表 2 には、本論で分析対象とした記録の観測期間と、震度毎の記録数を観測建物毎に示している。

本論で取り上げた観測建物の数は 17 棟であり、うち 3 棟は高層又は超高層建物(UKM, NKS, DIB)で、1 棟は免震建物(KCH)である。残りの 13 棟は 3 階から 9 階建てまでの中低層建物である。なお、表 1 中の KKS においては、同一敷地内に 3 階建てと 4 階建ての建物が混在しており、両方の建物に地震計を設置している。ただし、地表についてはこれらの敷地内の 1 箇所のみに地震計を設置しており、地表と建物内の記録の関係を分析する場合においては、両者の建物で、この 1 箇所で観測された地表の記録を共通に用いている。

表 1 観測建物概要

記号	所在地	階数			高さ (m)	主要構造	基礎構造	観測箇所
		地上	地下	塔屋				
KKS-A	北海道釧路市	3	0	0	11.5	RC		3F, 1F, 地表
KKS-B		4	0	0		RC		4F, 1F, 地表
ARK	東京都北区	3	0	1	12	RC	杭基礎	3F, 1F, 地表
SMD	茨城県筑西市	3	0	1	12.3	RC	杭基礎	3F, 1F, 地表
EDG	千葉県野田市	3	0	0	13.58	RC	杭基礎	3F, 1F, 地表
UTM	栃木県宇都宮市	3	1	0	16.1	RC+鉄骨ブレース	直接基礎	3F, B1F, 地表
NBO	宮崎県延岡市	3	0	2		RC		4F, 1F, 地表
TKS	千葉県千葉市	5	0	0	13.75	RC壁式	杭基礎	5F, 3F, 1F, 地表
TSM	愛知県津島市	5	0	2	27.6	RC		PH(6), 1F, 地表
WUM	高知県高知市	6	1	0	17.6	RC		6F, 1F, 地表
SMZ	静岡県静岡市	6	0	1	23	SRC		6F, 1F, 地表
NGZ	愛知県名古屋市	8	1	0	31.05	SRC		PH(9), B2F, 地表
MYZ	宮崎県宮崎市	9	1	3		SRC		9F, 1F, 地表
UKM	東京都北区	20	0	3	59.9	RC	杭基礎	20F, 10F, 1F, 地表
NKS	大阪府大阪市	25	1	3	103.1	S		24F, 12F, B3F, 地表
DIB	東京都港区	33	0	0	99.95	CFT		33F, B1F, 地表
KCH	高知県高知市	8	0	2	29	RC(免震)		PH2F, B1F(免震層上部), 地下ピット(免震層下部), 地表

表 2 本論で分析対象とする記録の観測期間と震度毎の観測記録数

記号	観測期間	記録数		
		震度1～2	震度3	震度4
KKS-A KKS-B	2013.4～2013.12	7	4	0
ARK	2012.3～2013.12	71	10	2
SMD	2012.5～2017.3	179	17	9
EDG	2014.3～2017.3	42	11	2
UTM	2014.1～2017.3	35	6	0
NBO	2013.3～2016.5	69	11	1
TKS	2014.3～2017.3	98	7	0
TSM	2013.4～2016.4	14	1	0
WUM	2012.7～2014.10	9	2	0
SMZ	2013.7～2016.1	20	3	0
NGZ	2013.7～2016.11	13	1	0
MYZ	2013.2～2016.5	56	13	3
UKM	2014.2～2017.2	44	10	0
NKS	2012.12～2016.11	21	3	0
DIB	2012.4～2013.3	15	4	1
KCH	2012.10～2014.10	3	0	0

3. 記録の整理結果

各観測建物について、地表と建物内での観測記録から求めたフーリエスペクトル比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)を別添 1 に、記録の最大値を整理した結果を別添 2 に示す。

別添 1 のフーリエスペクトル比は、記録毎に幅 0.1Hz の Parzen window により平滑化した上で震度毎に平均値を求めたものであり、最上階/地表を赤線で、最下階/地表を緑線で、最上階/最下階を青線で示している。

別添 2 における最大値の整理項目は以下の通りである。

- (1) 地表の最大加速度(PGA)と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係
- (2) 地表の最大速度(PGV)と最下階の最大速度及び最上階の最大速度の関係
- (3) 地表の地震記録の等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係
- (4) 地表の地震記録の等価卓越振動数と最大速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、相対速度/地表)との関係

なお、(3)及び(4)における等価卓越振動数は次式により求めている。

$$f_{eq} = PGA/PGV/2\pi \quad (1)$$

ここに、PGA: 周辺地盤地表での最大加速度、PGV: 周辺地盤地表での最大速度(ただし、PGAの発生する時刻の前後2秒以内の値とする)

また、(4)の相対速度は、最上階の加速度記録と最下階の加速度記録の差を積分して求めている。

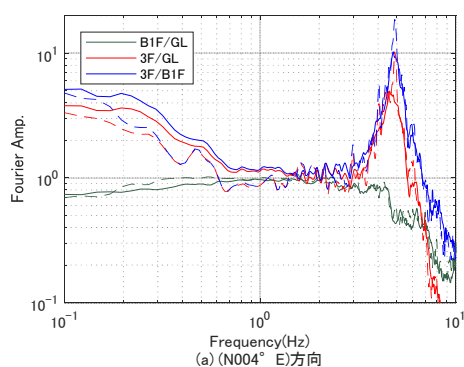
4. 整理結果についての考察

4.1 UKM, EDG 及び TKS について

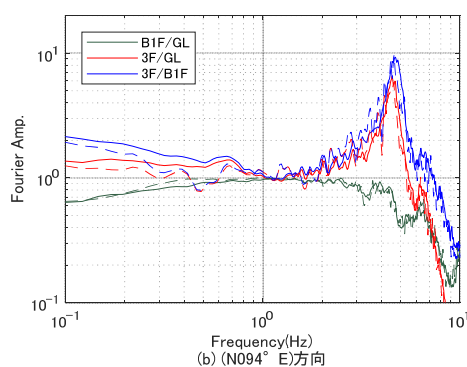
一般に、建築物の地震応答に対する地盤 - 構造物の動的相互作用(SSI)の影響は、高層の建築物より低層の建築物に対する方が大きく現れる傾向にあるとされる。まず、低層建築物を代表する

ものとして、UTM、EDG 及び TKS を取り上げ、それぞれの地震記録整理結果を概観する。各建築物の構造特性は文献 1)に示されている。

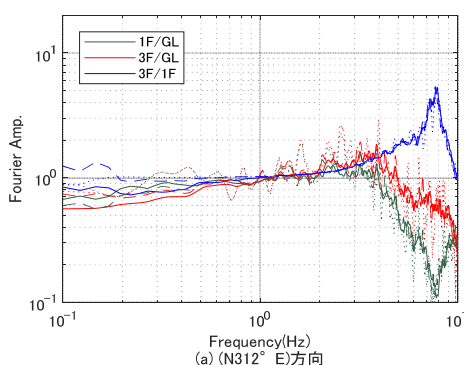
図1は、UTM, EDG及びTKSに関するフーリエスペクトル比であり、それぞれ、別添1から転載している。



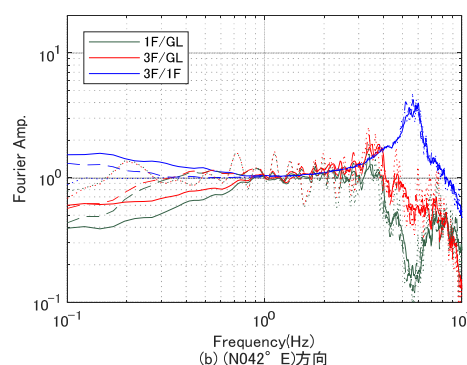
(1)-1 UTM: 短辺 (14.0m) 方向



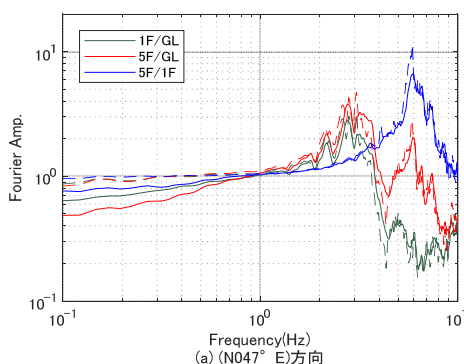
(1)-2 UTM: 長辺 (36.0m) 方向



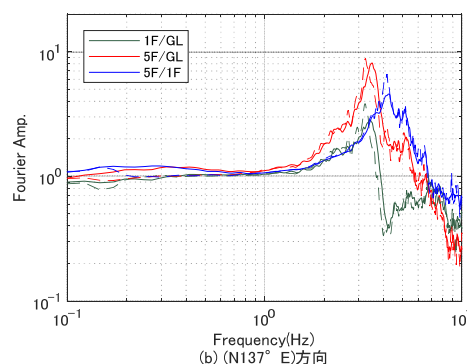
(2)-1 EDG: 短辺 (18.0m) 方向



(2)-2 EDG: 長辺 (23.0m) 方向



(3)-1 TKS: 長辺 (65.7m) 方向



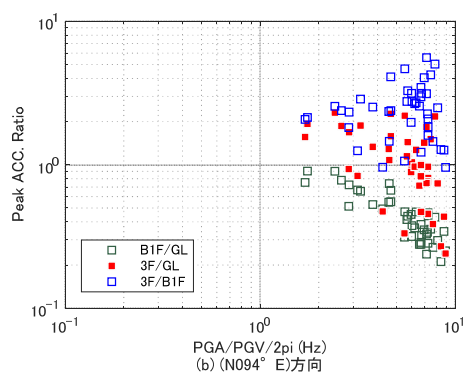
(3)-2 TKS: 短辺 (6.96m) 方向

図1 フーリエスペクトル比 (実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)

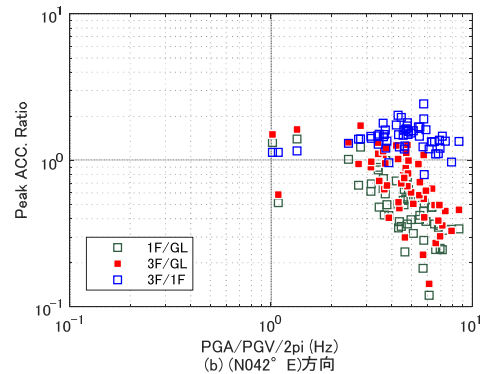
赤線(最上階/地表)のピーク位置と青線(最上階/最下階)のピーク位置に着目すると、EDG及びTKSでは、赤線のピーク位置は青線のピーク位置に対し、UTMの場合より大きく低振動数側に移動しているのが特徴的である。UTMより地盤がやや軟弱な地域に建つ杭基礎のEDG及びTKS

の場合には慣性の相互作用の効果がより大きく現れ、スウェイばねの影響を含む構造物の固有周期がより長周期化したことに対応すると考えられる。また、赤線のピーク位置は、TKSの短辺方向を除き青線のピーク位置より低下している。一方、UTMの場合は赤線のピーク位置は青線のピーク位置に対し低振動数側にあまり移動することはないが、明らかに下方に移動している。

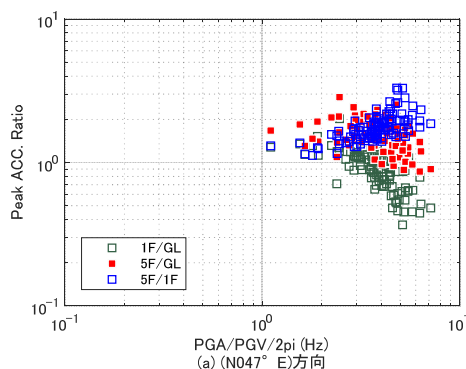
赤線のピーク位置と緑線のピーク位置に着目した場合、EDG及びTKSでは、UTMの場合より接近したものとなっている。これら2棟の上部構造においては剛体挙動がより大きくなっているものと推察される。緑線には上部構造からの慣性力の影響が含まれるものの、入力相互作用による入力損失に対応すると考えられる。緑線は高振動数領域で1.0を下回るようになるが、このことは入力地震動の高振動数成分が低減され易いことに対応する。UTMの場合、スウェイばねの影響を除く構造物の固有振動数(青線のピークに対応)は、入力損失の得られやすい領域にあり、UTMの青線と赤線のピーク位置の差は、緑線が1.0より低下している度合い、すなわち入力損失の程度に対応しているものと言える



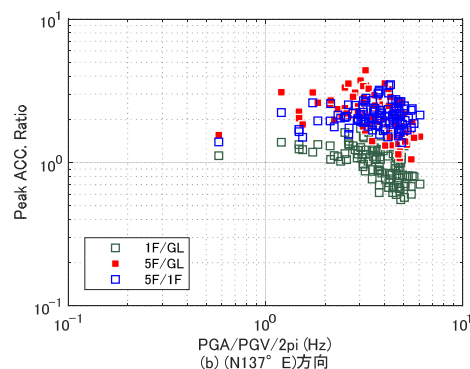
(1) UTM: 長辺 (36.0m) 方向



(2) EDG: 長辺 (23.0m) 方向

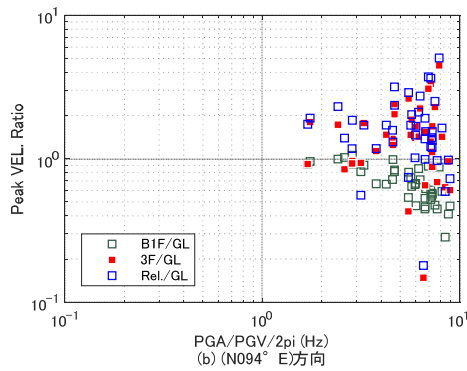


(3)-1 TKS: 長辺 (65.7m) 方向

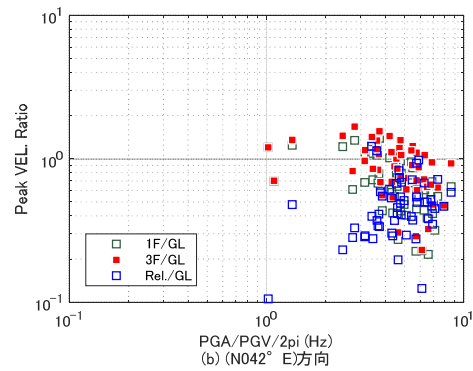


(3)-2 TKS: 短辺 (6.96m) 方向

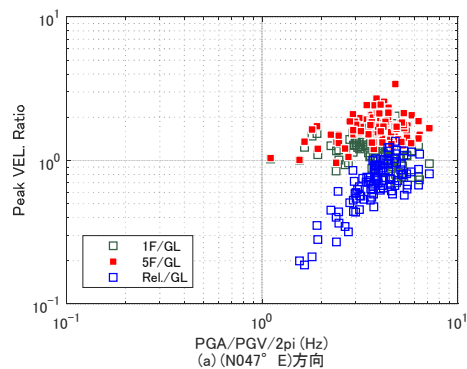
図2 最大加速度比(最上階/GL, 最下階/GL, 最上階/最下階)



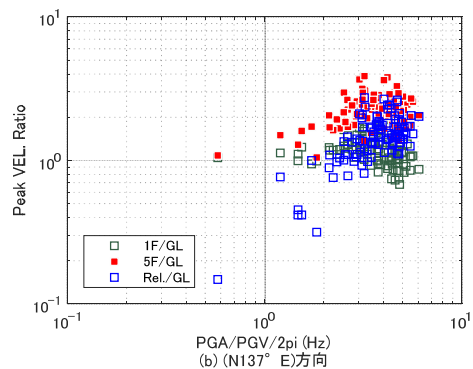
(1) UTM: 長辺 (36.0m) 方向



(2) EDG: 長辺 (23.0m) 方向



(3)-1 TKS: 長辺 (65.7m) 方向



(3)-2 TKS: 短辺 (6.96m) 方向

図3 最大速度比(最上階/GL, 最下階/GL, (最上階-最下階)/GL)

図2は地震動の等価卓越振動数 f_{eq} と最大加速度比の関係を、図3は地震動の等価卓越振動数と最大速度比の関係を示している。それぞれ、別添2より転載したものである。

文献3では、1995年兵庫県南部地震での記録及び解析に基づく整理分析結果から、基礎応答の最大値は地表と比較し、最大加速度で7割、最大速度で9割程度に低減されると報告されている。しかしながら、図2の等価卓越振動数と PBA/PGA (緑点) 及び図3の等価卓越振動数と PBV/PGV (緑点) の関係から、これらの低減程度は地震動の周波数特性の影響を受けることが改めて確認できる。TKSの場合には、地震動の等価卓越振動数によっては、むしろ1.0を上回っている。

図2の PTA/PGA (赤点) に着目した場合、明らかに振動数依存性が認められ、図1において赤線で示すフーリエスペクトル比のピークが位置する振動数の近傍で PTA/PGA も増幅される傾向が認められる。周知の通り、基礎固定の1自由度系の場合、共振時には PTA/PGA は、概ね2.5~3.0となる。観測建物の PTA にはスウェイ及びロッキング成分が含まれ、純粋な上部構造の応答ではないが、それでも PTA/PGA は2.5を下回る傾向が認められ、建物の地震応答は地盤 - 構造物の動的相互作用により低減されているものと推察される。

図3の PTV/PGV (赤点) に着目した場合、図2の PTA/PGA の場合と同様、やはり振動数依存性が見られる。 $(PTV-PBV)/PGV$ (青点) と比較した場合には、特に、TKSの長辺の場合に、明らかに $(PTV-PBV)/PGV$ が PTV/PGV を下回っていることが分かる。一方、UTMの場合には両者にそれほど差は認められない。これらの結果は、杭基礎の場合には上部構造において剛体的な挙動が

より大きくなっていることに対応していると考えられる。

4.2 その他の場合

別添1においては、最後の図A-17を除き、図A-1から図A-16まで、階数の低い建築物から順にフーリエスペクトル比を示している。図A-17はKCHのフーリエスペクトル比を示すが、このKCHのみ免震建築物である。赤線のピークと青線のピーク位置のずれに着目した場合、6FのTSM及びWUMではずれはほとんど見られなくなり(図A-10, A-11)、20F以上となるUKM, NKS及びDIBでは、赤線のピーク位置と青線のピーク位置はほとんど一致している。KCHの場合は、3FのKKS-Aと類似したものとなっている。KCHでは震度3以上の地震記録が観測されておらず、免震建築物であっても震度1-2の範囲では非免震として挙動した結果と考えられる。

別添2においても、最後のKCHを除き、整理結果を階数の低い建築物から順に示している。比較的階数の低い建築物の結果は、UTMを除き杭基礎の建築物であるので、EDG及びTKSと同様となる。また、特に等価卓越振動数と最大速度比に着目した場合、6FのWUMより階数が多くなると、赤丸(最上階/地表)と、青丸(相対/最下階)で、ほとんど同じになることが特徴的である(各ページの一番下の図)。低層の場合、剛体的な挙動が卓越するのに対し、階数が増えるにつれ、上部構造自体の変形が大きくなることに対応していると考えられる。

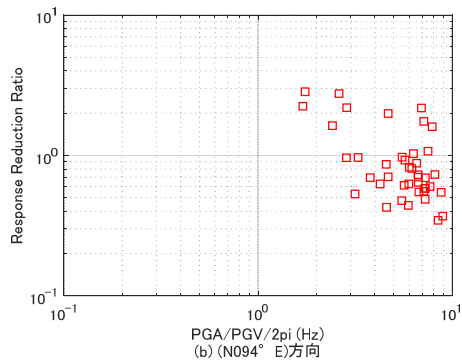
5. 地震応答低減率の推定

地盤-構造物の動的相互作用による建物応答への影響を、基礎固定を仮定した場合の地震応答との比較により評価することを検討する。動的相互作用の影響の大きいものとして、UTM, EDG及びTKSを取り上げる。

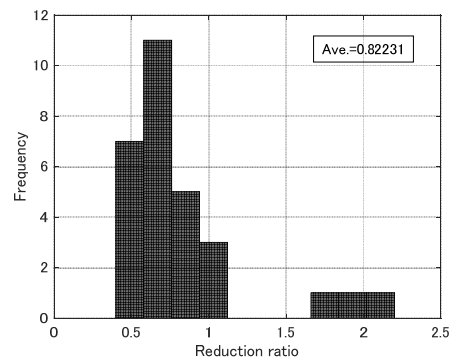
地震応答としては相対速度に着目する。なお、前述した通り、ここでは最上階と最下階の加速度記録の差を積分して得られる値を相対速度としておりロッキングの影響が含まれているが、地震観測ではロッキングが観測されていないため、建物のロッキング成分を除去することはできない。したがって、ここに求めた相対速度は建物自体の相対速度を大きめに見積もることになる。一方、比較対象とすべき基礎固定モデルの相対速度は1自由度系の地震応答解析により求める。1自由度系の固有振動数はフーリエスペクトル比TOP/BASEのピークに対応する振動数とする。また減衰定数は5%とし、地震入力 は地表での観測記録とする。基礎固定の1自由度系の相対速度に対する観測建物の相対速度の比を応答低減率として求めた結果を図4-1,2に示す。等価卓越振動数～低減率関係と低減率の度数分布を並べて示す。度数分布のグラフには平均値を書き込んでいく。なお、度数分布は図1のフーリエスペクトル比から読み取れる相互作用系の固有周期の前後0.1秒の範囲内で求めている。

観測建物の相互作用系としての固有振動数近傍で応答低減率は大きくなる(低減効果が小さくなる)傾向が見られる。低減率には、ばらつきが見られるが、3棟の場合とも、基礎固定系とした地震応答解析結果より実際の地震応答は低減される傾向が見て取れる。特に、より軟弱な地盤上にあるEDGの場合には低減率の平均値は0.23となり、地盤-構造物の動的相互作用効果により応答は大きく低減されていると見なせる。TKSの場合、長辺方向と短辺方向では明らかに差が認められ、短辺方向では応答の低減程度は小さくなる。図1のフーリエスペクトル比を見ても長辺方向と短辺方向では応答特性に差があることは明らかであり、短辺方向ではロッキングの影響が大

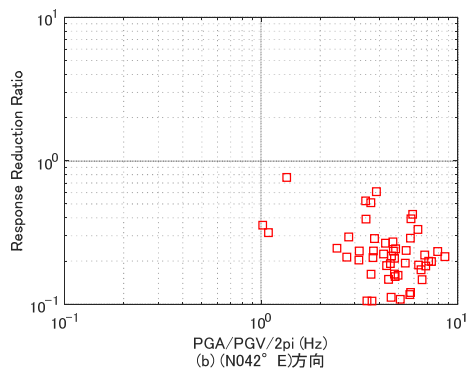
きく現れたものと考えられる。なお、ここでの応答の低減率は、上部構造の応答に着目したものであり、特に、基礎杭を有する観測建物の場合には、地盤 - 構造物の動的相互作用の杭の挙動に対する影響についてさらなる検討を要する。



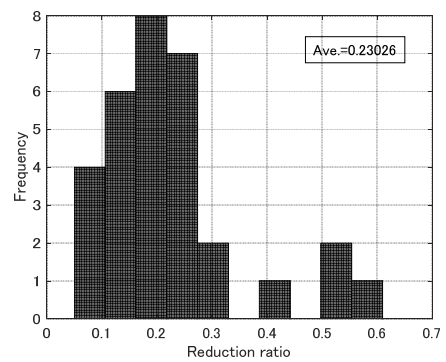
(1)-1 等価卓越振動数～低減率 (UTM: 長辺)



(1)-2 低減率の度数分布 (Ave: 0.82)

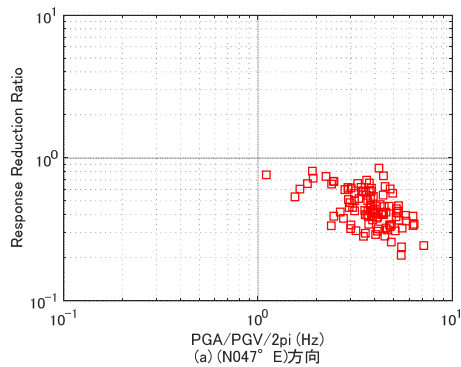


(2)-1 等価卓越振動数～低減率 (EDG: 長辺)

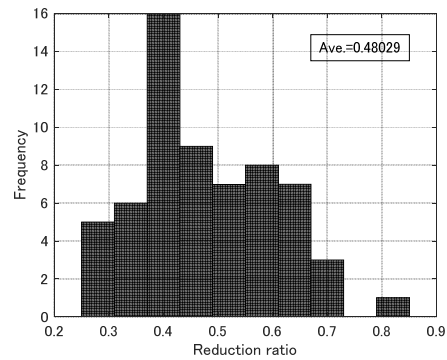


(2)-2 低減率の度数分布 (Ave: 0.23)

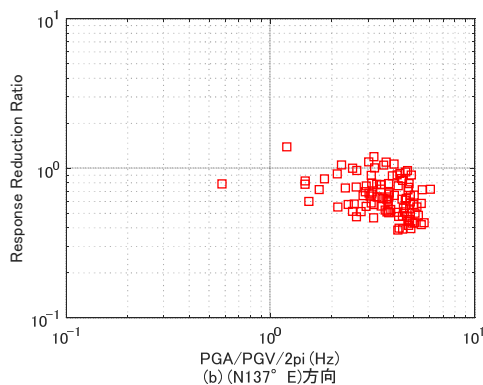
図4-1 応答低減率の推定 (基礎固定1自由度系の応答解析結果との比較)



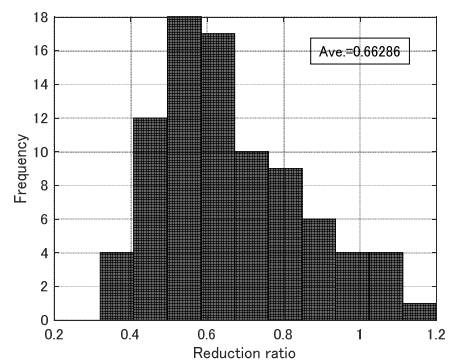
(3)-1 等価卓越振動数～低減率 (TKS: 長辺)



(3)-2 低減率の度数分布 (Ave: 0.48)



(4)-1 等価卓越振動数～低減率 (TKS: 短辺)



(3)-2 低減率の度数分布 (Ave: 0.66)

図4-2 応答低減率の推定(基礎固定1自由度系の応答解析結果との比較)

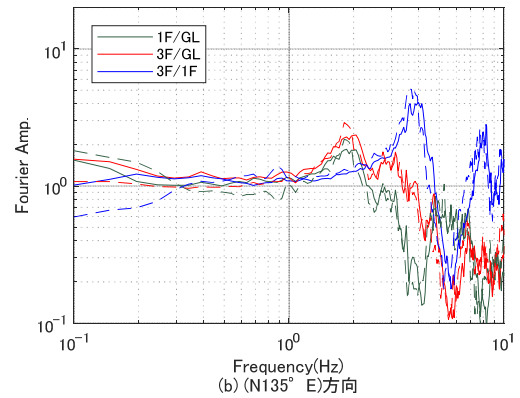
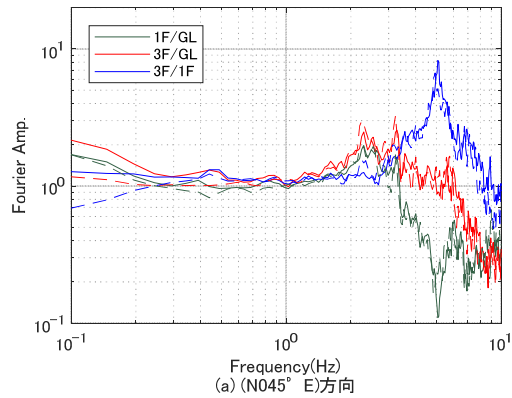
6. まとめ

国総研が実施している建築物の地震観測より、2017年3月までに得られた17棟分の観測記録を整理し、建築物の地震応答に与える地盤 - 構造物の動的相互作用の影響を検討した。これらのうち、低層3棟については、基礎固定系との比較から動的相互作用による上部構造の応答低減率を推定した。今後も地震観測を継続して実施し、記録が蓄積され次第、随時、検討を重ねていくこととする。

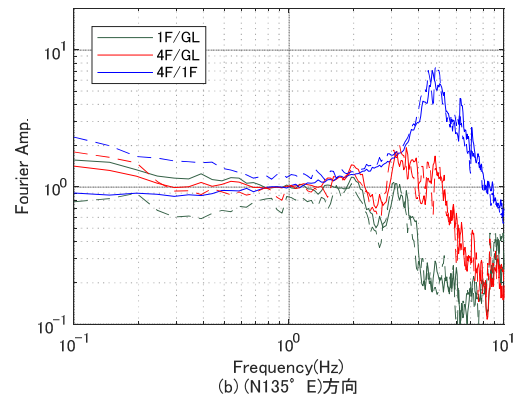
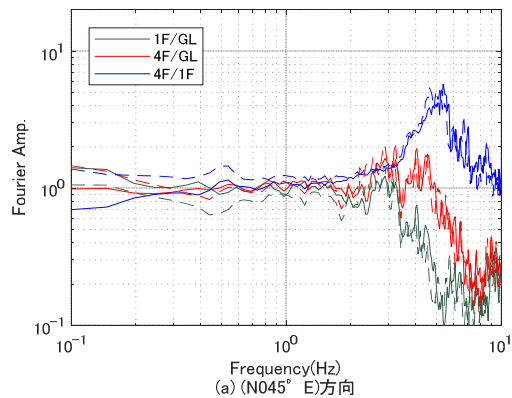
参考文献

- 1) 小豆畑達哉、井上波彦、飯場正紀、鹿嶋俊英、小山信、中川博人、田沼毅彦、森田高市: 地震観測に基づく地盤 - 建築構造物の動的相互作用に関する研究、国総研資料第866号(建築研究資料第167号)、2015年10月
- 2) 小島宏章、福和伸夫、飛田潤: 強震観測・常時微動計測に基づく中低層建物の入力損失効果に関する研究、日本建築学会構造系論文集、第587号、2005.1、pp.77-84
- 3) 安井譲、井口道雄、赤木久真、林康裕、中村充: 1995年兵庫県南部地震における基礎有効入力動に関する考察、日本建築学会構造系論文集、No.512、1998.10、pp.111-118

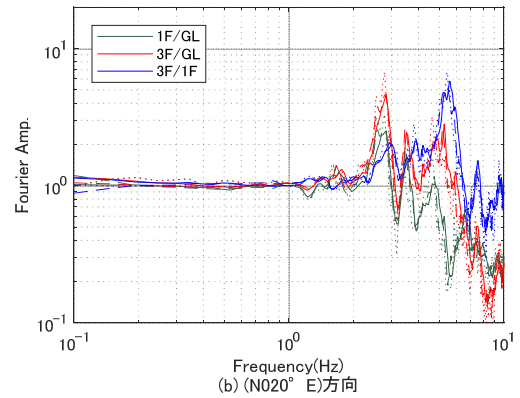
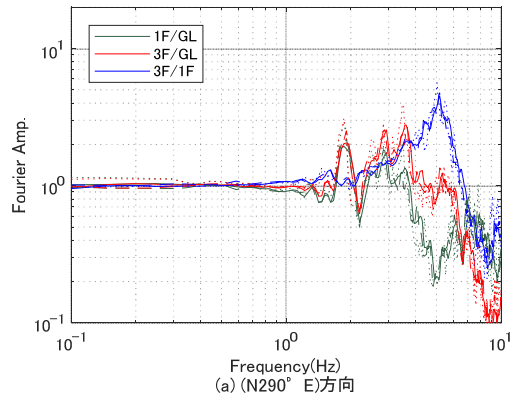
別添1 フーリエスペクトル比の整理結果



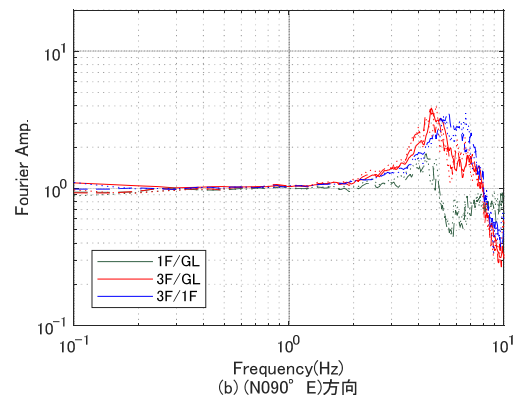
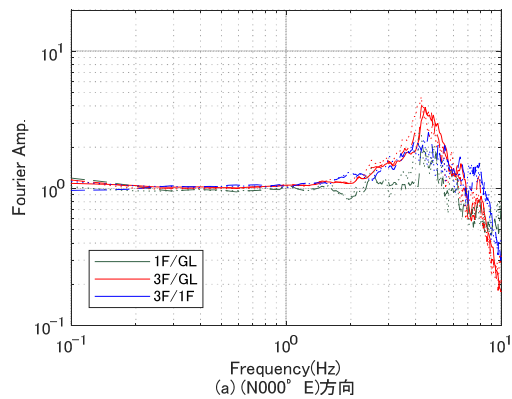
図A-1 KKS-A (3F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



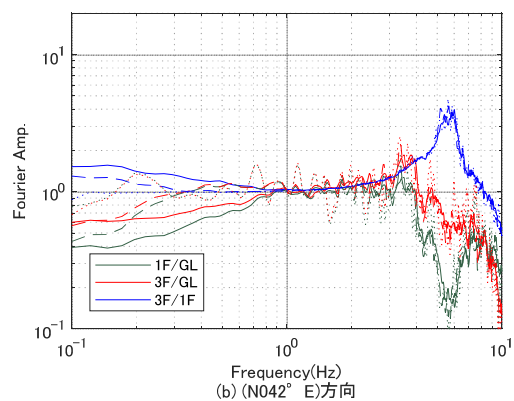
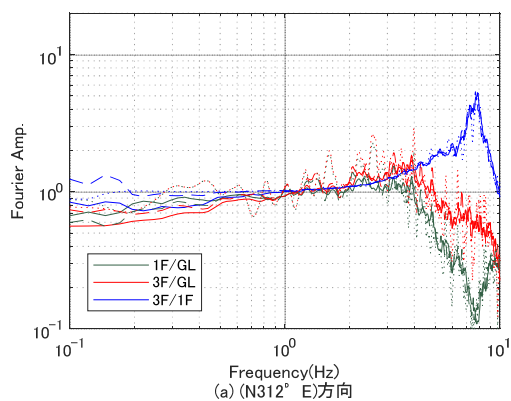
図A-2 KKS-B (4F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



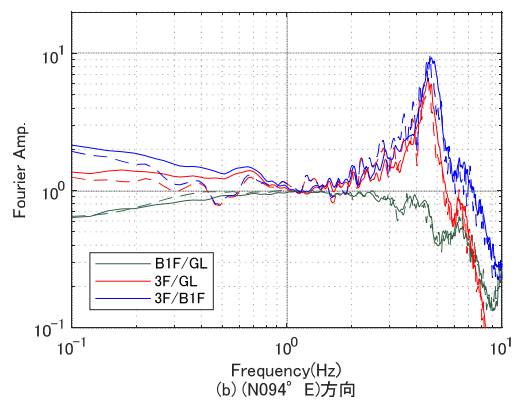
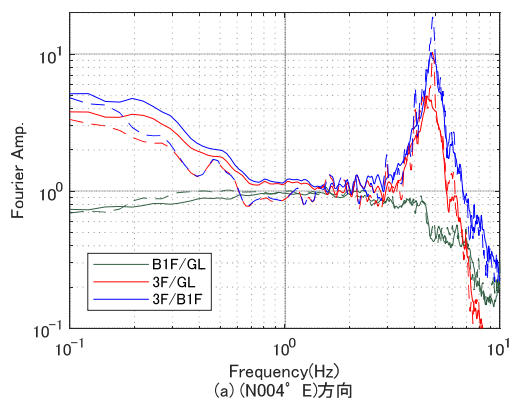
図A-3 ARK (3F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



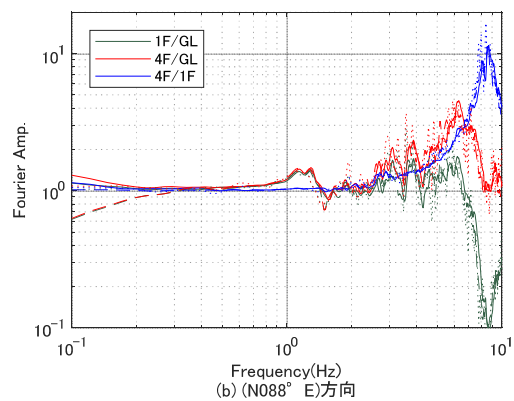
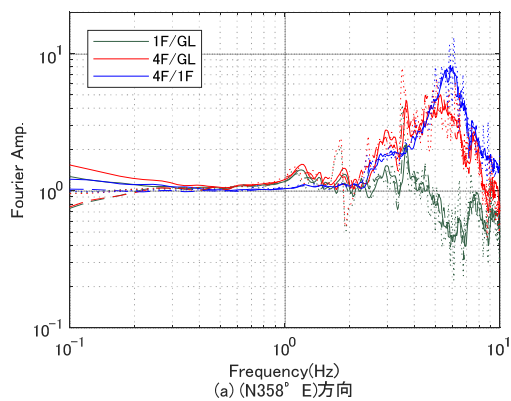
図A-4 SMD (3F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



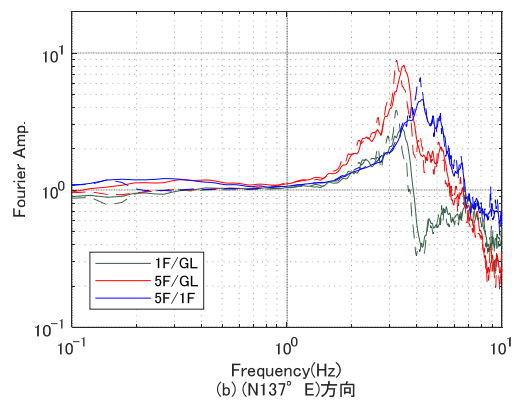
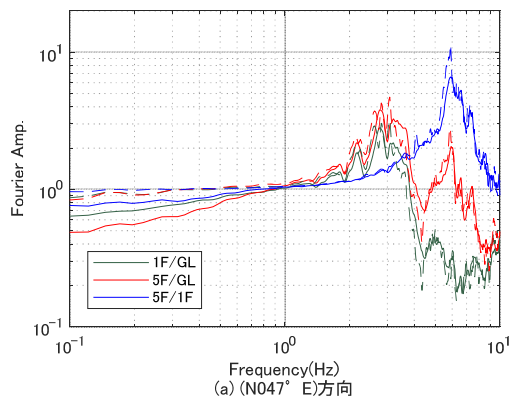
図A-5 EDG (3F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



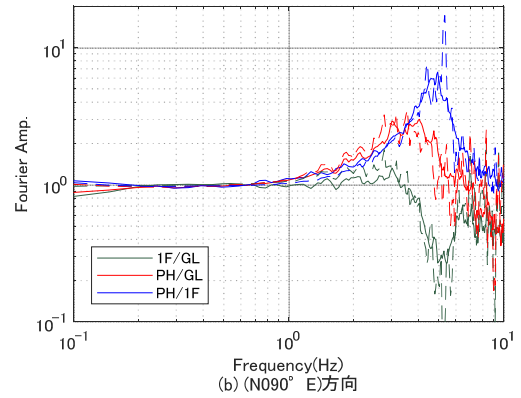
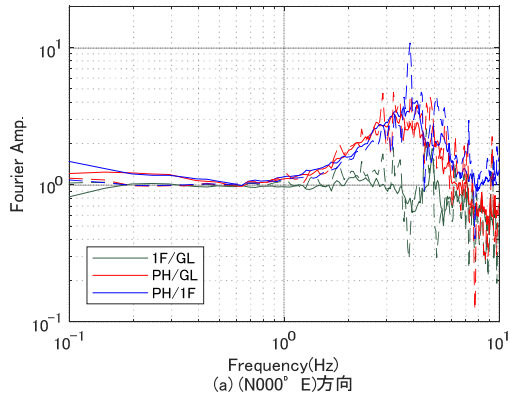
図A-6 UTM (3F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



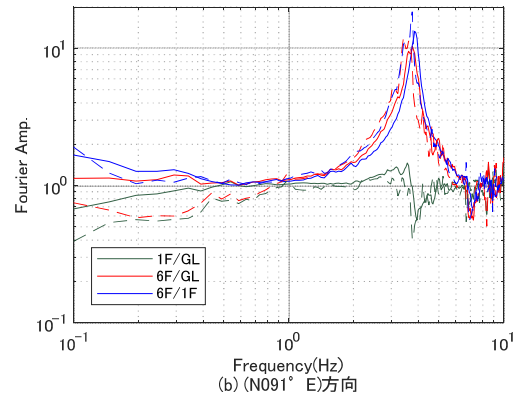
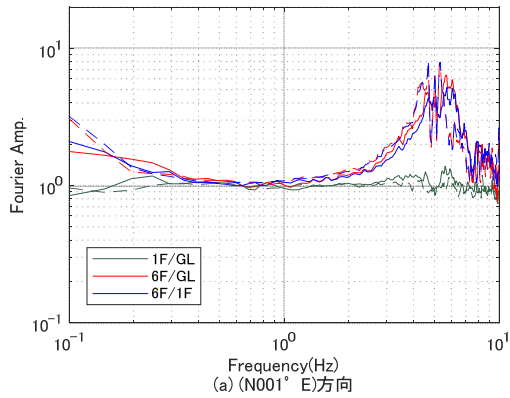
図A-7 NBO (4F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



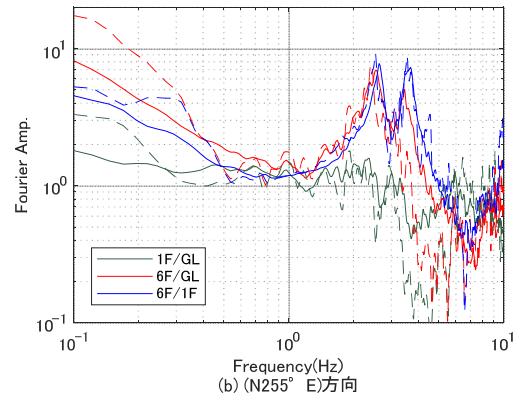
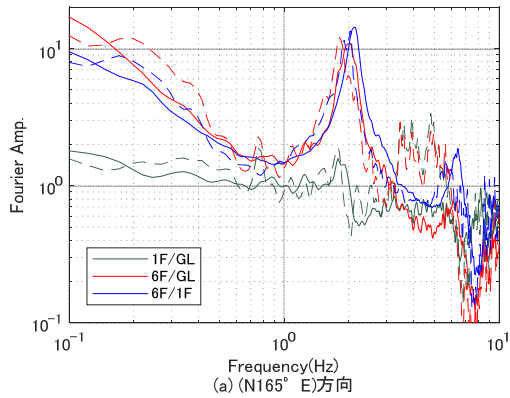
図A-8 TKS (5F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



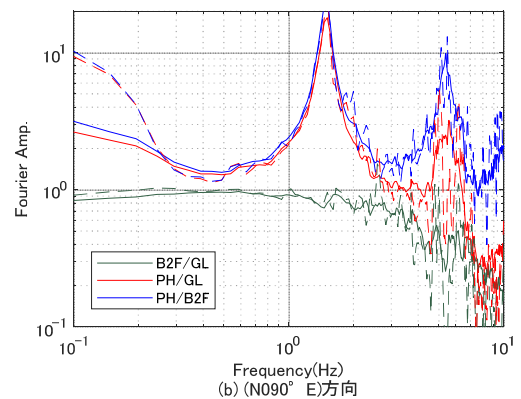
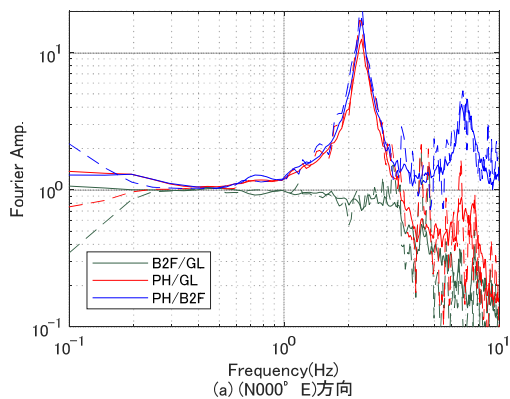
圖A-9 TSM (5F, 實線：震度1-2, 破線：震度3, 点線：震度4)



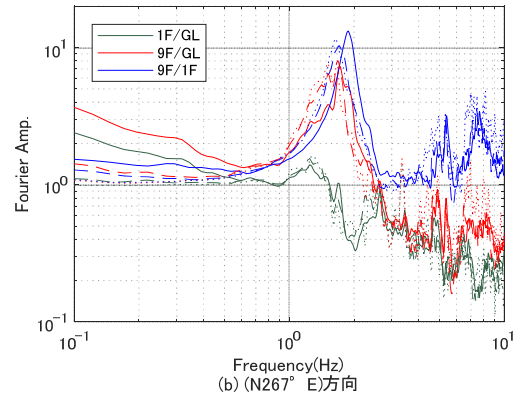
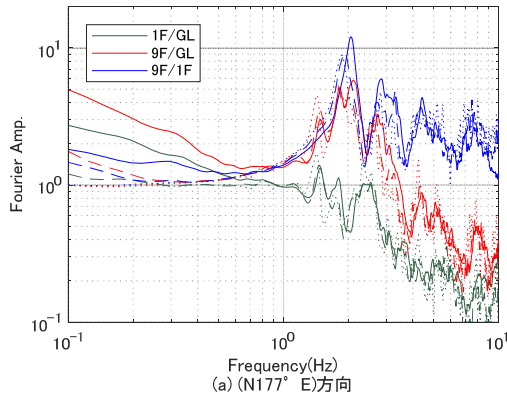
圖A-10 WUM (6F, 實線：震度1-2, 破線：震度3, 点線：震度4)



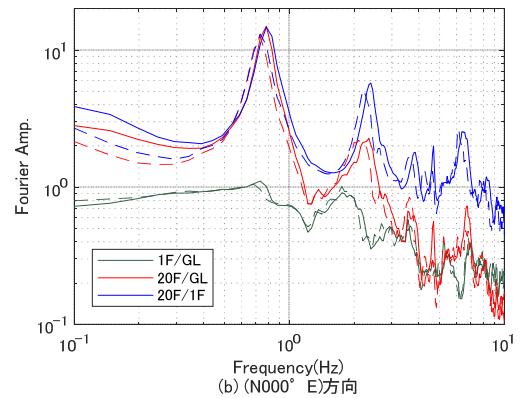
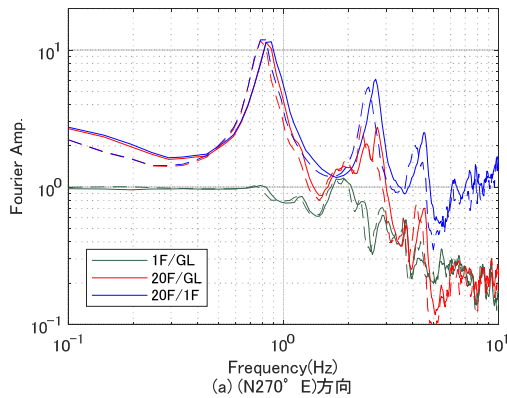
圖A-11 SMZ (6F, 實線：震度1-2, 破線：震度3, 点線：震度4)



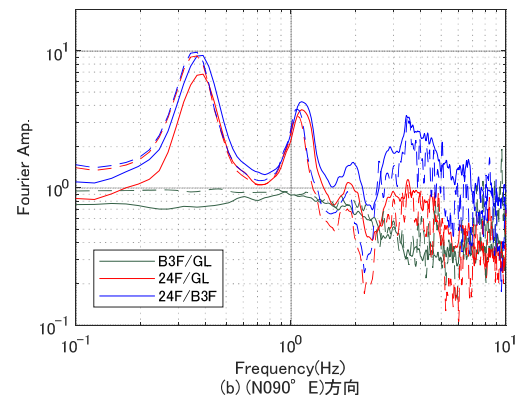
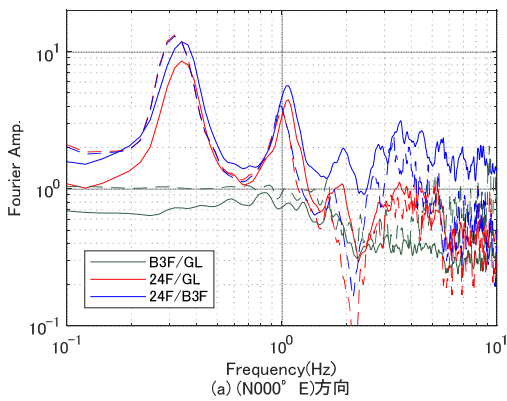
圖A-12 NGZ (8F, 實線：震度1-2, 破線：震度3, 点線：震度4)



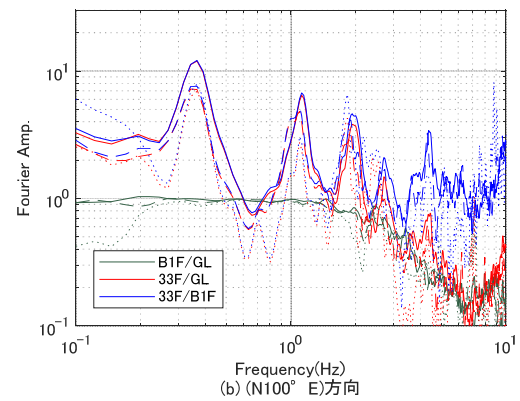
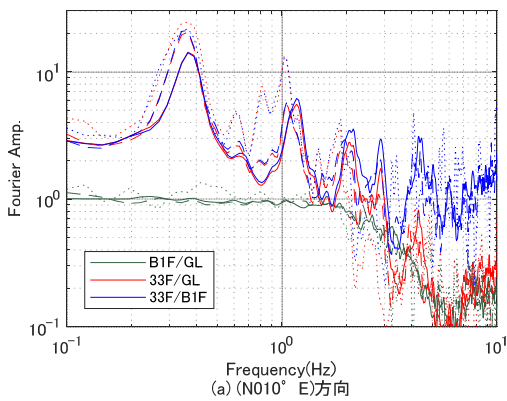
図A-13 MYZ (9F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



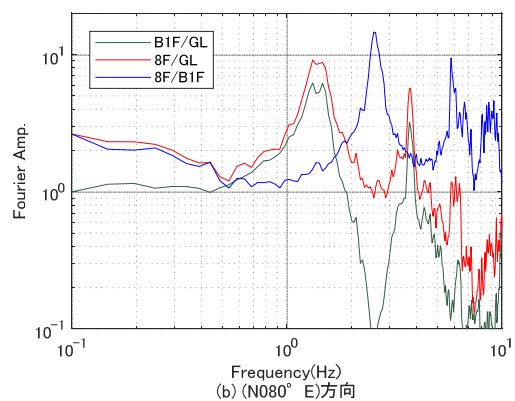
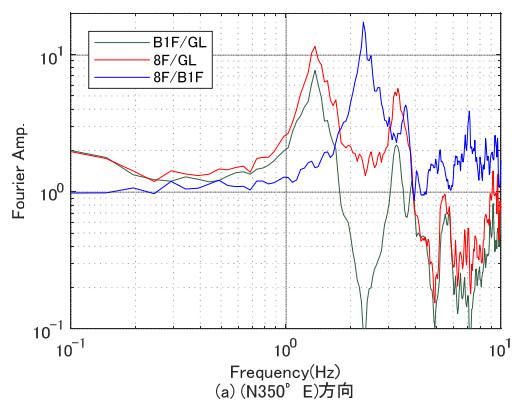
図A-14 UKM (20F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



図A-15 NKS (25F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



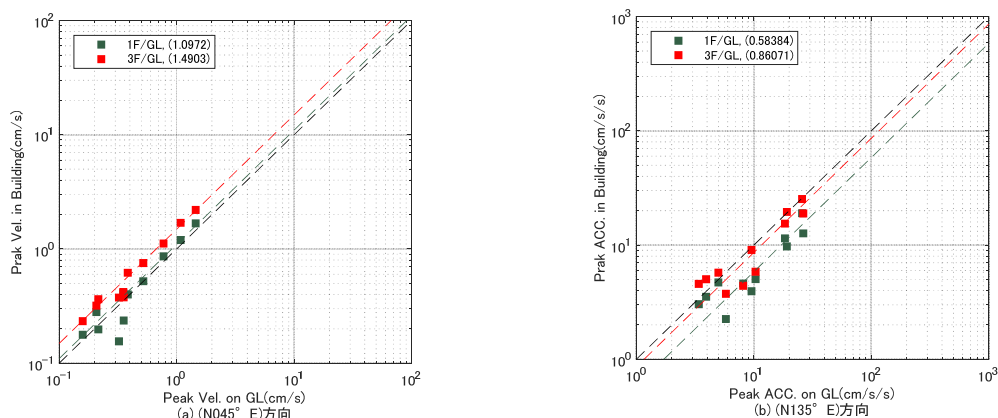
図A-16 DIB (33F, 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)



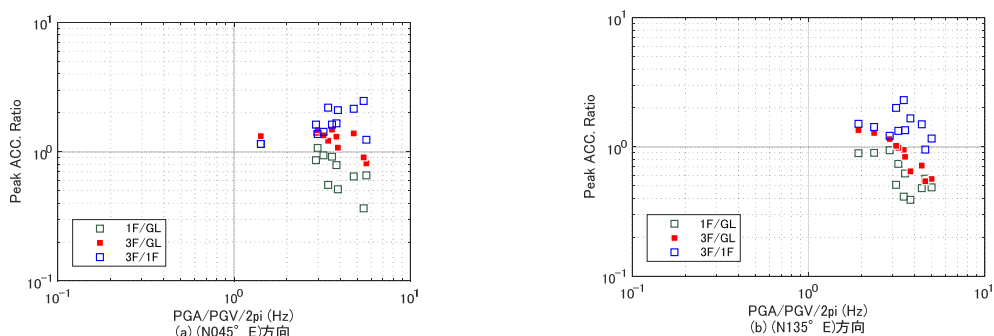
図A-17 KCH (8F[免震], 実線: 震度1-2, 破線: 震度3, 点線: 震度4)

別添2 最大値の整理結果

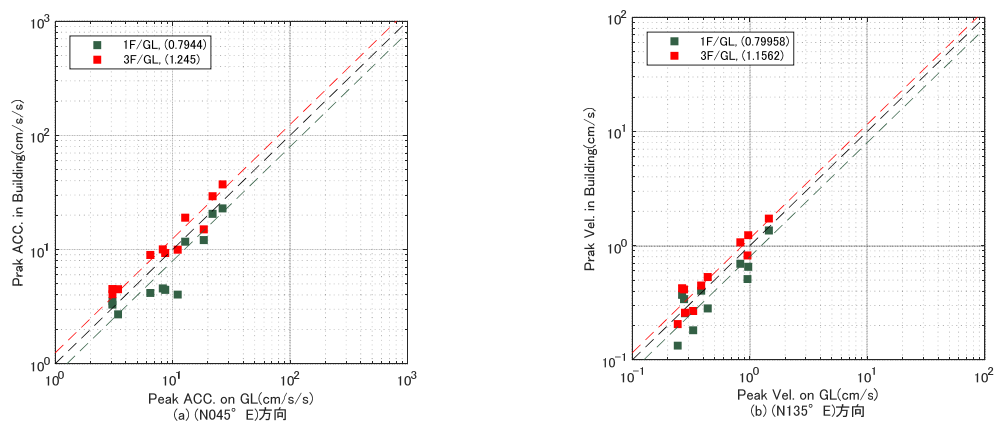
(1) KKS-A



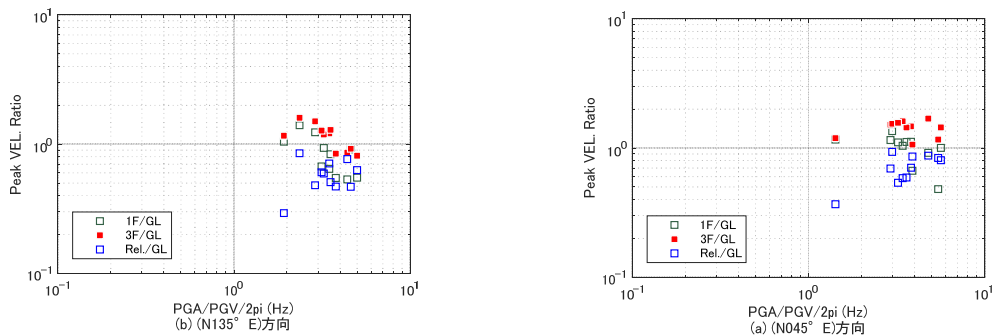
図B1-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B1-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

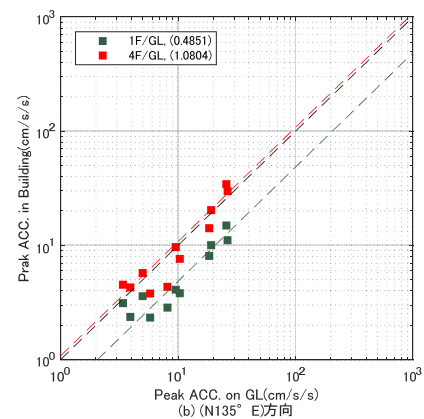
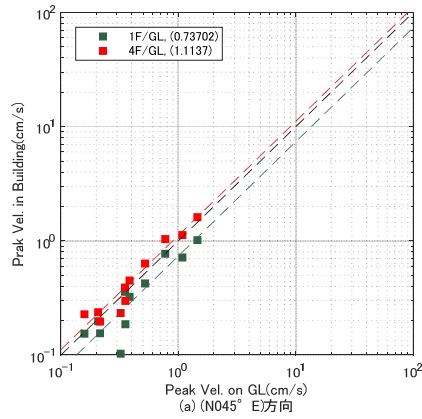


図B1-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

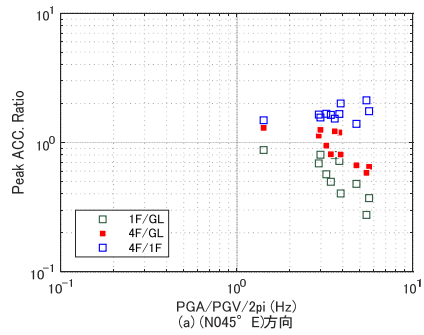
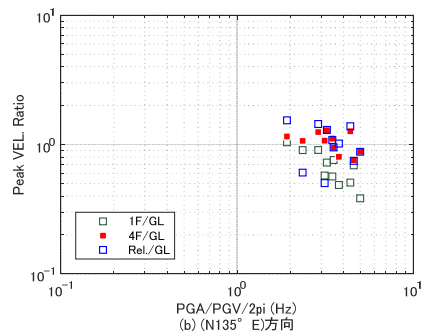


図B1-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

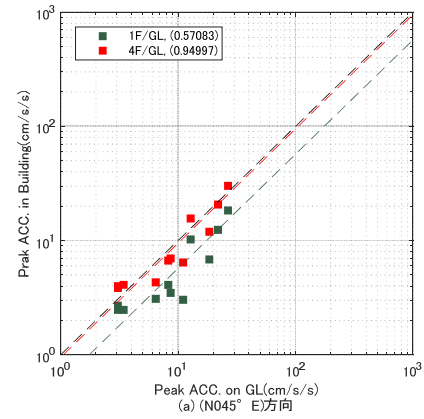
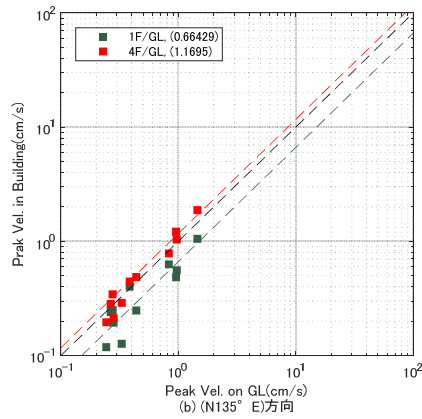
(2) KKS-B



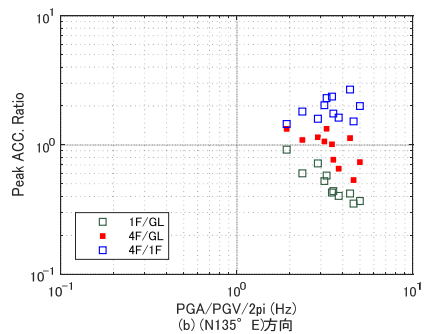
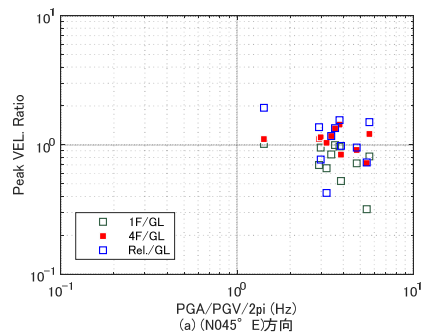
図B2-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B2-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

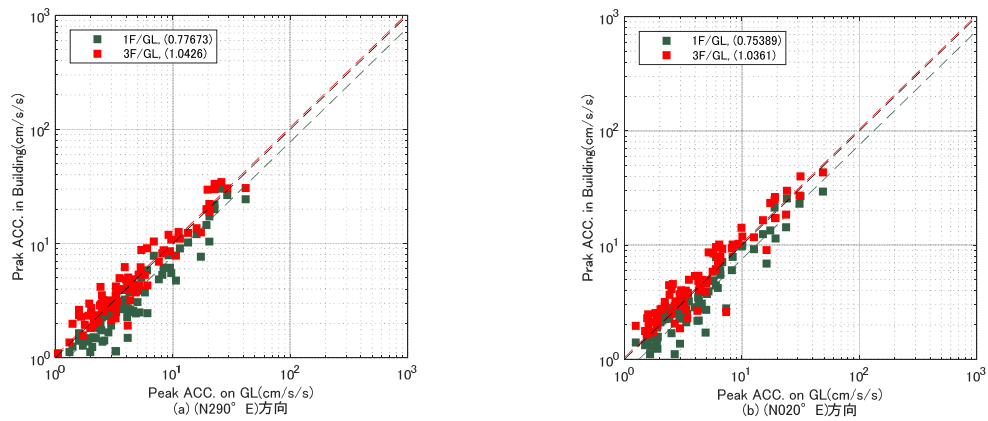


図B2-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

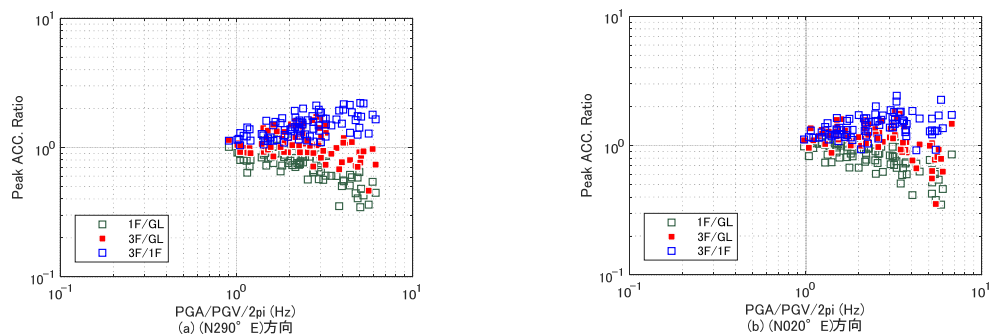


図B2-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

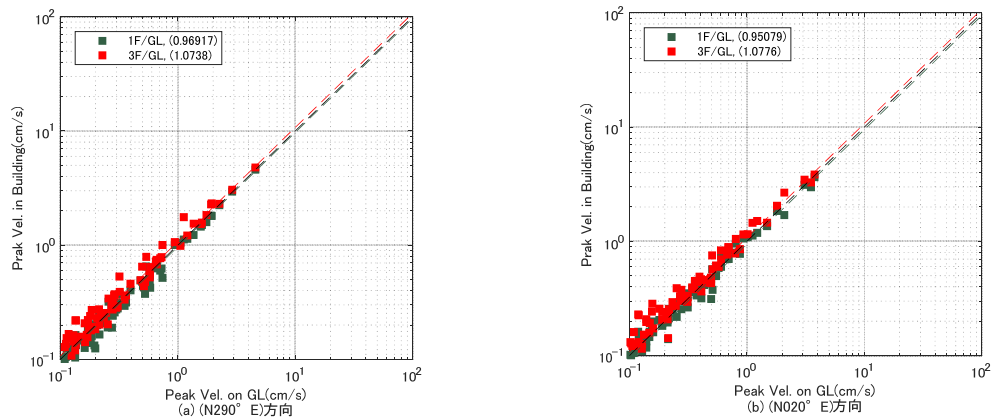
(3) ARK



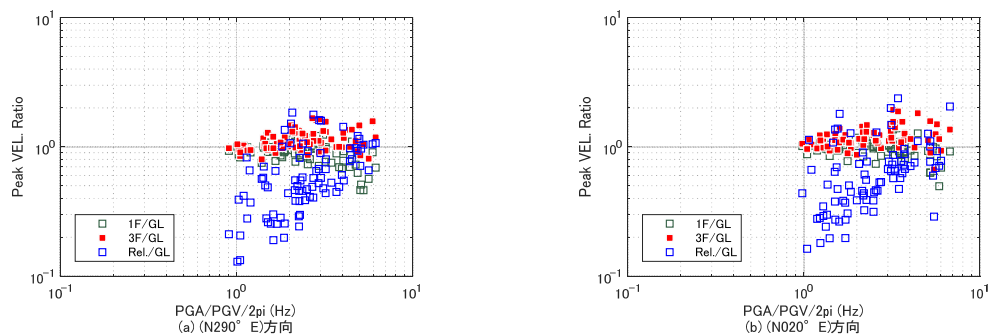
図B3-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B3-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

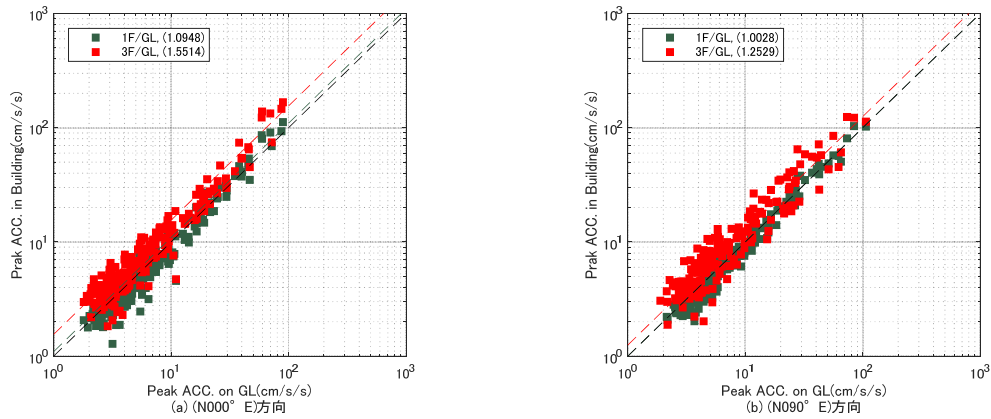


図B3-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

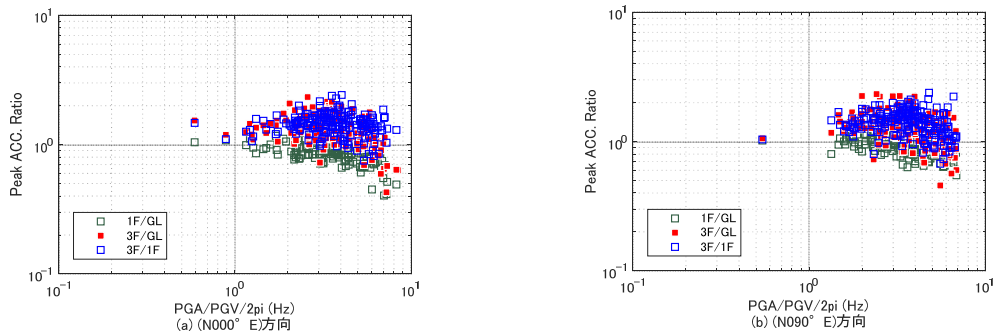


図B3-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

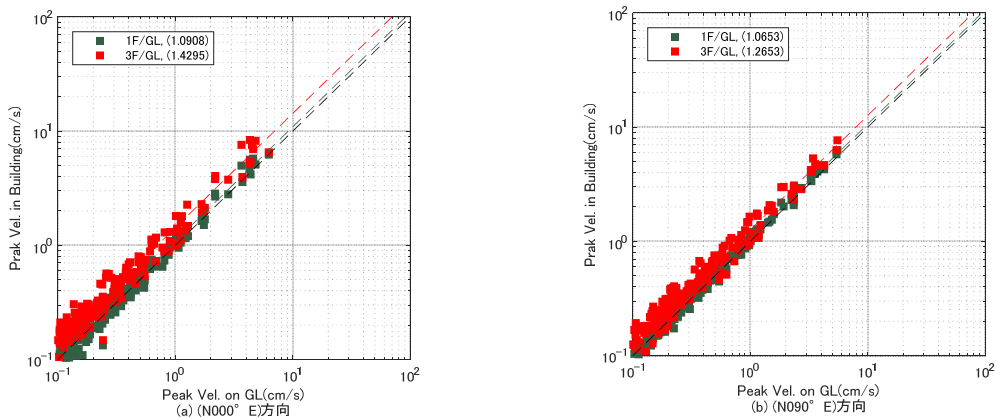
(4) SMD



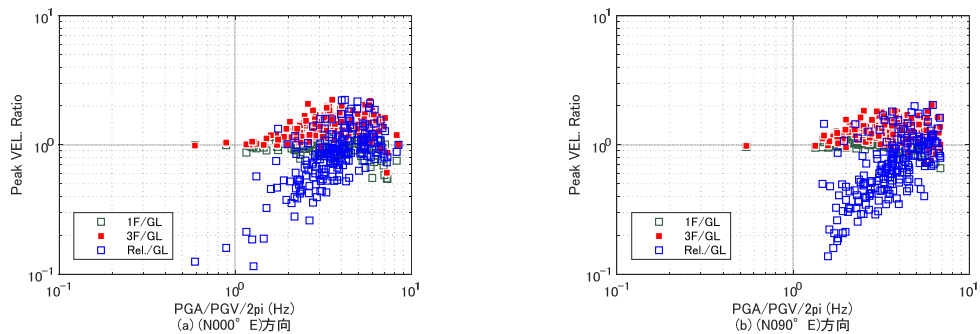
図B4-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B4-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

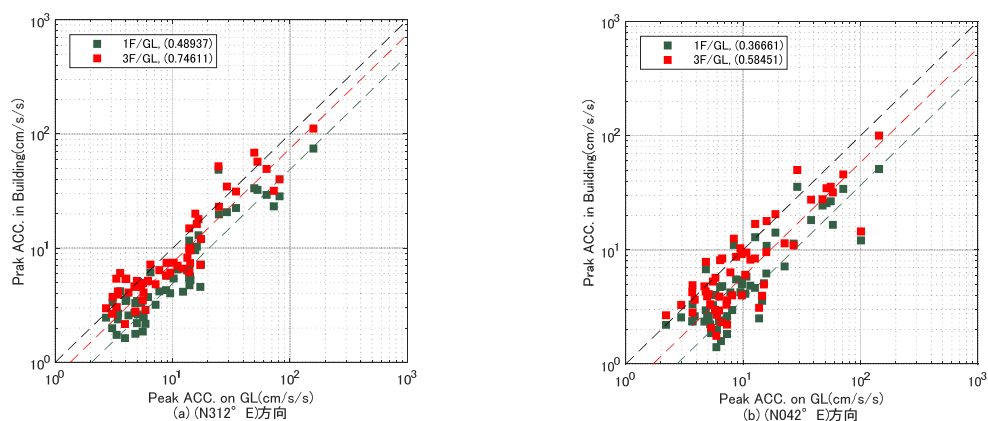


図B4-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

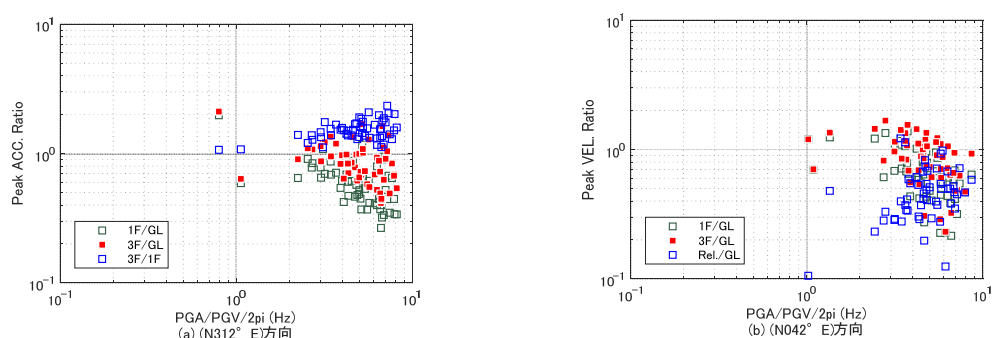


図B4-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

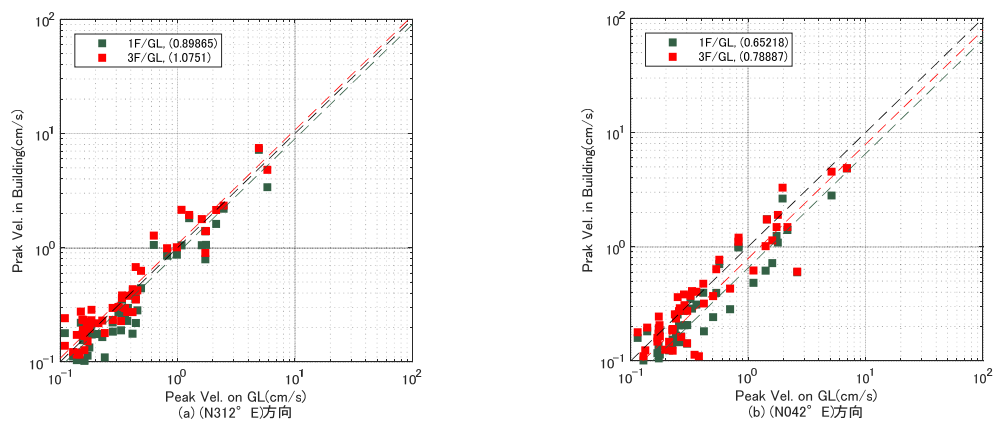
(5) EDG



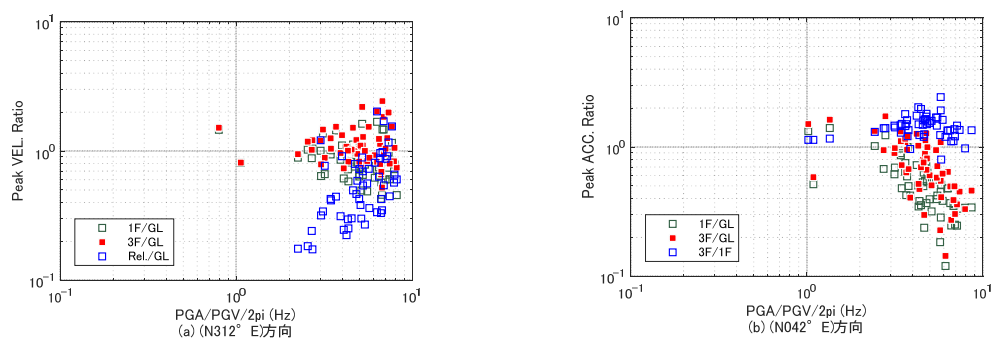
図B5-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B5-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

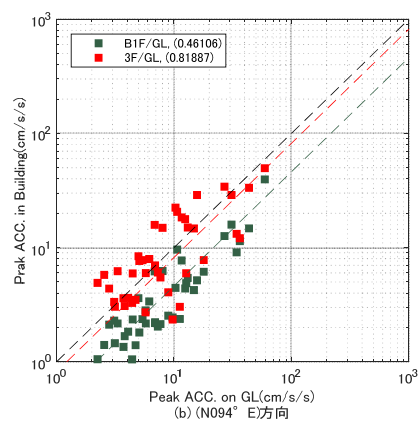
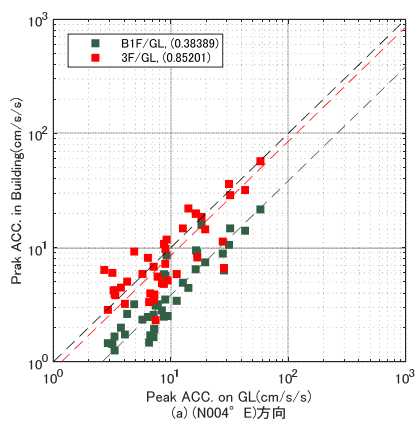


図B5-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

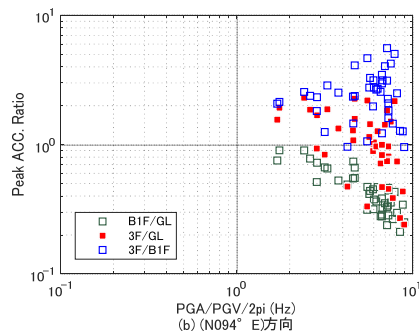
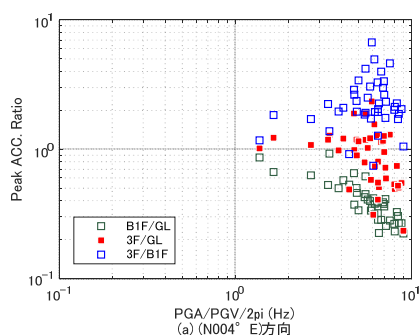


図B5-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

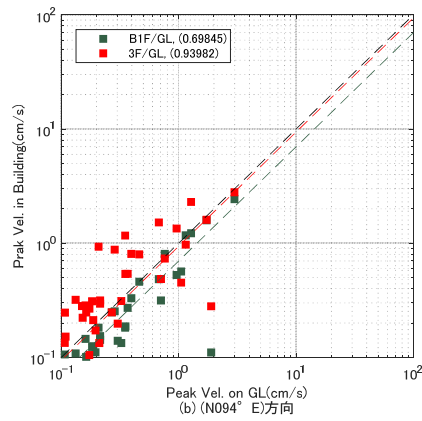
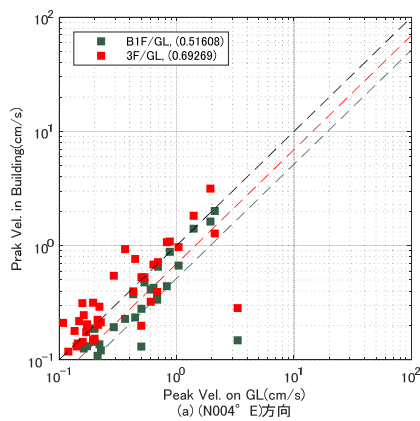
(6) UTM



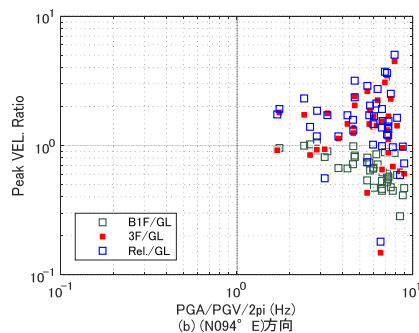
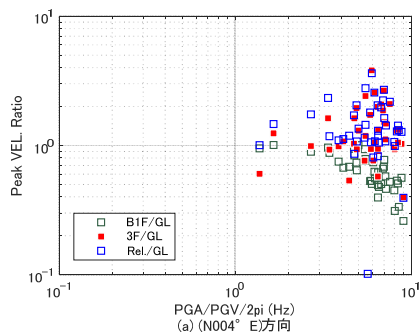
図B6-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B6-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

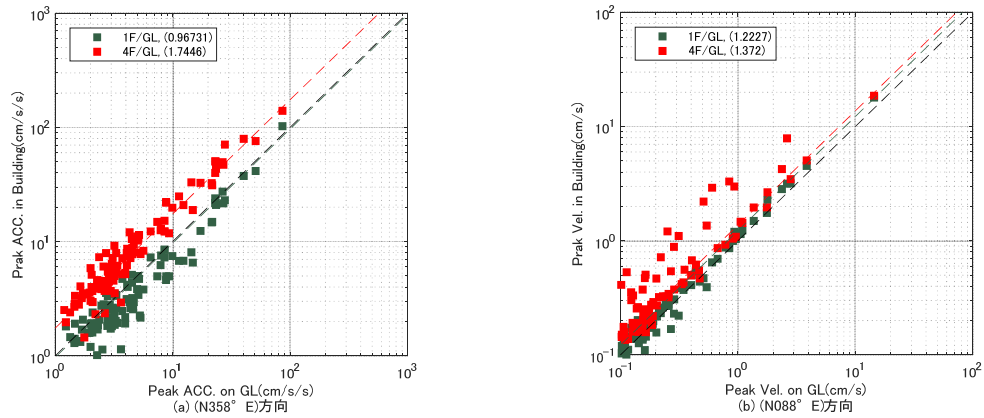


図B6-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

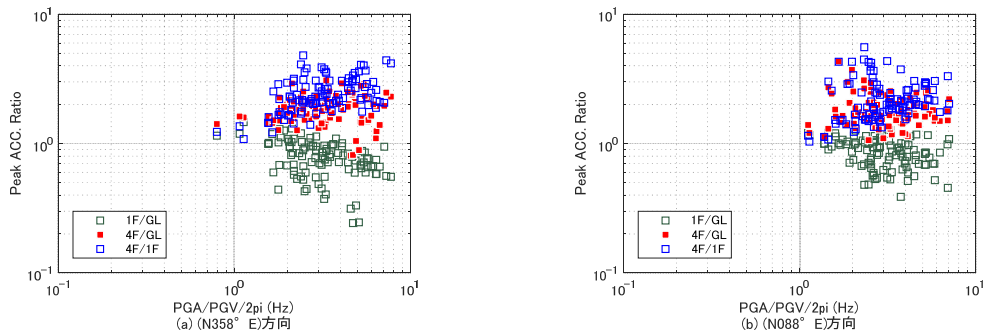


図B6-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

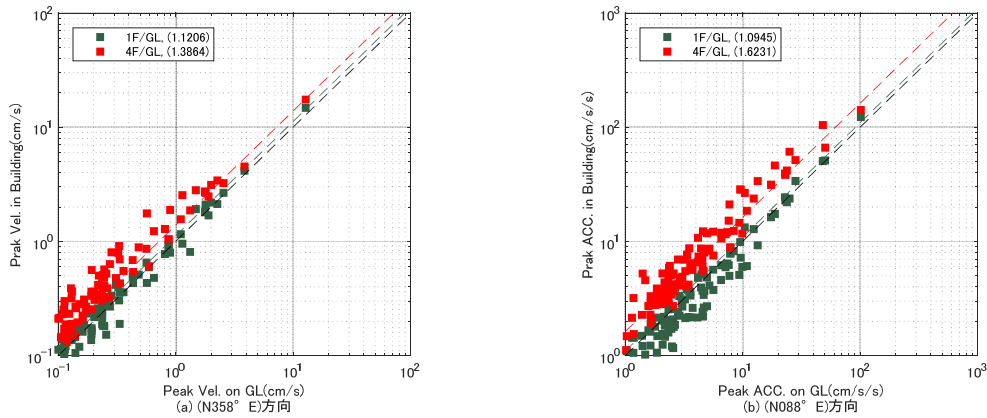
(7) NBO



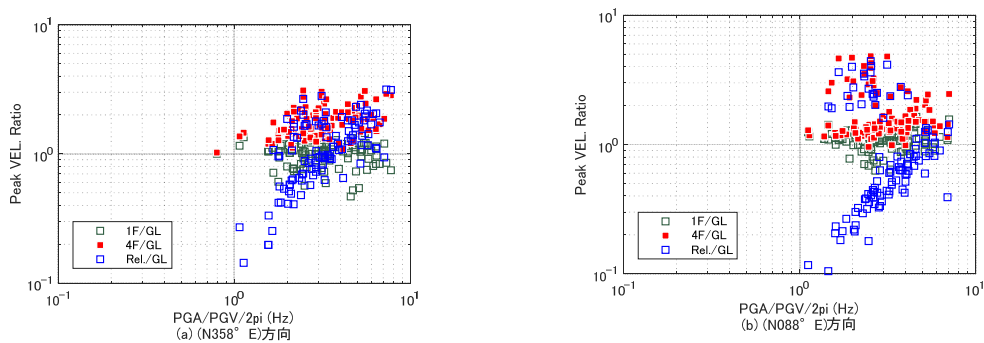
図B7-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B7-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

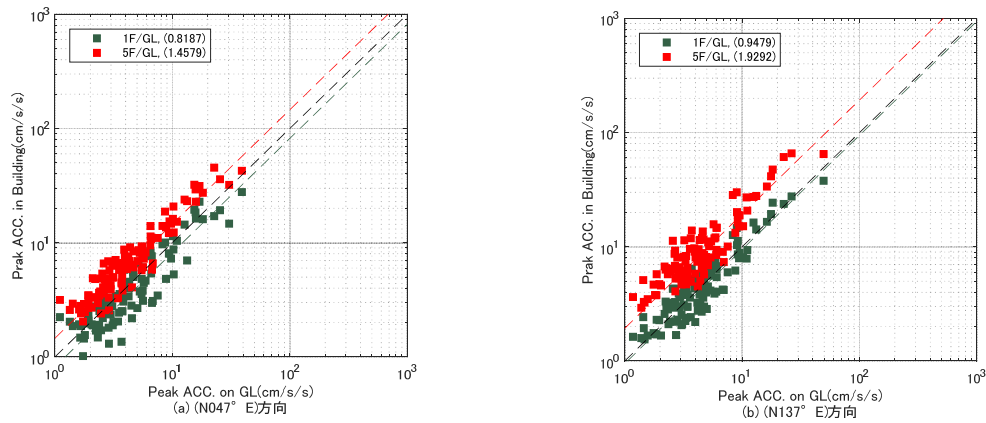


図B7-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

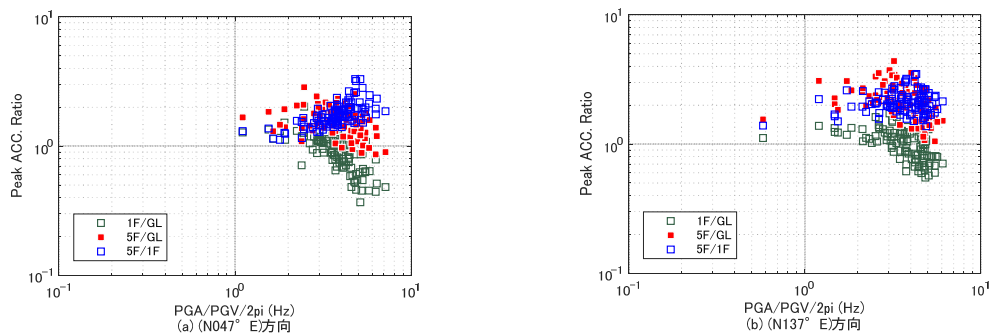


図B7-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

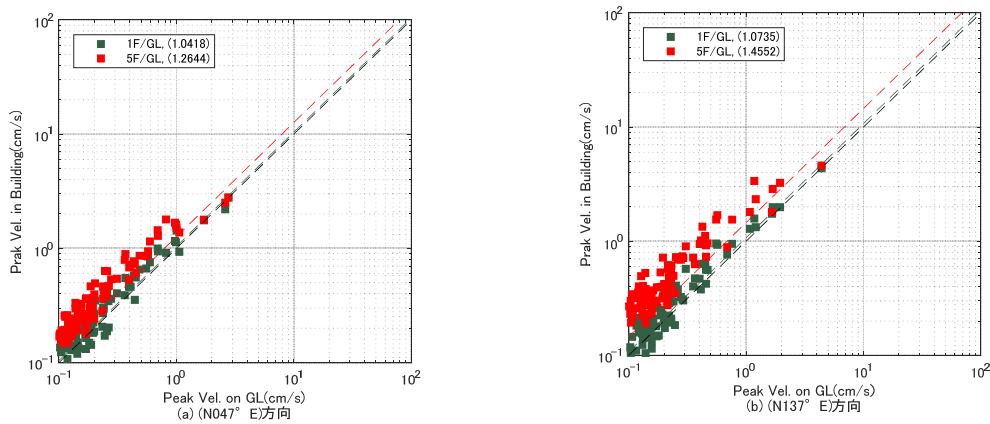
(8) TKS



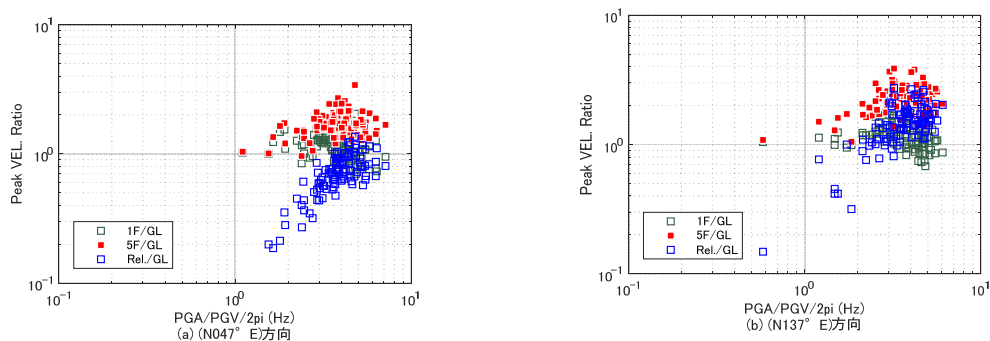
図B8-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B8-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

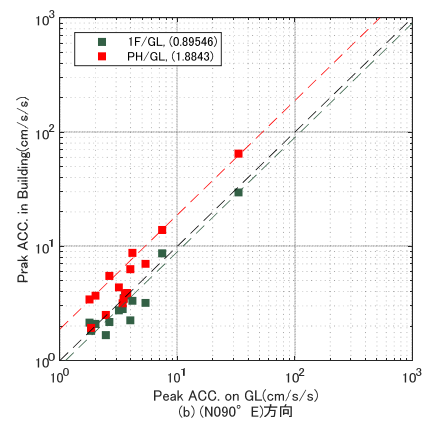
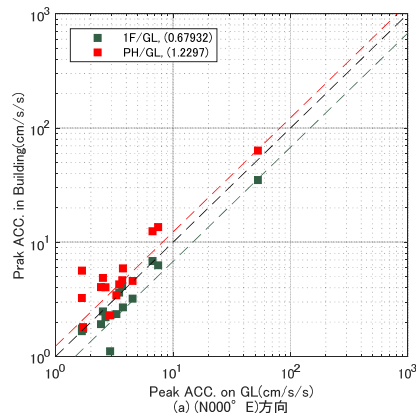


図B8-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

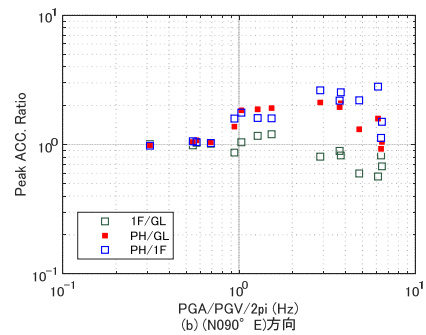
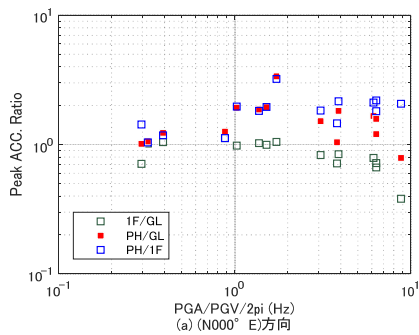


図B8-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

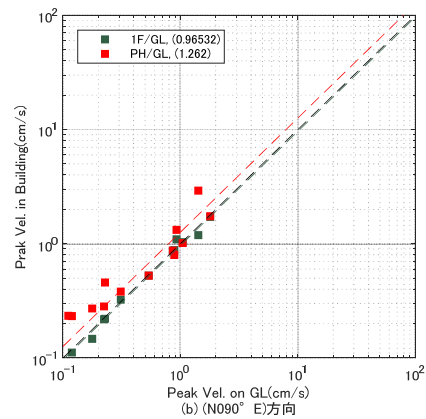
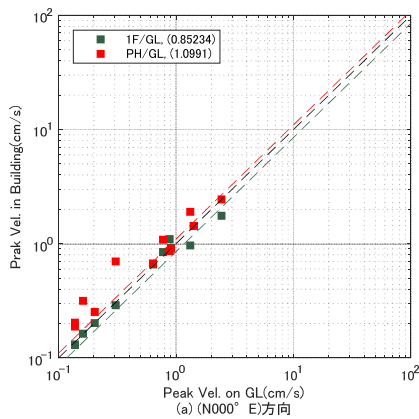
(9) TSM



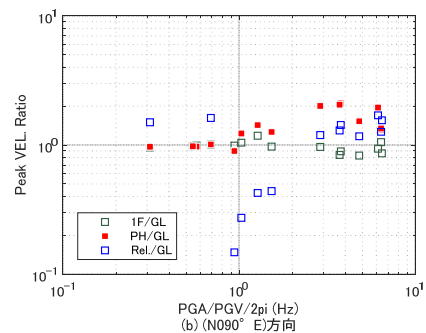
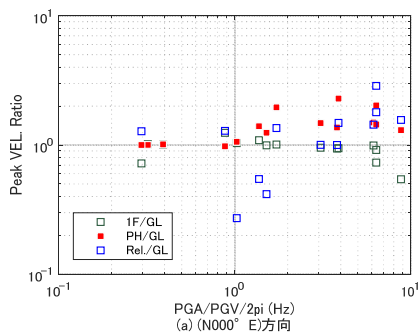
図B9-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B9-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

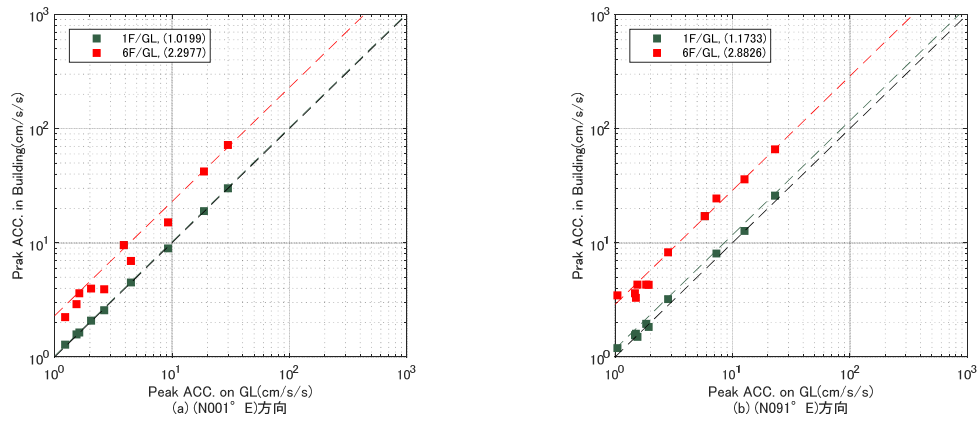


図B9-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

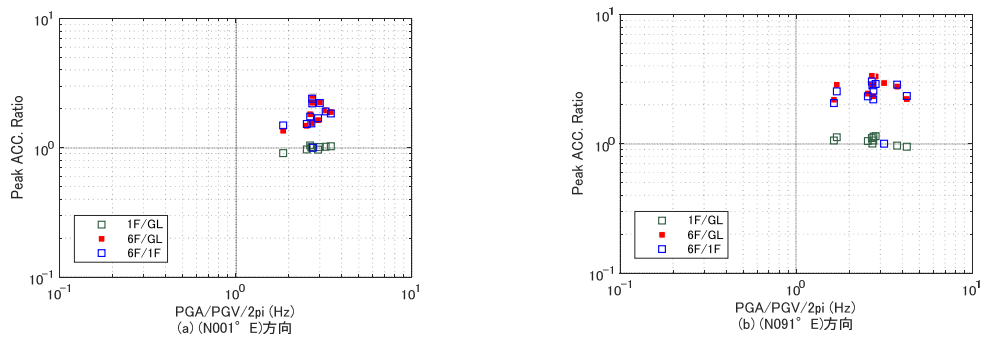


図B9-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

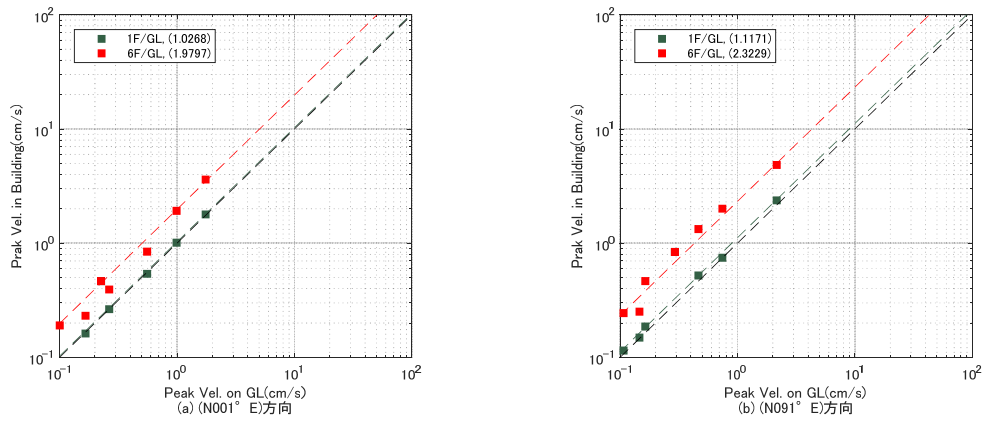
(10) WUM



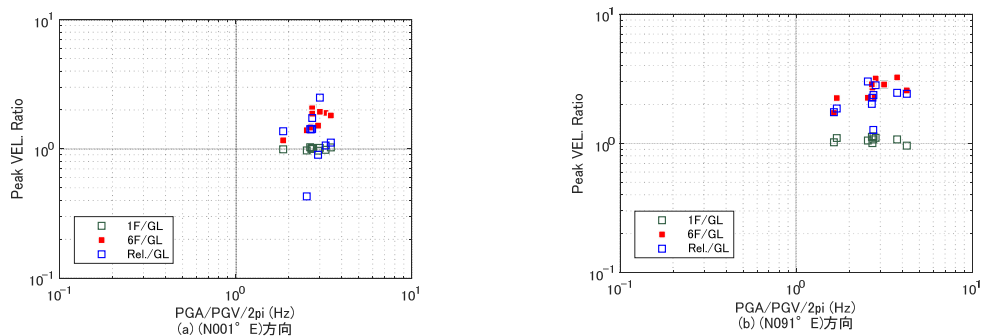
図B10-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B10-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

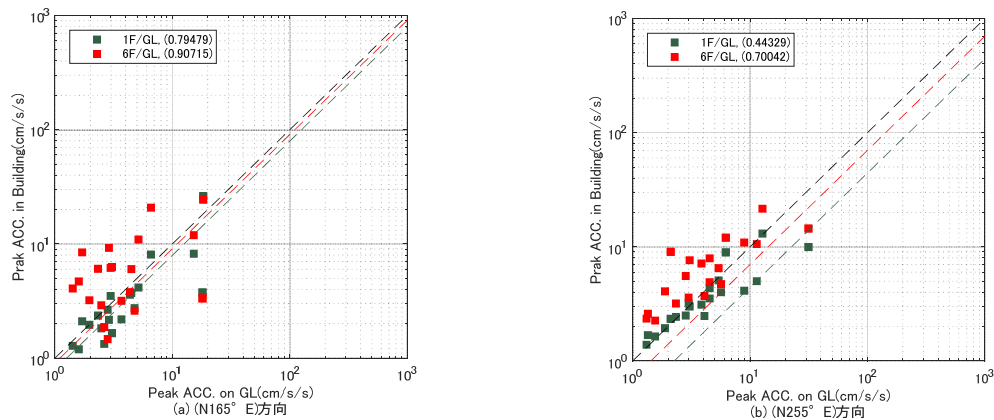


図B10-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

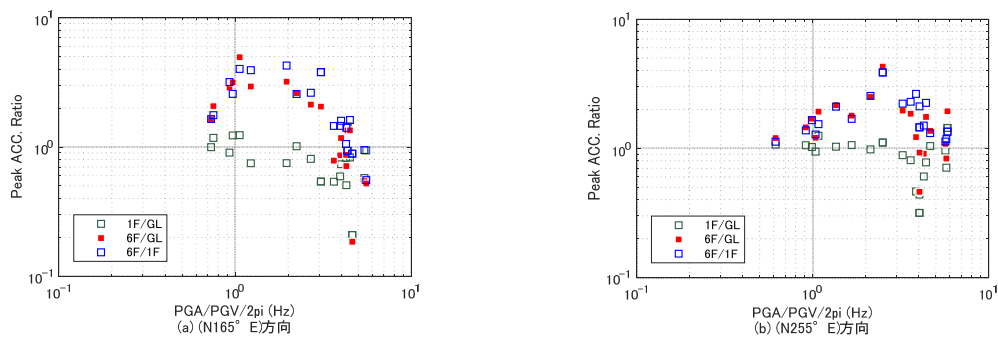


図B10-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

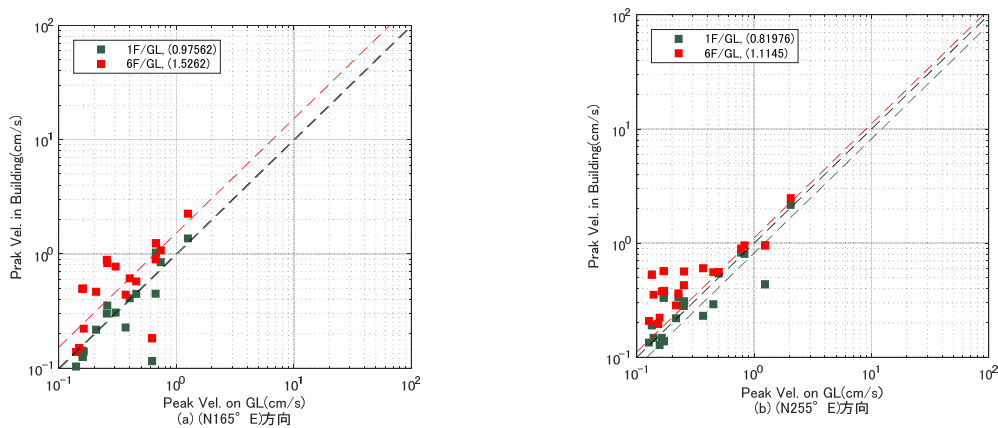
(11) SMZ



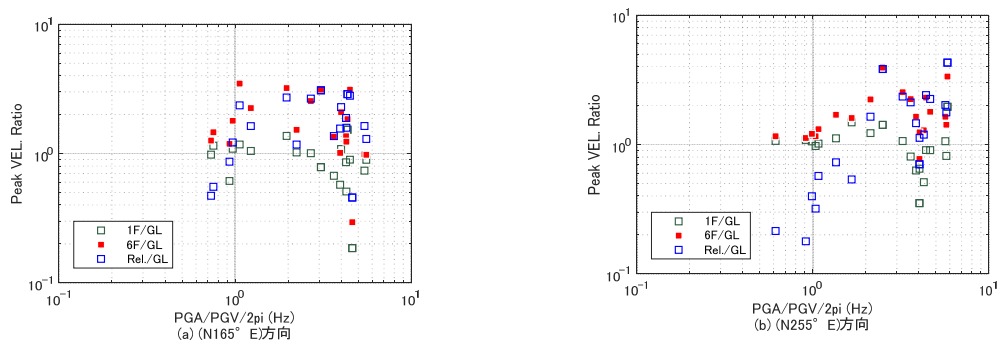
図B11-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B11-2 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

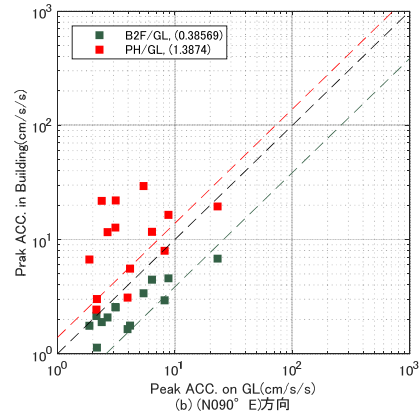
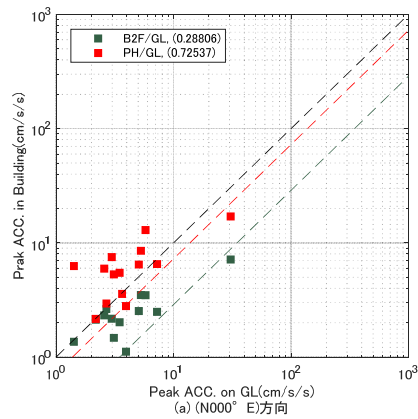


図B11-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

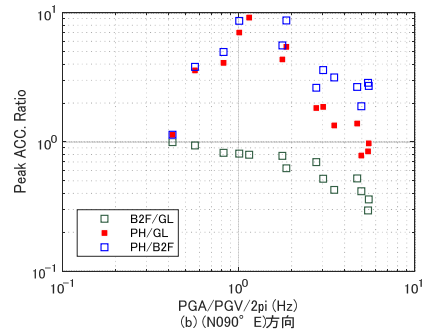
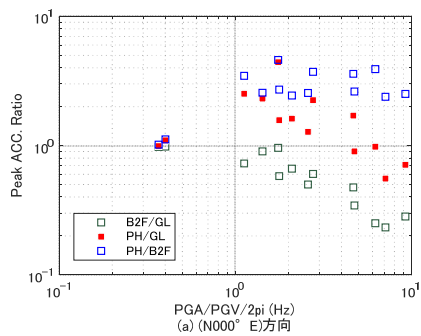


図B11-4 等価卓越振動数と最大速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

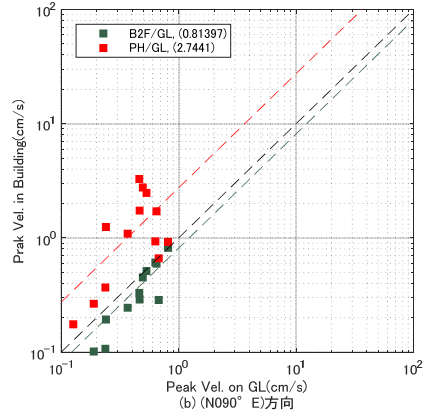
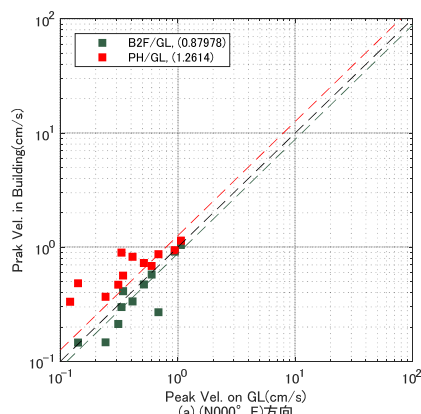
(12) NGZ



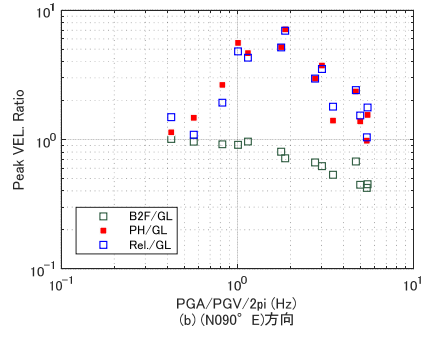
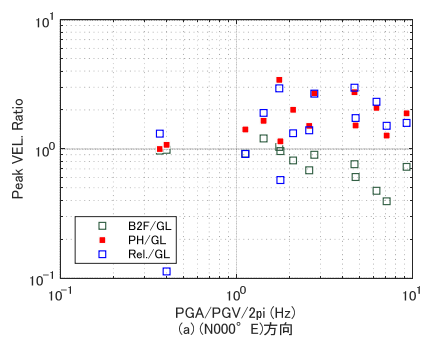
図B12-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B12-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

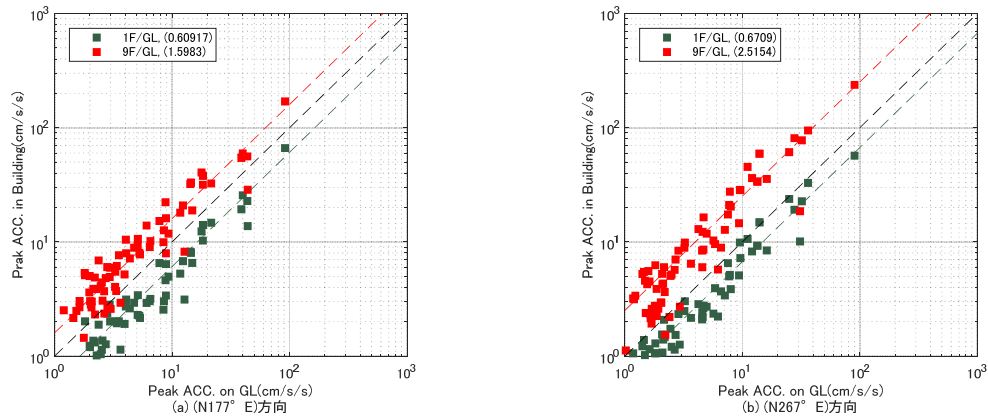


図B12-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

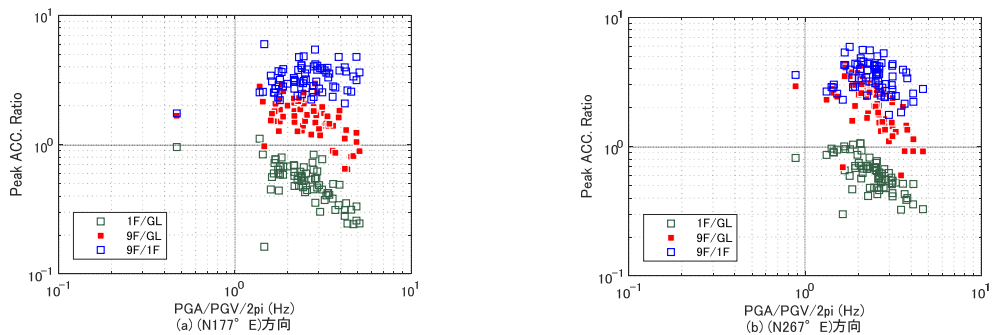


図B12-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

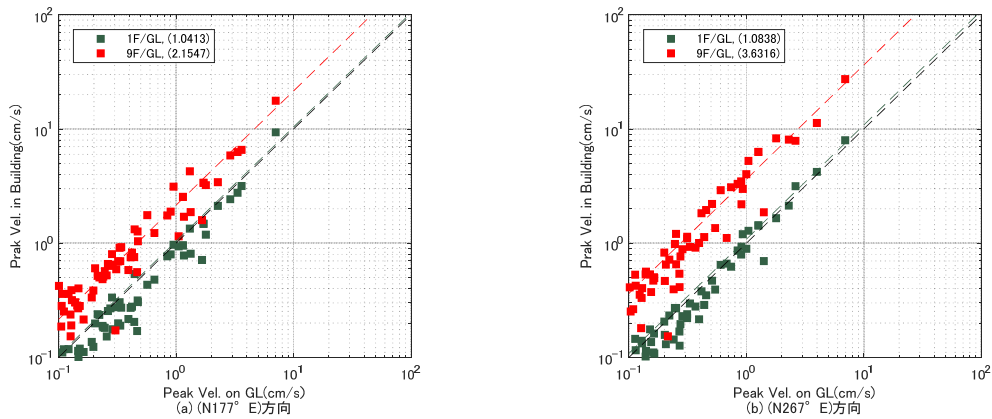
(13) MYZ



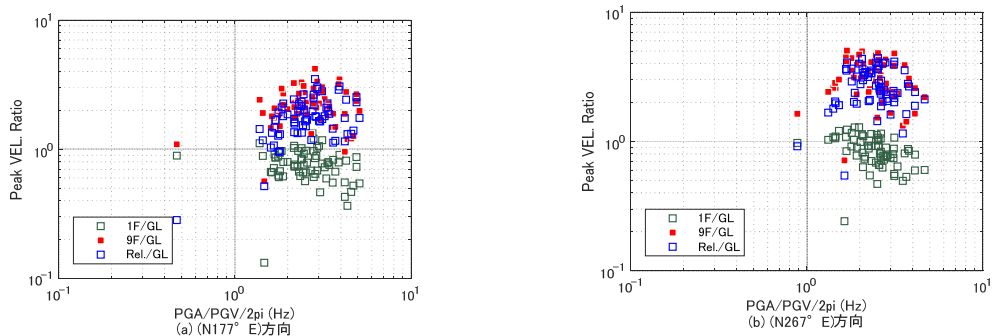
図B13-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B13-2 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

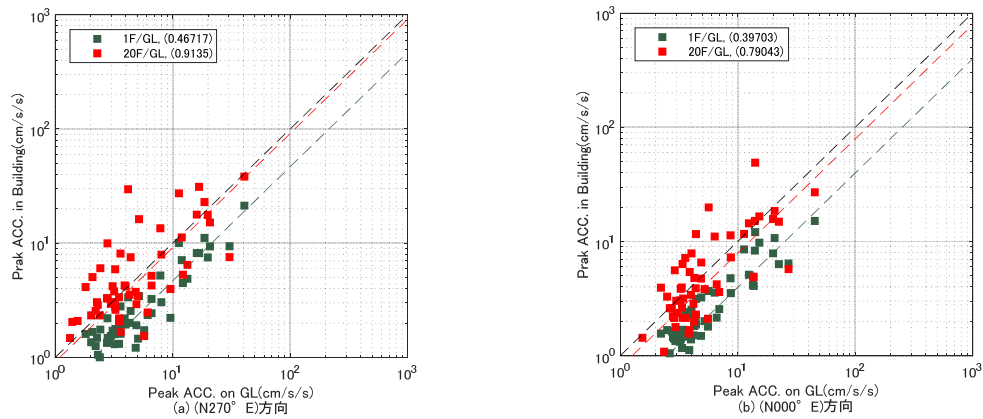


図B13-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

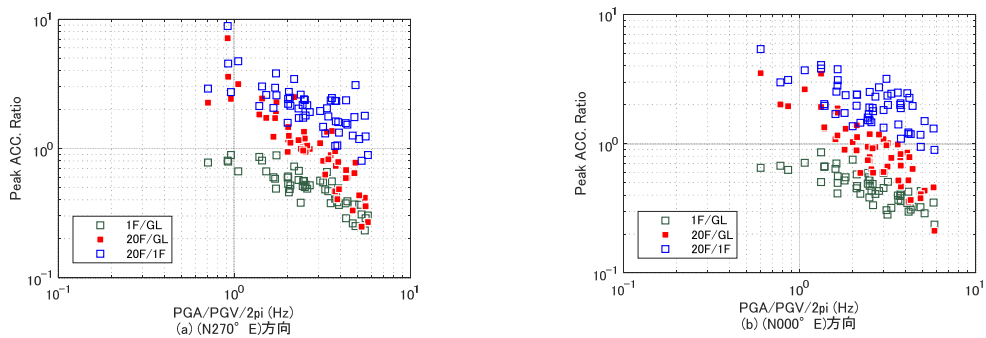


図B13-4 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

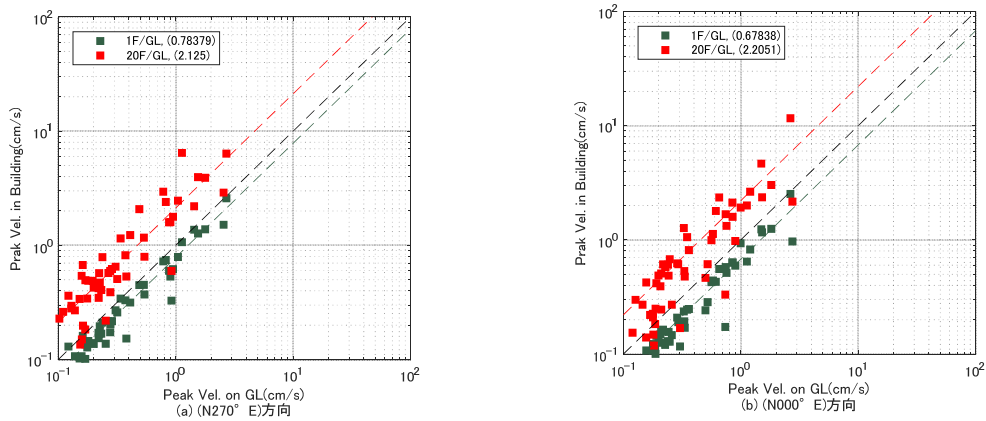
(14) UKM



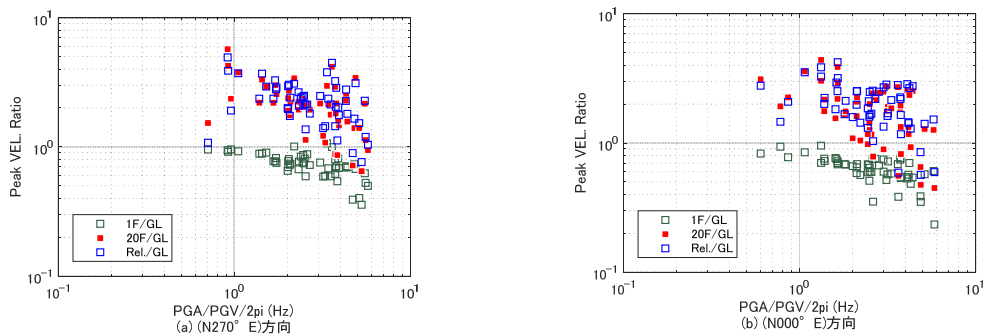
図B14-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B14-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

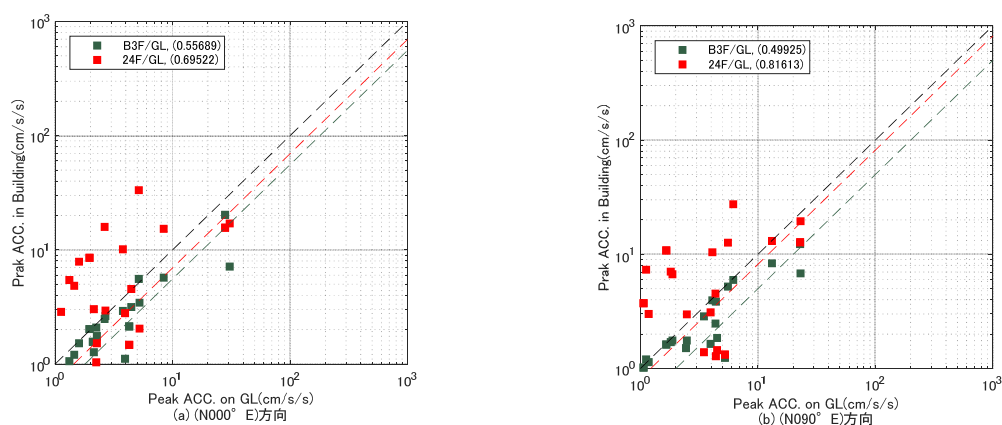


図B14-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

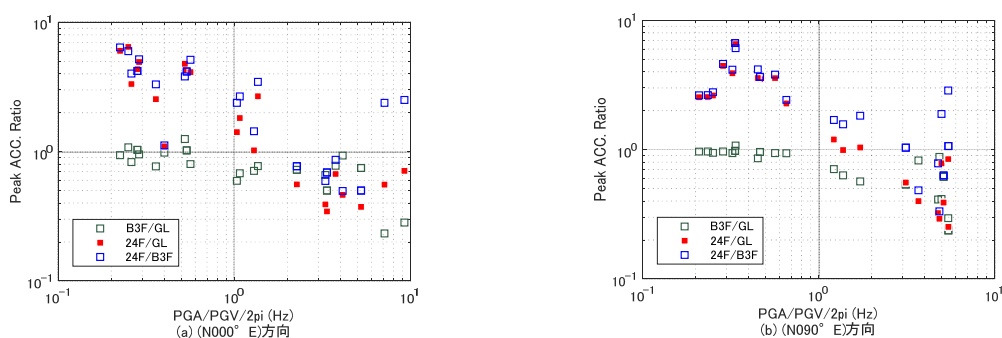


図B14-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係

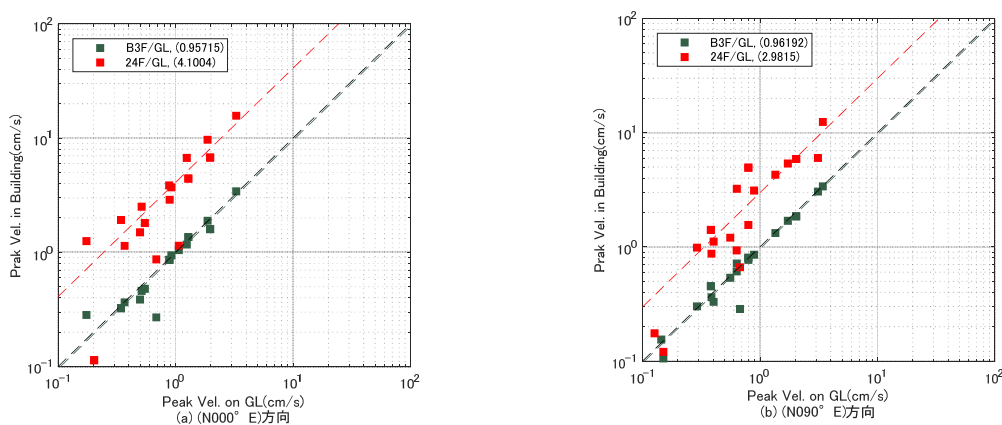
(15) NKS



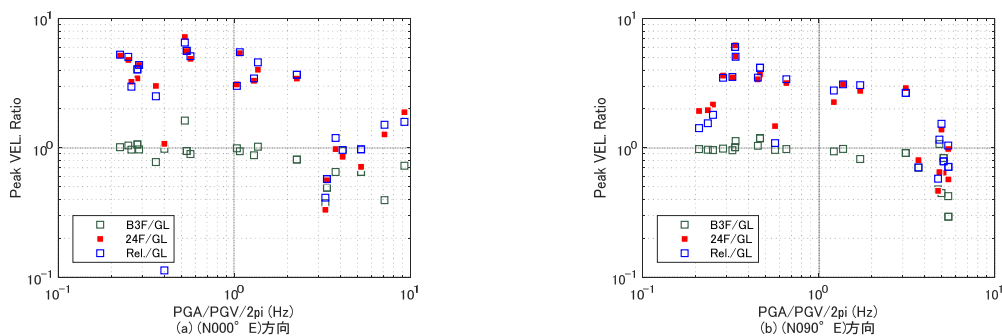
図B15-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B15-2 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

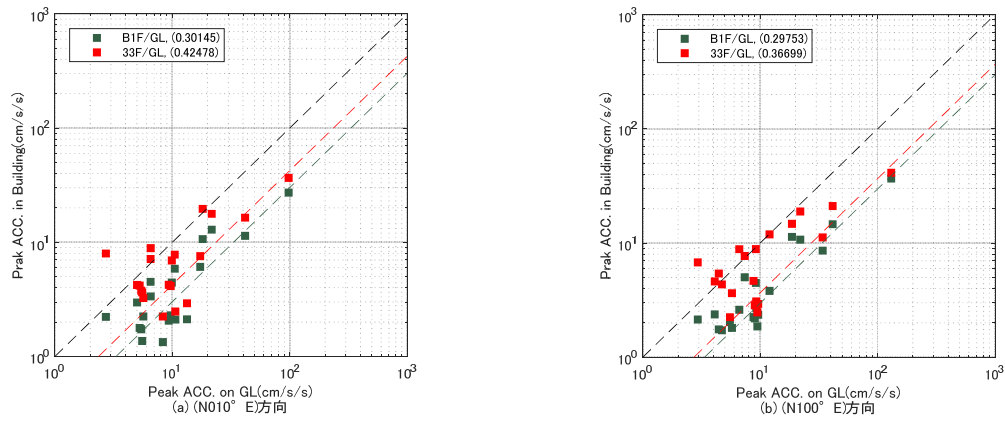


図B15-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

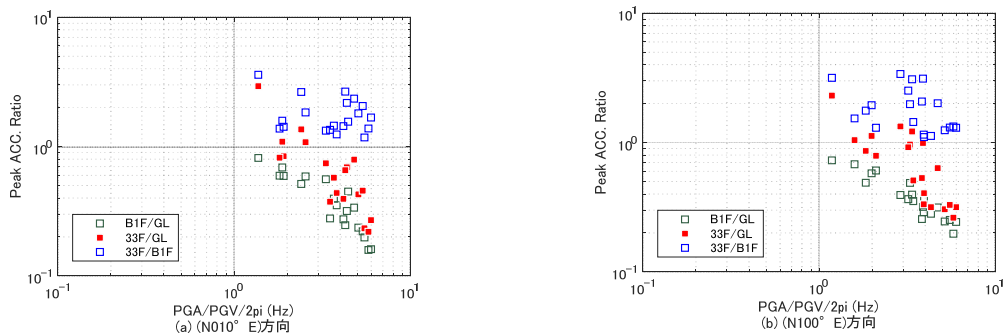


図B15-4 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

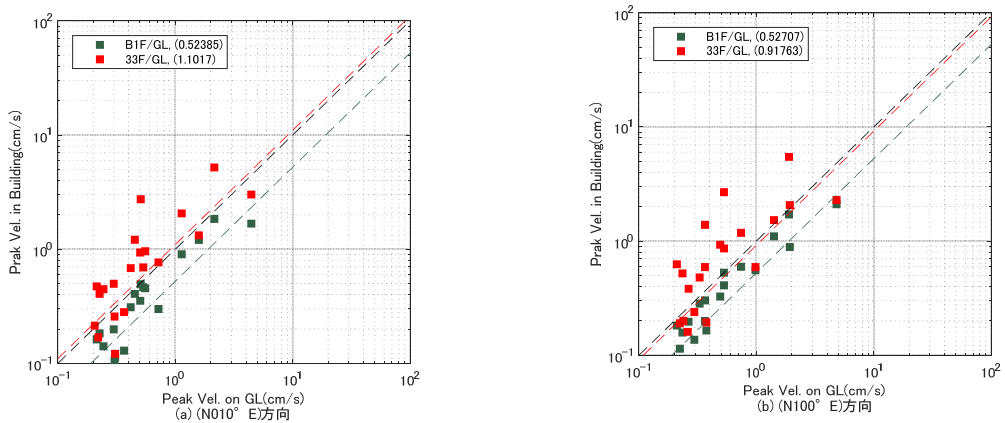
(16) DIB



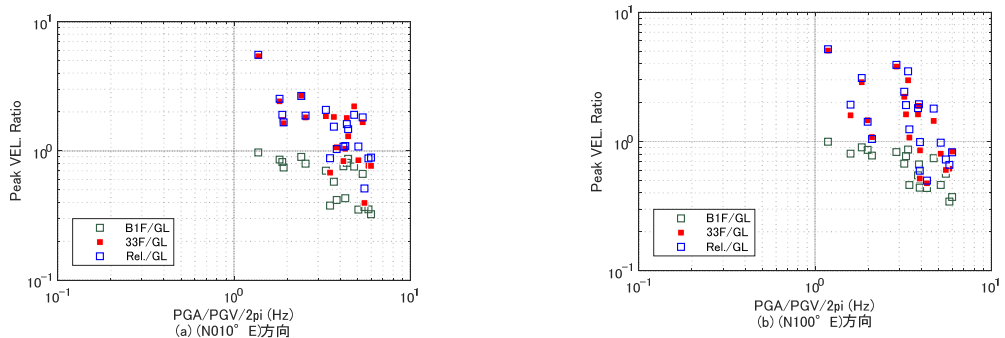
図B16-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B16-2 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

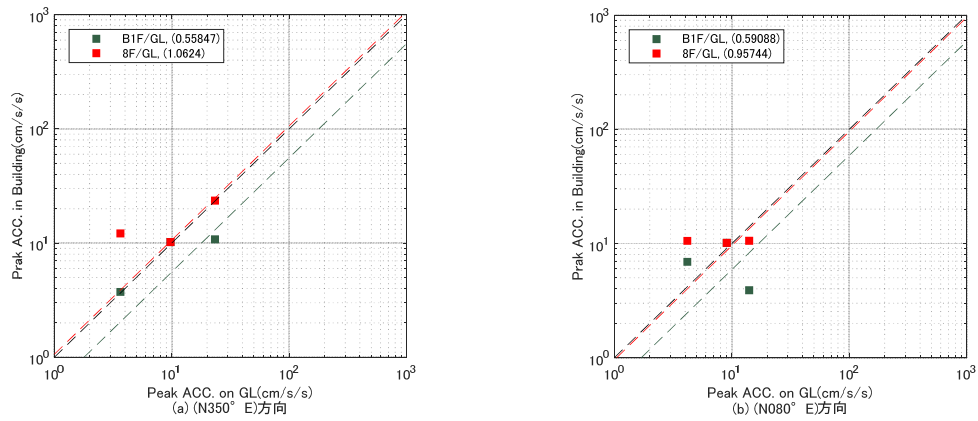


図B16-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係

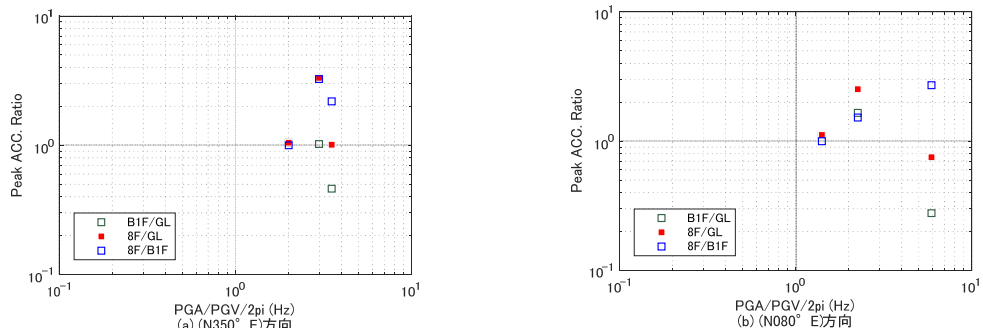


図B16-4 等価卓越振動数と最大加速度比 (最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階) との関係

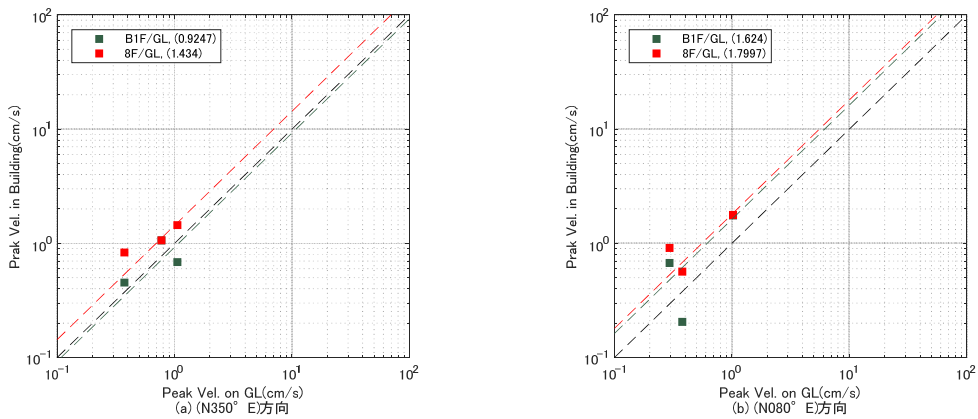
(17) KCH



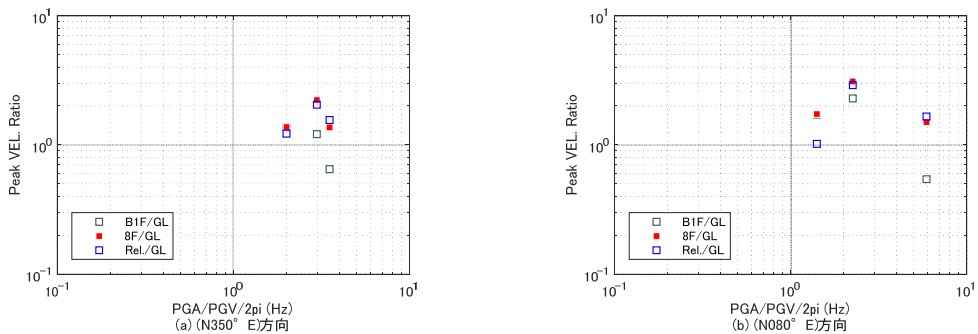
図B17-1 地表の最大加速度 (PGA) と最下階の最大加速度及び最上階の最大加速度との関係



図B17-2 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係



図B17-3 地表の最大速度 (PVA) と最下階の最大速度及び最上階の最大速度との関係



図B17-4 等価卓越振動数と最大加速度比(最上階/地表、最下階/地表、及び、最上階/最下階)との関係