

# 2005年福岡県西方沖の地震の際の福岡市中心部における強震波形の 表層1次元モデルによる再現と面的速度分布の推定

川瀬 博（九州大学人間環境学研究院）

佐藤智美（清水建設技術研究所）

## 1. はじめに

福岡県西方沖の地震の際に福岡市では警固断層の北東側の限られた地域で建物の被害がみられている。また、この地域にある舞鶴の震度計観測点(FKOS01)や大名の CTI 福岡ビルにおいて、約 2km 離れた被害のない地域にある K-NET 天神(FKO006)に比べ、最大速度が大きな記録が得られている。本研究では、1次元地盤モデルにより表層地盤増幅の影響を考慮した観測波の再現を行なうと共に、福岡市中心部での面的な最大速度分布の推定を行なった。

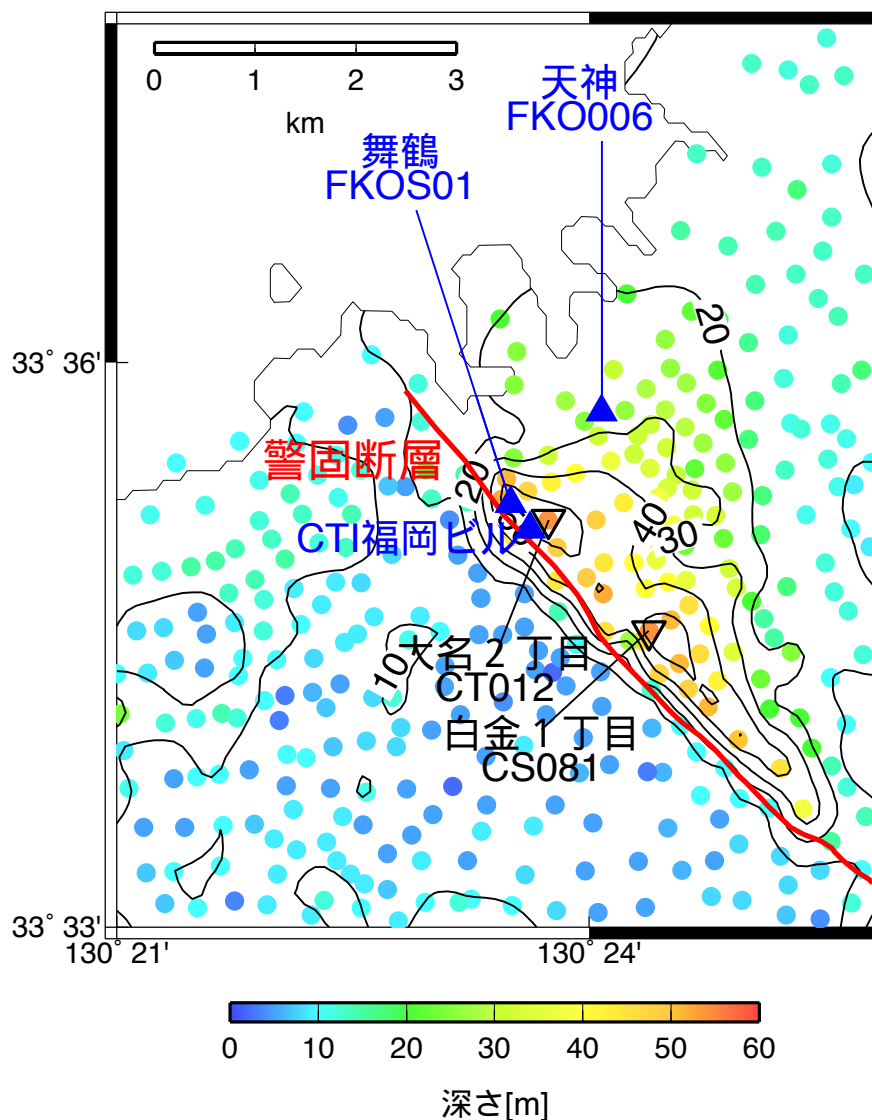


図1 町丁目別の工学的基盤深さ分布<sup>1)</sup>と強震観測点( )。 は町丁目別の基盤深さ情報がある地点。 は基盤深さが最深の地点。断層位置は中田・今泉<sup>2)</sup>による。

## 2. 解析手法

はじめに、中道・川瀬<sup>1)</sup>による町丁目別の工学的基盤( $V_s > 600\text{m/s}$ )深さの情報(図1)とFKO006でのPS検層結果を用いて地盤モデルを設定し、FKO006の記録から逆算工学的基盤波を推定する。地盤モデルは、PS検層の最深部である深さ20mでの $V_s=320\text{m/s}$ の層が基盤上面まで続くと仮定した1次元モデルである(表1)。Q値は、既往の研究<sup>例えば3)</sup>に基づき、表層地盤の平均的な値である $Q=5f$ ( $f$ :周波数)とした。次に、表1の層厚比で層厚が変化するとして、町丁目別の基盤深さ情報がある全地点での1次元地盤モデルを作成し、逆算工学的基盤波から地表での波形を推定する。強震観測点での基盤深さは、図1に基づき、FKO006で25m、FKOS01とCTIは深さが急変する地域にあるが共に50mとした。

図2は、基盤深さ25mと50mと最深の54mの場合の、工学的基盤から地表までの鉛直下方入射S波の1次元理論地盤増幅率を示す。FKO006の1次元理論地盤増幅率に対するFKOS01とCTIでの1次元理論地盤増幅率の比を図3に示す。この図には、本震と9つの余震記録のFKO006に対するFKOS01とCTI(本震のみ)の観測スペクトル比も示す。0.7秒付近の1次ピークより長周期領域では理論スペクトル比と観測スペクトル比は調和的である。

なお、本研究では、3観測点の本震の周期0.6秒以上の速度波形を用いた粒子軌跡解析に基づき、ほぼ主軸方向となる $N20^\circ E$ 方向の15秒間を解析対象とした。

表1 FKO006での1次元地盤モデル

No.	層厚 (m)	$V_s$ (m/s)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
1	2	110	1.78
2	6	130	1.76
3	4	150	1.66
4	3	180	1.94
5	10	320	1.87
6	-	600	1.90

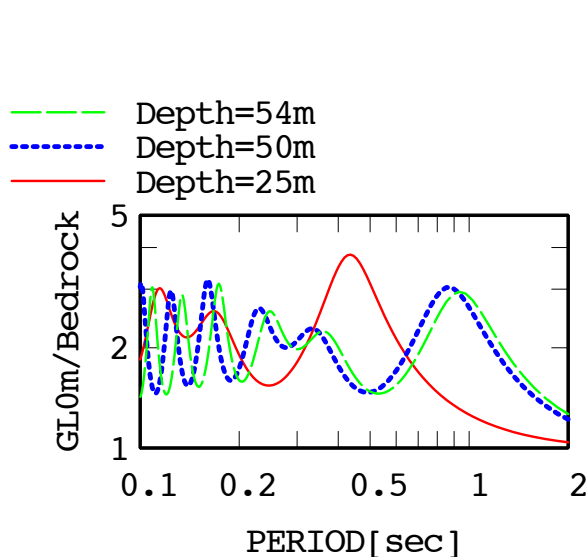


図2 工学的基盤から地表までの1次元理論地盤増幅率(伝達関数)

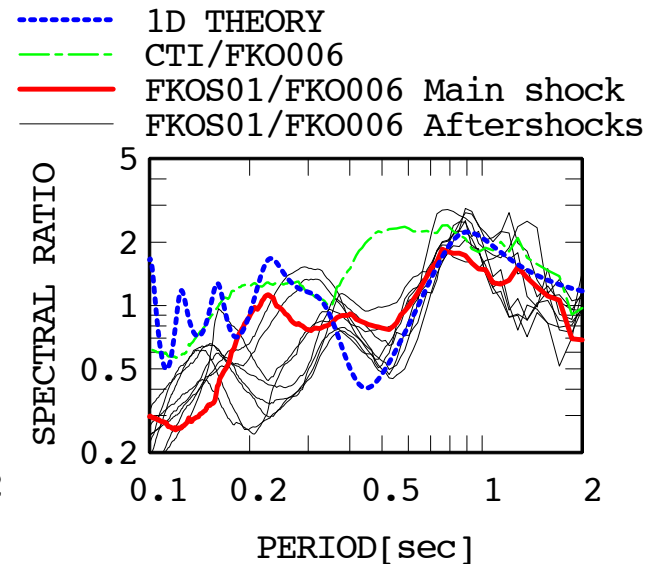


図3 FKO006に対するFKOS01とCTIの観測スペクトル比と理論地盤増幅率の比の比較

### 3. 観測波と再現波の速度波形の比較

観測波と計算波の速度波形の比較を図 4 に示す。逆算工学的基盤波の最大速度は 52cm/s である。FKOS01 では、最大速度を出現させる最初のパルスの振幅が再現波でやや大きいものの、FKOS01 と CTI の両観測点とも周期 1~2 秒の速度パルスの振幅、位相ともほぼ再現されている。なお、FKOS01 と CTI の基盤深さを 50m と同じとしたため再現波は両観測点で同じである。基盤深さが 54m と最も深い CT012 と CS081 では、全計算地点の中で最大速度が最も大きく約 80cm/s と推定された。

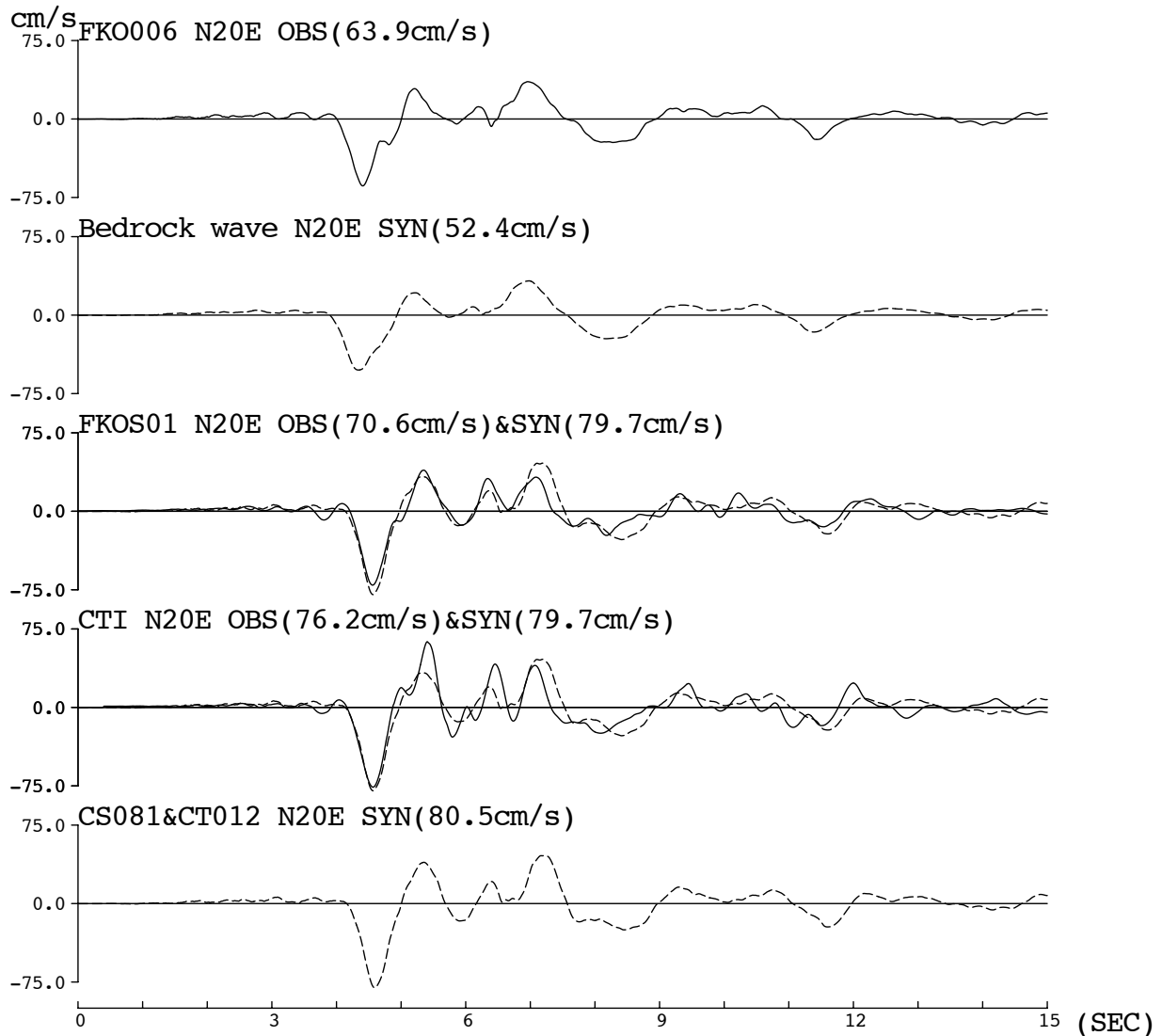


図 4 観測波(実線)と再現波(破線)の速度波形(N20°E 成分)の比較

#### 4. 再現波と観測波の擬似速度応答スペクトルの比較

図5には、観測波と再現波の減衰定数5%の擬似速度応答スペクトルの比較を示す。FKOS01では、観測波と再現波は0.2秒以上の広帯域で調和的である。CTIでは、観測波と再現波は速度パルスに影響が大きい0.7秒以上において整合している。また、CT012とCS081での応答スペクトルは、周期1~2秒で160cm/sに達していることが推定された。

なお、CTIでの観測波にみられる周期0.5秒付近の波は、主軸方向成分の最大速度への寄与は小さいが、粒子軌跡解析と非定常スペクトル解析によると表面波的特徴がみられており、3次元的影响を受けているものと考えられる。

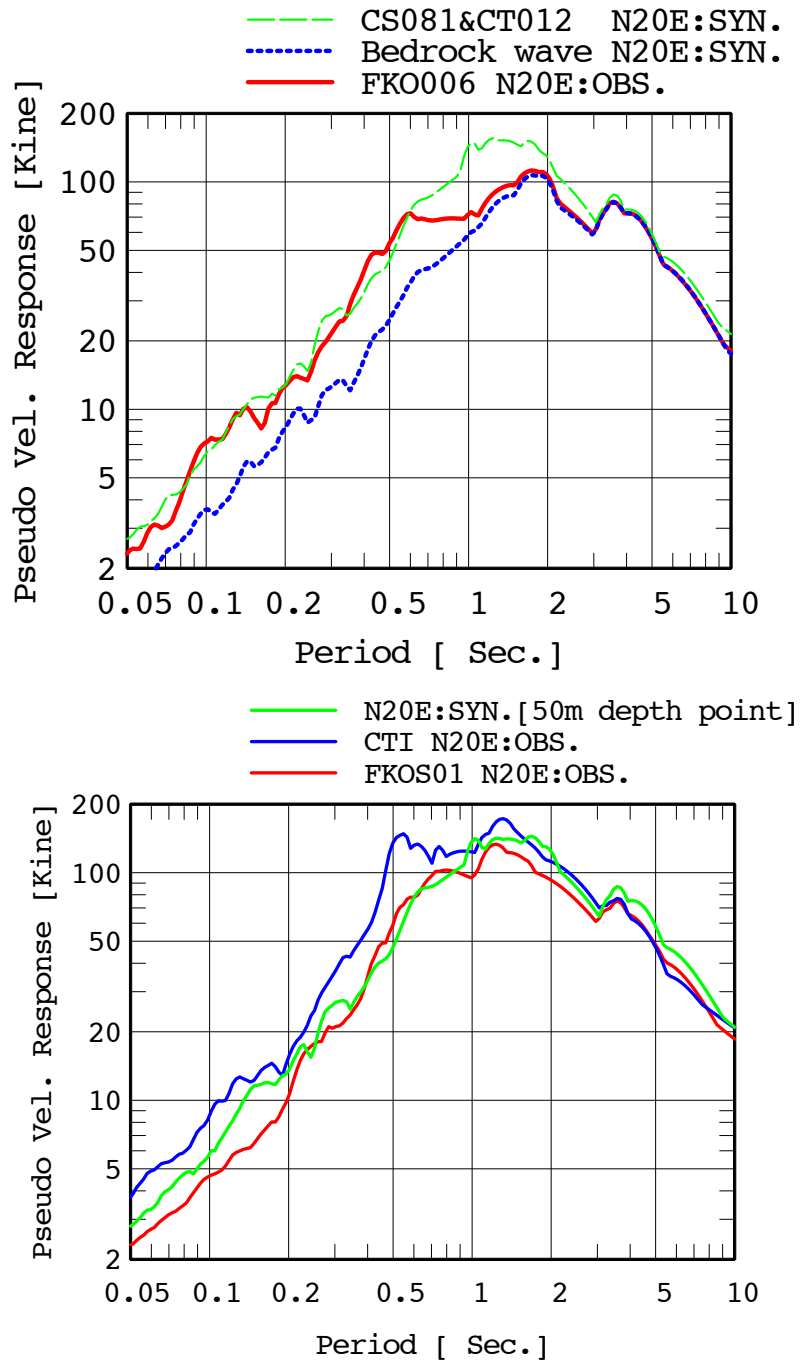


図5 観測波と再現波の速度波形(N20°E成分の擬似速度応答スペクトルの比較

## 5. 推定最大速度分布

図 6 には、再現波(N20°E 成分)の最大速度の面的分布を示す。最大速度は、工学的基盤の深さ分布の形状と同様に、警固断層の北東側に沿った限られた地域で大きく、建物の被害のみられた地域とほぼ対応している。

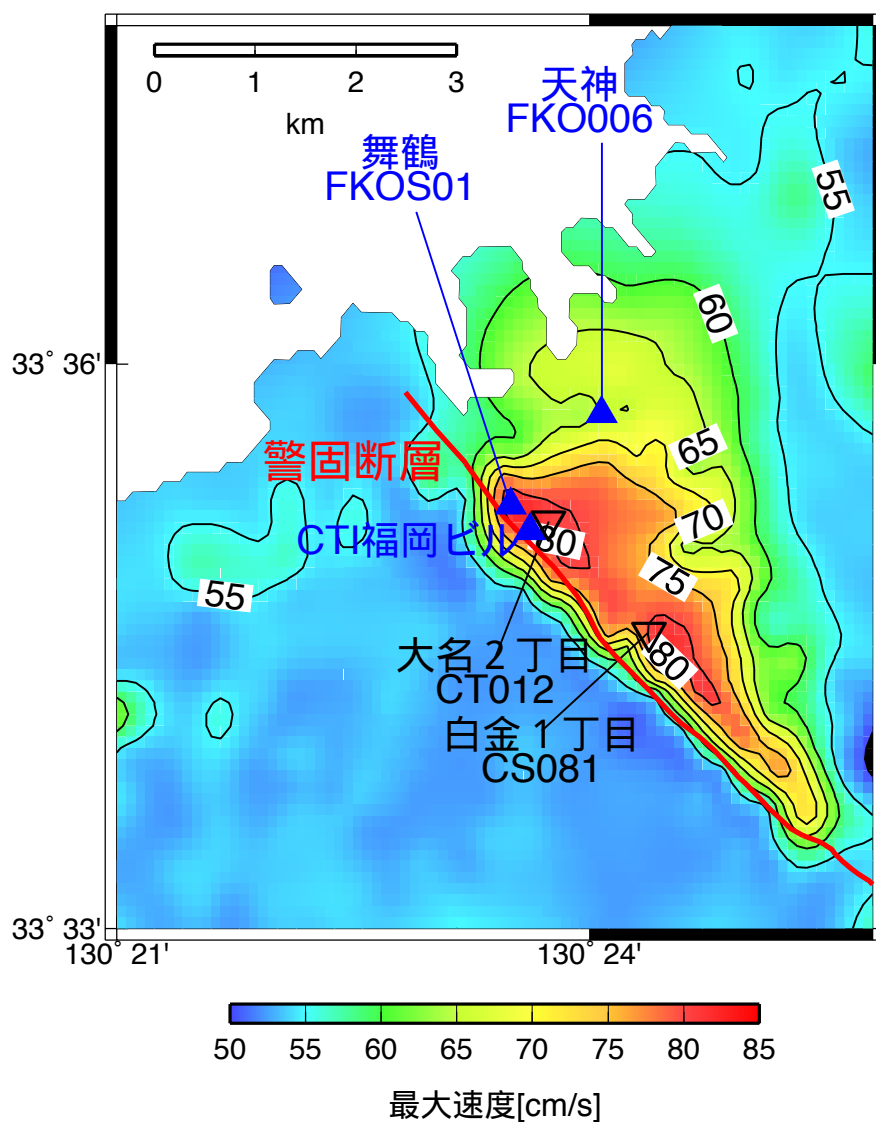


図 6 推定最大速度分布(N20°E 成分)。断層位置は中田・今泉<sup>2)</sup>による。

## 6. まとめ

表層地盤の 1 次元地盤増幅を考慮することで、福岡市の警固断層北東側で観測された主軸方向(N20°E)成分の速度波形と周期 0.7 秒以上の応答スペクトルがほぼ再現できることを示した。また、推定最大速度が大きい地域は、建物の被害がみられた地域と整合することを示した。

## 謝辞

本報告では福岡県の震度計データ、防災科研の K-NET データ及び PS 検層結果、建設技術研究所の免震建物データを利用しました。便宜を図っていただいた関係者に深く謝意を表します。また、一部の図の作成には Wessel and Smith<sup>4)</sup>の GMT を用いました。

## 参考文献

- 1) 中道・川瀬：建築学会構造系論文集, 560, 83-91, 2002.
- 2) 中田・今泉：活断層詳細デジタルマップ, 東京大学出版会, 2002.
- 3) 佐藤・川瀬・佐藤：建築学会構造系論文集, 461, 19-28, 1994.
- 4) Wessel, P. and Smith W. H. F. : New, improved version of Generic Mapping Tools released, EOS, AGU, 1998., improved version of Generic Mapping Tools released, EOS, AGU, 1998.