

I - B 291

地震応答解析による工学的基盤に対する支持基盤の加速度応答倍率についての検討

中電工(株) 技術コンサルタント ○ 正会員 恒川和久*¹

中部電力(株) 電力技術研究所 正会員 上田稔 熊崎幾太郎*²

(株)大星測量設計 技術部 金沢政範*³

1. まえがき 地震時の地盤の挙動を把握するのに地震応答解析が行われるが、その際に地盤が支持基盤(N値=50 相当)までしか得られていないこともあり、支持基盤までモデル化してそこに地震波を入力する解析が多く実施されている。しかし、支持基盤以深の地盤状況は地点によりさまざまであり、地点ごとの地盤の応答を地点間の差異も含めて適正に評価するためには工学的基盤までモデル化してそこに地震波を入力する必要があると考えられる。そこで、本報告は図-1に示すように、地盤を工学的基盤までモデル化して地震応答解析を行い、工学的基盤から支持基盤までの最大加速度の応答倍率(図-1中のY/Z)について解析的に検討したものである。ここで、工学的基盤はせん断波伝播速度(以下、Vs と略す)600m/sec 程度以上の堅硬な地盤とし、解析は逐次非線形時刻歴解析で行った。



図-1 解析の概念図

2. 解析の概要 (1)解析対象地点と地盤のモデル化 軟弱な沖積地盤を対象にA~Fの6地点を解析対象地点とした。図-2に解析対象地盤の柱状図を示す。支持基盤以浅の地盤状況の影響を見るために、地点A,Bについてはそれぞれ支持基盤以浅の地盤状況が異なる5断面(A-1~5),4断面(B-1~4)を解析した。地点Aの支持基盤以浅の5断面の柱状図も図-2に示す。地点Bについては省略する。地盤は、ボーリングデータがある深さまではこれに基づいてモデル化し、それ以深については既往の文献⁽¹⁾もしくは最寄りの深部ボーリングデータに基づいてモデル化した。図-2の柱状図の左横にはそれぞれのVsの与え方を区別して示す。Vsは、PS 検層結果もしくはN値から換算して与えた。この際拘束圧依存性を考慮した。地点A

表-1 入力地震波

地震波名	観測年	観測地点	成分
兵庫県南部地震	1995	新神戸(変)	EW
Kern Country	1940	タフト	EW
Imperial Valley	1952	エルセントロ	NS
宮城県沖地震	1978	開北橋	橋軸直角
十勝沖地震	1968	幌満橋	橋軸
日本海中部地震	1983	七峰橋	橋軸直角

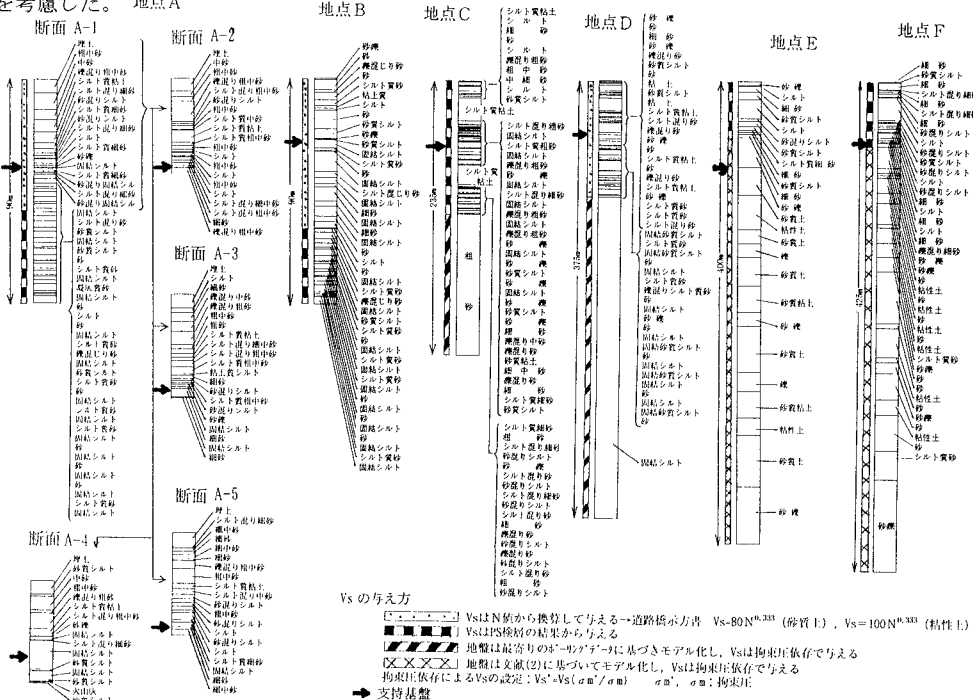


図-2 地盤柱状図とVsの与え方

キーワード: 工学的基盤, 支持基盤, 地震応答解析, 加速度応答倍率

- *¹ 455-0054 名古屋市港区遠若町 3-7-1 TEL 052-651-4092 FAX 052-651-2349
 *² 459-8522 名古屋市緑区大高町北関山 20-1 TEL 052-621-6101 FAX 052-623-5117
 *³ 459-8001 名古屋市緑区大高町東正地 69-1 TEL 052-623-1287 FAX 052-621-8207

(2)入力地震波 入力地震波は、工学的基盤に入力することを考慮して比較的堅硬な場所で観測された6波とした（表-1）。兵庫県南部地震は、地表面で観測された地震波を工学的基盤に引き戻した波である⁽²⁾。地震波は工学的基盤を解放基盤としたときのその最大加速度が上昇波の2倍で100, 150, 200gal となるよう入力した。

3. 解析結果 ①全15断面の150gal 入力の場合の工学的基盤から支持基盤までの最大加速度の応答倍率（以下、 Y/Z ）を図-3 に示す。 $Y/Z=0.5\sim1.8$ で、各断面、地震波によってかなり異なる。とりわけ地点 E, F（図中の□, ■, ×）は $Y/Z=0.5\sim1.1$ と他地点に比べて小さい。断面 E-1 の V_s と最大加速度の深度分布を図-4 に示す。工学的基盤から支持基盤までの間に V_s の小さな層をいくつか挟む地盤状況になっており、図-4 の○印に示すようにこの部分が免震層の役割をして最大加速度が小さくなっていることがわかる。この傾向は断面 E-1, F-1 も同じであった。これに対して断面 A-1 の V_s と最大加速度の深度分布を図-5 に示す。工学的基盤から支持基盤までの V_s の分布状況に大きな変化はなく最大加速度の分布の変化も緩やかである。この傾向は地点 A の他の断面、地点 B, C, D でも同じであった。②工学的基盤から支持基盤までの地盤状況は同じで、支持基盤以浅の地盤状況が異なる地点 A, B の Y/Z の値を図-6 に示す。地点 A では $Y/Z=0.9\sim1.6$ 、地点 B では $Y/Z=1.0\sim1.8$ となっており、支持基盤以浅の地盤状況が異なれば、 Y/Z の値も異なることが分かる。③断面 A-1, B-1, D-2 において地震波の最大入力加速度の大きさを 100, 150, 200gal と変えたときの Y/Z の値を図-7 に示す。地震波の最大入力加速度の大きさによる差異はほとんど認められない。この傾向は他の解析断面でも同じであった。

4. まとめ 工学的基盤 ($V_s=600\text{m/sec}$ 程度以上) から支持基盤 (N 値=50 相当) までの加速度応答倍率について解析的に検討した結果、地震波を工学的基盤から入力することの重要性が明らかになった。その結果をまとめると以下のようになる。①地盤状況、地震波により応答倍率は $0.5\sim1.8$ とかなり異なる。とくに深層部に V_s の小さな層を挟む地盤ではこの層が免震層の役割をして加速度応答倍率は小さくなる傾向がある。②加速度応答倍率には工学的基盤から支持基盤までの地盤状況のみならず支持基盤以浅の地盤状況も影響する。③加速度応答倍率は地震波の最大入力加速度の大きさが $100\sim200\text{gal}$ の範囲ではほぼ一定である。

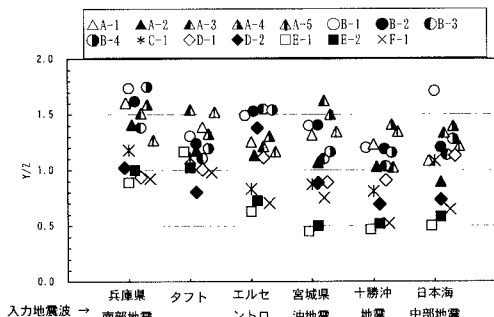


図-3 工学的基盤から支持基盤までの最大加速度の応答倍率 (150gal)

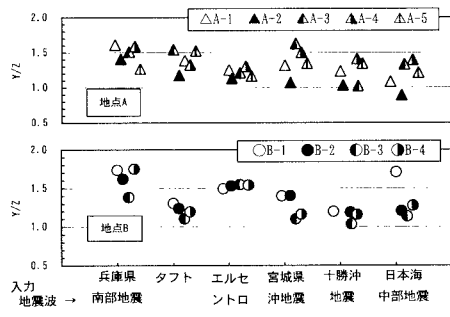


図-6 支持地盤以浅の地盤状況が工学的基盤から支持基盤までの最大加速度の応答倍率に及ぼす影響 (150gal)

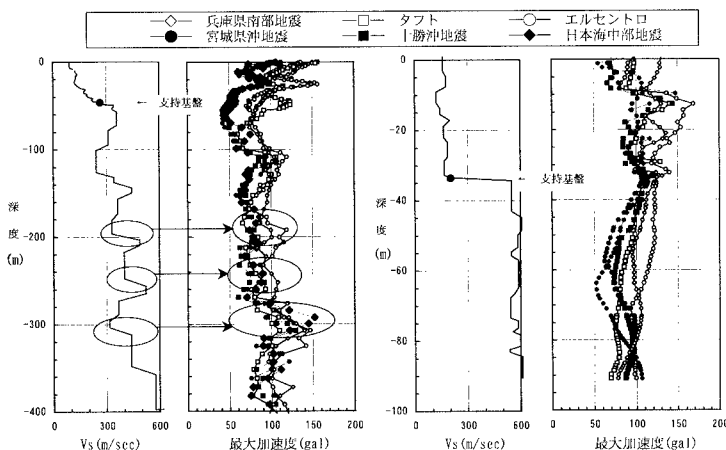


図-4 V_s と最大加速度の深度分布 (150gal, 断面: E-1)

図-5 V_s と最大加速度の深度分布 (150gal, 断面: A-1)

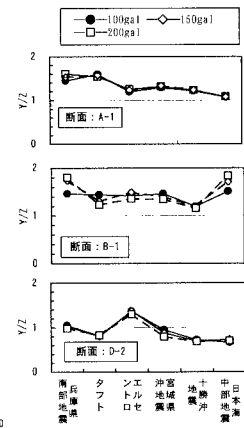


図-7 工学的基盤から支持基盤までの最大加速度の応答倍率に対する入力加速度の大きさの影響

参考文献 (1)「濃尾平野の地盤沈下と地下水」, 東海三県地盤沈下調査会, 名古屋大学出版会, pp. 74

(2) 松本正毅, 小池章久, 沢田義博:「兵庫県南部地震強震動観測地点における基盤地震動特性」, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, pp81~84, 1996, (社) 土木学会