

ボーリングデータを用いた中層建築物の地震応答解析 ～地盤の評価が地震時の建物挙動に与える影響～



発表者 兵庫県立大学 環境人間学部 4年 河村咲季

同じ地震でも地盤で揺れ方は変わる

中高層建築の場合

- 地盤はゆっくり大きく揺れる
- ゆっくりした地震動は中高層建築の揺れが大きくなりやすい



- 地盤は小刻みに揺れる
- 硬い地盤の場合、中高層建築はあまり揺れない

地盤の構成

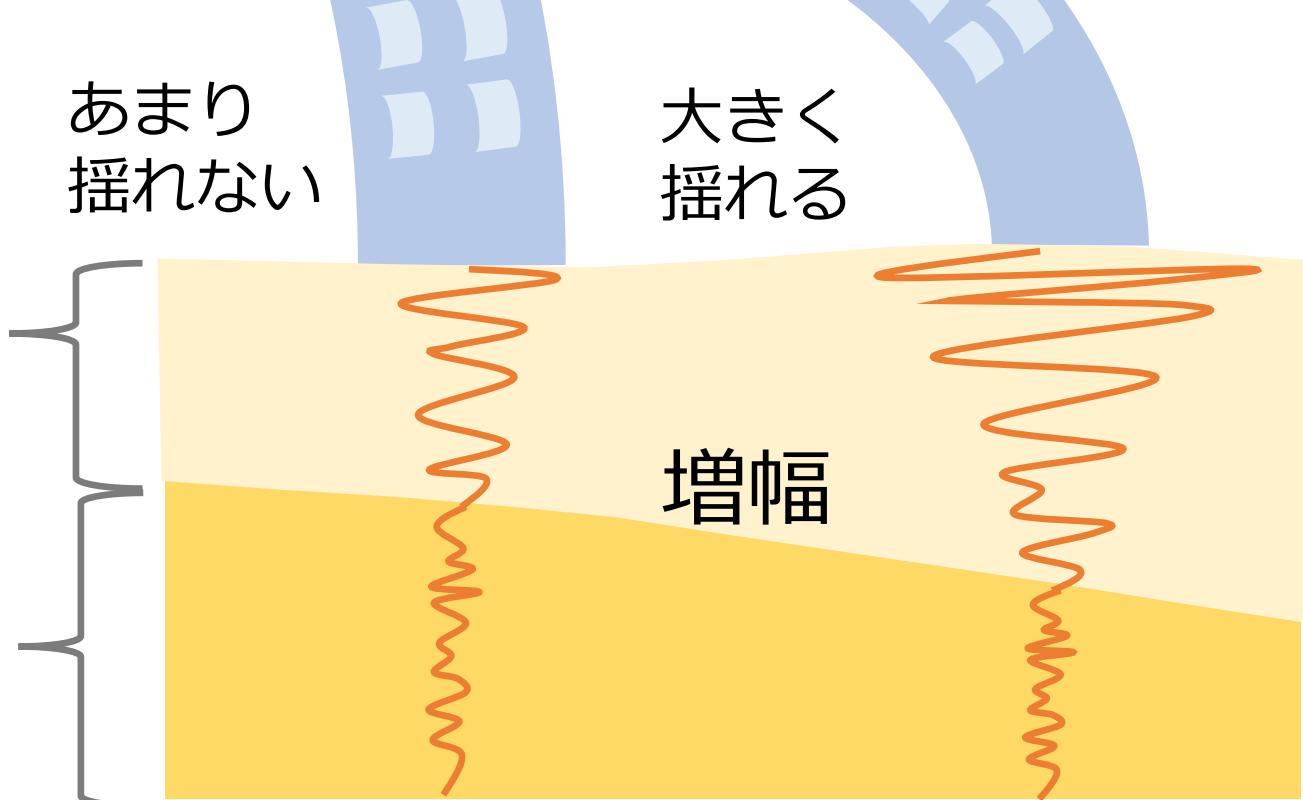
表層付近は大きく2つに分けられる

表層地盤

地盤表面に近い比較的柔らかい地層

工学的基盤

地震波が増幅しない固い地層
(平均S波速度400cm/s以上)



地震動は表層地盤で増幅

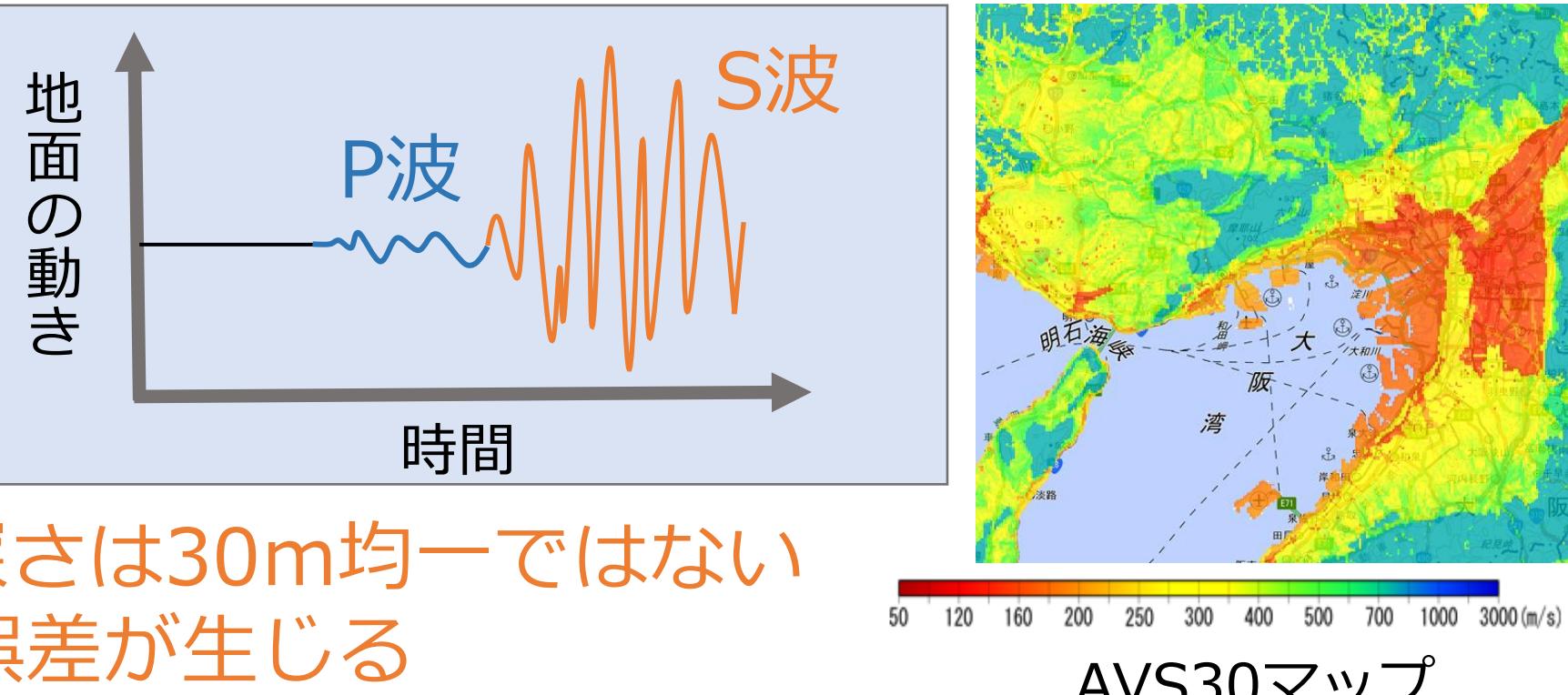
表層地盤の層が厚い ➡ 地震波はより大きく増幅

研究動機

広域のハザードマップではAVS30が使用される場合がある

AVS30

表層地盤の厚さを30m均一と仮定した平均S波速度



しかし実際の表層地盤の深さは30m均一ではない
AVS30マップと現実では誤差が生じる

AVS30からシミュレーションする建物の揺れ方は実際と異なる可能性が高い

研究目的

AVS30と表層地盤の厚さの各地点の差異を考慮した場合を比較

標尺 m	深度 m	柱状 図	土質区分	中心深度 m	打撃回数
1	1.80	Bsi	硬い砂質土 硬い砂質土	1.30	19
2	3.0	Ds1	軟弱な砂質土	2.30	5
3	4.10	Ds2	軟弱な砂質土	3.30	11
4	5.30	Dg	砂礫	4.30	31
5	6.30			5.30	36
6	7.28			6.30	38
7	8.26			7.28	60
8	9.25			8.26	60
9	10.26			9.25	60
10	11.23			10.26	60
11	12.24			11.23	60
12	12.32			12.24	60

ボーリングデータ

実際の表層地盤の厚さはどれくらい?



研究手法

神戸市内を対象にボーリングデータから表層地盤の厚さを調査



ボーリング調査

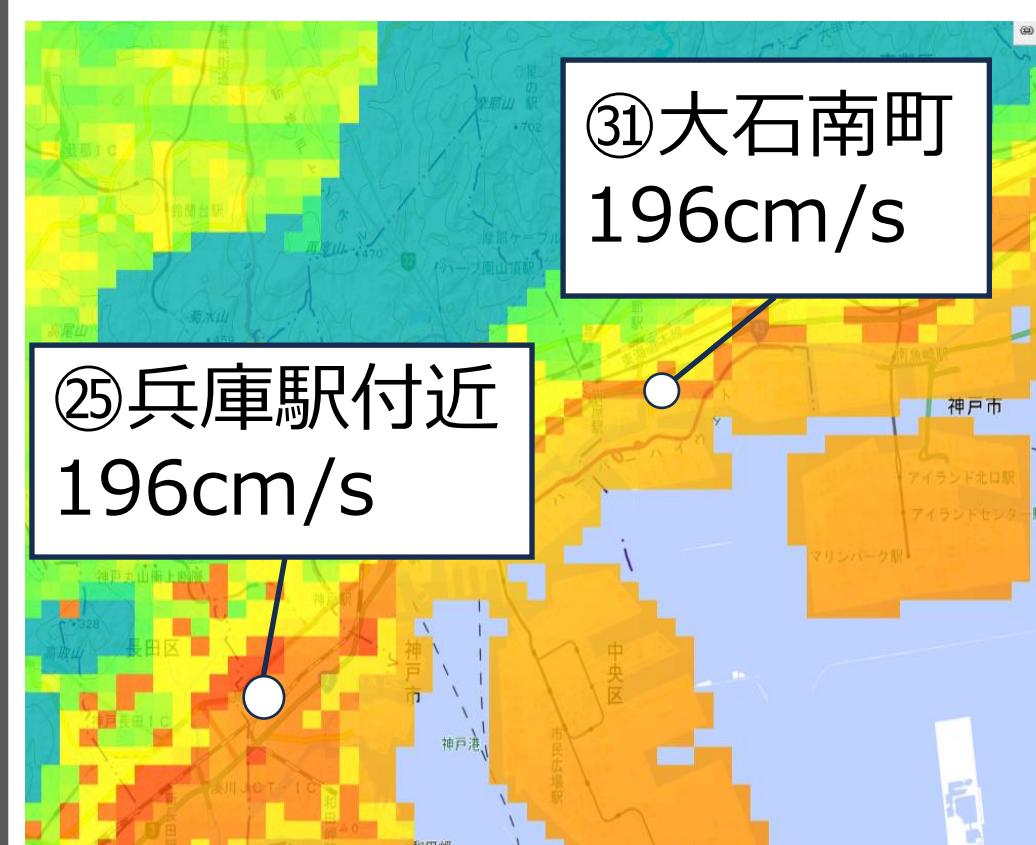
地盤の性質を知るために一定の位置から地面に向かってハンマーを落とし、穴を掘って土や岩石を採取する手法

ハンマーの打撃回数「N値」から表層地盤の厚さを検討（地面が固いほどN値は大きい）

神戸市のボーリング調査データサイト
神戸JIBANKUNを利用

マップ比較・分析

AVS30マップ[1]



②5兵庫駅付近と③1大石南町が同じ平均S波速度を示す

平均S波速度
②5兵庫駅 225cm/s
③1大石南町 237cm/s

しかしボーリングデータを比較すると…

左：兵庫駅付近
右：大石南町
大石南町は兵庫駅付近の2倍の深さがある

2地点の平均S波速度は大きく異なる

A 兵庫駅付近	B 大石南町
土質区分	中心深度 N値 (m)
表土	0 0.2 17
砂礫	1.2 22
砂	2.2 36
砂礫	3.2 24
砂	4.2 31
砂礫	5.2 36
砂	6.2 20
砂	7.2 16
砂	8.2 16
砂	9.2 12
砂	10.2 20
砂	11.2 10
砂	12.2 19
砂	13.2 24
砂	14.2 32
砂	15.2 32
砂	16.2 39
砂	17.2 50
砂	18.2 32
砂	19.2 50

仮定 ②兵庫駅と③1大石南町の両方に同じような建物がある場合

AVS30

ボーリング

地点ごとの表層地盤の深さの差異を考慮

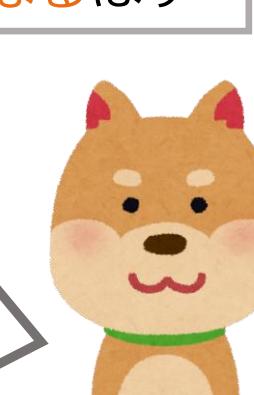
地盤の平均S波速度が同じ

地盤の平均S波速度が異なる

両者②5の建物の揺れの大きさは同じはず

両者③1の建物の揺れの大きさは異なるはず

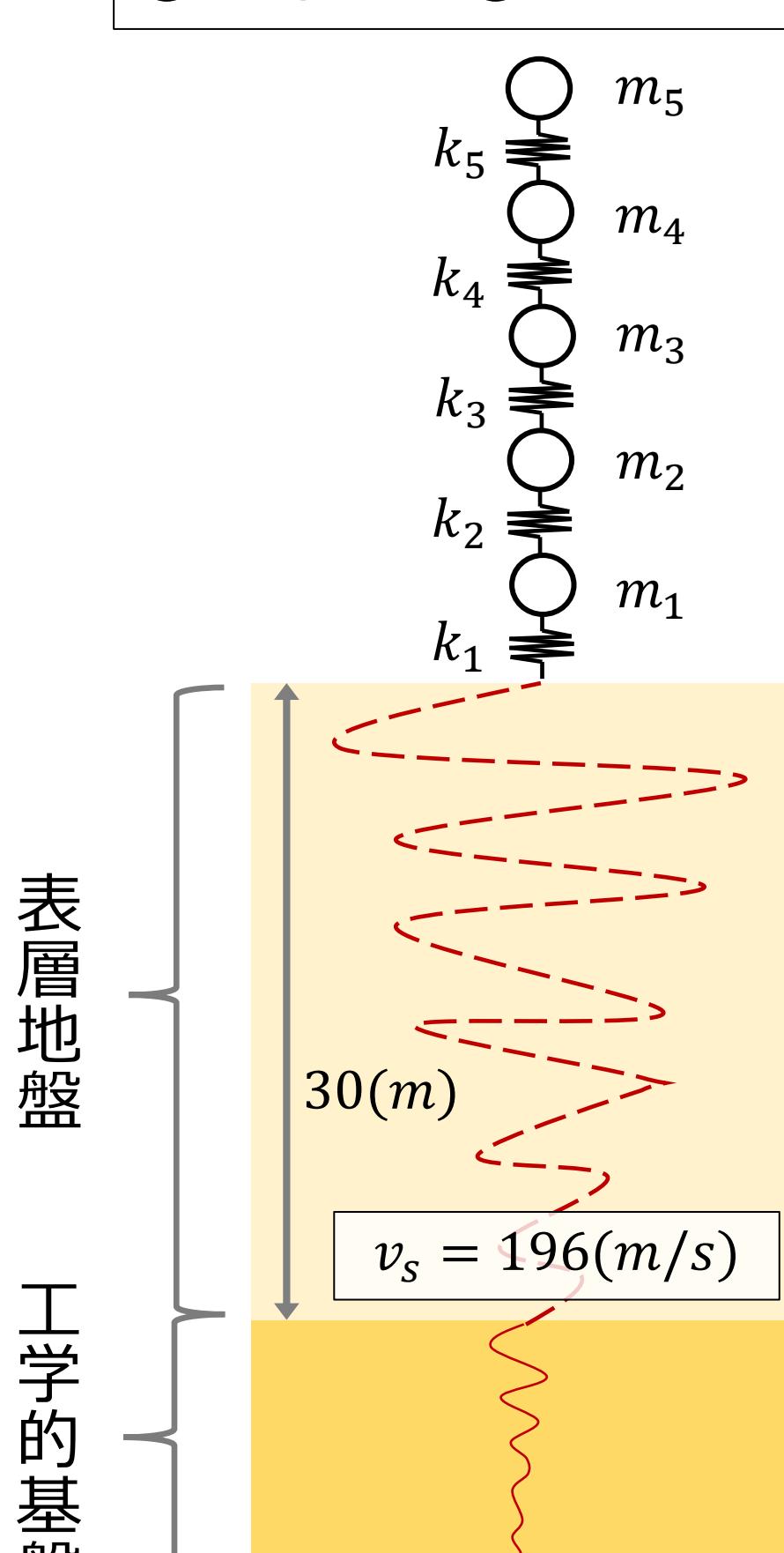
地震時の各地盤の建物の揺れをシミュレーションしてみる



AVS30 ②5兵庫駅 ③1大石南町

ボーリング ②5兵庫駅

ボーリング ③1大石南町



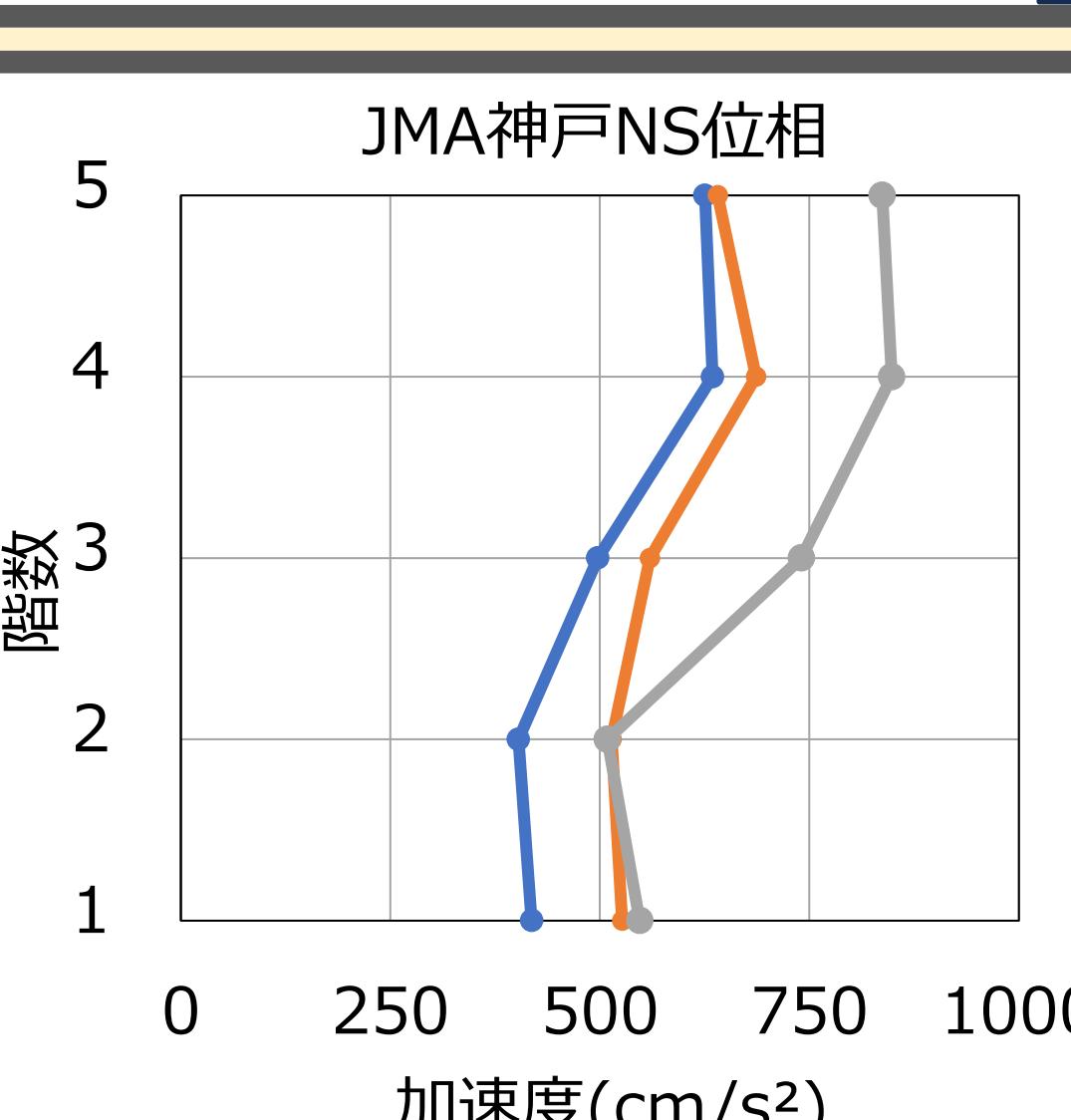
3パターンの地盤の地震時をシミュレーション

- 5階建て鉄骨造の建築モデルを採用
多質点系モデル
建物を各階の質量に集約する手法
- 阪神淡路大震災に近い地震波を使用
(JMA神戸NS位相)

地盤情報

	表層地盤の厚さ m	平均S波速度 m/s ²
AVS30 ②5兵庫駅 ③1大石南町	30	196
ボーリング ②5兵庫駅	7.8	225
ボーリング ③1大石南町	19.2	237

同じ地震波・同じ建築で
地盤条件のみ異なる場合、
建物の揺れ方にどの程度
差異が現れるのか



結論

地盤の状態により建物の挙動も大きく変化する

正確な情報を得るには、各地点のボーリングデータを参照して
ミクロな範囲で解析することが望ましい

地震時、各階の質量 m に加速度 a が掛かると、 $F = ma$ の慣性力が水平方向に発生

加速度が大きい階ほど受ける力も大きいため損傷や転倒のリスクが高くなる

AVS30の地盤はボーリングの地盤よりも建物の揺れが大きくなる傾向

表層地盤が厚いほど建物の揺れが大きくなる傾向