

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



軟弱な地盤

- 地盤は小刻みに揺れる
- 固い地盤の場合、中高層建築はあまり揺れない



固い地盤

地盤の構成

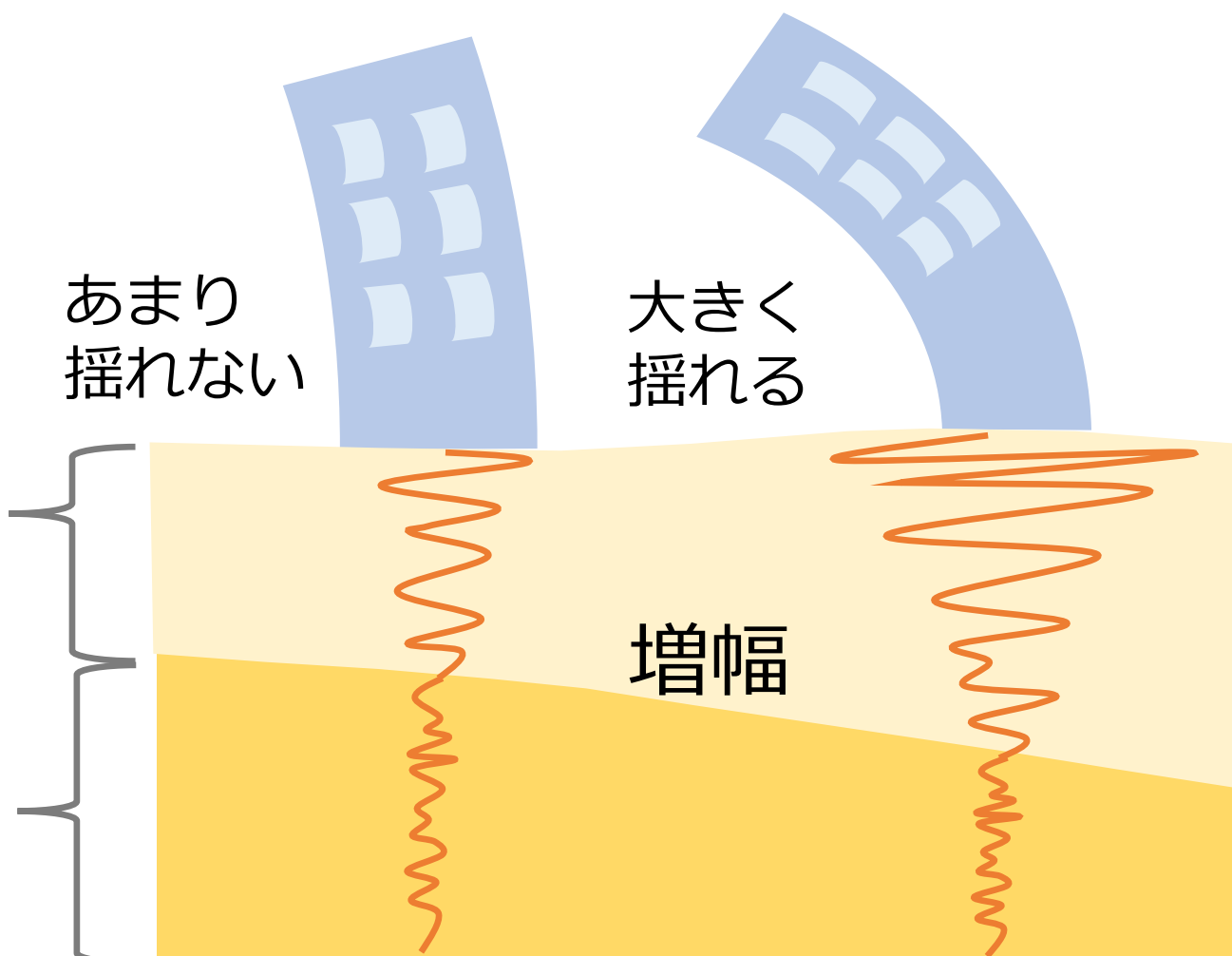
表層付近は大きく2つに分けられる

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

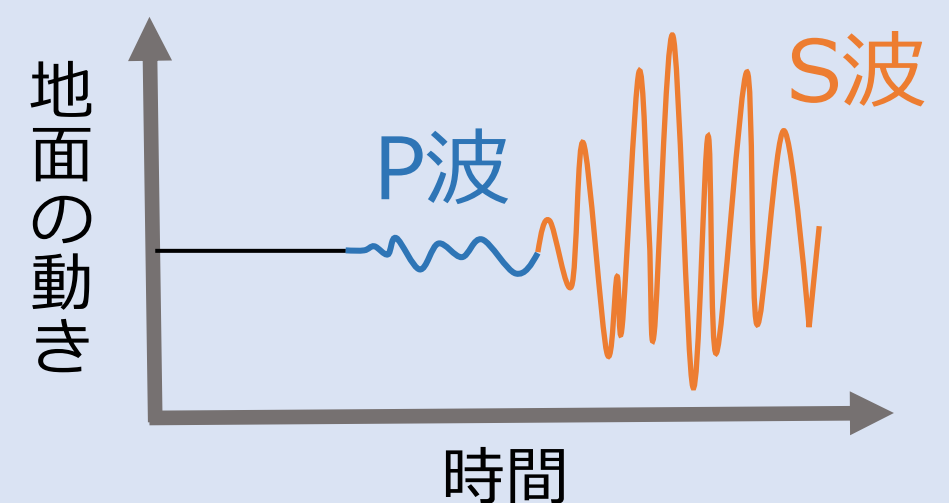
表層地盤の層が厚い ➡ 地震波はより大きく増幅

研究動機

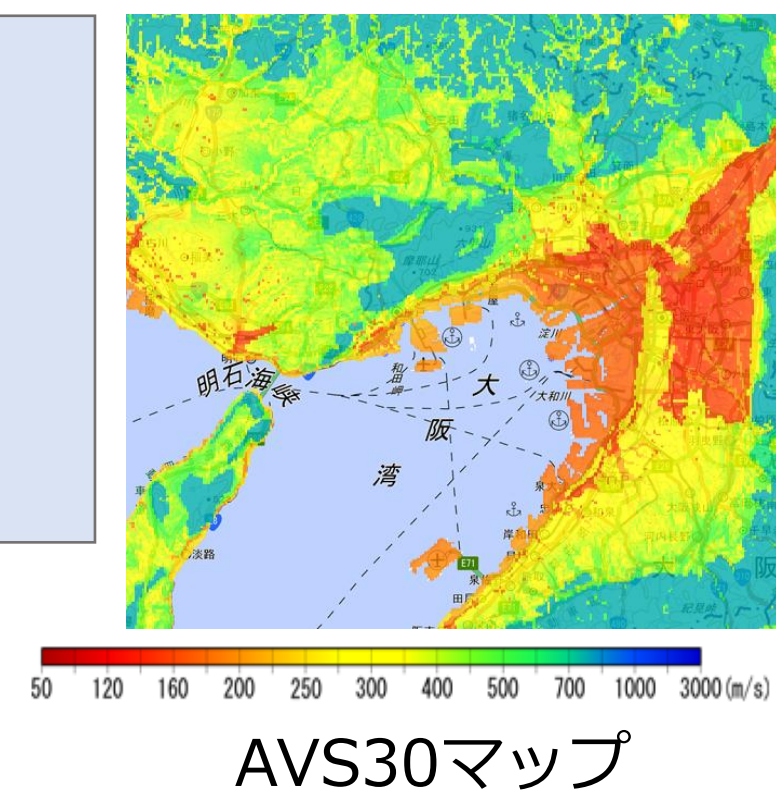
広域のハザードマップではAVS30が使用される場合がある

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

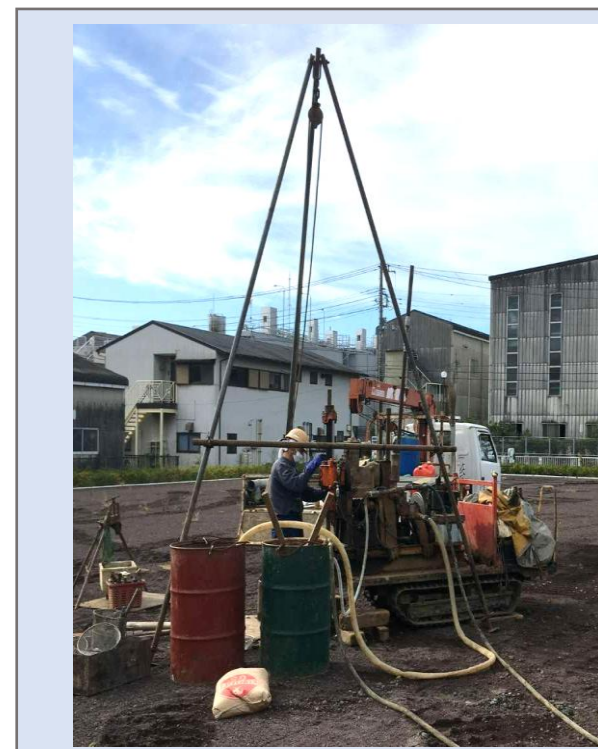
研究目的

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

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

ボーリング調査

地盤の性質を知るため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

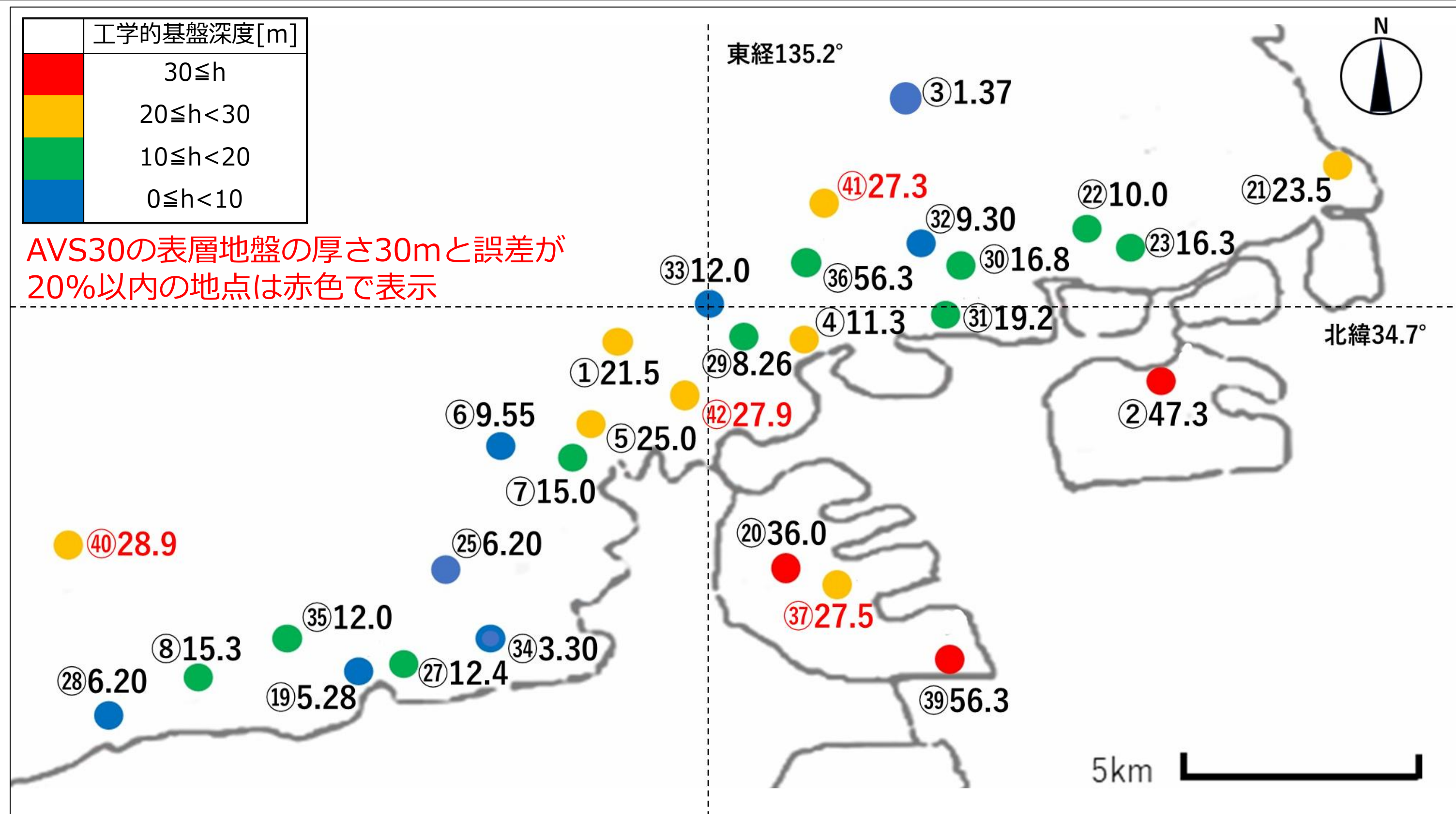
ハンマーの打撃回数「N値」から表層地盤の厚さを検討（地面が固いほどN値は大きい）

神戸市のボーリング調査データサイト
神戸JIBANKUNを利用

標尺	深度	柱状図	土質区分	中心深度	打撃回数
m	m			m	
1	1.80	砂	砂	1.30	19
2	4.10	砂	砂	2.30	5
3	4.10	砂	砂	3.30	11
4	4.10	砂	砂	4.30	31
5	4.10	砂	砂	5.30	36
6	4.10	砂	砂	6.30	38
7	4.10	砂	砂	7.28	60
8	4.10	砂	砂	8.26	60
9	4.10	砂	砂	9.25	60
10	4.10	砂	砂	10.26	60
11	4.10	砂	砂	11.23	60
12	4.10	砂	砂	12.24	60

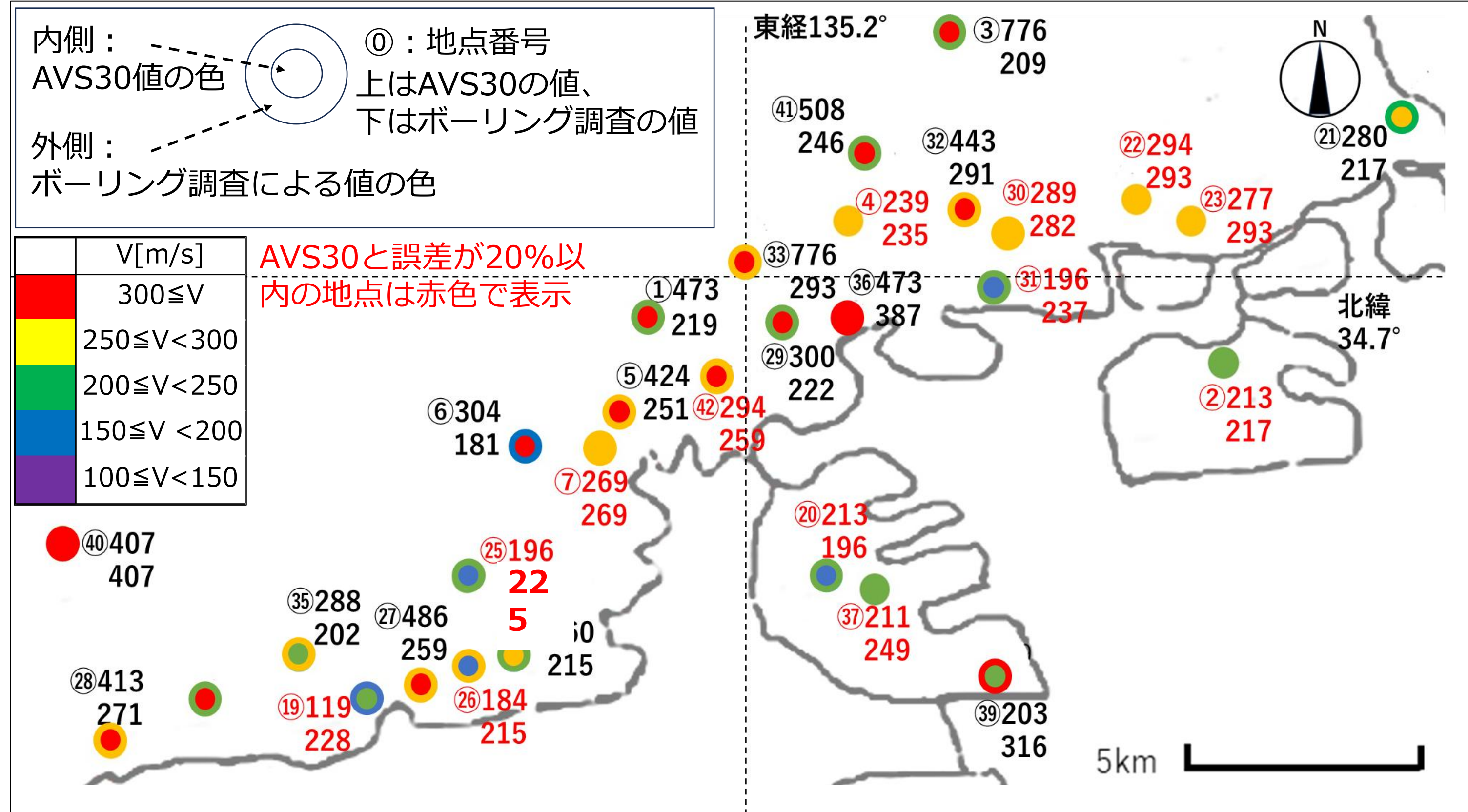
ボーリングデータ

表層地盤の厚さ(工学的基盤深度)



- 神戸市ではほとんどの地点で表層地盤の厚さが30m未満
- 表層地盤の厚さ30mとの誤差が20%以内の地点はわずか4地点
- 30m以上の地点は埋立地

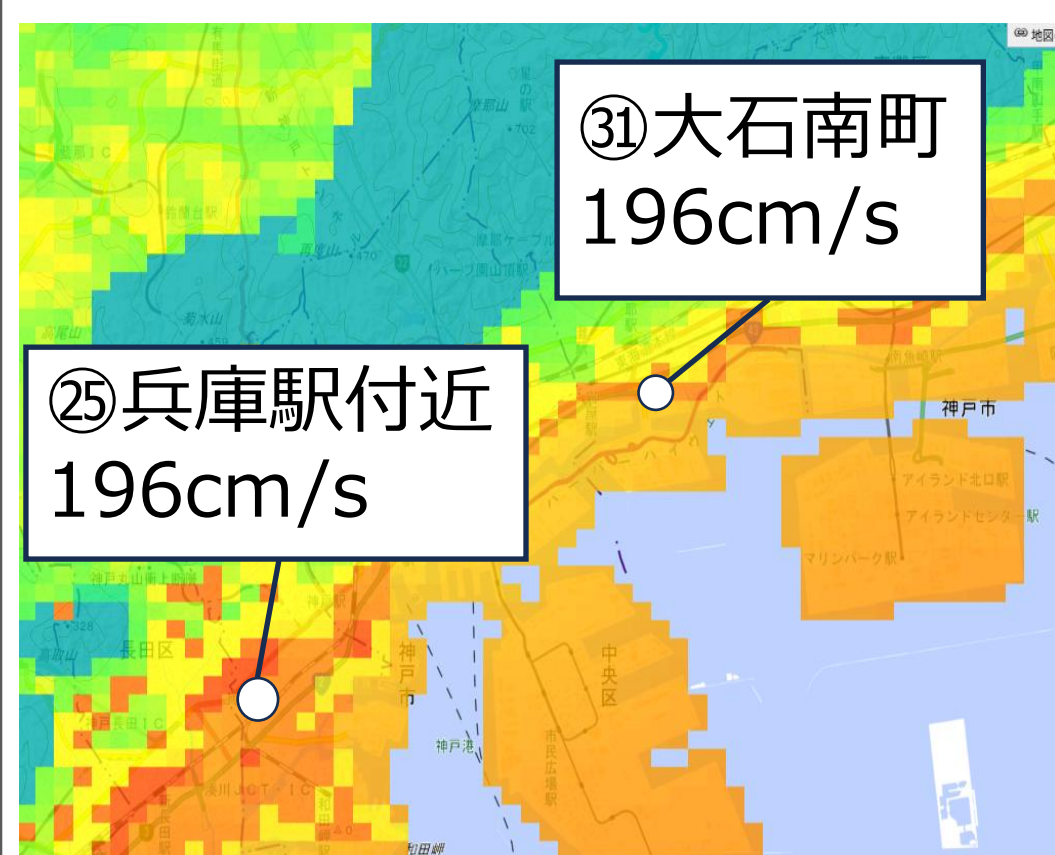
平均S波速度



- 42地点のうち31地点においてAVS30の示す平均S波速度の方が大きい
- AVS30とボーリング調査に基づく場合の誤差率が20%以内の地点は17地点

マップ比較・分析

AVS30マップ[1]



⑤兵庫駅付近と③大石南町が同じ平均S波速度を示す

[1] J-SHIS Map, <https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>, 2025/10/20最終閲覧

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

平均S波速度
⑤兵庫駅 225cm/s
③大石南町 237cm/s

仮定

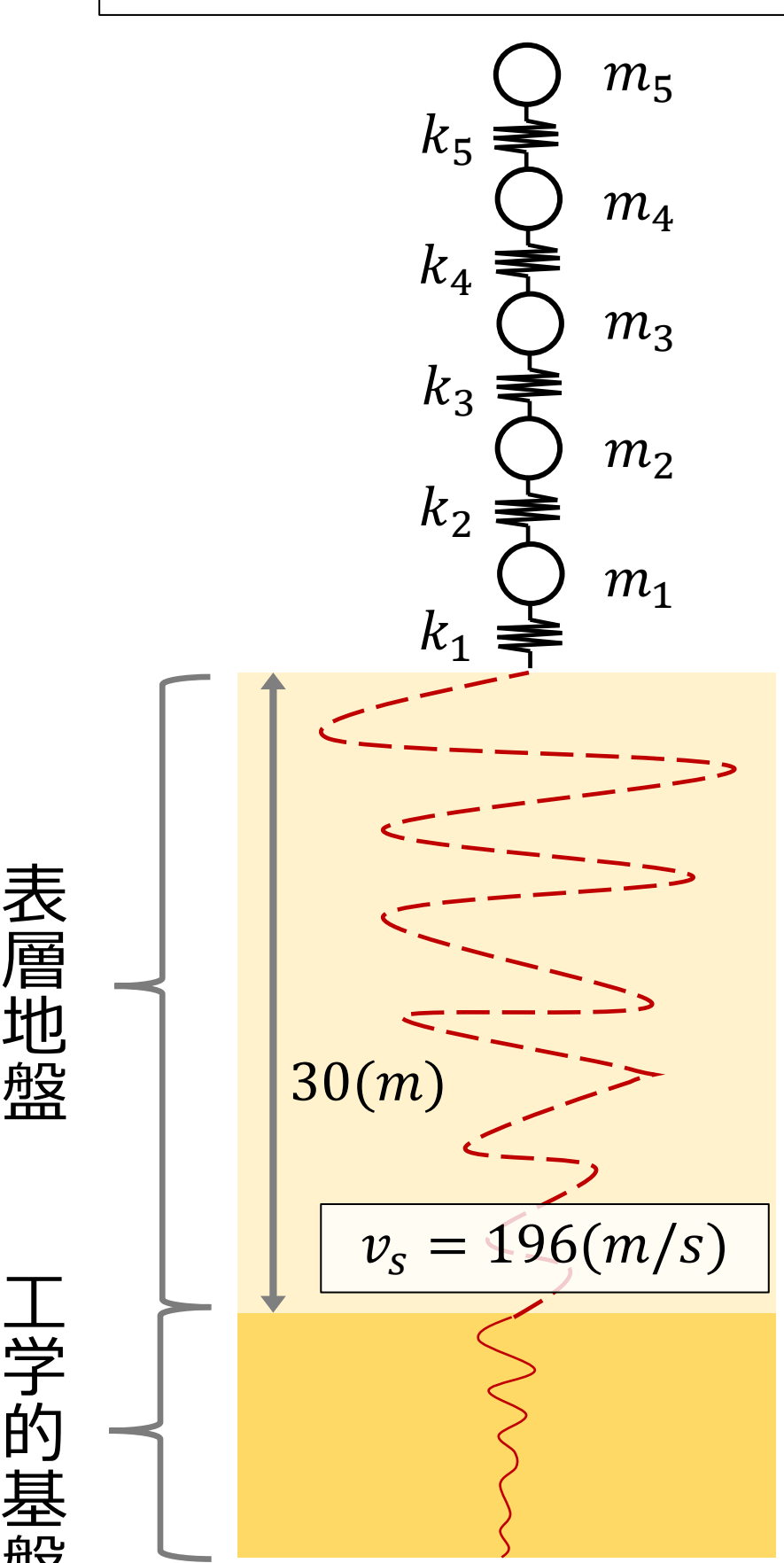
⑤兵庫駅と③大石南町の両方に同じような建物がある場合

AVS30	ボーリング
表層地盤の厚さ30m均一	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⑤③の建物の揺れの大きさは同じはず	両者⑤③の建物の揺れの大きさは異なるはず

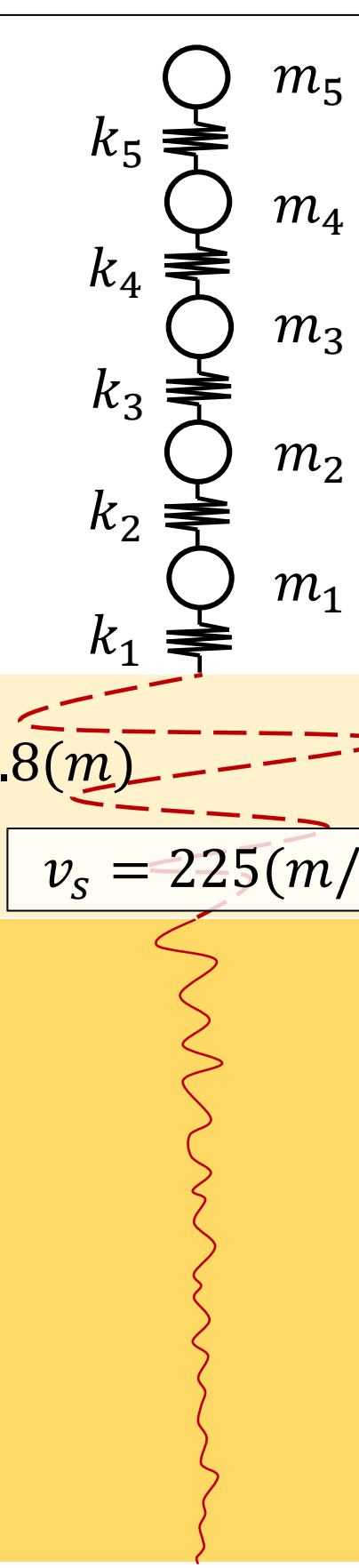
地震時の各地盤の建物の揺れをシミュレーションしてみる



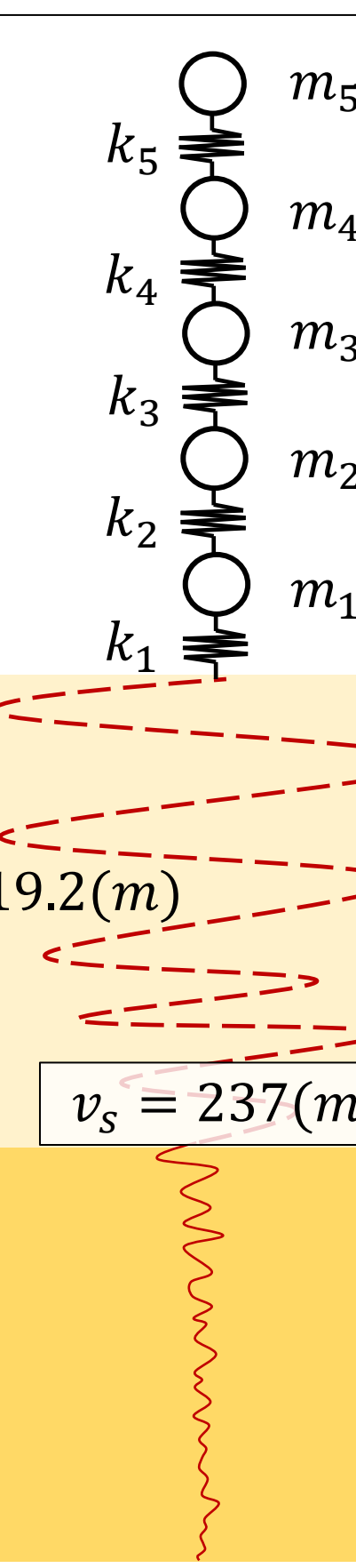
AVS30 ⑤兵庫駅 ③大石南町



ボーリング ⑤兵庫駅



ボーリング ③大石南町



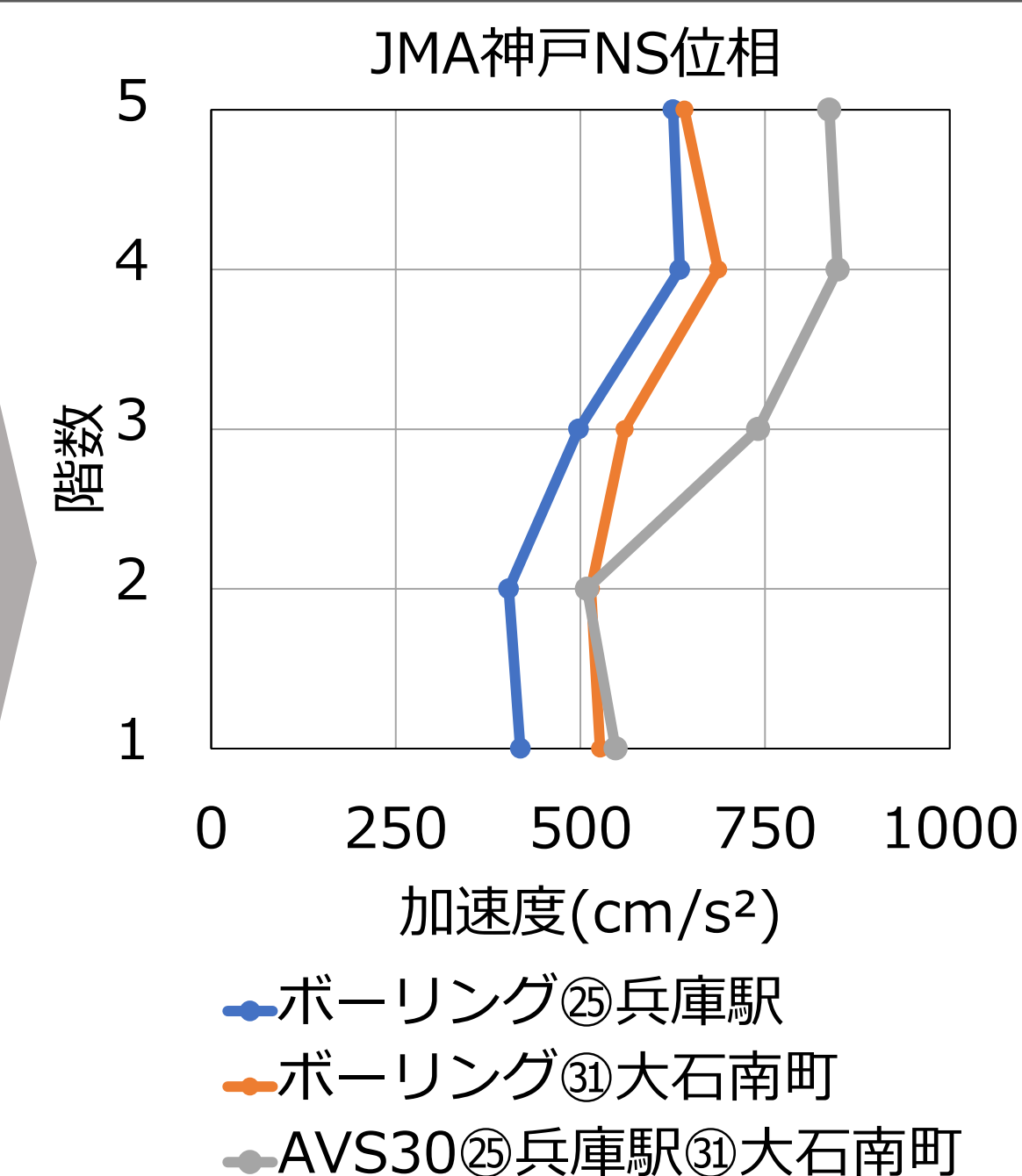
3パターンの地盤の地震時をシミュレーション

- 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	30	196
⑤兵庫駅 ③大石南町	7.8	225
ボーリング ⑤兵庫駅	7.8	225
ボーリング ③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



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い

- 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示される
- 表層地盤が厚いほど建物の揺れが大きくなる傾向

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