

ボーリング調査結果を用いた中層建築物の地震応答解析

準会員 ○河村咲季*1
正会員 三田凜也*2
同 荘所直哉*3
同 永野康行*4

表層地盤特性 平均S波速度 地震応答解析
N値 工学的基盤深度 ボーリング調査

1. はじめに

中低層建築物の設計において表層地盤の平均S波速度を調査する事例は少なく、工学的基盤深度を一律30mと仮定したAVS30の広域的なデータを基に構造計算する機会が多い。しかし、実際の工学的基盤深度は均一ではないため、限定された一点で行う構造設計では固有の表層地盤特性を踏まえた構造計算を実施することが望ましい。

本研究では神戸市内の同一地点で、AVS30に基づき表層地盤特性を算出した地盤と、ボーリング調査結果に基づき算出した地盤を用意し、両地盤上部の多質点系モデルに対して地震応答解析を行った。各々の地盤において上部構造が示す応答値の誤差率を計算し、AVS30とボーリング調査結果を用いる場合の差異を定量的に調査することを目的としている。

2. 解析手法

本研究では河村ら^[1]においてN値より平均S波速度と表層地盤固有周期を算出した表層地盤と、J-SHIS MAP^[2]のAVS30を参照した表層地盤を使用する。

一次元重複反射理論により、JMA神戸NS位相、八戸W位相、乱數位相の3種の地震波を各表層地盤で増幅させた地震波を入力した。この地盤上部のS造多質点系モデルに対して地震応答解析を行った。

3. 例題

3.1. 多質点系モデルの概要

建築モデルは構造設計・部材断面事例集^[3]より5階建てS造の建築物を引用し、5質点系モデルに置き換えて解析した。基礎と地盤の相互作用は考慮せず、基礎固定とした。

表1 多質点系モデル概要

	階高(cm)	重量 mi (kN)	初期バネ定数 ki (kN/cm)
5階	395	7638	3447.94
4階	395	5523	3512.54
3階	395	5523	3589.36
2階	395	5538	3589.36
1階	470	5567	3713.84

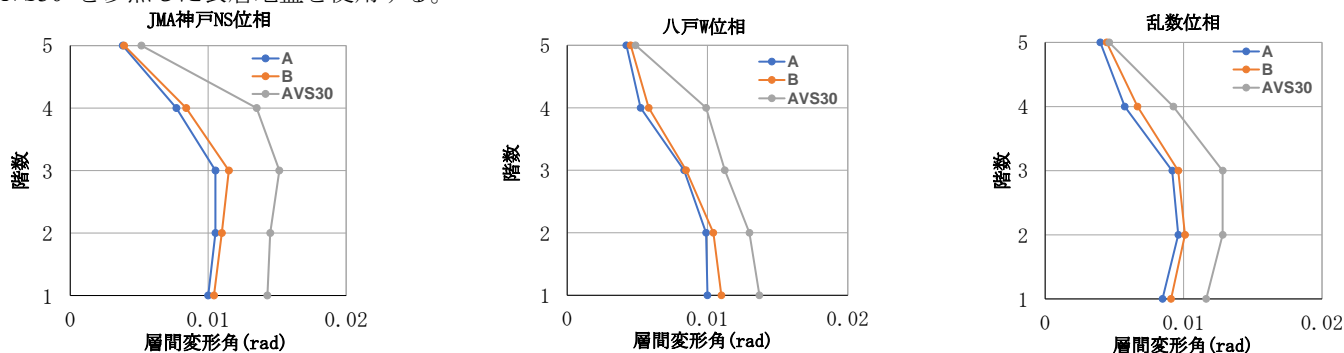


図1 最大層間変形角応答

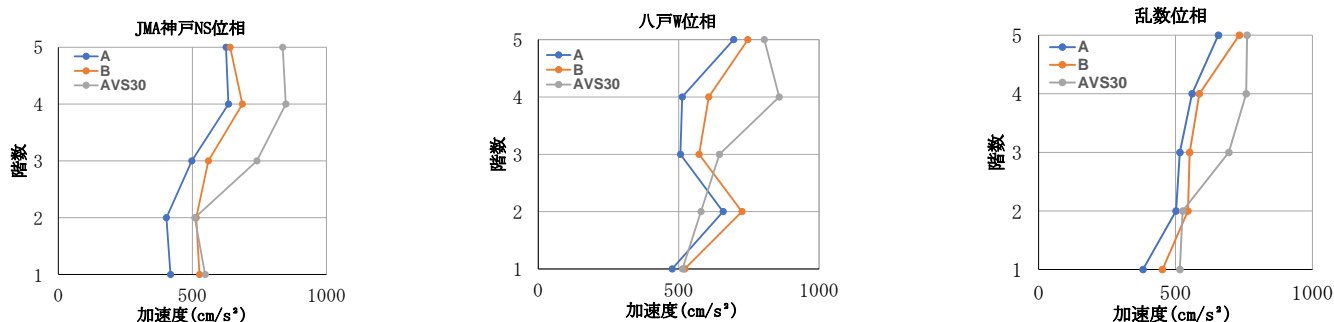


図2 最大絶対加速度

3.2. 地震応答解析事例

河村ら^[1]より神戸市内において、解析に使用する2地点を抽出した。(A 兵庫駅付近、B 大石町)この2地点はボーリング調査により得たN値から算出される平均S波速度Vsと表層地盤固有周期Tgが互いに異なる値を示すが、AVS30を用いた場合では同じである。表層地盤の概要を図3に示す。

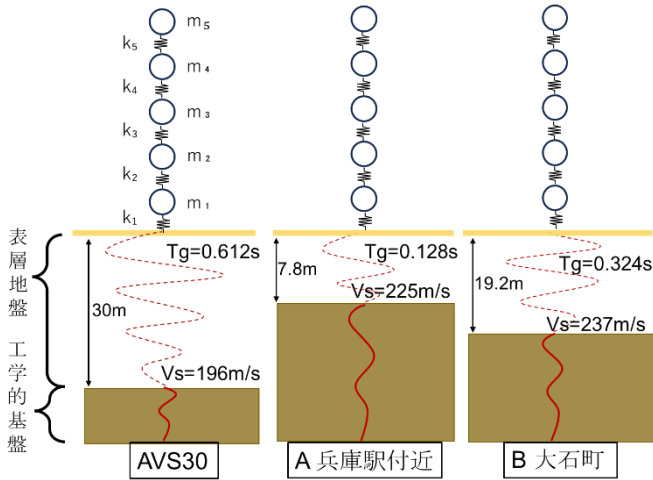


図3 解析地盤概要

3.3. 解析結果

図1に示した最大層間変形角について比較するとどの地震波においてもA、B、AVS30の順に示す最大値が大きくなり、表層地盤固有周期が大きい地盤であるほど、応答値が大きくなる傾向が見られた。

図2の最大絶対加速度についても階数ごとにばらつきはあるものの、AVS30の示す結果が最大、それに続きB、Aの順になった。

$$T = 0.03 \times H \quad \dots(1)$$

式(1)より、高さ20.5mの建築モデルの固有周期はT=0.615(s)である。また式(1)からA、B、AVS30の各地盤において最も共振しやすい建築の高さはA:H=0.427m、B:H=10.8m、AVS30:H=20.4mとなる。建築モデルの高さがAVS30の共振しやすい建築の高さに近いことから上記のように、AVS30の表層地盤の応答値が最大を示したと考えられる。

図4はAとAVS30、BとAVS30の建築モデルの各階が示す最大層間変形角と最大絶対加速度の比較を示す。図中には誤差率も示している。誤差率の式は(2)による。

$$\text{誤差率} = \frac{(A, B \text{ 応答値} - \text{AVS30 応答値})}{A, B \text{ 応答値}} \times 100 \quad \dots(2)$$

最大層間変形角では全ての応答値データにおいてAVS30がA、Bを上回る結果となった。A、Bで各15個あ

るデータの内、誤差率20%以内のものは各々2個のみであった。最大絶対加速度については全体で30個ある応答値データの内、25個のデータにおいてAVS30がA、Bを上回った。Aでは15個中5個、Bでは15個中9個のデータが誤差率20%以内を示した。特に最大層間変形角の方が最大絶対加速度と比べ誤差率が高い傾向が見られた。

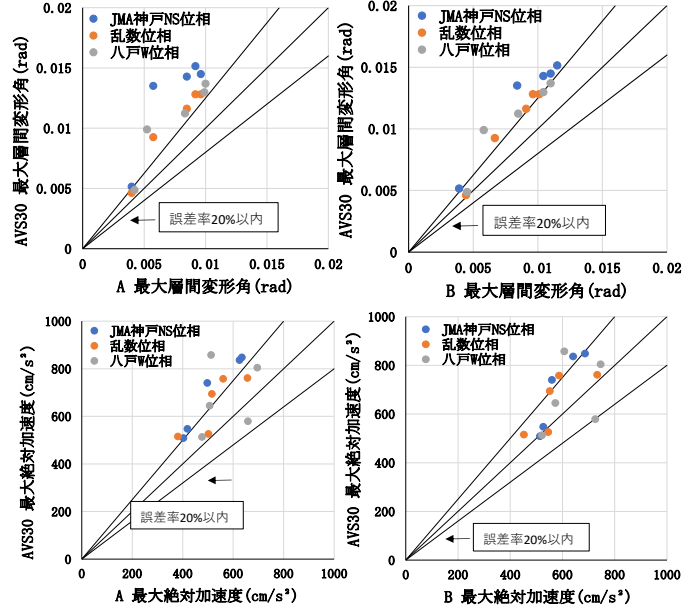


図4 A、BとAVS30の比較と誤差率

4. まとめ

N値から平均S波速度と表層地盤固有周期を算出し、個々の地盤における工学的基盤深度を考慮して中層建築モデルの地震応答解析を行った。最大層間変形角と最大絶対加速度について確認し、誤差率を算出した。AVS30に基づく場合と、N値から計算する場合では建築モデルの示す応答値が大きく異なることが判った。

謝辞

本研究の一部は、公益財団法人ひょうご震災記21世紀研究機構「演繹と帰納の両面からのアプローチによる減災都市に向けた革新的建築設計法」(代表:永野康行)からの助成を受けたものである。解析にはユニオンシステム株式会社より導入している「研究室パック」のうちShake PRO-LとDynamic PROを使用した。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- [1]河村咲季, 三田凜也, 荘所直哉, 永野康行, N値と工学的基盤深度を考慮した地震動に関する考察, 日本建築学会近畿支部研究発表会(大阪), 頁未定(2024.6 予定)
- [2]防災科研, J-SHIS MAP 表層地盤30m平均S波速度, <https://jwsvm001.bosai.go.jp/map/> (最終閲覧日: 2024年2月29日)
- [3]日本建築防災協会: 構造設計・部材断面事例集, pp.496-501(2007)

*1: 兵庫県立大学環境人間学部・学部学生
 *2: 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科・院生
 *3: 兵庫県立大学環境人間学部准教授・博士(工学)
 *4: 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科教授・博士(工学)

*1: Undergraduate Student, Sch. Hum. and Env., Univ. Hyogo
 *2: Graduate Student, Sch. Dis. Res. and Gov., Univ. Hyogo
 *3: Assoc. Prof., Sci. and Env., Univ. Hyogo, Dr. Eng
 *4: Prof., Grad. Sch. Dis. Res. and Gov., Univ. Hyogo, Dr. Eng