

京都大学防災研究所

正員 吉川 宗治

(現) 大阪土質試験所

正員 〇 岩崎 好規

1. まえがき

大阪地盤の地震時挙動を推定するために、表層深部構造も考慮した水平地質構造モデルをもち、多点振動系としてモデル・アナリシスの手法により、またひずみ依存性の線型等価定数と導入して、2, 3の考察を行、1の報告する。

2. 大阪地帯の表層深部構造¹⁾

大阪地帯の基岩は、六甲及び生駒山系を構成する花崗岩であり、大阪港あたりで約1.4km、浅い上町台地付近で約0.7kmという深度にある。

この花崗岩の上に第三紀の二上層群ないしは神戸層群が約200~400m、下部大阪層群約200m、大阪層群が300~600mの厚さで存在し、さらにその上に厚さ0~35mの沖積層がある。東西方向の断面を切れば、上町台地を頂上とする盛り上った地層構造をこしている。

3. 大阪地盤の応力~ひずみ関係について

大阪地帯の既往のS波測定結果や土質試験結果などを参考に、S波速度の微小ひずみ時(10⁻⁶~10⁻⁵%)の値を示せば、ほぼ表-1のように存すると思われる。

表-1 大阪地盤 S波速度

地層名	単位体積重量 ton/m ³	S波速度 m/sec.
沖積粘性土	1.5~1.6	90~120
沖積砂質土	1.7~1.8	110~190
大阪層群粘性土	1.6~1.8	200~400
大阪層群砂質土	1.8~1.9	300~600
神戸層群	1.9~2.1	500~800
花崗岩	2.7	2,700~3,000

応力~ひずみ関係を、線型等価減衰定数と線型等価減衰定数で表わし、こゝの線型等価定数にひずみ依存性を導入したものに Seed の提案がある²⁾。大阪層群に関する最近の竹中、西垣らの実験³⁾によれば、Seed の提案するひずみの影響の仕方は若干異なり、ほぼ0.05%までのひずみレベルあたりまでは弾性的挙動を示す。

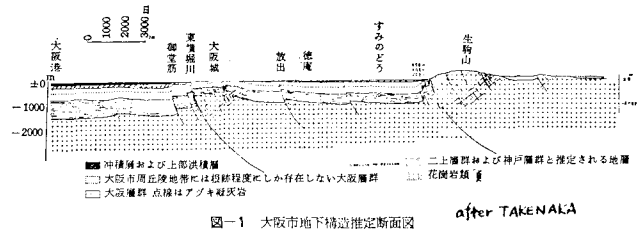
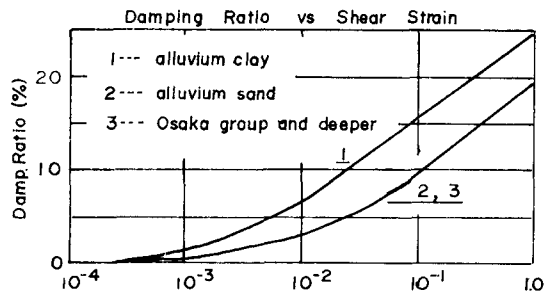
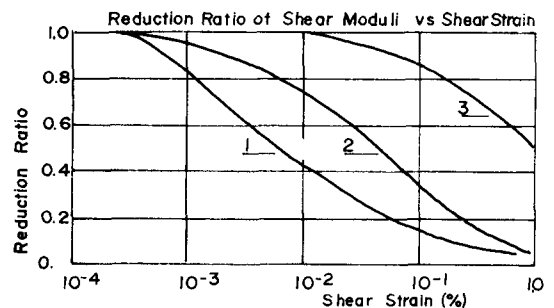


図-1 大阪市地下構造推定断面図

after TAKENAKA

図-2 線型等価定数のひずみ依存性



とが明らかにされている。大阪地方の沖積層などに対しては、土すみの応力～土すみ関係に与える影響は十分に明らかでない。ここでは、沖積層に対しては、Seedらの提案する関係を用い、大阪府群およびその以深の地層については、竹中、西垣らの実験結果を参照して、線型等価セメント断定数と線型等価減衰定数の変化を推定して図-2に示した。なお線型等価セメント断定数については、10%～10%土すみ時のセメント断定数を1.0として正規化した土すみによるセメント断定数の減少率として示してある。

4. 大阪地方地下構造モデル

図-1に示されている3様な大阪地盤を水平多層構造モデルにおきかえて考察したが、浅部構造としての沖積層とその以深の深部構造とに注目し、浅部構造と深部構造とを組合わせることにより大阪地盤の構造モデルを得ようとする。その例として大阪地盤の東西方向の縦断構造が図-7に示されているが、浅部構造は5種類(1～5)、深部構造は4種類(A～D)に分け Model 表示はその組合わせで表わしてある。

5. 大阪地方で観測された地震記録と地震応答シミュレーション結果について

1971年1月5日渥美半島沖地震; $M = 6.1$, 震央: 渥美半島沖南70km ($34^{\circ}26'$, $137^{\circ}10'$) による大阪地方の加速度記録の中から次のものがある。

大阪市阿部野地区 地上

Max. 加速度 = 11.8 gal

震動継続時間 = 約 80 秒 (> 2 gal)

京都南部 ($34^{\circ}50'$, $135^{\circ}50'$) 岩盤上

Max. 加速度 = 4.3 gal

震動継続時間 = 約 10 秒 (> 2 gal)

これらの地震記録の速度レスポンス・スペクトル (スペクトル・ダンピング = 5%) を図3～4に示した。

阿部野地区での渥美半島沖地震による地震動のシミュレーション

阿部野地区での渥美半島沖地震による地震動のシミュレーション

図-4 京都南部(岩盤上)速度レスポンス

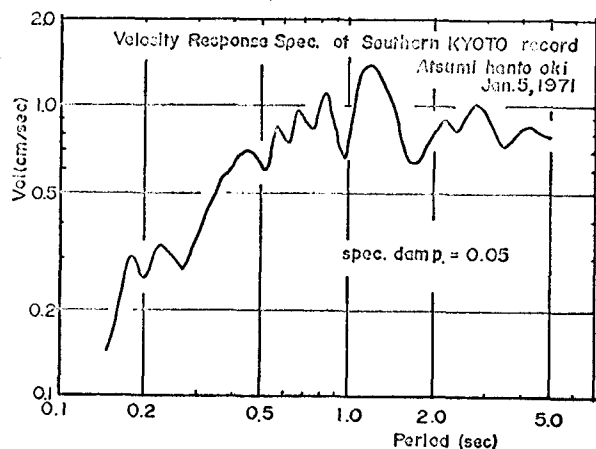
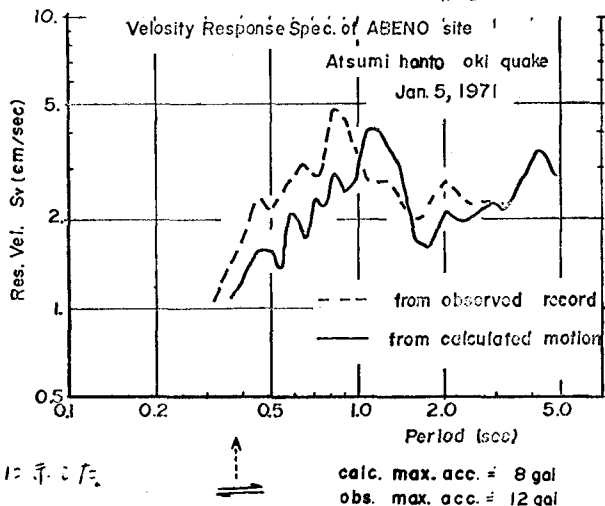


図-3 阿部野地区 速度レスポンス; 観測値 (spec. damp.=0.05) 計算値



↑
Osaka Ground
Model 1A

S. Kyoto record as base rock motion
max. Acc = 4.3 gal

シミュレーション E, 1-A 地盤モデル(図 参照)を用い、base-rock-motion として京都南部の岩盤上での記録された加速度波形を用いた。計算された地表面での最大加速度は約 8 gal で実測値の 11.8 gal にくらべてやや小さい値である。計算された地表面の加速度から得られた速度レスポンス・スペクトルは図-3に観測記録より得られたものと共に示してある。

これらの観測値と計算値から得られたレスポンス・スペクトルの形およびレスポンス・レベルは比較的によい一致がみられる。震動継続時間は計算結果からみると約20秒(29gal)であり、観測結果の約80秒とは大きな違いがみられた。これは表層の地震時挙動もS波の重複反射として単純化するだけでなく、地形がもたらすフォースキャタイングおよびそこから生成される表面波の影響を考慮に入れると説明できるかもしれない。

6. 大阪地盤の地震応答シミュレーション

大阪地方での地震動を考える場合は、過去の大阪地方の被害地震の考察から、1.近地地震で $M=7$ $\Delta=30$ km 2. 中距離地震 $M=7.5$, $\Delta=50\sim100$ km 3. 遠距離地震 $M=8.5$, $\Delta\geq 100$ km として考慮する必要がある。これらの地震による大阪地方での基盤岩上での特性をシミュレートするため

1. 近地地震としては、Taft記録を卓越周期 $T_p=0.3$ sec, 最大加速度 $\text{Max. Acc.} = 0.15g$

2. 中～遠地地震としては、ハルカ湾記録を $T_p=0.3\sim0.9$ sec, $\text{Max. Acc.} = 0.08g$

に修正して用いた。これらの base rock motion の速度レスポンス・スペクトラムを図-5に示した。表層深部構造まで考慮した地盤の固有周期、計算された地表面での最大加速度を地盤構造モデルの概略図と共に図6-7に示した。又地盤モデル1Aと4Dの地表面における地震動の速度レスポンス・スペクトラムを図-6に示した。地表面最大加速度は、ハルカ湾のものが base rock の最大加速度が小さいにも拘らず大きい傾向を示しているが、共振的な挙動によるものであろうと思われる。大阪地盤の震動性状が地震の違いでかなり変化する可能性のあることがレスポンス・スペクトラムの上からも推察される。

7. あとがき

表層深部構造まで考慮すると地盤の固有周期は4～9秒となり、大阪平野と鳥海により測定された脈動の卓越周期⁴⁾にもあてはまり興味深いところである。竹中平二介教授にはS波速度の分布、地下構造モデルについて有益な助言を頂いた。ハルカ湾、阿部野での記録波形は、小林啓美教授、鳥海勲教授に各々提供頂いたものである。この研究は大阪府防災計画の枠内で行われ、同府防災企画課課長、安藤主査には御世話になった。電算処理は南面情報センターで行ない、同センター寺本光雄、酒井義博両氏には多大の便宜を頂戴した。各氏に深く感謝申す。

1) IKEBE, IWATSUKI, TAKENAKA (1970) "Quaternary Geology of Osaka with Special Reference to Land Subsidence". Journ. of Geoscience, Osaka City Univ. Vol. 13, Art 4

2) 岩崎好規 (1971) "工学的動的性質" 建築と社会, 日本建築協会 Vol. 52, Sep. 1971

3) 竹中平二介 (1971) "大阪地盤の応力と変形の関係について" 大阪府防災計画報告書

4) 鳥海勲 (1972) "耐震設計のための動的調査法" 耐震設計と土質工学の両面点, 土質工学会 関西支部

図-5 基盤動の速度レスポンス・スペクトル

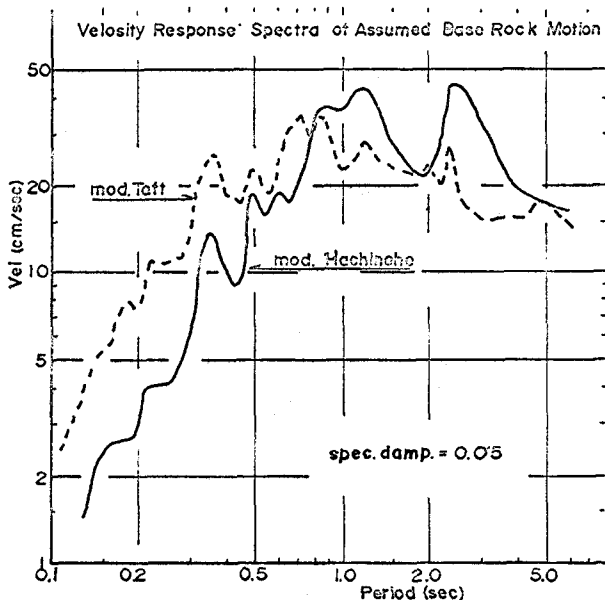


図-6 地表面地震動の速度レスポンススペクトル、最大加速度、地震の固有周期

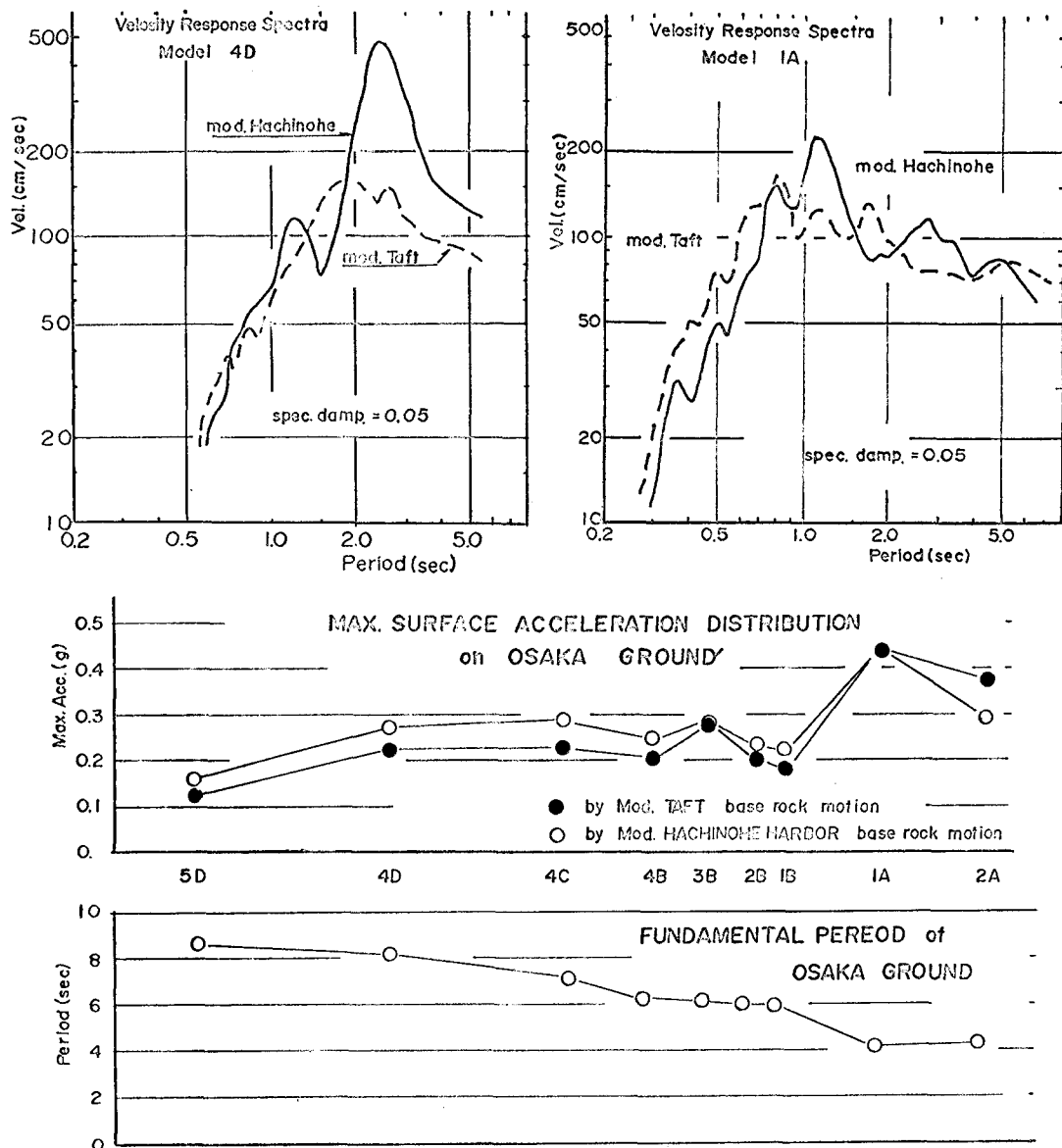


図-7 大阪地盤モデル

