

平成28年(2016年)熊本地震の構造物への入力評価

1. はじめに

本報告では平成28年4月14日21時26分及び16日1時25分、熊本県熊本地方を震源とするマグニチュードMw6.2、Mw7.0の表記地震について、防災科学技術研究所強震ネットワークKiK-NETの観測地震動を用いて非線形応答スペクトル、入力エネルギースペクトル、表層地盤の伝達特性を算定した。

2. 観測地震動

本検討で使用したデータの一覧を以下に示す(前報と同じ)。

観測点	地点名	観測時間	緯度	経度	最大加速度	マグニチュード	地盤周期	地盤種別 (鉄道)	地盤種別 (道路)	応答スペクトル 最大値
KMMH16	益城	2016/4/14 21:26	32.742N	130.808E	925.025gal	6.5	0.33s	G3	II種	38.3m/s ² (0.26s)-EW
KMMH16	益城	2016/4/16 1:25	32.742N	130.808E	1156.946gal	7.3	0.33s	G3	II種	31.3m/s ² (0.41s)-EW

*最大加速度は、K-NETデータ全長のオフセットを差し引いた地震波形の最大値

3. 解析条件

本解析では、最大応答スペクトル値が観測された成分(上記表右)の地震動を用いて解析を実施した。

a. 非線形応答スペクトル

今回観測された上記地震動が非弾性構造物に与える影響について、所要降伏震度 k_y (P_y/W :降伏強度を自重で除した値)と弾性周期の関係を、応答塑性率(応答変位/降伏変位)毎に求めた。本計算は以下の条件下で実施した。

- ・非弾性履歴モデルとして Clough Model(最大点指向型・バイリニア)を仮定
- ・第2勾配/第1勾配比 0.1 を仮定(劣化なし・耐力低下なし)
- ・減衰は弾性周期によらず 5%を一律使用

b. 入力エネルギースペクトル

入力エネルギースペクトルは通常、Absolute Input Energy と Relative Input Energy の2つの定義があり、以下の式による。

- ・ Absolute Input Energy

$$E_I = \text{Max} \left(\int_0^{t_a} m(\ddot{u} + \ddot{u}_g) \dot{u}_g dt \right)$$

- ・ Relative Input Energy

$$E_I = \text{Max} \left(\int_0^{t_a} m \ddot{u}_g \dot{u}_g dt \right)$$

種々の構造物に対する入力エネルギーを一律に評価するため、一般に以下の等価エネルギー速度で用いられる。

$$V_e = \sqrt{2E_I/m}$$

本報告においても、上式の値を採用する(本報告では単位質量で計算)。

4. 結果

各地点の計算結果を以下に示す。データや処理の誤り等があればご指摘いただきたい。

(saity@mail.saiama-u.ac.jp)

<観測点情報>

地震計 KiK-net06

観測点 KMMH16

地点名 益城

観測時間 2016/4/14 21:26:00

緯度 32.7967N 経度 130.8199E 標高 55m

地震規模 6.5

震源距離 6km

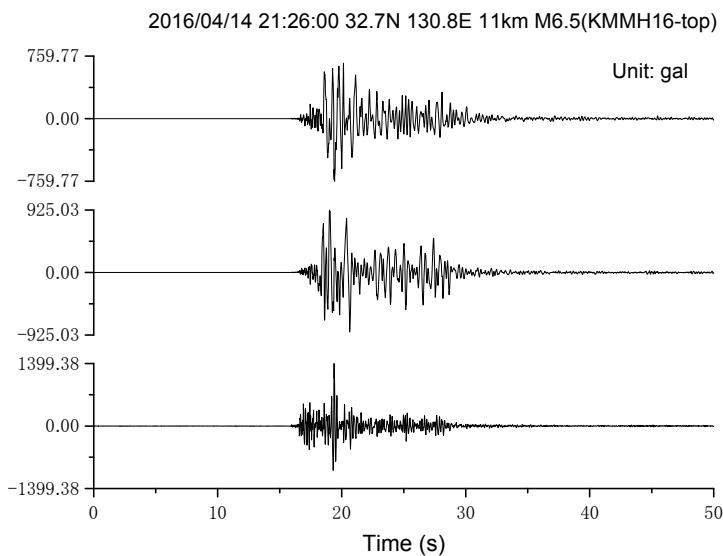
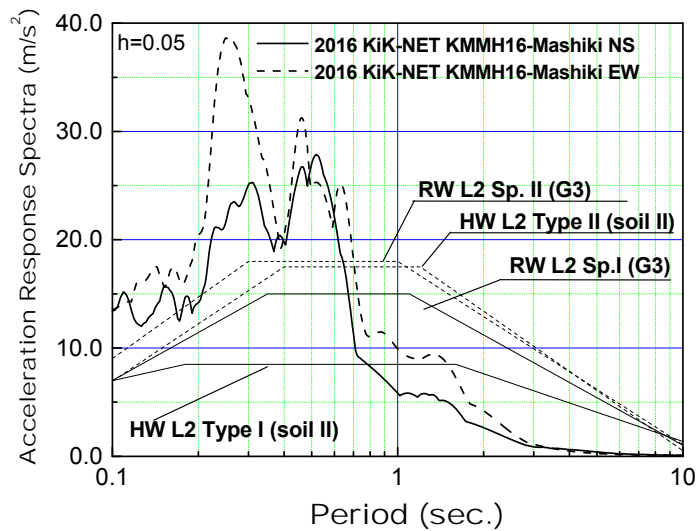
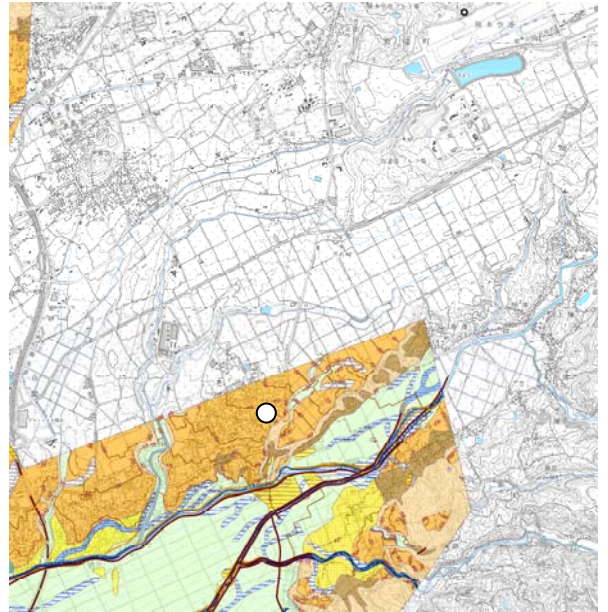
最大加速度 925.025gal

地盤周期 0.33s

地盤種別(鉄道) G3 (道路) II 種

応答スペクトル 38.3m/s²(0.26s)-EW (5%減衰)

所在地 熊本県上益城郡益城町辻の城 148 番地



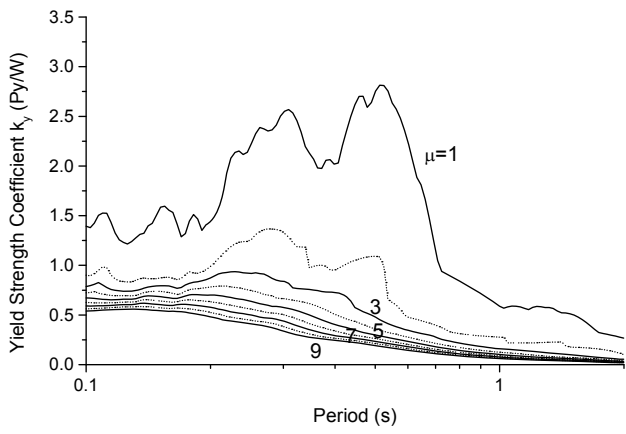


Fig.1 Constant-Ductility Response Spectrum (NS)

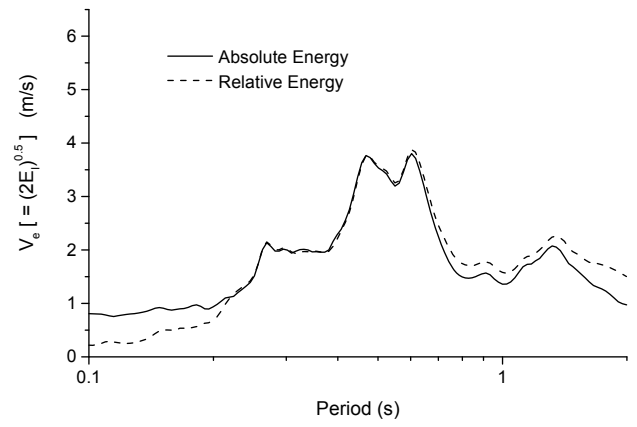


Fig.2 Linear Energy Equivalent Velocity (EEV)(NS)

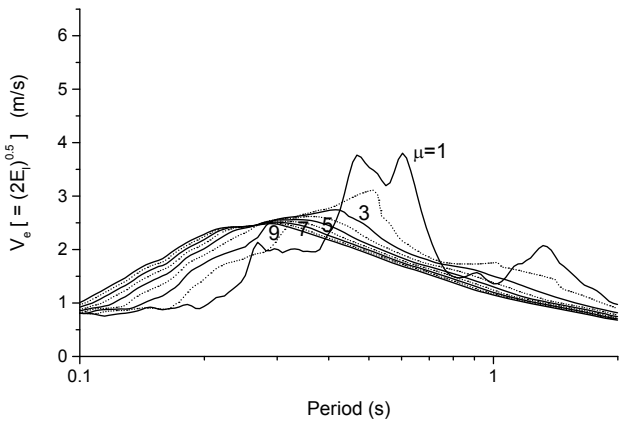


Fig.3 Absolute-EEV with Ductility Factors (NS)

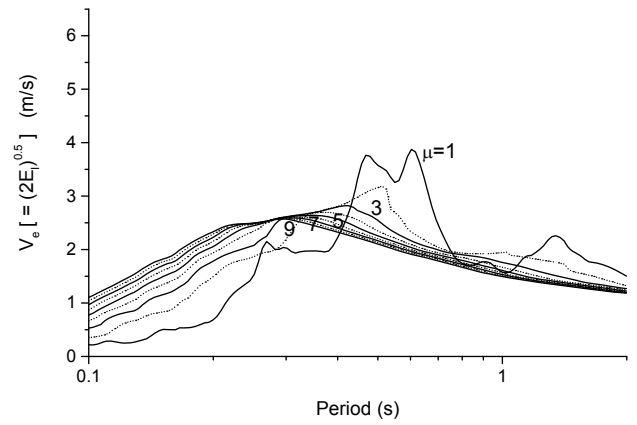


Fig.4 Relative-EEV with Ductility Factors (NS)

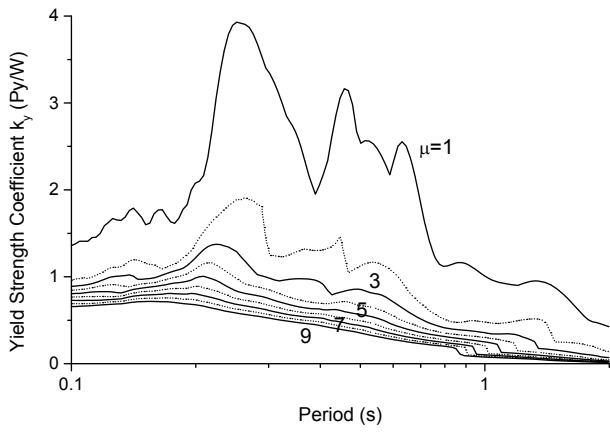


Fig.5 Constant-Ductility Response Spectrum (EW)

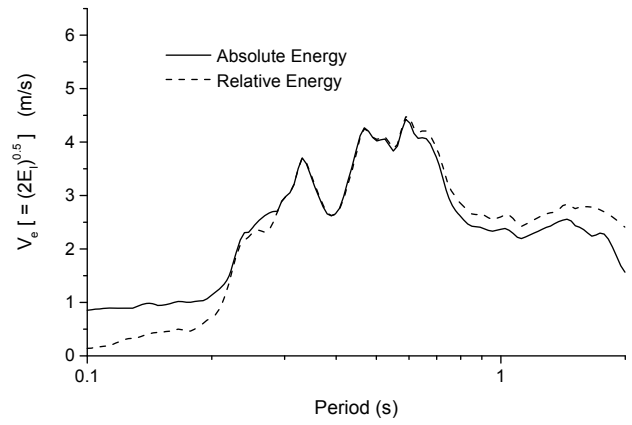


Fig.6 Linear Energy Equivalent Velocity (EEV)(EW)

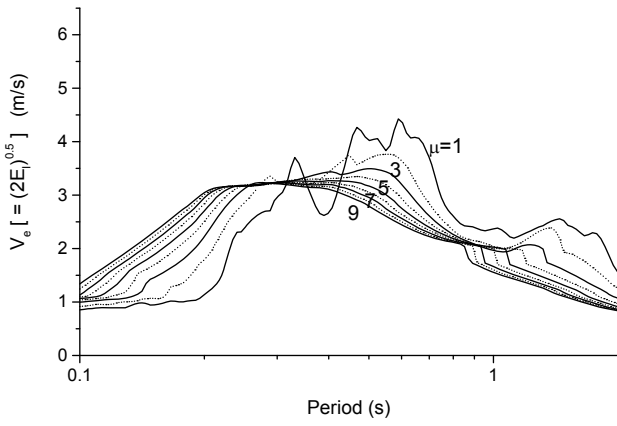


Fig.7 Absolute-EEV with Ductility Factors (EW)

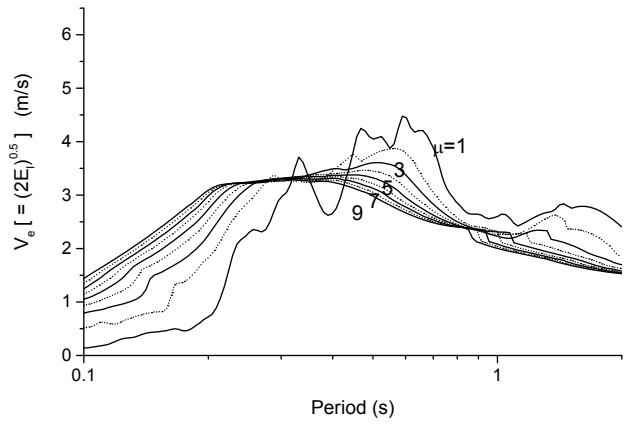


Fig.8 Relative-EEV with Ductility Factors (EW)

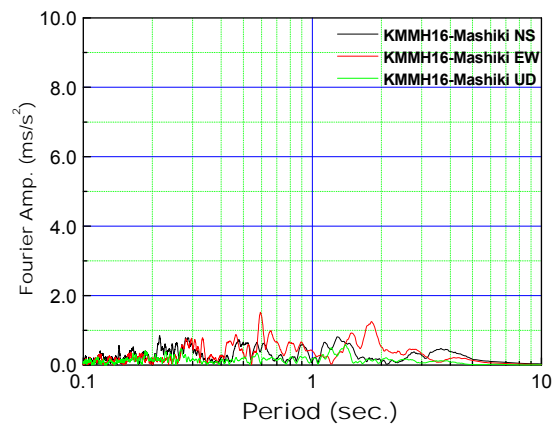
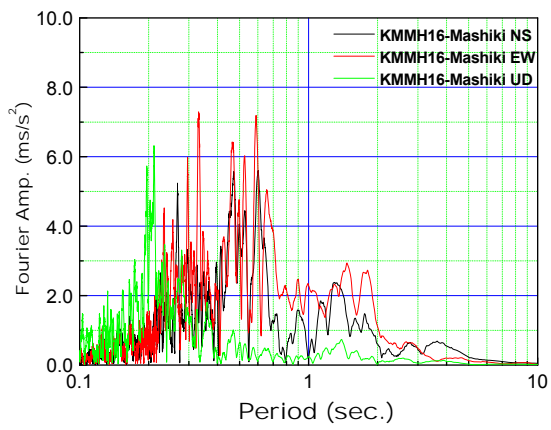


Fig.9 Fourier Amplitude at Top (left) and Base (right)

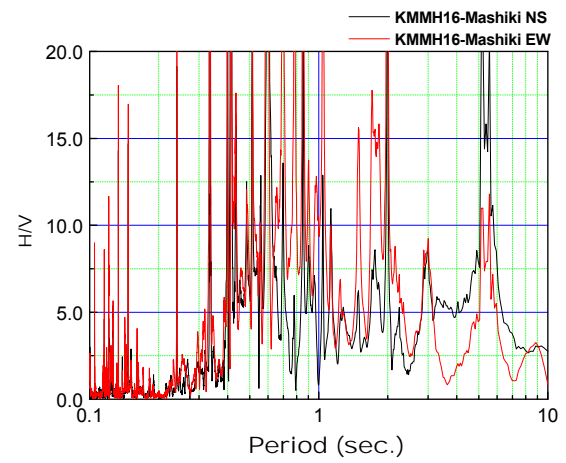
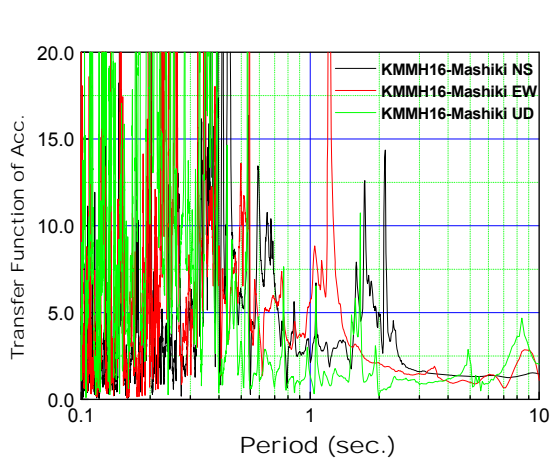


Fig.10 Transfer Function (left) and H/V spectra (right) of Acc.

NIED 防災科学技術研究所強震ネットワーク
 KiK-NET のデータ等を使用させて頂いた。
 埼玉大学レジリエント社会研究センター 齊藤

<観測点情報>

地震計 KiK-net06

観測点 KMMH16

地点名 益城

観測時間 2016/4/16 1:25:00

緯度 32.7967N 経度 130.8199E 標高 55m

地震規模 7.3

震源距離 7km

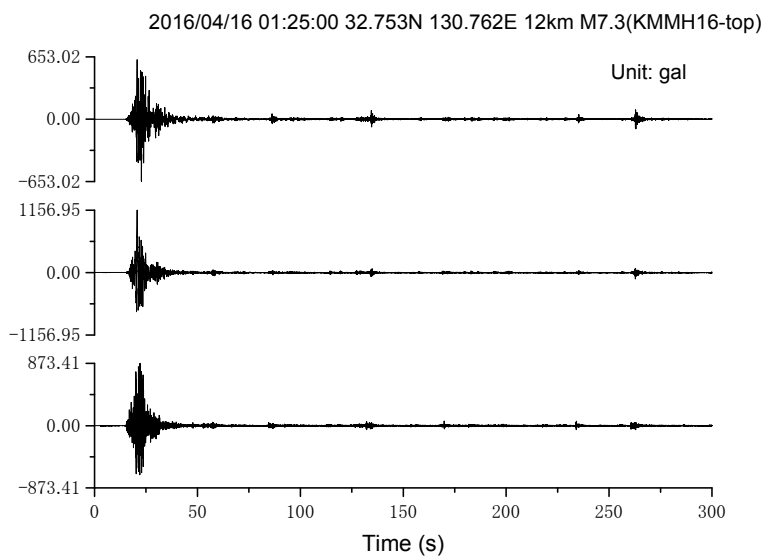
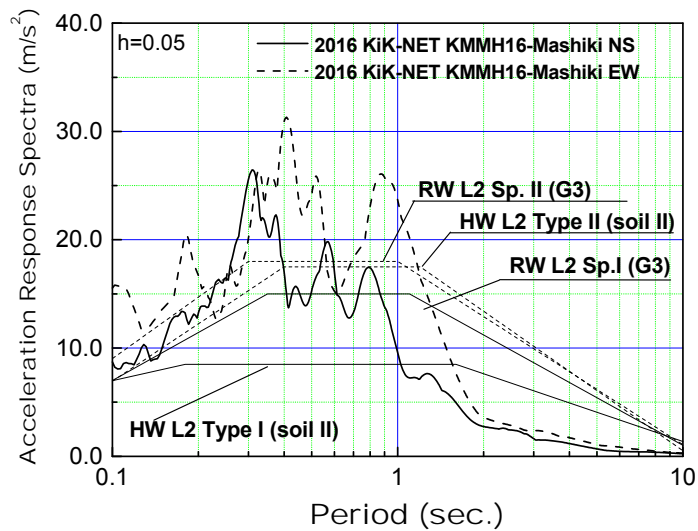
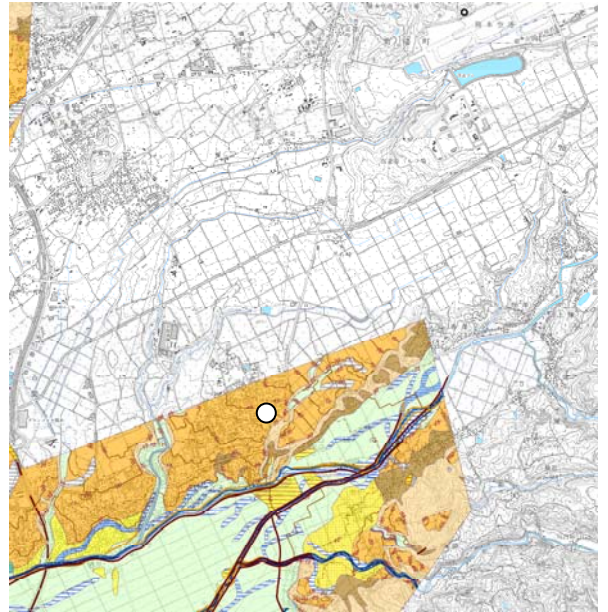
最大加速度 1156.946gal

地盤周期 0.33s

地盤種別(鉄道) G3 (道路) II 種

応答スペクトル 31.3m/s²(0.41s)-EW (5%減衰)

所在地 熊本県上益城郡益城町辻の城 148 番地



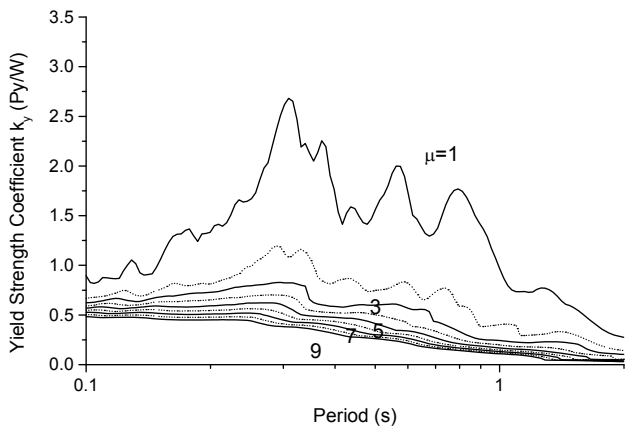


Fig.1 Constant-Ductility Response Spectrum (NS)

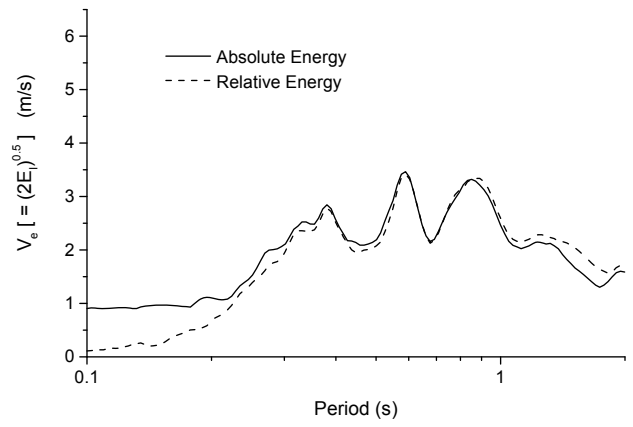


Fig.2 Linear Energy Equivalent Velocity (EEV)(NS)

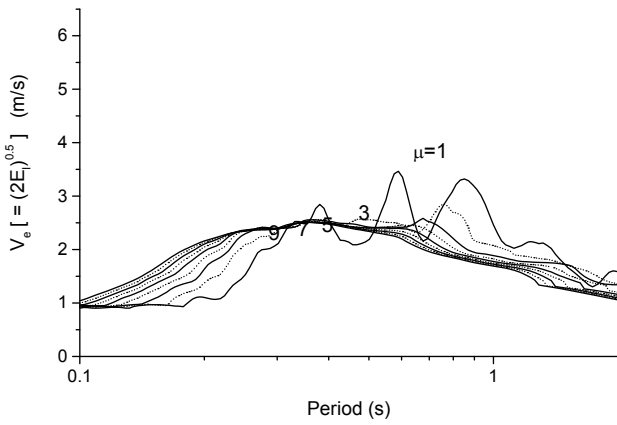


Fig.3 Absolute-EEV with Ductility Factors (NS)

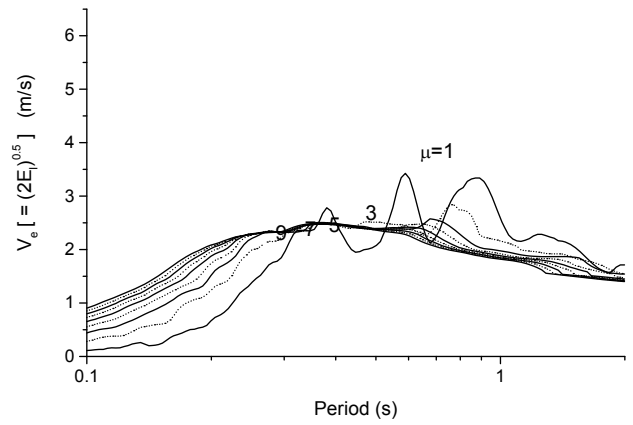


Fig.4 Relative-EEV with Ductility Factors (NS)

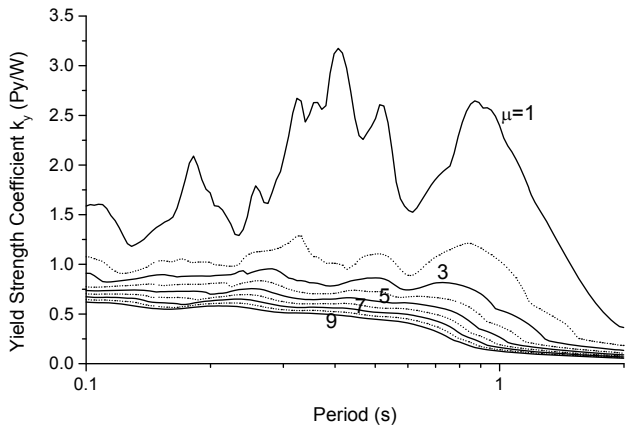


Fig.5 Constant-Ductility Response Spectrum (EW)

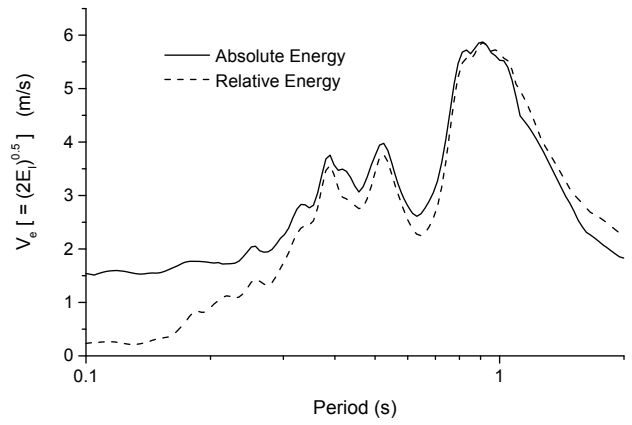


Fig.6 Linear Energy Equivalent Velocity (EEV)(EW)

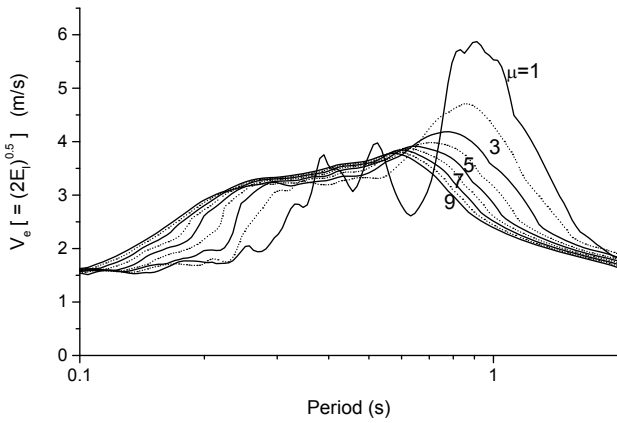


Fig.7 Absolute-EEV with Ductility Factors (EW)

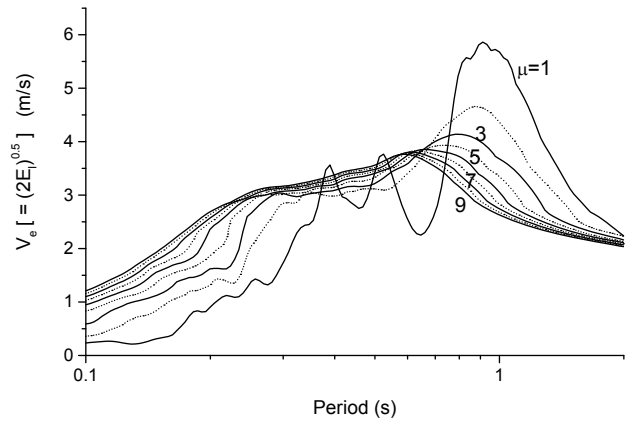


Fig.8 Relative-EEV with Ductility Factors (EW)

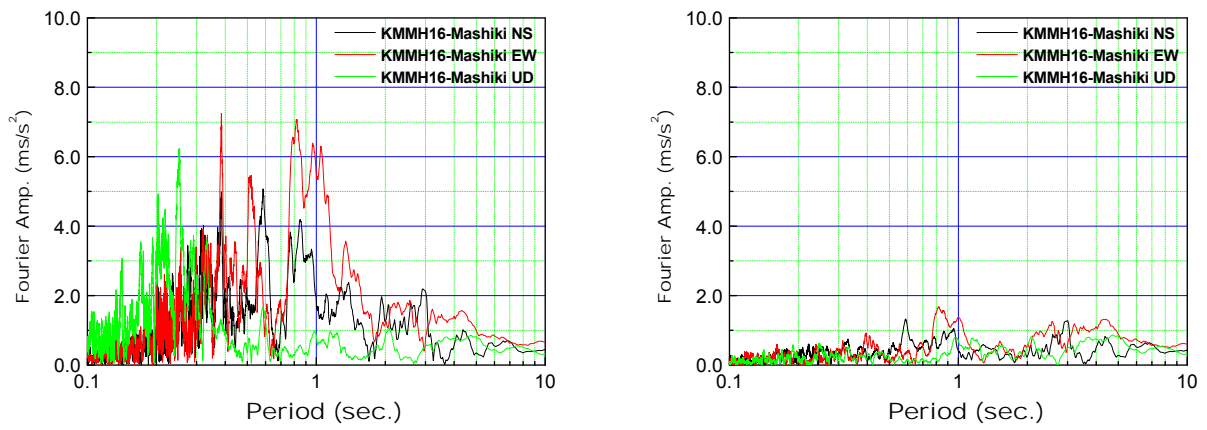


Fig.9 Fourier Amplitude at Top (left) and Base (right)

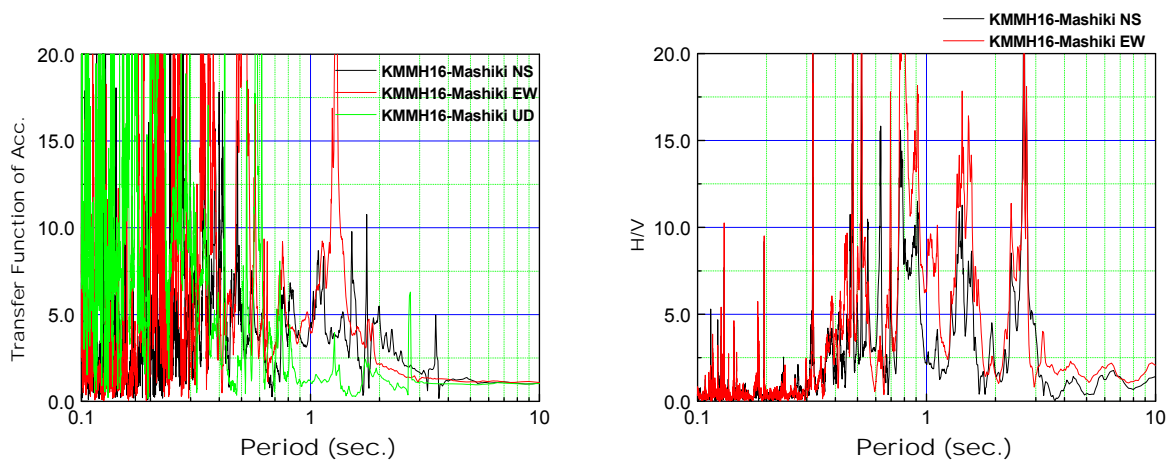


Fig.10 Transfer Function (left) and H/V spectra (right) of Acc.

NIED 防災科学技術研究所強震ネットワーク
 KiK-NET のデータ等を使用させて頂いた。
 埼玉大学レジリエント社会研究センター 齊藤