

地震時液状化予測のための地盤データベースについて—鳥取市の場合—

Database of Ground for Predicting Liquefaction during Earthquakes -In case of Tottori-

津村拓美 Takumi TSUMURA ((株) ウエスコ)
 西村悟之 Satoyuki NISHIMURA ((株) 荒谷建設コンサルタント)
 藤村 尚 Hisashi FUJIMURA (鳥取大学工学部)

平成10年度の鳥取県倉吉市周辺に引き続き、鳥取市周辺の液状化マップを作成した。解析方法としては鳥取平野の微地形区分の要素を取り入れた4次メッシュにより平面的なゾーニングを行い、 F_L 、 P_L 法により計算を行った。以下に解析内容を示す。

- ・各地形区分に対し危険度を示し、各危険度の地盤特性を明記した。
- ・砂丘での水位を GL-0m とした場合での液状化判定結果を示し、水位上昇の影響を述べた。
- ・土地利用状況に対する液状化判定結果を求め、土地利用内容に対し危険度を示した。
- ・鳥取駅周辺において地表面下 5m 以浅の浅層土質パターンと、 P_L 法での液状化判定との比較を行い、浅層土質パターンの妥当性について示した。

キーワード：地盤図、地盤データベース、液状化 (IGC : B-0, B-9, B-11)

1. はじめに

社団法人地盤工学会中国支部・鳥取地域では、一昨年、昨年と、鳥取県の西部地域の米子市周辺及び中部地域の倉吉市周辺の液状化マップを作成しまとめた^{1), 2)}。今回は、これらを東部地域の鳥取市周辺で行ったものである。

これまで米子地域では、1:25,000の地形図の3次メッシュによる平面的なゾーニングを、倉吉地域では断面二次的なゾーニングを行ってきた。鳥取地域では精度の向上を目指して3次メッシュを100等分した4次メッシュに細分化する。そして、鳥取平野では河川の氾濫により自然堤防や旧河道などの微地形が随所に発達している特徴を持っているため、これに着目し、微地形区分の要素を重ね合わせてゾーニングを試みたものである。

なおこの4次メッシュは、微地形が随所に発達する鳥取平野の場合、1つのメッシュで単一の地形的要素を表現できる利点がある。

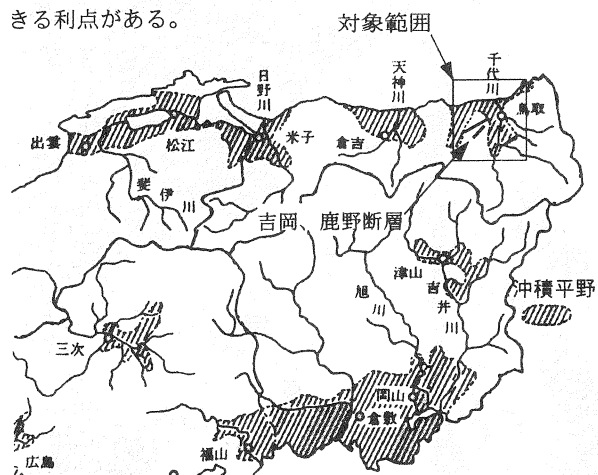


図-2.1 解析対象範囲

2. 液状化マップの概要

液状化マップ作成の概要を以下に示す。

対象範囲：鳥取市周辺の平野部及び山地、砂丘とする。

1:25,000 図幅「鳥取北部」、「鳥取南部」
 「稲葉山」の平野部

使用メッシュ：4次メッシュ(横 114 m, 縦 92 m)を使用

検討資料：平成元年～10年のボーリングデータ

(約 500 箇所) 及び土質試験データ(約 500 試料)

判定方法： F_L 、 P_L 法による液状化の判定、
 地形分類からの判定

3. 地形・地質概要及び分類

鳥取平野は、東、南、西の三方を山に囲まれるとともに、日本海側を鳥取砂丘により閉塞された沖積低地で、南から北へ流れる千代川およびその支流によって形成された三角州性の氾濫原である。平野内では、千代川やその支流である野坂川や袋川沿いに旧河道跡がよく残っており、流路変化の激しさを物語っている。また、自然堤防も千代川沿いに散在している。この自然堤防地域は、小さな洪水による難を免れたため、古い時代から住宅地、畑地として利用されている。

そして今回の液状化判定を行うに当たって、特に影響を与える砂層の堆積環境は、千代川により運搬される漂砂の影響がある。日本海と標高に大差がない、千代川河口部及び千代川河口左岸の湖山川周辺の沖積平野、旧袋川とその流域は洪水時に河口閉塞から生じた逆流の影響から湛水し、砂丘と同様な漂砂の影響を受け、独特の地層を構成するものと考えられる³⁾。

また鳥取平野の西方には、図-2.1に示すように、1943年の鳥取大地震により生じた吉岡断層、鹿野断層が存在する。

表-3.1 地層層序⁴⁾

地質時代	地層区分	地質名	地質的特性
第 四 期	完 新 世	Ums	最上部 砂質土層
		Umc	最上部 粘性土層
		Umg	最上部 礫質土層
		Us	上部 砂質土層
		Uc	上部 粘性土層
	更 新 世	Ls	下部 砂質土層
		Lg	下部 礫質土層
		Lc	下部 粘性土層
		L	ローム層
		Lmc	最下部 粘性土層
		Lms	最下部 砂質土層
		Lmg	最下部 礫質土層
		B	基盤岩類
	第 三 紀 以 前		花崗岩, 流紋岩, 安 山岩, 玄武岩, 礫 岩, 砂岩, シルト 岩, 泥岩, 凝灰岩, 凝灰角礫岩, 三郡 変成岩

表-3.2 地形分類による地域区分

地形分類	地域 番号	地域区分	各地域の BP 数
湿 地	1	千代川左岸側砂丘内	3
氾濫平野	2 1	千代川右岸側大路川以南	62
	2 2	千代川右岸側袋川以南	46
	2 3	千代川右岸側旧袋川以南	46
	2 4	千代川右岸側旧袋川以北	13
	2 5	千代川右岸側旧袋川下流左岸	22
	2 6	千代川右岸側旧袋川下流右岸	30
	2 7	大井手川・有富川以南	8
	2 8	野坂川以南	3
	2 9	湖山川以南	45
河 道 (旧河道 含む)	3 1	千代川現河道	19
	3 2	千代川旧河道右岸上流側	1
	3 3	千代川旧河道右岸下流側	11
	3 4	千代川旧河道左岸側	9
	3 5	大路川現河道	11
	3 6	袋川現河道	10
	3 7	旧袋川現河道	22
	3 8	大井手川・有富川現河道	1
	3 9	野坂川旧河道	10
	3 10	野坂川現河道	2
	3 11	湖山川現河道	3
	3 12	袋川旧河道	1
砂 丘	4 1	千代川右岸側砂丘	6
	4 2	千代川左岸側砂丘	21
扇状地	5	全 域	3
自然堤防	6	全 域	3
山地 台地	7	全 域	45

鳥取平野の地質層序を表-3.1 に示す。

これらの地形・地質概要を考慮し、今回の解析では建設省中国地方建設局発行の治水地形分類図「鳥取北部」, 「稲葉山・鳥取南部」に基づいて地形による地域区分を行った。さらに、表-3.2 に示すように地域毎に 27 に細分化を行った。この細分化は、各河川・平野毎に条件（地質の供給源、堆積環境等）が異なるものと仮定し分類した。

なお表に示した各地域でのボーリング数によれば、千代川右岸及び千代川左岸下流の氾濫平野にデータが集中した。そして 1 つのメッシュでのボーリング数は、0~5 本であった。

また今回使用したデータ数の関係から網かけ部のデータについては判定を割愛した。表-3.2 の地域区分番号に従い、平面上での分類結果を図-3.1 に模式的に示す。なお図-3.1 での浅層パターン解析範囲については後述する。

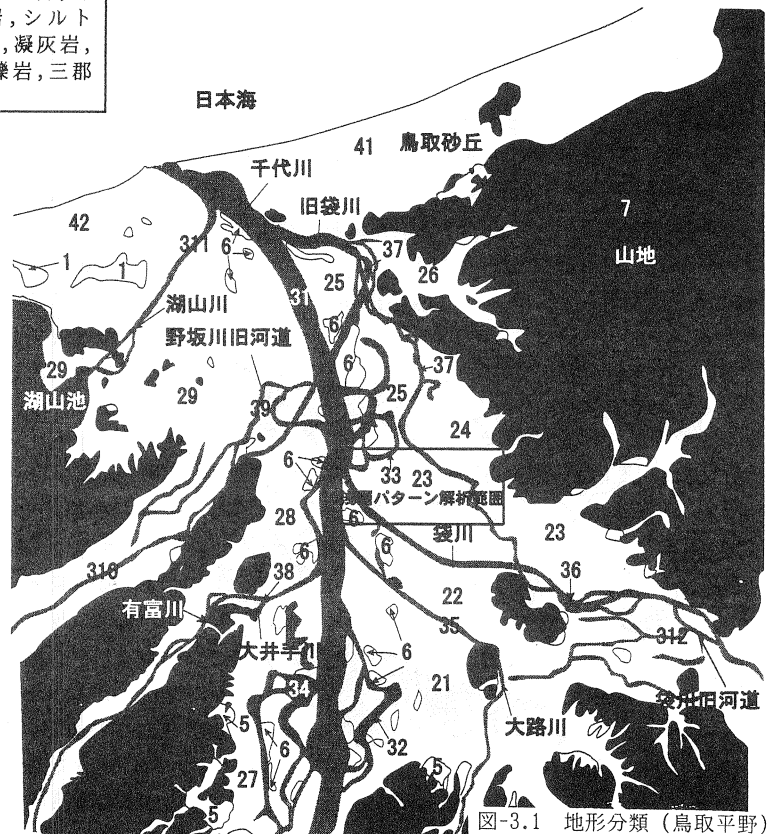


図-3.1 地形分類（鳥取平野）

4. 解析方法

解析では、前述の地形分類を考慮した上で、以下の4ケースについて比較検討を行う。各ケースの設定値及び結果、考察については後述する。

- ①水平加速度を200Gal, 400Galとした場合
- ②砂丘での水位による影響
- ③土地利用状況を考慮した液状化判定
- ④浅層土質パターンとの比較

4.1 F_L 法による液状化解析⁵⁾

今回用いる液状化判定方法は、1943年に発生したM=7.4の鳥取大地震が内陸直下型であったことから、内陸直下型地震を考慮している道路橋示方書の方法を用いる。

(1) 液状化計算を行う地層

液状化計算を行う地層は、①GL-20m以浅で、かつ地下水面以下の地層、② F_c が35%以下の地層、③細粒分含有率 F_c が35%を超えても、塑性指数 I_p が15以下の地層、④平均粒径 D_{50} が10mm以下で、かつ D_{10} が1mm以下の地層とする。

(2) 液状化抵抗率(F_L)

液状化抵抗率(F_L)は、以下に示す道路橋示方書⁶⁾の方法で求める。

$$F_L = R/L$$

$F_L \leq 1.0$ の地層は液状化するとみなす

(3) 地震時せん断応力比(L)

$$L = \gamma_d k_h \sigma_v / \sigma_v'$$

ここに、 $\gamma_d = 1.0 - 0.015x$

k_h : 設計水平震度

σ_v : 全上載圧(tf/m²)

σ_v' : 有効上載圧(tf/m²)

x : 地表面からの深さ(m)

(4) 動的せん断強度比(R)

$$R = c_w R_L$$

ここに、 c_w : 地震動特性による補正係数

地震動タイプIIの場合

$$(R_L \leq 0.1) \Rightarrow c_w = 1.0$$

$$(0.1 < R_L \leq 0.4) \Rightarrow c_w = 3.3R_L + 0.67$$

$$(0.4 < R_L) \Rightarrow c_w = 2.0$$

R_L : 繰返し三軸強度比

$$N_a < 14 \Rightarrow R_L = 0.0882 \sqrt{N_a} / 1.7$$

$$N_a \geq 14 \Rightarrow$$

$$R_L = 0.0882 \sqrt{N_a} / 1.7 + 1.6 \times 10^{-6} (N_a - 14)^{4.5}$$

・砂質土($D_{50} < 2.0\text{mm}$)の場合

$$N_a = c_1 N_1 + c_2$$

$$N_1 = 1.7N / (\sigma_v' + 0.7)$$

ただし、 $0\% \leq F_c < 10\%$ のとき

$$c_1 = 1, c_2 = 0$$

$10\% \leq F_c < 60\%$ のとき

$$c_1 = (F_c + 40) / 50$$

$$c_2 = (F_c - 10) / 18$$

$60\% \leq F_c$ のとき

$$c_1 = F_c / 20 - 1$$

$$c_2 = (F_c - 10) / 18$$

ここに、 F_c : 細粒分含有率(%)

・礫質土($D_{50} \geq 2.0\text{mm}$)の場合

$$N_a = \{1 - 0.36 \log(D_{50}/2)\} N_1$$

(5) 設計水平震度(k_h)

$$k_h = \alpha_h / g$$

ここに、 g : 重力加速度(=980Gal)

今回の解析範囲では3.の地形・地質概要に示したように、1943年の鳥取地震(M7.2)の震源となった吉岡・鹿野断層等の活断層が近くにあるため、地震のタイプとしては内陸直下型(タイプII)を想定する。

4.2 液状化指数(P_L)の計算方法⁶⁾

P_L 値の計算方法は以下のとおりで、その特徴は浅い所で液状化の方が地表の構造物に与える影響が大きいので、深さ方向の重み関数を考慮している点にある。

$$P_L = \int_0^{20} Fw(z) dz$$

$$F_L < 1.0 \Rightarrow F = 1 - F_L$$

$$F_L \geq 1.0 \Rightarrow F = 0$$

ここに、 $w(z)$: 重み関数

$$(=10 - 0.5z)$$

z : 地表面からの深さ(m)

P_L 値による液状化危険度は、岩崎他⁶⁾によって表-5.1のように評価されているので、ここでもこれに準じた。

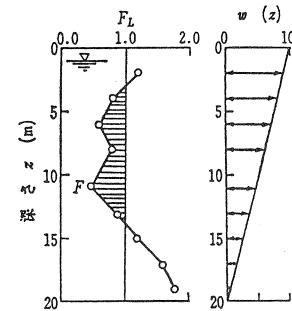


図-4.1 P_L 値の求め方

表-4.1 P_L 法による液状化危険度⁶⁾

P_L 値	評 価	危険度
$15 < P_L$	液状化危険度が極めて高い。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避	A
$5 < P_L \leq 15$	液状化危険度が高い。重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要。液状化対策が一般に必要。	B
$0 < P_L \leq 5$	液状化危険度は低い。特に重要な構造物の設計に際しては、より詳細な調査が必要。	C
$P_L = 0$	液状化危険度はかなり低い。液状化に関する詳細な調査は一般に不要。	D

5. メッシュ内での判定方法

(1) 判定方法

1つのメッシュの液状化判定を行う場合、堆積状況及び土質定数が重要な要素となる。本解析では、メッシュに堆積状況及び土質定数がある場合は、メッシュでのデータを使い、データがない場合は判定を行わず、堆積状況のみある場合は、以下で示す地形的違いを考慮した土質定数の設定方法により判定を行った。

またメッシュで複数の液状化判定結果がある場合は、平均する手法を行った。

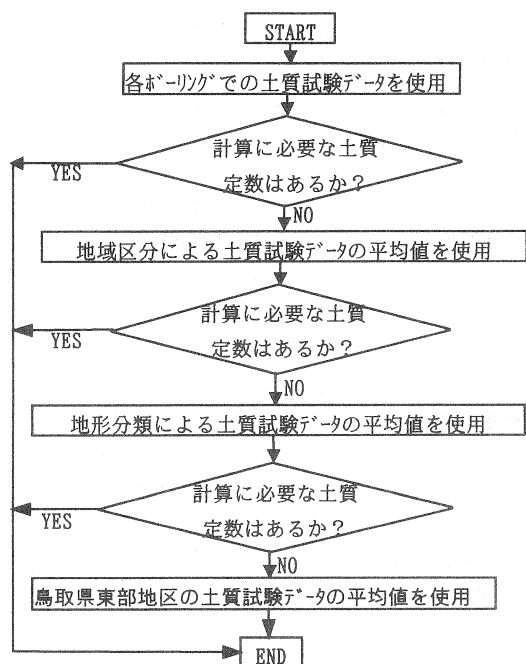


図-5.1 土質定数設定フロー

表-5.1 上部砂層の土質定数

層区分	Ums 層			Us 層		
地域番号	D ₁₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	F _c (%)	D ₁₀ (mm)	D ₅₀ (mm)	F _c (%)
21	0.086	0.275	7.5	0.275	2.750	17.5
22	0.086	0.275	12.5	0.086	0.275	12.5
23	0.086	0.275	7.5	0.185	0.275	12.5
24	0.086	0.275	7.5	0.275	0.600	7.5
25	0.086	0.275	7.5	0.125	0.600	7.5
26	0.125	0.275	7.5	0.006	0.086	17.5
27	0.086	0.275	7.5	0.086	0.405	12.5
29	0.086	0.275	7.5	0.086	0.405	7.5
31	0.185	1.250	7.5	0.275	0.405	7.5
33	0.185	1.250	12.5	0.125	0.275	12.5
34	0.185	0.860	12.5	0.125	2.750	22.5
35	0.185	1.250	12.5	0.125	4.250	7.5
36	0.185	1.250	12.5	0.060	0.275	12.5
37	0.0026	0.275	12.5	0.185	0.275	12.5
39	0.125	0.600	17.5	0.125	0.275	12.5
41	0.125	0.275	12.5	0.125	0.275	7.5
42	0.0275	0.275	12.5	0.125	0.275	7.5
7	0.060	0.275	12.5	0.125	0.860	7.5

■ : 地形分類での平均値を使用

□ : 地域区分での平均値を使用

(2)土質定数の設定

F_L 計算に必要な土質定数は、単位体積重量 γ_t 、10% 粒径 D_{10} 、平均粒径 D_{50} 、細粒分含有率 F_c 、塑性指数 I_p 、N 値、水位となる。今回 500 試料の土質試験結果を基に、図-5.1 の流れ図に従い、 F_L 計算に用いる土質定数の設定を行う。

また液状化判定に影響を与える上部砂層の土質定数を、地域区分毎に表-5.1 に示す。

表-5.1 によれば Ums 層では、地形分類の平均値が使われているが、砂層の大部分を占める Us 層では地域区分の平均値が使われている。

そして水位が不明な場合は地表面に設定し、砂質土の単位体積重量は試験が困難なため表-5.2 の一般値を使用する。

表-5.2 砂質土の単位体積重量

地層	単位体積重量 γ_t (tf/m ³)
Ums, Us	1.7
Ls, Lms	1.9
Umg,	1.9
Lg, Lmg	2.1

6. 判定結果及び考察

6.1 水平加速度を 200, 400Gal とした場合

1943 年の鳥取大地震 (M7.4) を考慮した水平加速度により検討を行う。岸上 (1945), 松澤 (1944) らの研究によれば、鳥取大地震の加速度を 400Gal と推定しているため、計算に用いる水平加速度は 200Gal (震度 5 強)、400Gal (震度 6 強) の 2 ケースで検討を行う。以下に氾濫平野、河道部、砂丘、山地における 200、400Gal の P_L 法での液状化判定結果を示す。

(1) 氾濫平野での判定結果

氾濫平野での液状化危険度と頻度の関係を地域区分毎に図-6.1.1, 2 示す。

水平加速度 200Gal

400Gal

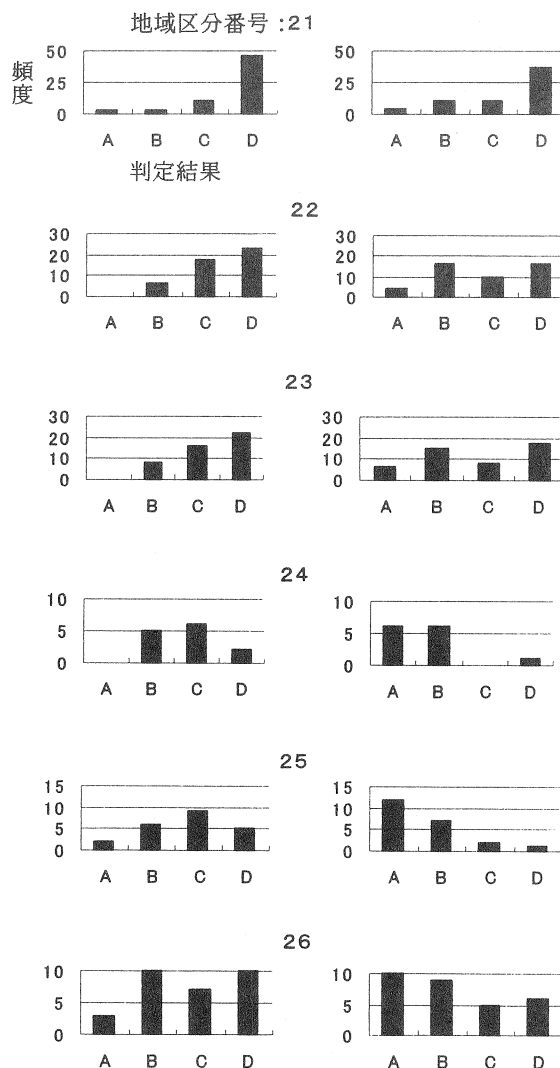


図-6.1.1 液状化判定結果 (氾濫平野その 1)

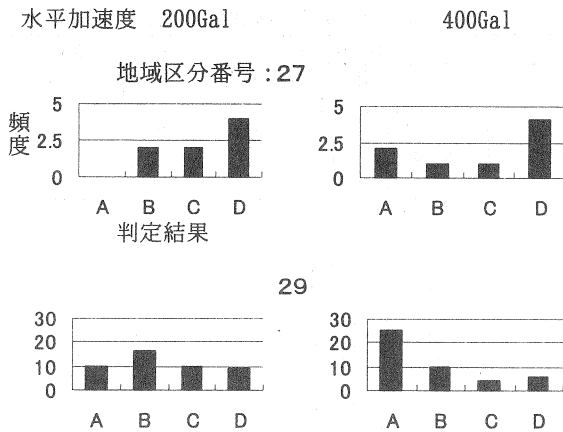


図-6.1.2 液状化判定結果(氾濫平野その2)

千代川上流部の砂丘地付近である 26(千代川右岸側旧袋川下流右岸)、29(湖山川以南)では、加速度 200、400Gal で危険度 A、B となり、液状化の可能性が高い傾向を示す。

千代川右岸側の市街地北方である 24(千代川右岸側旧袋川以北)、25(千代川右岸側旧袋川下流左岸)では加速度を 400Gal とした場合に危険度が C から A に増加する傾向が見られた。また袋川及びその旧河道部付近では、400Gal の加速度で危険度 B を示し、比較的液状化の可能性が高い結果となった。

千代川下流域の 21(千代川右岸側大路川以南)、27(大井手川・有富川以南)では 400Gal の加速度において危険度 D を示し、液状化の可能性が低い結果となった。

(2)河道部での判定結果

河道部(旧河道部を含む)での液状化危険度と頻度の関係を、各地域区分毎に図-6.1.3, 4 に示す。

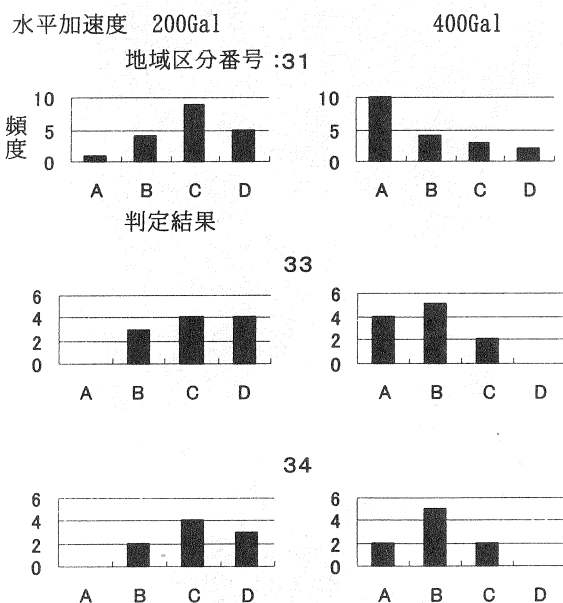


図-6.1.3 液状化判定結果(河道その1)

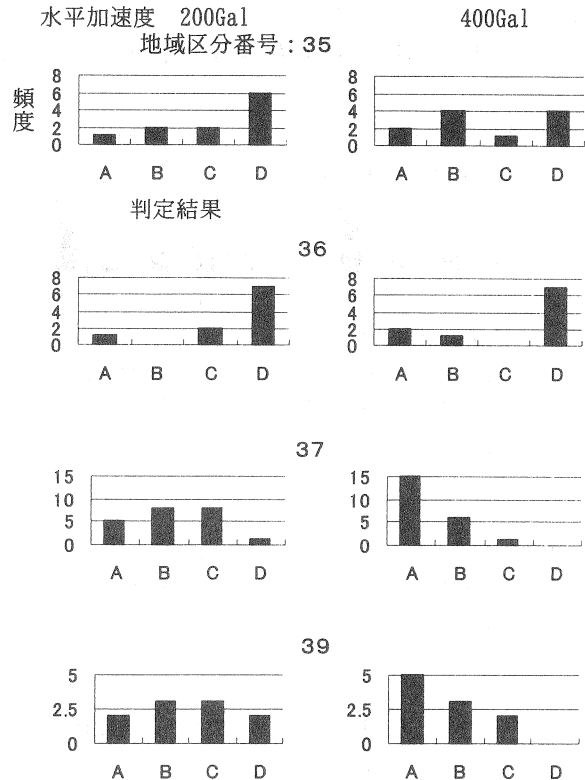


図-6.1.4 液状化判定結果(河道その2)

千代川下流部で交わる 37(旧袋川現河道部)及び 39(野坂川旧河道部)において 200、400Gal の状態で危険度 A、B となり、液状化の可能性が高い結果を示した。

31(千代川現河道部)では 400Gal に増加すると、危険度が C から A に増加し、液状化の可能性が高くなる。

また千代川旧河道部である 33、34 では加速度を 200 から 400Gal にする事で危険度が C から B に増加する傾向を持ち、液状化の可能性が比較的高い結果となった。

千代川右岸の中流部に交わる 35(大路川現河道)及び 36(袋川現河道部)では比較的低い危険度を示し、液状化の可能性が低いものと推定される。

(3)砂丘での判定結果

砂丘の液状化危険度と頻度の関係を図-6.1.5 に示す。

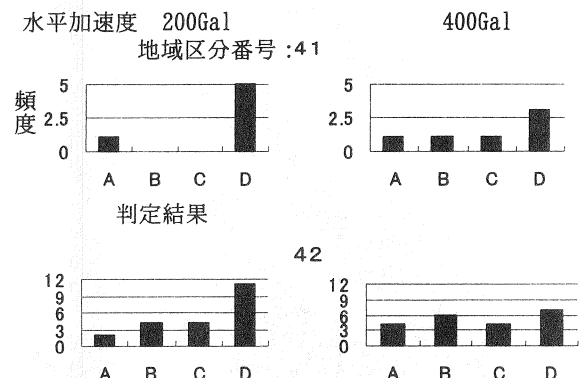


図-6.1.5 液状化判定結果(砂丘)

千代川左、右岸ともに危険度 D を示し、液状化の可能性が低い結果を示した。

(4)山地、台地での判定結果

山地・台地での液状化危険度と頻度の関係を図-6.1.6に示す。

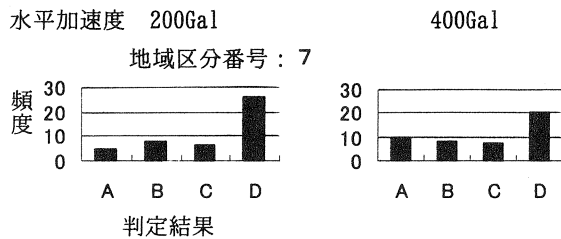


図-6.1.6 液状化判定結果(山地・台地)

山地・台地での危険度はDを示し、液状化の可能性は低い結果を示した。

(5)全体の判定結果

前記の判定結果を考慮した上で、以下の4ランクに危険度の判定基準を定めると、表-6.1.1、図-6.1.7に示すようになる。

- ・200Galでの危険度がAもしくはBで、400Galでの危険度がAとなる場合 →A
- ・200Galでの危険度がCで、400Galでの危険度がAとなる場合 →B
- ・200Galでの危険度がC及びDで、400Galでの危険度がBとなる場合 →C
- ・400Galでの危険度がDの場合 →D

表-6.1.1 地域区分での液状化危険度

ランク	地域区分	番号	危険度
A	・千代川右岸側旧袋川下流 右岸(氾濫平野)	26	きわめて高い
	・湖山川以南(氾濫平野)	29	
	・旧袋川現河道	37	
	・野坂川旧河道	39	
B	・千代川右岸側旧袋川以北 (氾濫平野)	24	高い
	・千代川右岸側旧袋川下流 左岸(氾濫平野)	25	
	・千代川現河道	31	
C	・千代川右岸側袋川以南 (氾濫平野)	22	低い
	千代川右岸側旧袋川以南 (氾濫平野)	23	
	・千代川旧河道右岸下流側	33	
	・千代川旧河道左岸側	34	
D	・千代川右岸側大路川以南 (氾濫平野)	21	かなり低い
	・大井出川・有富川以南 (氾濫平野)	27	
	・大路川現河道	35	
	・袋川現河道	36	
	・砂丘	40	
	・山地、台地	7	

図-6.1.7 液状化判定結果
(加速度 200→400Gal の場合)

(6) 考察

各危険度での N 値及び平均粒径 D_{50} 、水位などから考察を行い、各危険度を示した地域の特徴を調べる。なお危険度 D を示す砂丘については、別途に考察を行う危険度 A 地域；

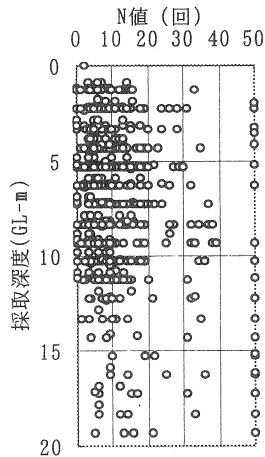


図-6.1.8 採取深度と N 値の関係 (危険度 A Ums, Us 層)

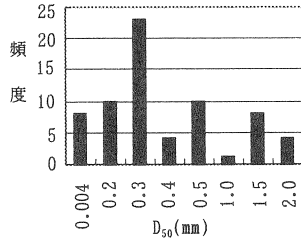


図-6.1.9 D_{50} のヒストグラム (危険度 A Ums 層)

危険度 A ランク地域での Ums, Us 層における採取深度と N 値の関係と、Us 層における D_{50} のヒストグラムを図-6.1.8, 9 に示す。

この地域では、Ums, Us 層の N 値が $GL-0 \sim 10m$ 間で比較的低く、 $N=0 \sim 10$ の範囲にデータが集中する。また D_{50} は $0.3mm$ に集中しており、細かい粒径を示す。そして平均水位が $GL-0.5m$ 、細粒分含有率 F_c が約 15% のデータが多い。これらのデータから、液状化の条件がすべて揃い、危険度 A を示したものと推定される。

危険度 B 地域；

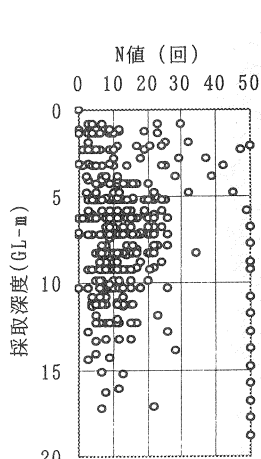


図-6.1.10 採取深度と N 値の関係 (危険度 B Ums, Us 層)

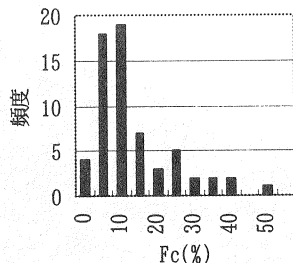


図-6.1.11 F_c のヒストグラム (危険度 B Ums 層)

危険度 B ランク地域での Ums, Us 層における採取深度と N 値の関係と、Us 層における F_c のヒストグラムを図-6.1.10, 11 に示す。この地域

は平均地下水位が $GL-1.0 \sim 3.0m$ 、 $D_{50}=0.04 \sim 1.5mm$ の値にバラツキが見られるが、同図に示されるように、 $GL-0 \sim 7m$ 間の N 値が $N=0 \sim 10$ と比較的低く、細粒分含有率 F_c も平均 $5 \sim 10\%$ 程度とかなり低い値を示しており、この地域は地盤強度と細粒分含有率の影響により危険度が上がったものと推定される。

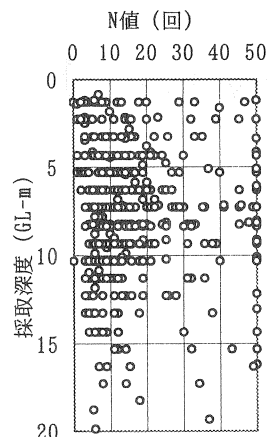


図-6.1.12 採取深度と N 値の関係 (危険度 C Ums, Us 層)

危険度 C 地域；

危険度 C ランク地域での Ums, Us 層における採取深度と N 値の関係を図-6.1.12 に示す。

この地域は平均粒径 D_{50} が $0.3mm$ 前後に集中し、平均地下水位が $GL-0.5m$ 程度であり、細粒分含有率 F_c についても $10 \sim 15\%$ 程度と、液状化の発生要素を多く持つ地域であるが、 N 値の分布が $2 \sim 20$ 程度に集中して分布しているため、強度的要因により危険度が比較的低い結果となったと推定される。

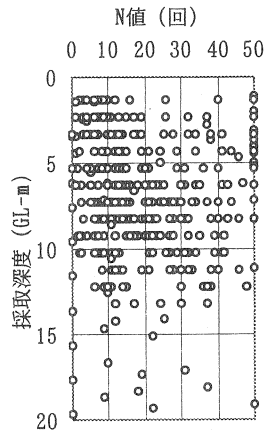


図-6.1.13 採取深度と N 値の関係 (危険度 D Ums, Us 層)

危険度 D 地域；

砂丘を除く危険度 D ランク地域での Ums, Us 層における採取深度と N 値の関係を図-6.1.13 に示す。

この地域は砂層の N 値が広い範囲でバラツキを持ち、平均粒径 D_{50} についても $0.2 \sim 8mm$ の範囲でバラツキを持って分布しているため、強度的要因と粒度の面から危険度が低い結果となったと推定される。

砂丘；

砂丘での Ums, Us 層における採取深度と N 値の関係と、地下水位のヒストグラムを図-6.1.14, 15 に示す。

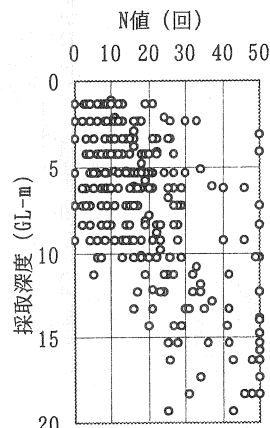


図-6.1.14 採取深度と N 値の関係 (砂丘 Ums, Us 層)

既存資料⁸⁾によれば、砂丘での砂層は平均粒径 $0.25mm$ 程度の細砂が主体で、液状化の可能性を持つ粒径である。 N 値についても、深度に伴い強度が増加する傾向が見られるため、浅層での砂層の強度は比較的低い。しかし水位のデータではバラツキが見られるため、この水位の影響により全体の危険度が D ランクになったものと考えられる。

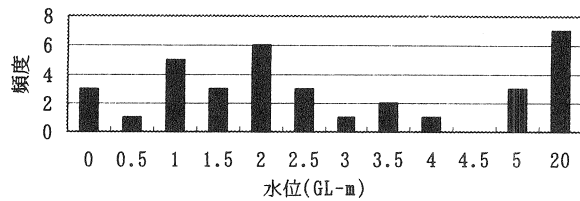


図-6.1.15 水位のヒストグラム

6.2 砂丘での水位による影響

6.1 では調査時の孔内水位を使用することで検討を行ったが、調査時の孔内水位は、季節や時期にばらつきがあるため、各地点の最高水位とは言いがたい。そのため、今回の検討では 6.1 より、他の地点より水位の影響が高い砂丘について、一時的に水位が GL-0m となる場合での液状化判定結果を示す。

なおここで与えた水平加速度は、400Gal である。

砂丘での液状化危険度と頻度の関係を図-6.2.1 に示す。

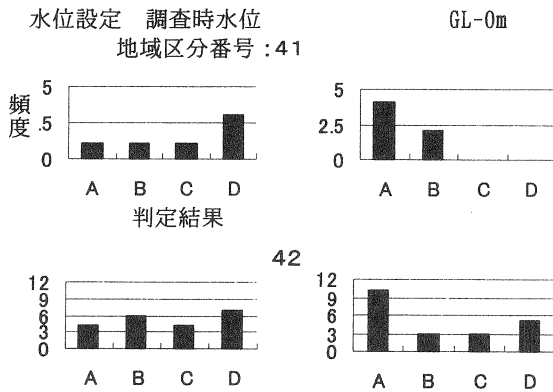


図-6.2.1 液状化判定結果(砂丘)

日本海

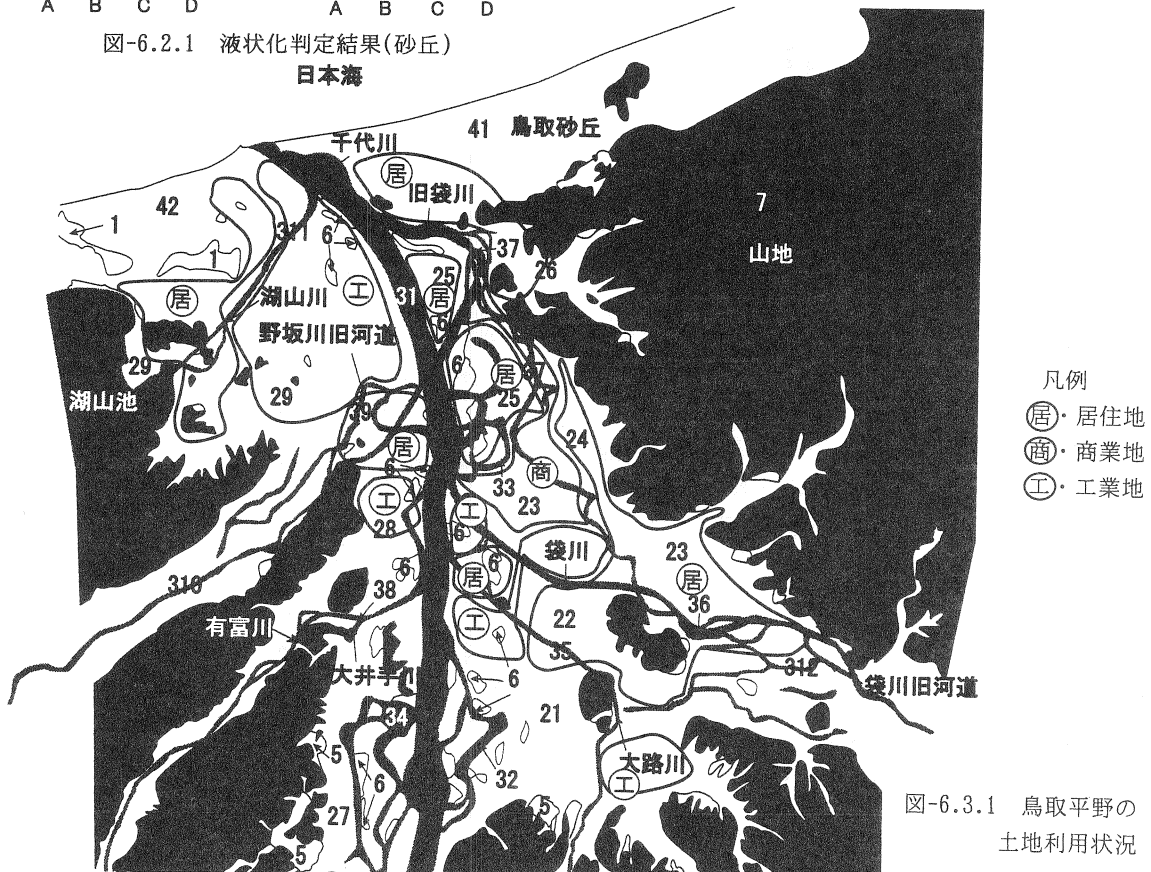


図-6.3.1 鳥取平野の土地利用状況

危険度 D から A に増加し、液状化の可能性が非常に高い状態となった。

これは 6.1 で述べた砂丘砂層の強度及び粒径が影響したためと考えられる。

なお他の地形分類で同様な検討を行った場合、危険度が 1ランク上がる傾向にあった。

砂丘は、10 数メートルの起伏を持っており、全体が水位 GL-0m となることは考えられないが、砂丘の低地部についてはその可能性があるため、水位の設定には注意が必要となる。

また山地を除く他の地形でも調査時水位が GL-1.0m 前後であり、付近の河川水位に影響されやすいことから、水位が GL-0m となる可能性もあるため、水位の設定には注意が必要となる。

6.3 土地利用状況と液状化判定結果

以下の図-6.3.1 に示されるように、鳥取市は氾濫平野及び旧河道に居住地及び商業地、工業地が発達しており、地震時に液状化が発生する可能性がある。

ここでは、各土地利用状況に対する液状化の可能性を検討する。

(1) 判定結果

以下に各土地利用状況での液状化の判定結果を示す。なお今回計算に使用した加速度は 400Gal とし、水位は調査時水位とする。

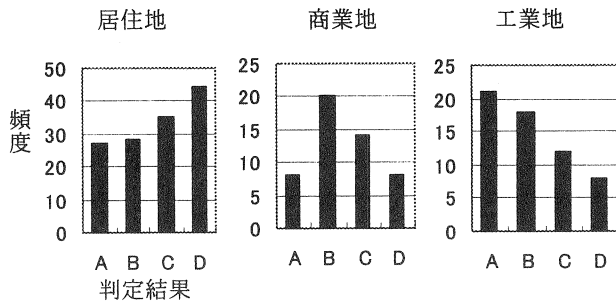


図-6.3.2 土地利用状況での液状化判定

居住地、商業地、工業地での液状化危険度を図-6.3.2に示す。

居住地は2ブロックに分かれて分布する傾向にあり、危険度の高い千代川下流域に分布する25、26(袋川下流左岸、右岸)、29(湖山川以南)、の氾濫平野と、比較的危険度の低い21(大路川以南)、22(袋川以南)、23(旧袋川以南)の氾濫平野の2ブロックに分割される。今回の結果ではデータ数の影響により比較的危険度が低い結果となったが、千代川下流域では高い結果となる可能性があるため、注意を必要とする。

商業地は主に23、24(旧袋川以南、以北の氾濫平野)に分布していることから、比較的高い危険度を示したと推定される。

工業地は、危険度の低い23(旧袋川以南の氾濫平野)にも分布するが、主として29(湖山川以南)に多く分布しており、この地域の危険度が影響したため危険度が高くなったものと推定される。

6.4 浅層土質パターンでの液状化判定

鳥取地盤図⁴⁾では浅層部における地盤の土質構成をパターン図により定め、表-6.4.1に示す液状化の危険度判定を行った。ここでは図-3.1に示した鳥取県東部の鳥取駅周辺について浅層土質パターンと P_L 法との比較を行った。

表-6.4.1 浅層土質パターンと液状化危険度⁴⁾

土質 パターン	粘土のみ	粘土→砂	砂のみ	砂→粘土
液状化 危険度	D(低)	C(中)	B(高)	A(極高)
備考	粘土→砂または砂→粘土の場合、上部土質が2m未満の場合は、砂または粘土のみの単層とする。 対象深度は0～5mとする。			

(1)判定結果

以下に鳥取駅周辺での浅層土質パターンと加速度200、600Galそれぞれの判定結果を示す。

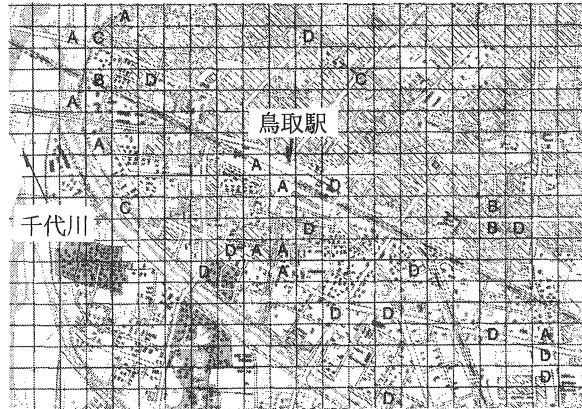


図-6.4.1 浅層土質パターンでの液状化判定結果

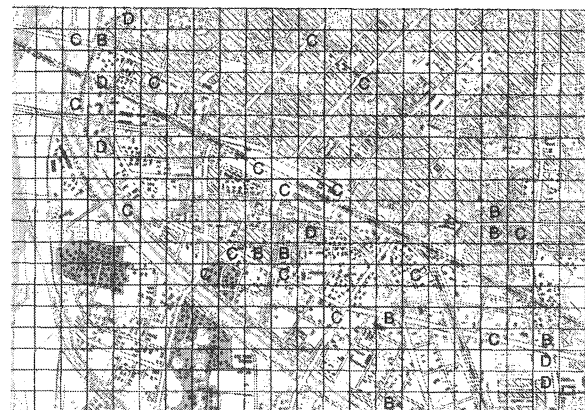


図-6.4.2 200Galでの液状化判定結果

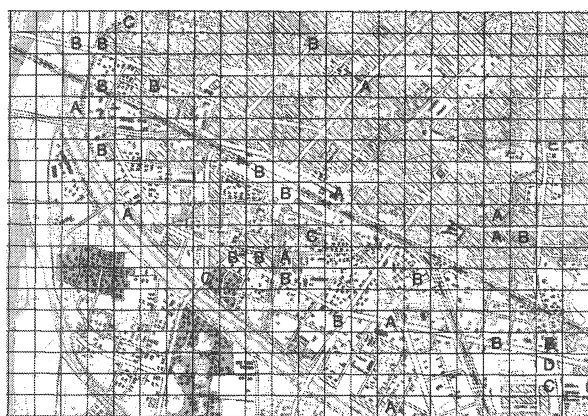


図-6.4.3 400Galでの液状化判定結果

千代川右岸から鳥取駅にかけての範囲では、浅層土質パターンと400Galの液状化判定とほぼ同様な結果が得られ、鳥取駅より東側では200Galと同様な結果が得られた。

(2)考察

浅層土質パターンによる判定結果では、鳥取駅の東と西で異なる傾向が見られ、 P_L 法では加速度の増加による全体の危険度の増加という異なる結果が得られた。これは千代川左岸から鳥取駅までの間は上部粘性土層の堆積厚が薄くその下に緩い砂層が堆積しており、鳥取駅から西方では上部粘性土層が5m以上堆積し、その下部に緩い砂層が堆積している。GL-5.0m以浅内を解析範囲とするこれまでの浅層土質パターンでは、鳥取駅西方の5m以深の砂層が考慮されなかったため危険度が低くなったものと考えられる。

よって千代川沿いから鳥取駅間では浅層土質パターンにより判定が可能だが、その他の範囲では、解析深度をGL-0~10m程度とした土質パターンを作成する必要がある。

7.まとめ

本報告では、鳥取平野での地形的特性を考慮した詳細な地域区分を行い、各区分で4次メッシュにより判定結果を示すことで危険度を4ランクに分類した。

また水位の影響と土地利用状況に対する判定、浅層土質パターンとの比較を行った。

以上の内容から以下の結果を得た。

- ①氾濫平野内でも各地域で危険度の傾向が異なり、千代川上流から下流につれ危険度は上がる傾向にある。そして千代川下流域左右岸で異なる傾向を持ち、砂丘の後背に位置する氾濫平野で危険度は高い傾向がある。
- ②千代川中、下流と交差する河川は比較的危険度は低いが、千代川現河道及び旧袋川では危険度は高い傾向を持つ。
- ③当地域の水位は比較的高く、水位の上昇に伴う急激な危険度の増加は考えられないが、砂丘では急激な危険度の増加が考えられ、砂丘周辺低地での水位の設定には注意が必要となる。
- ④工業地及び千代川下流に面する居住地は液状化の危険性があり、対策の必要性が高い。
- ⑤鳥取平野では既存の浅層土質パターンでは、対応できない地層があり、新たな土質パターンを作成する必要がある。

8.おわりに

今後は液状化判定に影響を与える地盤特性の生成過程の検討と、更なるデータの集積による詳細な液状化マップの作成が今後の課題となる。

参考文献

- 1)谷口洋二・萩田潤一・富山博峰・藤村 尚：地盤発生時の地盤変状予測マップについて、地盤と建設（地盤工学会中国支部論文報告集）、Vol.15, No.1, pp.31~39, 1997
- 2)岩本志信・新 任修・山根健治・藤村 尚：地盤液状化予測のための地盤データベースについて、地盤と建設（地盤工学会中国支部論文報告集）、Vol.16, No.1, pp.15~24, 1998

3)建設省鳥取工事事務所：千代川史、p.378, 1978

4)（社）地盤工学会中国支部：'96 鳥取地盤図、p.4, 1996

5)（社）日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、pp.91~95, 1996

6)岩崎敏夫・龍岡文夫・常田賢一・安田進：地震時地盤液状化の程度の予測について、土と基礎、Vol.28, No.4, pp.23~29, 1980

7)赤木三郎：砂丘のひみつ、p.52, 1991