

I-B 193 やや深い地盤構造の不整形性が地震動に及ぼす影響

(株)大林組技術研究所 正会員 ○江尻讓嗣
 “ 関 崇夫
 “ 金田義行

1. まえがき

兵庫県南部地震の際には、神戸市域に震災の帯と称される被害の集中した震度Ⅶの帯状のゾーンが生じた。この被害集中の主因は、地震後の反射法等による地盤構造探査やその結果を用いた解析¹⁾により、やや深い地盤構造の不整形性に起因する地震動のフォーカシング現象によるものであることが指摘されている。また、同地震では、震源域から約25km離れた大阪市域においても、液状化や側方流動等の表層地盤破壊によらない木造家屋被害の集中したゾーンが、上町断層やその北側の延長線上にある仏念寺山断層の西側に断層に沿って点在することが報告²⁾されている。ここでは、上町断層の不整形構造を例にとりやや深い地盤構造の不整形性が地表面地震動強度の地域分布に及ぼす影響を、有限差分法を用いた不整形地盤構造の地震応答解析(FDM2D)と大阪市域の兵庫県南部地震観測記録の両者から定量的に評価することを試みたので報告する。

2. 不整形地盤構造の応答解析

上町断層の不整形構造モデルは、中川の東西方向断面のモデル³⁾を基に図-2(b)に示す上町断層を含む幅6km、深さ3kmの2次元4層構造モデルとした。地盤はすべて非減衰線形弾性体とし、S波速度(Vs)等の地盤定数は同図中のものを用いた。FDM解析モデルの格子点間隔は幅・深さ両方向ともに10m等間隔とし、約180,000個の格子点を配置した。モデルの両側面および底面には波動吸収境界⁴⁾を付した。モデル底面から鉛直に入射する地震基底波形(SH波)は、有馬高槻断層帯(M=7.7)で発生する地震を想定し、北区天神橋地点を対象に統計的波形合成法⁵⁾により作成した。表-1に仮定した断層諸元⁶⁾⁷⁾を、また図-1には解放地震基底波形を示す。解析の上限周波数は解析モデルの制限から5Hzとした。図-2(a)には、解析により求めた地表面最大水平加速度(PHGA)の分布を示す。同図中には、不整形構造を考慮しない場合として

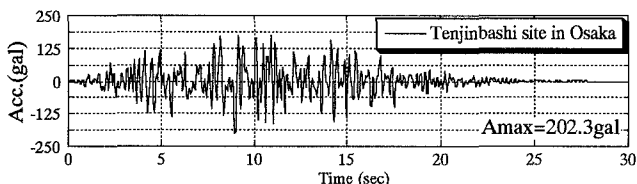


Fig.1 Input motion(Bedrock outcropping)

Table1 Fault model parameters

parameters	Arima-Takatsuki
Strike	N76E
Dip Angle(degree)	90
Rake Angle(degree)	0
Depth(km)	0
Fault Length(km)	53
Fault Width(km)	15
Seismic Moment (dyne*cm)	1.094×10^{27}
Magnitude	7.7
Rise Time(sec)	5.2
Origin Point	Fault Center
Rupure Type	Bilateral
S wave Velocity(km/s)	3.5
Rupure Velocity(km/s)	2.5
Fault Location(degree)	34.751,135.500 34.799,135.683

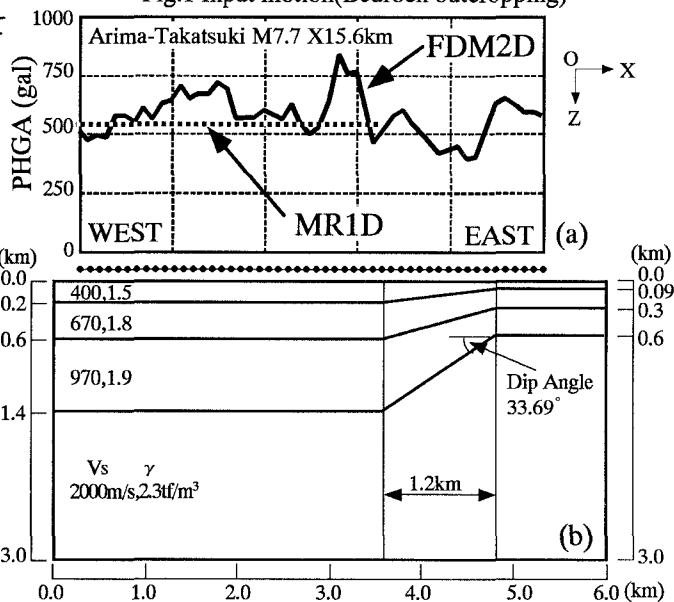


Fig.2 Distribution of PHGA on surface and FDM model

上町断層西側の地盤を対象に1次元重複反射解析(MR1D)により求めた地表面最大水平加速度も合わせ示した。両者の比較から断層の西側に隣接する約2.0km幅の狭い地域に不整形構造による地震動の顕著な増幅が見られる。この地域内の不整形構造の影響を受けた地表面最大水平加速度値は、1次元重複反射解析値の最大で約1.5倍程度の値となることがわかる。

3. 兵庫県南部地震観測記録からの検討

図-3には兵庫県南部地震の際に大阪市内の上町断層周辺の各地点(地盤またはビル1F以下の階)で観測された最大水平加速度値⁹⁾の分布を示す。上町断層西端から2km以内(Ⅰ)とそれ以西(Ⅱ),さらに西端から東側(Ⅲ)の3地域に分けてそれぞれの地域内での観測値の平均値を求めると250(K-N,P),180(A,B,F,G),130(R,S,V)gal程度の値が得られる。ただし入力損失等の影響があると思われるビル地下階のデータは除外した。解析において不整形構造による増幅の見られた地域に対応するⅠの平均値はⅡのそれの1.4倍程度の大きさでその値は解析から推定される値にはほぼ等しい。また、上町台地上のⅢではⅡの約0.7倍程度と最も小さい値を示す。観測数の少なさや表層地盤条件が不明等の問題もあるが観測値からも不整形構造の影響を大略読みとることができる。

4. まとめ
 やや深い地盤の不整形構造により上町断層西側近傍では、約5割地震動強度が大きくなることがわかった。しかし、解析では地盤を非減衰と仮定したり地震動強度によっては軟化する沖積層等の表層地盤の影響を考慮していない等の問題が残されている。Q値をVs/10として与えた1次元重複反射解析によると図-2(a)の加速度値は約6割程度の値となり、また、それと同程度の入力を受ける表層地盤の非線形増幅率を過去の多くの地盤応答解析結果を基に1.5-1.7倍程度に見積もると表層地盤の有る場合の地表面加速度値は、上町断層西側近傍で図-2(a)の約8割程度のレベルになるものと推察される。地震動強度の

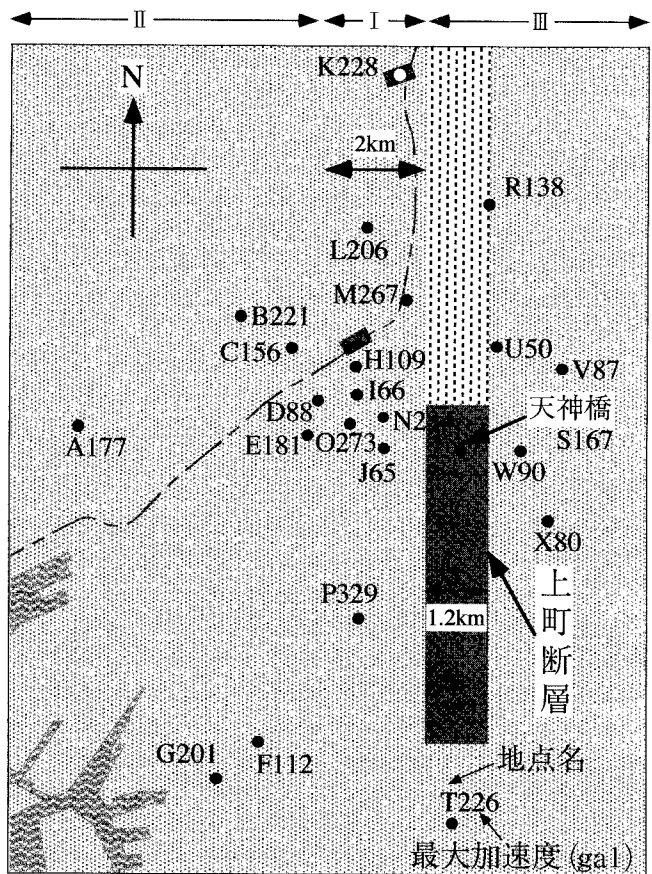


Fig.3 Distribution of PHGA in Osaka during the Hyogo-ken Nambu Earthquake

地表面の分布も、不整形構造のデimeソジョンとそれに入射する地震動の周波数特性、入射角、波動種別等の多くの要因の影響をうける事が過去の研究から明らかになっており今後それらの検討を進めていく予定である。

<参考文献> 1)(社)地盤工学会:阪神・淡路大震災調査報告書(解説編),pp.151-170,1996 2)中川:大阪周辺域での震害と地盤構造,阪神大震災震緊急合同報告会資料集,日本地質学会他,pp.92-108,1995 3)Reynolds A.C.:Boundary conditions for the numerical solution of wave propagation problems,Geophysics,Vol.43,No.6, pp.1099-1110,1978 4)釜江,入倉,福知:地震のスケリグ則に基づいた大地震時の強震動予測-統計的波形合成法による予測-,建築学会構造系論文報告集,pp.1-9,1991 5)松田:最大地震規模による日本列島の地震分帯図,東大震研彙報,Vol.65,pp.289-319,1990 6)活断層研究会編:新編日本の活断層分布図と資料,東京大学出版,pp.272-285,1991 7)佐藤他:日本の地震断層ハラメタハントブック,1989 8)例えば UNCRD:Comprehensive study of the GREAT HANSHIN EARTHQUAKE,Research report series No.12,pp.15-40,1995