

資料5

第1回被害想定部会

浅部地盤モデル作成結果

平成27年3月24日

OYO 応用地質株式会社

浅部地盤モデルの作成

浅部地盤モデルの作成については、県全域で収集したボーリングデータに基づいて作成するものとし、基盤構造等については、地盤図や微動アレイデータ等を参照して作成した。

ボーリングデータについては、前回の地震被害想定調査等で収集したデータに加えて、今回新たに県及び市町村から報告書を収集し、デジタル化を行った。結果として地盤のモデル化に使用したボーリングデータ数は3,208本であった。その分布を若松・松岡(2013)による250mメッシュ世界測地系微地形区分と重ねて図-1に示した。また、250mメッシュ内のボーリングデータの本数を図-2に示した。

図-1に示す通り、ボーリングデータの大半は低地部に集中しており、山地、火山地、台地に分布するボーリングデータは数が少ない。

このため、地盤モデルの作成については、低地部とそれ以外の地域について二通りの考え方で作成することとした。

<低地部>

低地部の浅部地盤モデルについては、藤原(2007)¹の方法を参照して、図-3に示すように、250mメッシュ毎に、ボーリングデータに基づいて、地質区分と地盤の硬さの指標であるN値の代表柱状図を設定し、N値と地震波(S波)速度の相関を用いて、各層にS波速度を与えて層構造を設定した。この浅部地盤モデルを用いて、地震応答計算により地表の地震波形を作成する。

ボーリングデータが複数存在するメッシュについては、掘進長の一番長いボーリングデータを採用した。ボーリングデータの存在しないメッシュについては、同一微地形区分で最も距離の近いメッシュのボーリングデータを採用した。

微地形区分については、若松・松岡(2013)による世界測地系250mメッシュ微地形区分データを用いた。

各メッシュの工学的基盤の深さについては、まず、以下の条件により工学的基盤に達しているボーリングデータの抽出を行った。

- ① 最下端でN値50が連続して3回以上確認される。→ 最上位のN値50確認深度
 - ② N値50が連続5回以上確認される→ 最上位のN値50確認深度
 - ③ 土質表記が「岩」でN値なし → 岩盤層の上端深度+1m
 - ④ 土質表記が「岩」でN値50未満 → 岩盤層の上端深度+1m
 - ⑤ 土質表記が「岩」でN値50以上 → N値最終深度
- ①～⑤のうち、最も浅い深度をボーリングデータの工学的基盤の上面深さとした。

工学的基盤に達していないメッシュについては、工学的基盤に達したボーリングデータを用

¹藤原広行(2007)：統合化地下構造データベースの構築に向けて、シンポジウム 統合化地下構造データベースの構築に向けて 予稿集、防災科学技術研究所、9-22.

いて工学的基盤コンター（図-4）を作成し、採用したボーリングデータの工学的基盤深さがコンターによる値と一致するように深さを調整した。

なお、N値と地震波（S波）速度の相関から求められる工学的基盤以浅のS波速度はおおむね300m/s以下であるのに対し、鳥取県内の深部地盤最上位層のS波速度は500m/s以上であるが、地域によっては700m/s以上であることもあり、工学的基盤を境に速度のインピーダンス比が大きくなる場合がある。このため、工学的基盤と深部地盤との間に中間層として、S波速度300m/sと500m/sの2層を置いた。層厚については、県内の微動アレイ測定による速度構造データを参照して設定した。

<台地部>

台地部については、前述したようにボーリングデータが少ないことから、地形ごとを一括して代表モデルを設定することとした。

代表モデルを作成するために、表-1に示す地形ごとにボーリングデータを分類し、N値が10及び50となる深度の累積頻度分布を図-5～8に示した。

これらをもとに、N値 ≥ 10 の累積頻度が90%以上となる深度、N値 ≥ 50 の累積頻度が90%以上となる深度を、それぞれ代表モデル第1層、第2層の下端深度とした。

なお、第1層及び第2層のS波速度については、K-NET及びKiK-netのデータを参照し、それぞれ250m/s、400m/sとした。

以上の手法により作成したモデルの表層30mの平均S波速度（AVS30）を図-9に示した。なお、AVS30については、後述する距離減衰式による地表地震動の評価において、工学的基盤に対する地表の増幅度を計算するために用いる。

また、作成したモデルの例を図-10に示した。

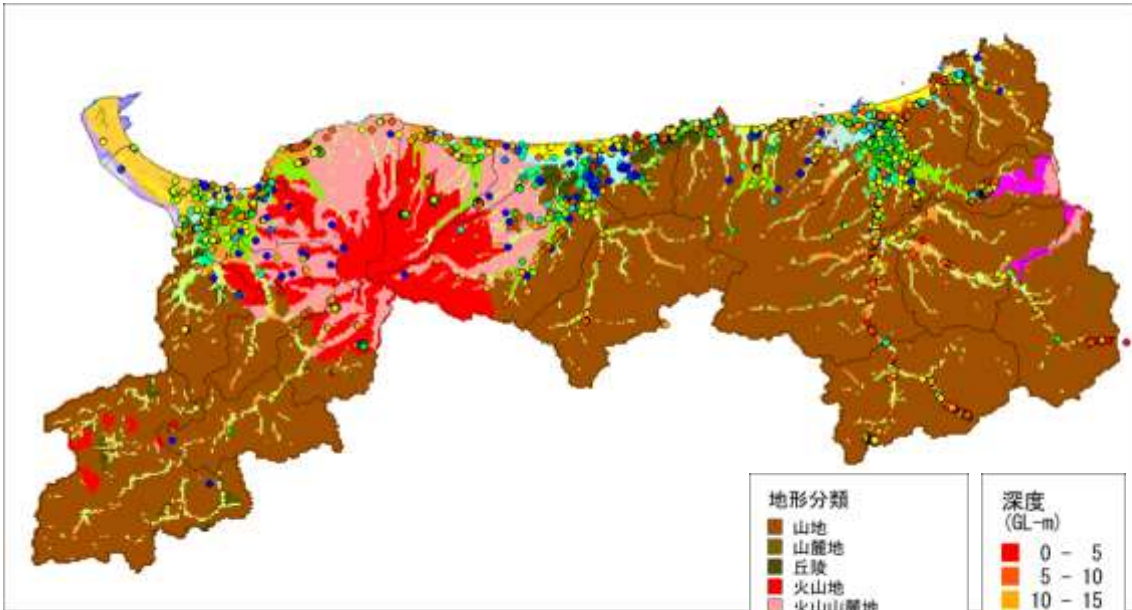


図-1 ボーリングデータの分布（掘進深度で色分け）

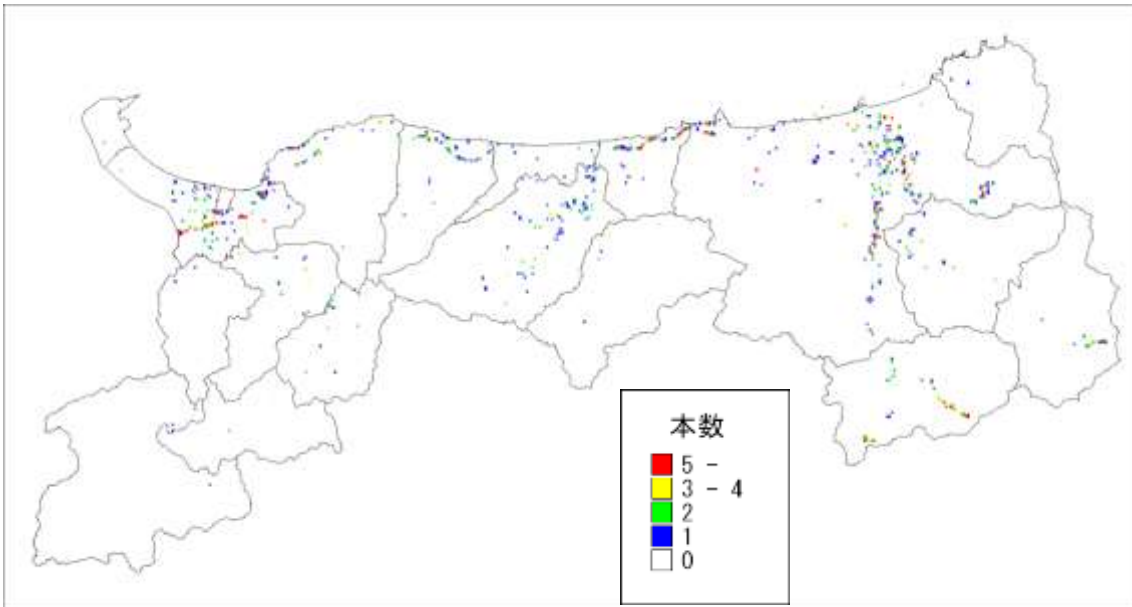


図-2 250m メッシュ内のボーリングデータの本数

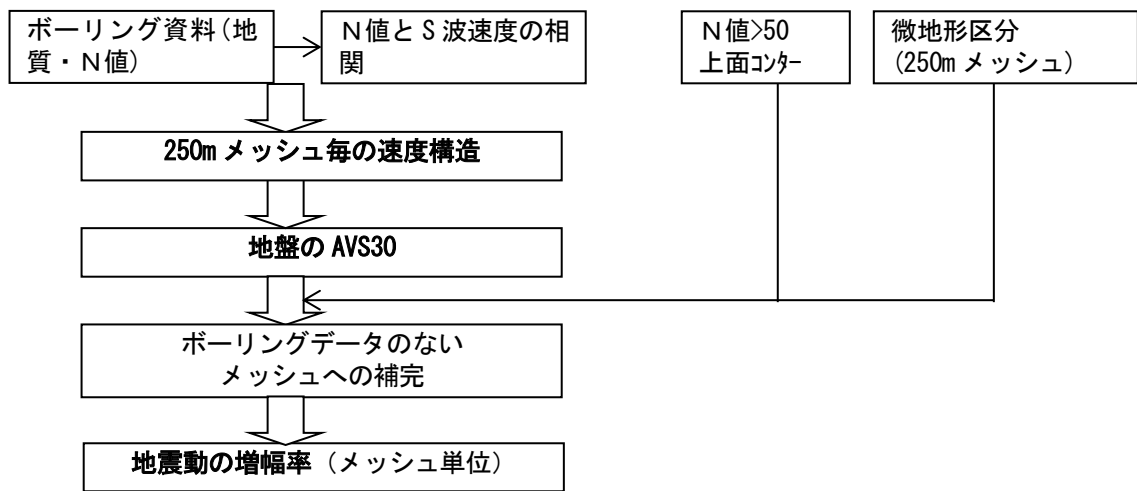


図-3 浅部地盤構造モデルの作成フロー

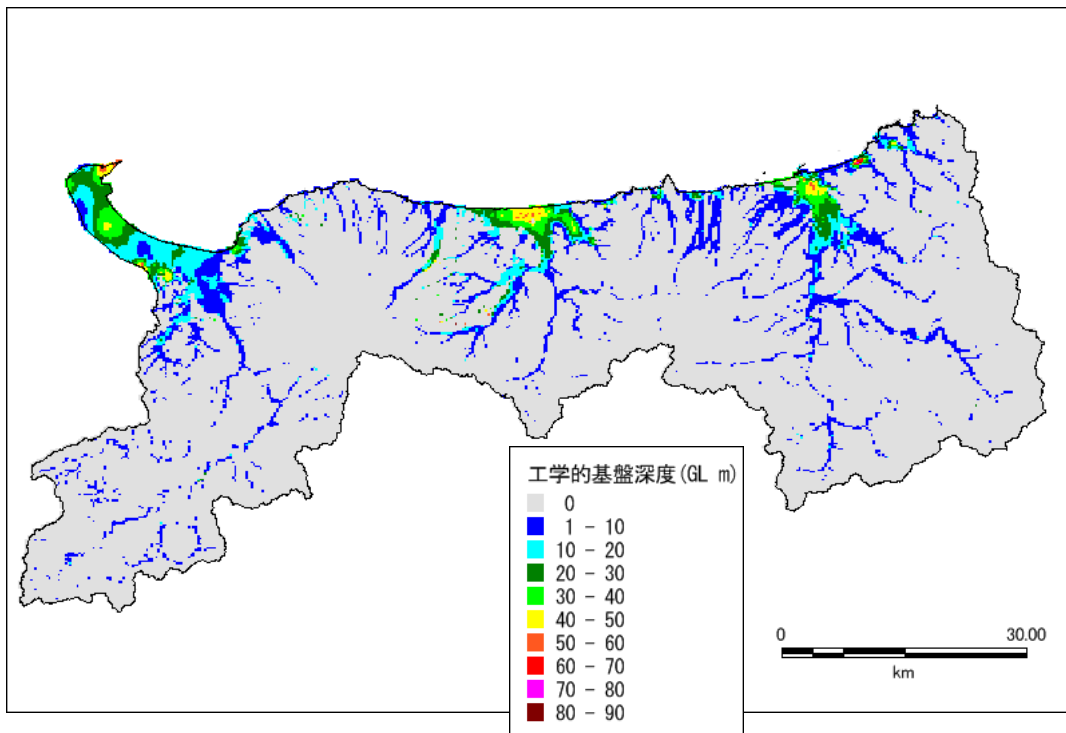


図-4 ボーリングデータから作成した工学的基盤深さの分布

表-1 ボーリングデータのN値評価のための地形区分

微地形区分：若松（2013）		
コード	名称	N値評価上の区分
1	山地	山地
2	山麓地	
3	丘陵	丘陵
4	火山地	火山地
5	火山山麓地	
6	火山性丘陵	
7	岩石台地	台地
8	砂礫質台地	
9	ローム台地	
10	谷底低地	低地等
11	扇状地	
12	自然堤防	
13	後背湿地	
14	旧河道・旧湖沼	
15	三角州・海岸低地	
16	砂州・砂礫州	
17	砂丘	
18	砂丘・砂州間低地	
19	干拓地	
20	埋立地	
21	岩礁・磯	
22	河川敷・河原	
23	河川・水路	
24	湖沼	

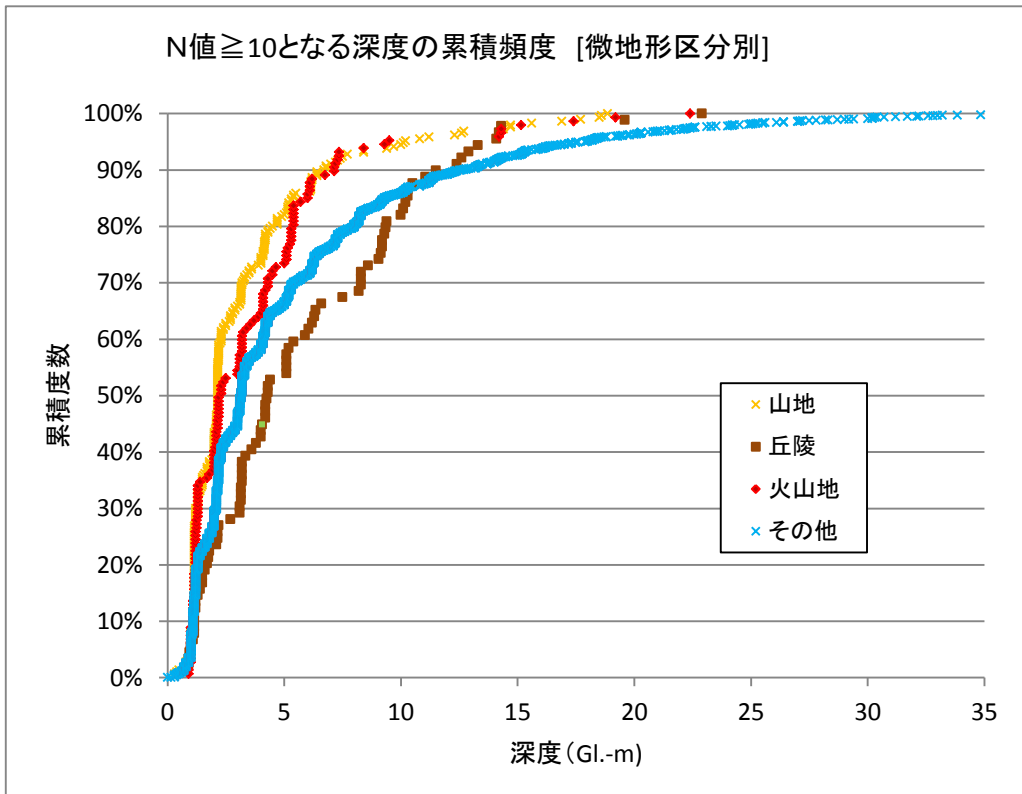


図-5 N値 ≥ 10 となる深度の累積頻度 [地形区分別]

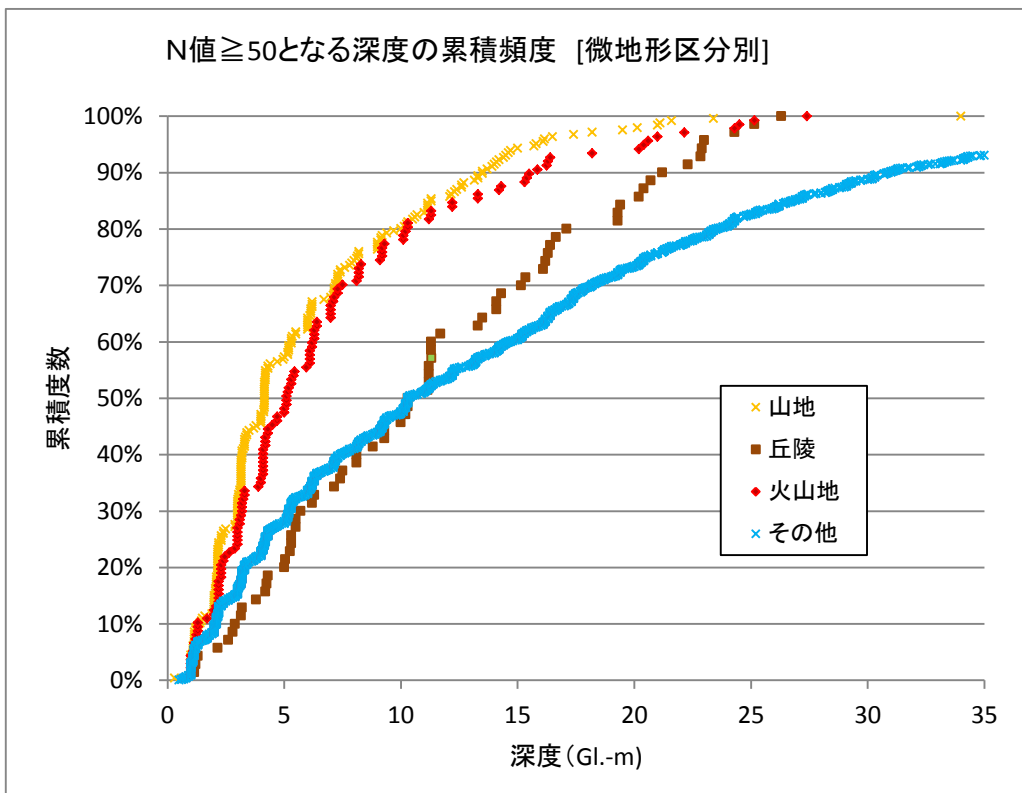
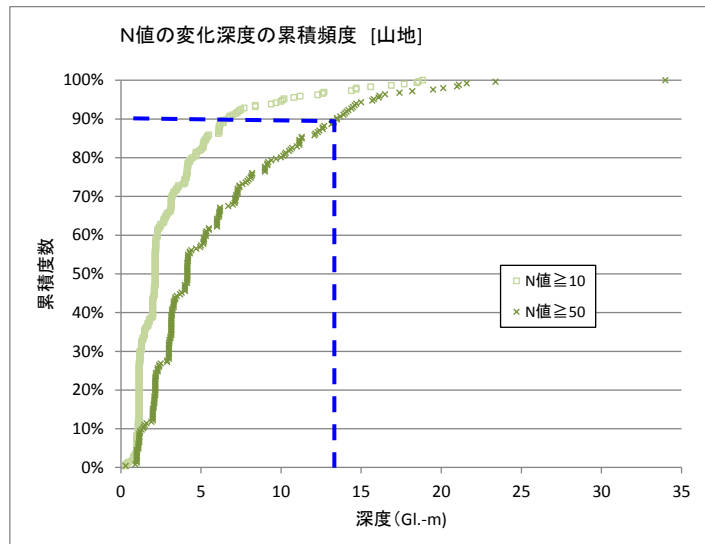


図-6 N値 ≥ 50 となる深度の累積頻度 [地形区分別]

山地での深度

N値 ≥ 10 : 7 m以深

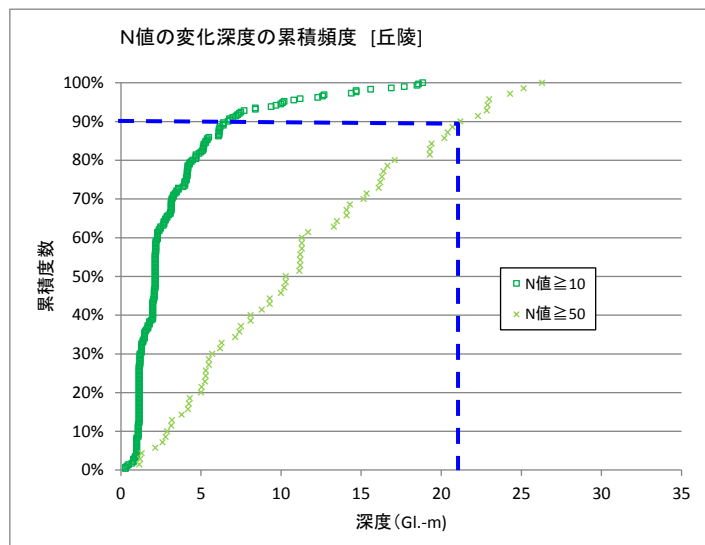
N値 ≥ 50 : 13m以深



丘陵での深度

N値 ≥ 10 : 7 m以深

N値 ≥ 50 : 21m以深



火山地での深度

N値 ≥ 10 : 7 m以深

N値 ≥ 50 : 16m以深

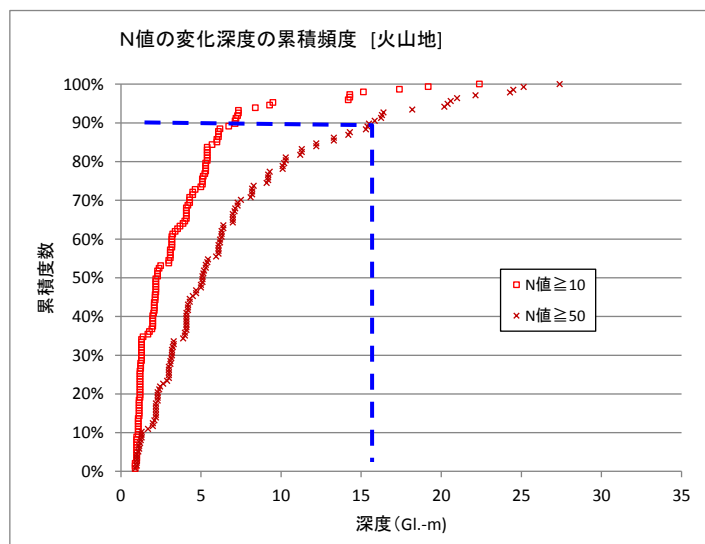
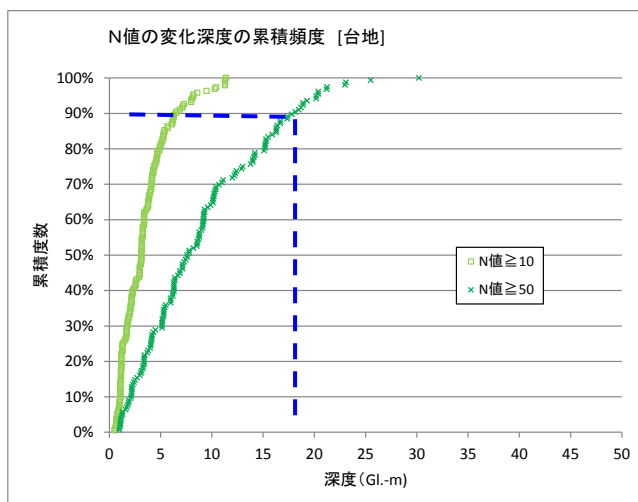


図-7 地形別の N 値 ≥ 10 、N 値 ≥ 50 となる深度の累積頻度

台地での深度
 N値 \geq 10 : 7 m以深
 N値 \geq 50 : 18m以深



低地での深度
 N値 \geq 10 : 13m以深
 N値 \geq 50 : 32m以深

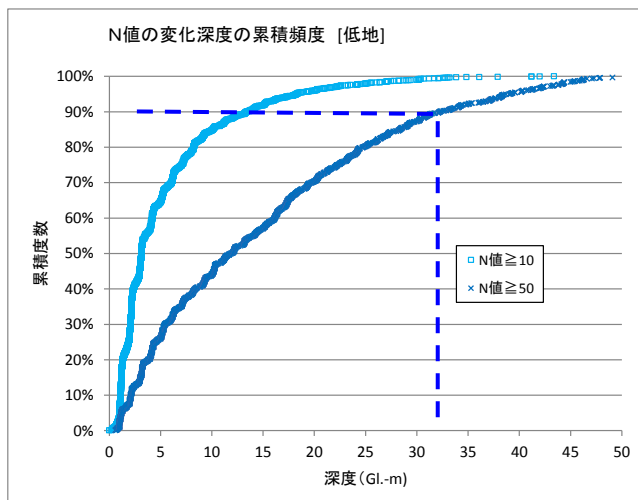


図-8 地形別のN値 \geq 10、N値 \geq 50となる深度の累積頻度

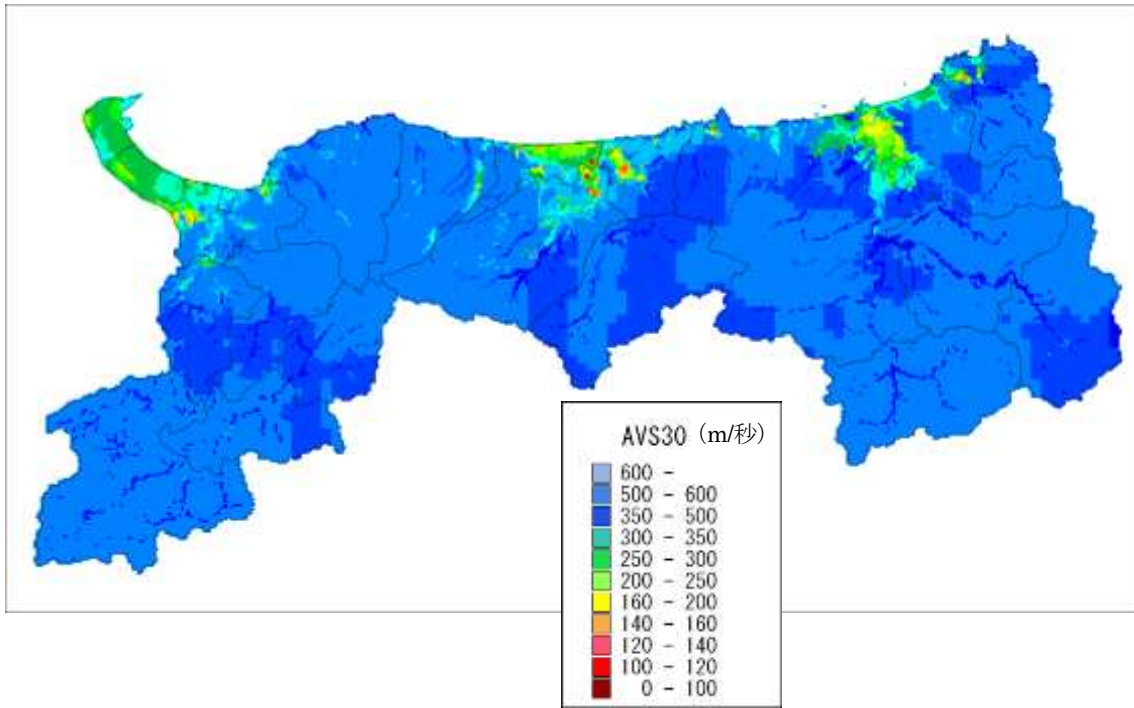


図-9 作成した地盤モデルの AVS30 の分布

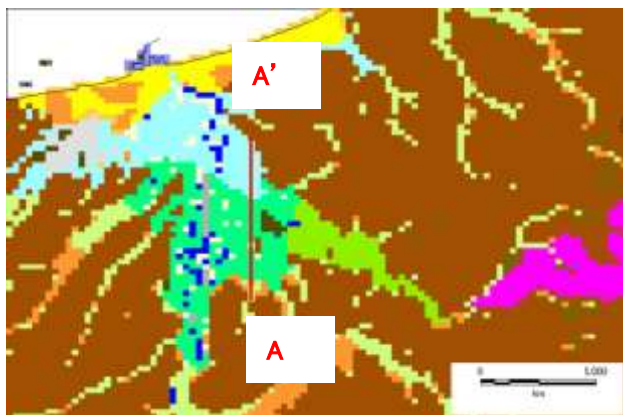
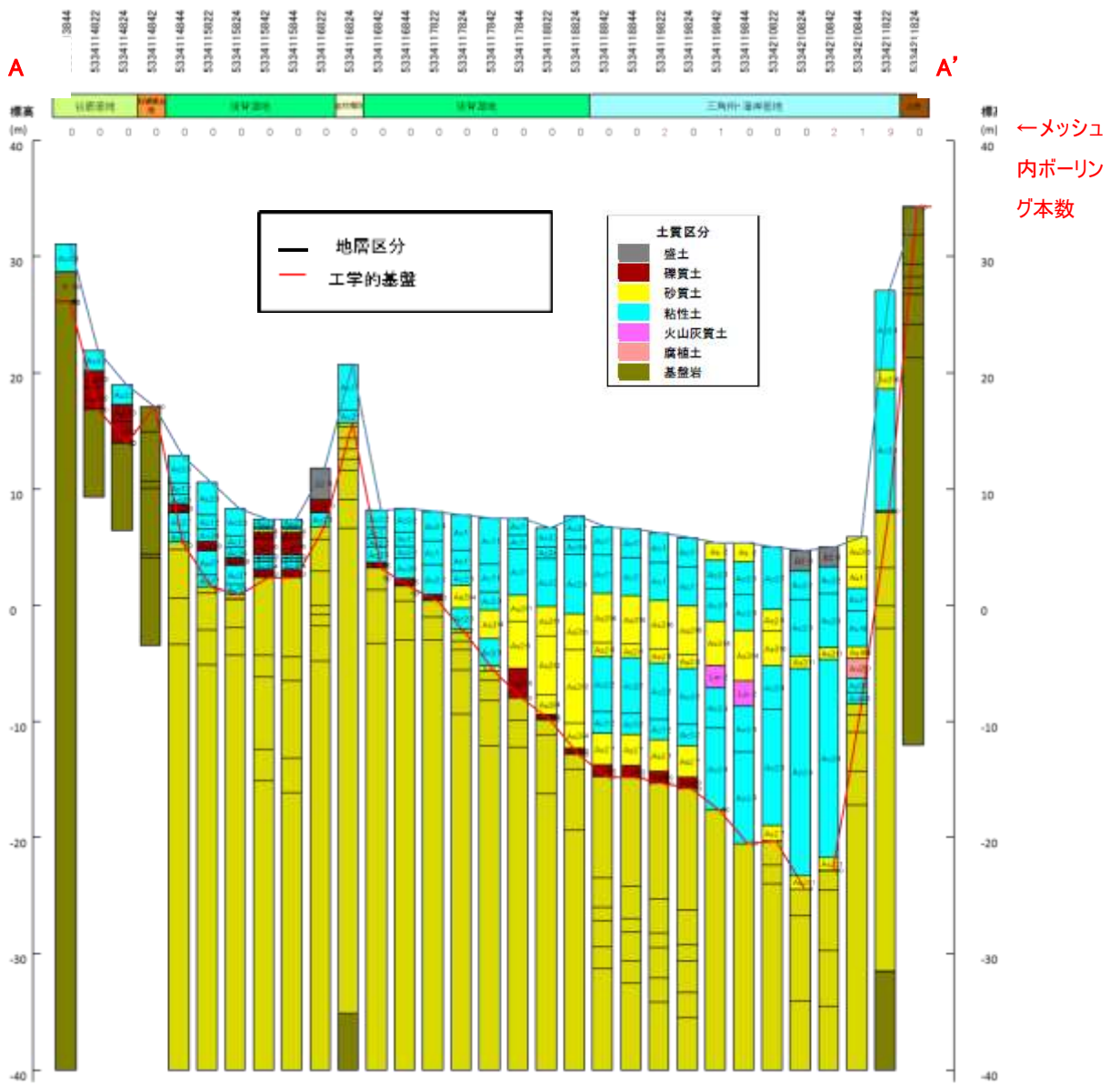


図-10 作成した地盤モデル例

物性値の設定

物性値の設定については、基本的に前回の想定と同一の手法により行った。

a) Vs と N 値の関係

PS 検層データをもとにして、S 波速度 (Vs) と N 値の関係を土質別に設定した。

中央防災会議では、「東海地震に関する専門調査会」において関東地方から中部地方にかけての検討対象範囲の PS 検層資料を収集し、土質の種類 (粘土、砂、礫) で区分し、最小自乗法により回帰して S 波速度と N 値の関係を求めている。

$$V_s = a \cdot N^b \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで、

Vs : S 波速度(m/s)

N : N 値

$$F : \text{土質係数} \left(\begin{array}{l} \text{砂} : a=94.38, b=0.3020 \\ \text{粘土} : a=111.3, b=0.3144 \\ \text{砂礫} : a=123.05, b=0.2443 \end{array} \right)$$

さらに、「東南海、南海地震等に関する専門調査会」では関西以西の資料も収集し、前述の東海地震検討時のデータと重ね合わせ、関係にあまり変化のないことを確かめている。

b) 動的変形曲線

動的変形特性試験については、鳥取県での実施データを収集したが数量が少なく、地域特性であるのか、バラツキであるのかは判定できない (図-11)。そこで、図-12 に示すような全国データの平均を用いることとした。これらの曲線は、S 波速度と同様に土質の種類別に設定した。

c) 土質区分

鳥取県内に現れる土質を区分して表-2 に示す。最終的に設定される浅部地下構造モデルにおいては、この表に基づいて密度 (単位体積重量) を設定した。

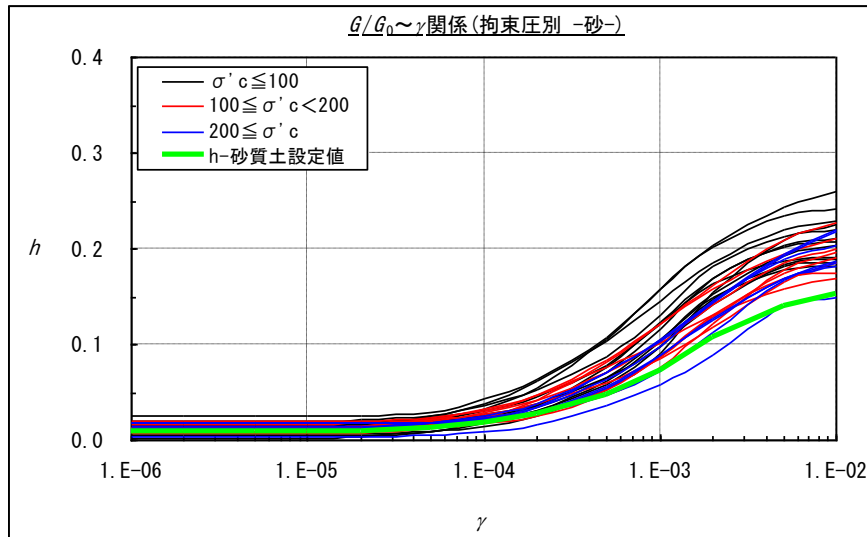
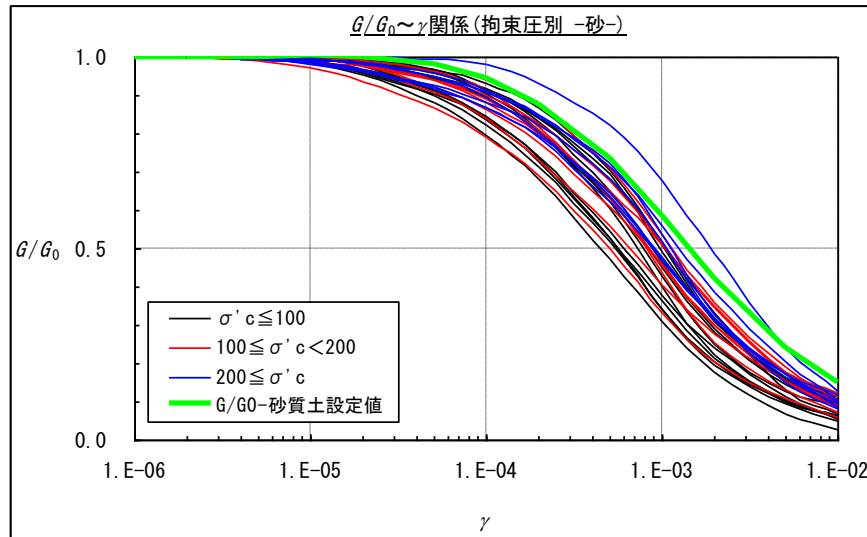
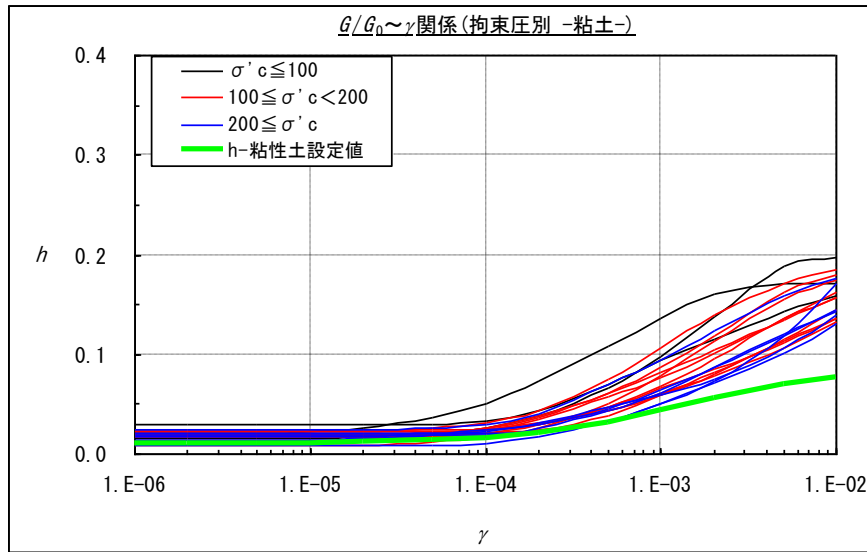
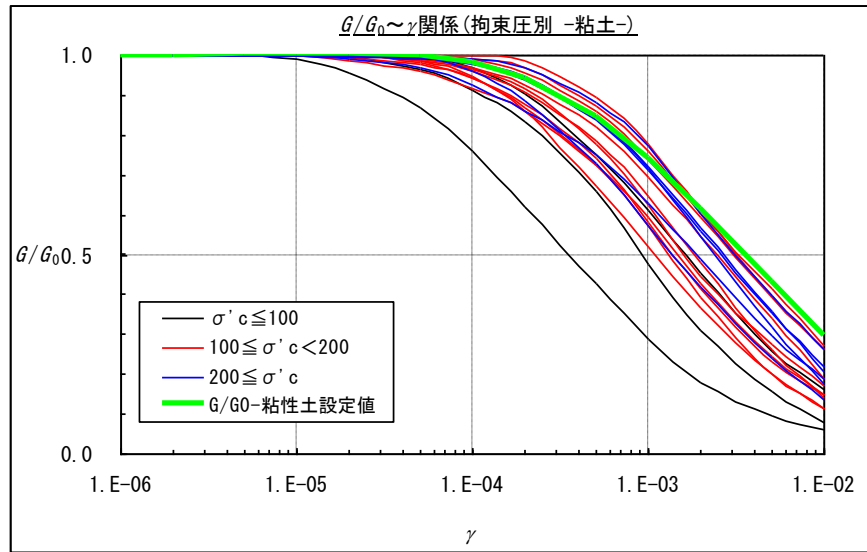


図-11 鳥取県動的変形特性試験データと今回の設定曲線 ($G/G_0 \sim \gamma$, $h \sim \gamma$ 関係)

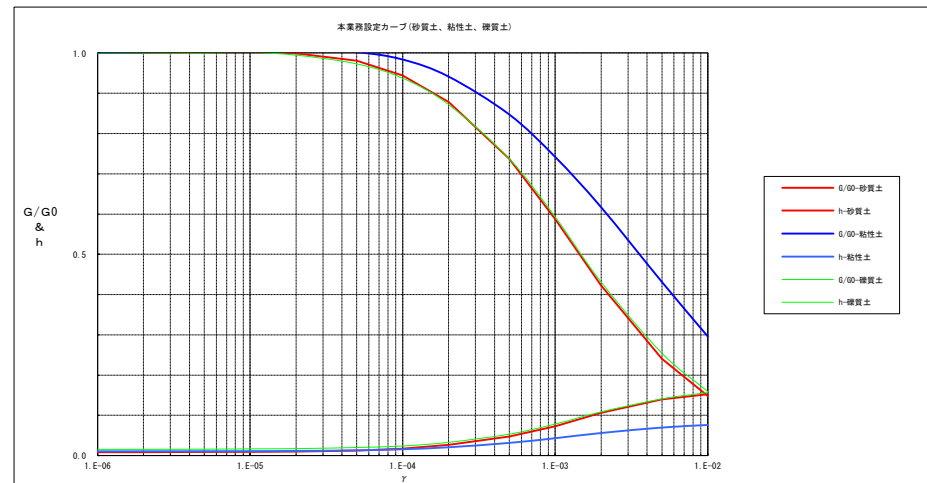
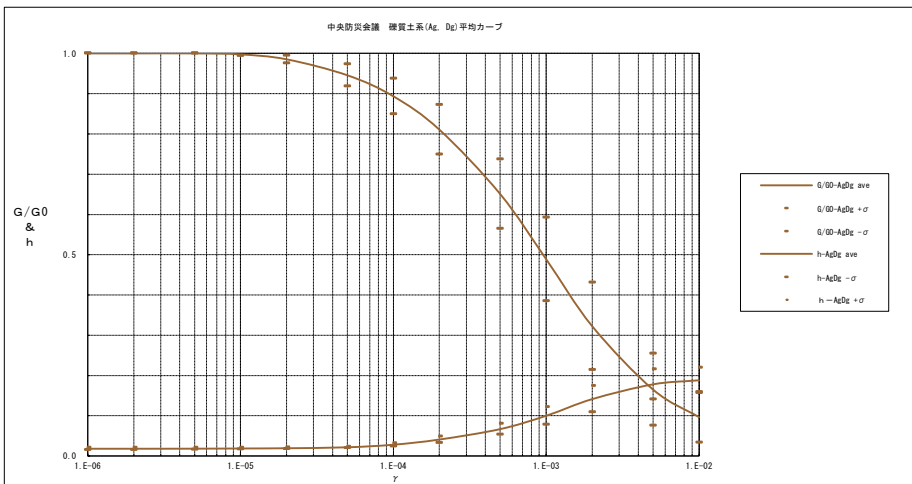
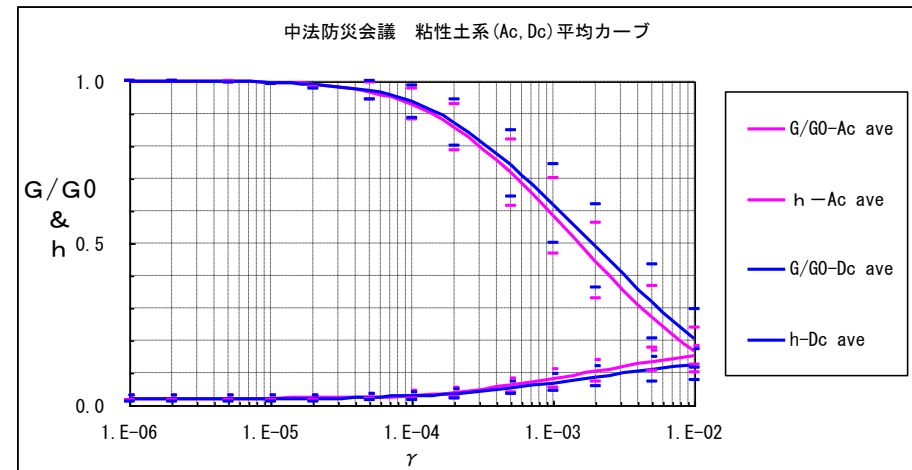
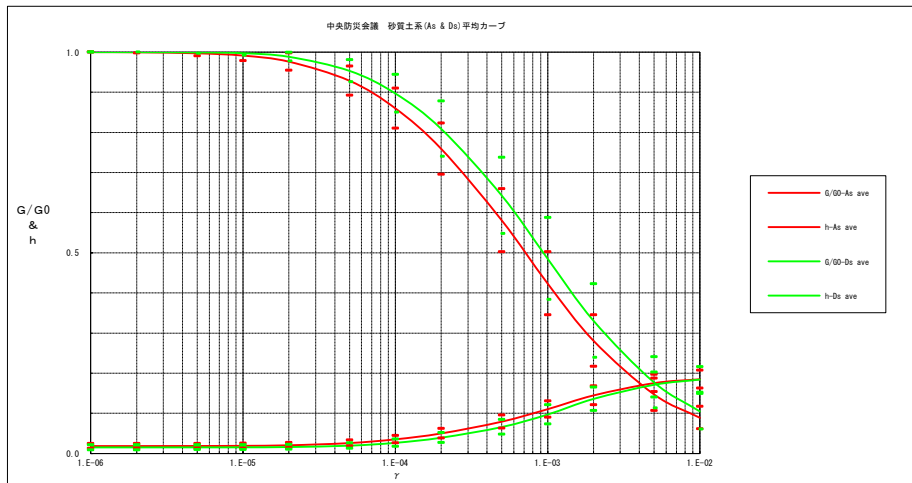


図-12 地震応答解析のための動的変形曲線の設定結果 (右下の図)

表-2 土質区分の設定

地質名	記号	N値	単位体積重量 (kgf/cm ²)	G/G ₀ ,γ -h 曲線
埋土	B1	0~4	1.6	砂質
	B2	4~10	1.7	砂質
	B3	10~	2	砂質
腐植土	p1	0~1	1.2	粘性
	p2	1~	1.3	粘性
粘性土	c1	0~2	1.4	粘性
	c2	2~4	1.5	粘性
	c3	4~8	1.6	粘性
	c4	8~15	1.7	粘性
	c5	15~30	1.8	粘性
	c6	30~	1.8	粘性
砂質土	s1	0~4	1.7	砂質
	s2	4~10	1.8	砂質
	s3	10~30	1.9	砂質
	s4	30~50	1.9	砂質
	s5	50~	1.9	砂質
礫質土	g1	~20	1.9	礫質
	g2	20~30	2	礫質
	g3	30~50	2	礫質
	g4	50~	2.1	礫質