

福岡県西方沖地震における福岡市の地盤加速度推定

03A3724 中尾 冬喜
03A3743 和田 修一
担当教員 烏野 清

1.はじめに

2005年3月20日午前10時53分頃、福岡県西方沖深さ9kmを震源とする地震が発生した。地震の規模はマグニチュード7.0と推定されており、海底の断層が横ずれしたことによる内陸直下型地震である。

本研究は、免震構造となっている(株)建設技術研究所福岡支社(CTI ビル)の基盤で得られた地震加速度を用いて、地盤工学会九州支部九州地盤情報システム協議会より提供されている九州地盤共有データベースを基に、福岡市の地震時における地盤加速度を推定したものである。また、併せて、この地震加速度が北九州市の地盤に入力したものと想定して地表面の地震加速度を求め、今後の防災対策の参考資料とした。

2.解析手法

図－1 は福岡県西方沖地震で地震加速度波形が観測された CTI ビルの地盤をモデル化したもので、図中の S 波速度(Vs)は N 値より次式を用いて求めた。

$$Vs=100N^{1/3}$$
 (粘性土層)

$$Vs=80N^{1/3}$$
 (砂質土層)

図－1 の基盤 (－65m) で観測された加速度をこの地盤モデルに入力し、重複反射理論 (解析プログラム : Ark Quake) を用いて地表上の応答加速度を求めた。

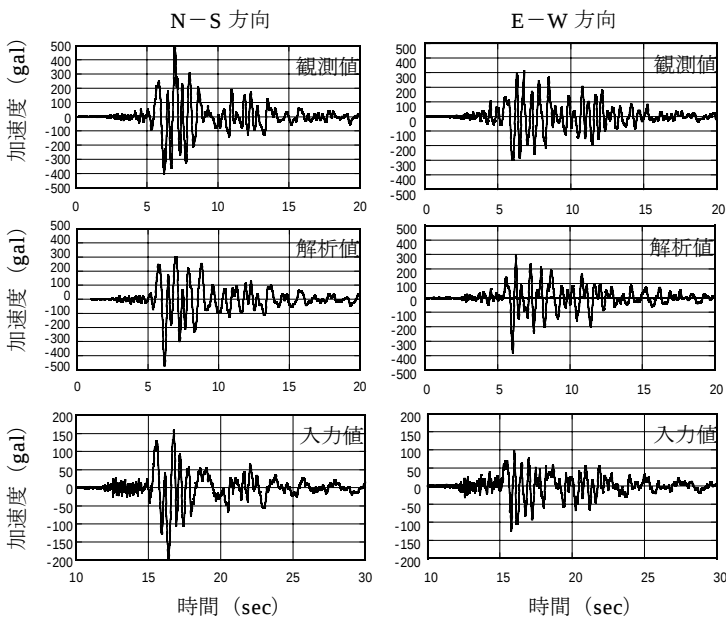
この解析プログラムでは液状化による地震応答解析はできないが、地盤剛性低下によるひずみ依存性を考慮できることから、建設省土木技術研究所資料第 1778 号に示されている標準ひずみ依存曲線 ($G/G_0 \sim \gamma$ 曲線) を用いた。

深さ(m)	土質区分	Vs(m/s)
0		
	砂	188
－16.6	粘土	229
－25.5	砂	461
－40.2	砂	499
－51.2	砂礫	1000
－65.0		

図－1 CTI ビル地盤モデル

図－2 は解析値と観測値を比較したもので、基盤の入力加速度 (観測値) は N－S 方向が E－W 方向の約 2 倍程度大きくなっている。CTI ビル地表面の加速度は両方向とも解析値と観測値が良く一致している。

次に福岡市民会館付近に設置されている kik-net の観測点では地盤柱状図はあるものの地表面の加速度波形のみが観測されている。そこで、CTI ビルの基盤加速度を入力として地表面の加速度を解析し比較したものが図－3 である。N－S 方向では観測値と解析値が波形および最大値ともよく一致している。しかし、E－W 方向では波形だけでなく最大値も解析の方が 1/2 程度小



図－2 CTI ビル地盤の加速度

さくなっている。

この原因として、CTI ビルは警固断層上にあることから、断層と直角方向にあたる E-W 方向では、断層の影響を大きく受けているため、福岡市民会館における基盤加速度とかなり異なっているものと予想される。

以上の解析値と観測値の比較から、CTI ビル基盤の N-S 方向は最大加速度が E-W 方向より大きく、福岡市民会館での観測値と解析値がよく一致していることから、CTI ビル基盤の N-S 方向を入力加速度として解析することにした。

3.福岡市周辺の地震応答解析

図-4 は地盤工学会九州支部九州地盤情報システム協議会より販売された福岡市の地盤データベース点である。海中、埋め立て地盤、福岡都市高速道の路線等が主な地点となっている。

図-5 は気象庁、福岡九州高速道路公社、旧日本道路公団九州支社の震度を測定するために設置された観測点での最大加速度である。これらの観測点では加速度波形は測定されてない。震度階は人体感覚や構造物の被害から気象庁が定めたもので、震度 V (80~250gal)、震度 VI (250~400gal)、震度 VII (400gal 以上) が目安となっており、震度 V と震度 VI は兵庫県南部地震の教訓から弱と強に分類された。図中の () 内の加速度はこれらの観測点に近い地点の地盤柱状図を図-4 のデータベースから選定し、CTI ビルの基盤加速度 (N-S 成分) を入力して解析した値である。両者を比較すると良く一致しており、図-4 の地盤データを用いて、福岡市周辺の地表加速度を推定できると考えられる。

通商産業省、工業技術院、地盤調査所発行の 1/50000 地質図と図-4 に示す福岡市周辺のデータベース点の関係から、解析する地点を選定し、地震応答解析した結果を図-6 に示す。地質との関係を見るため、地質図上に各地点の最大加速度を示している。地震の入力基盤は N 値 50 以上の地層とし、この基盤のないものは対象外とした。

福岡市周辺の沿岸部はほぼ埋立地となっており、解析結果は 200~300gal 程度で、液状化の発生と対応している。一方、石英や花崗岩などの硬い地質を有する内陸部では、層厚によっては 400gal~500gal 程度と大きくなっており、東区の一部および警固断層付近では震度 VII が発生したことがわかる。図-7 は図-6 の

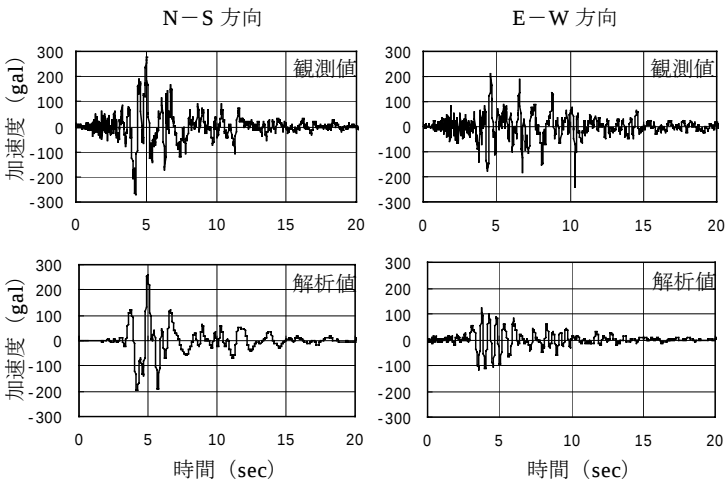


図-3 福岡市民会館地盤の加速度

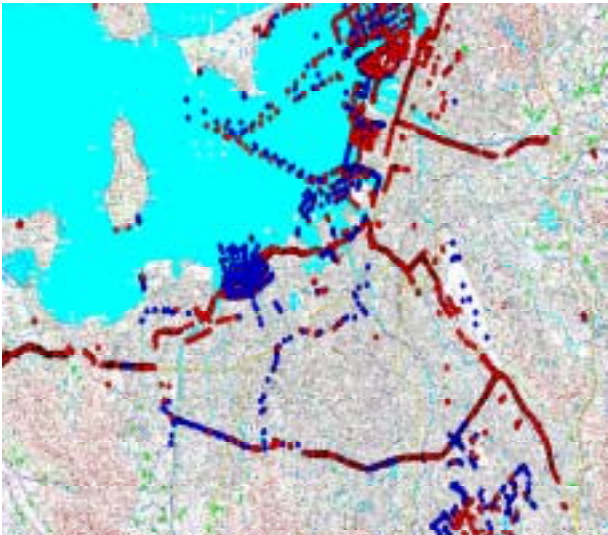
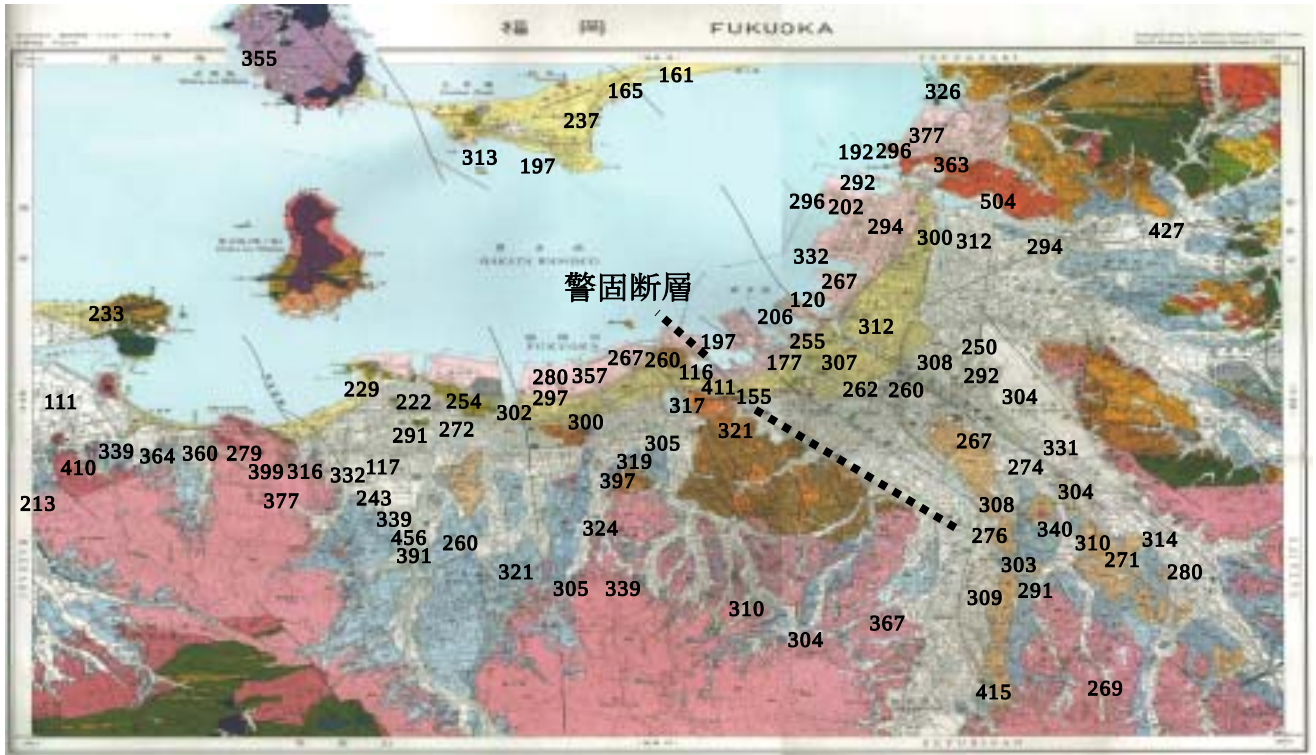


図-4 九州地盤共有データベース (福岡



図-5 各地の最大加速度 (gal)



図－6 福岡市における地盤加速度推定値 (gal)

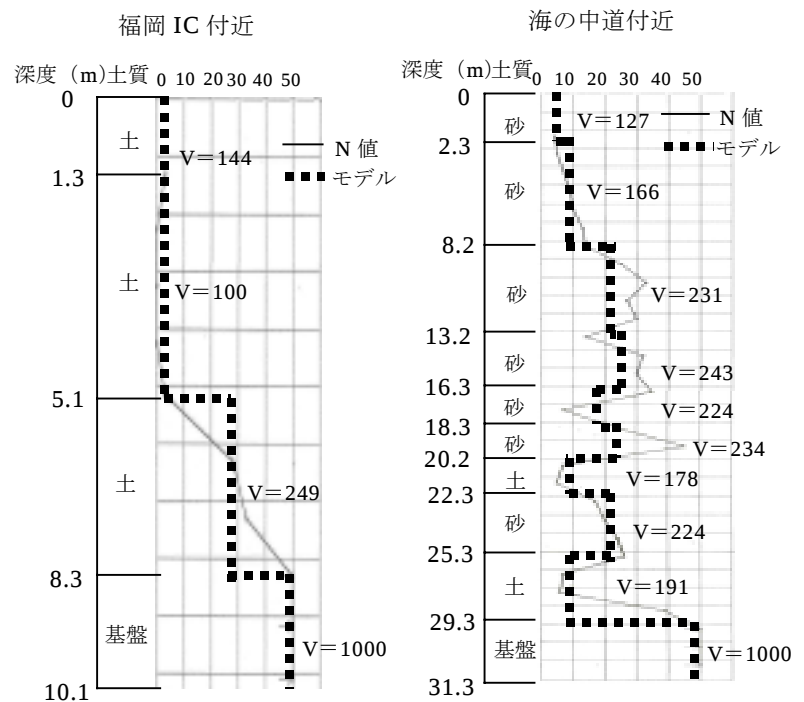
解析地点の中から、大きな液状化現象が発生した海の中道付近と最大加速度510galが発生した。福岡 IC 付近の地盤柱状図および解析モデルとした N 値と Vs を示したものである。これらの地点の解析より求めた地盤加速度波形を図－8に示す。福岡 IC 付近では海の中道に比べて振動数が高い波形となっている。そこで、図－7 の層厚と Vs の値から地盤の卓越振動数を次式より算出した。

$$f = \sum_{i=1} \frac{Vs_i}{4H_i} \quad (\text{Hz})$$

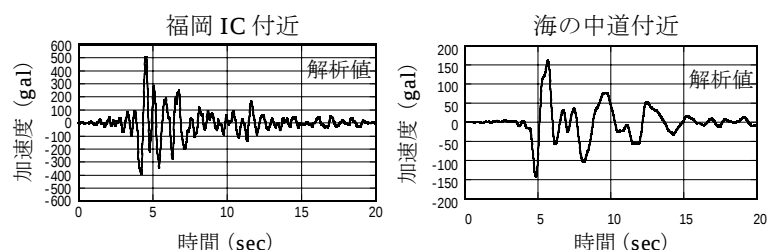
解析の結果、福岡 IC で 4.0 Hz、海の中道で 1.7 Hzであった。このように地表加速度は表層地盤特性の影響を大きく受け、地震加速度の応答倍率が大きく異なっている。液状化現象の発生した海の中道では解析において液状化を考慮してないことから最大加速度は少々異なっているものと考えられる。

4.北九州市周辺の地震応答解析

図－9 は、kik-net の北九州市(門司区畑)において観測された福岡西方沖地震時の基



図－7 地盤柱状図



図－8 各地盤の加速度

盤加速度および地表加速度である。図－2 に示す CTI ビルの基盤加速度と比べて、1/10 以上小さく、しかも地震の継続時間が長くなっている。このことは震源から離れると距離減衰で波形がかなり変化することを示しており、図－9 に示す基盤加速度を増幅して、入力加速度とすることには意味がないと考えられる。そこで、北九州市の海上から九州小倉病院付近を通る小倉断層の一部がずれたことを想定し、福岡市と同じ CTI ビル加速度（N－S 方向）を入力して、解析することとした。

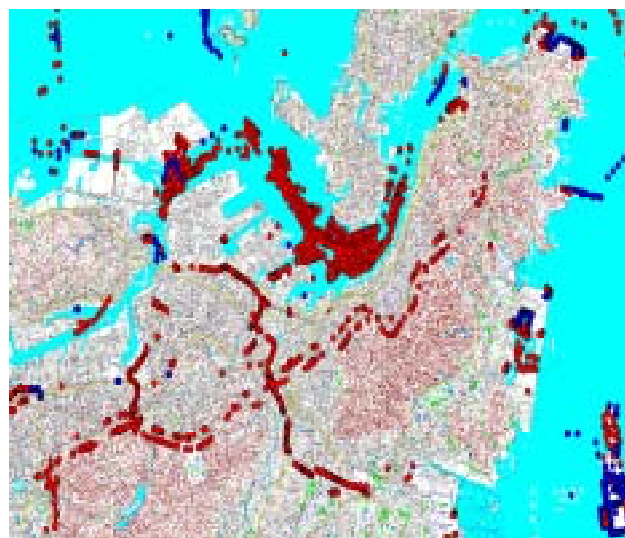
図－10 は北九州市の共有データベースである。福岡市と同様、道路路線のデータが多い。また、埋立地では基盤（N 値 50 以上）のデータが無いものが多く、地震応答解析ができなかった。解析結果を図－11 に示すが、福岡市に比べると異なる地質が複雑に入り混じっており、場所によっては 550gal 以上とかなり大きな値となった。

5 まとめ

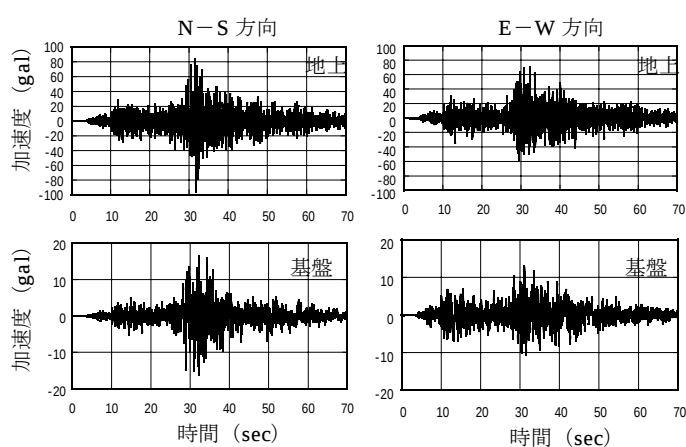
福岡市では、かなりの精度で地震時加速度を推定できたと思われる。北九州市に関しては、防災マップの参考になればと考えている。

《参考文献》

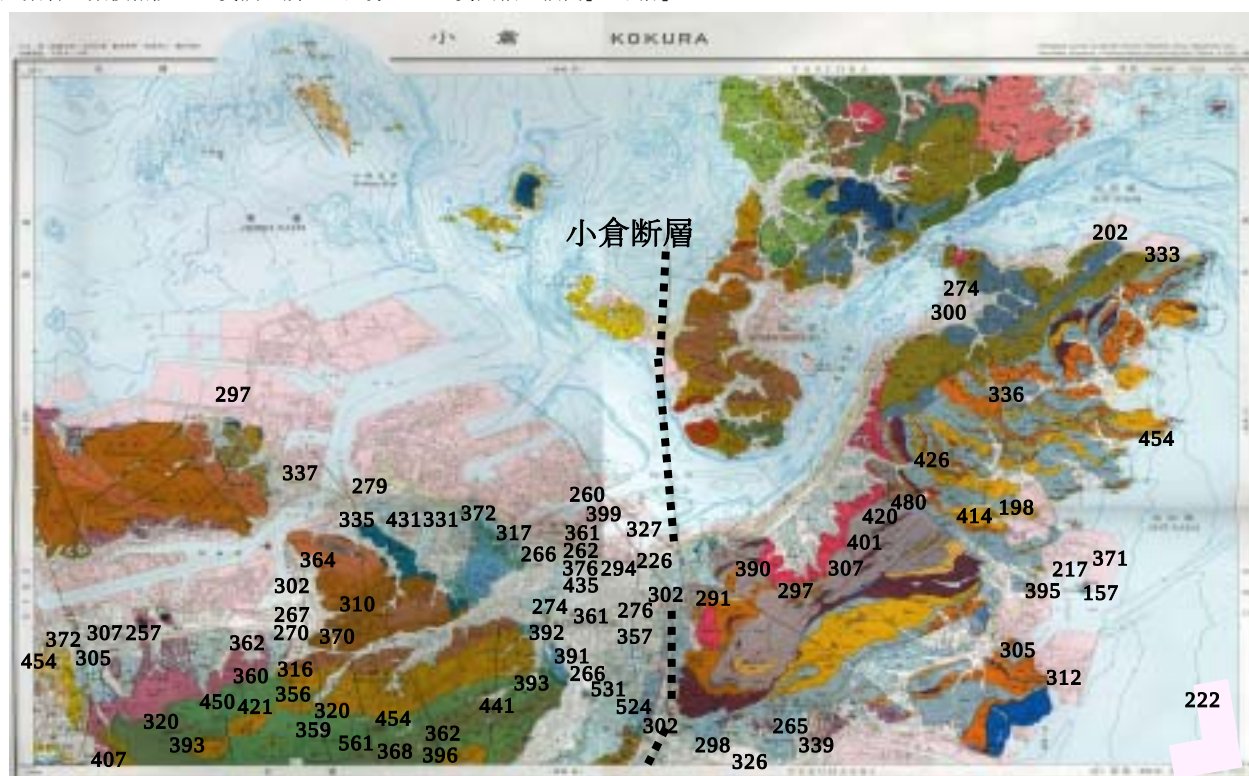
通商産業省工業技術院 地質調査所 5 万分の 1 地質図幅「福岡」「小倉」



図－9 九州地盤共有データベース（北九州市）



図－10 北九州市地盤の加速度



図－11 北九州市における地盤加速度想定値 (gal)