

## 第Ⅲ部門

## 舞鶴市の液状化危険度マップの作成

舞鶴工業高等専門学校専攻科 建設・生産システム工学専攻 学生員 ○長谷川 央  
舞鶴工業高等専門学校 建設システム工学科 正会員 加登 文学 森尾 敏

## 1. はじめに

地震時の液状化被害を最小限に抑えるためには、事前に液状化の可能性について検討しておくことが重要である。これまでにさまざまな地域に対する液状化マップの作成が行われている。例えば、桑原等<sup>1)</sup>により関東平野の、高田等<sup>2)</sup>により鹿児島県の液状化危険度マップなどが作成された。

本研究では、既往の研究を参考にし、2つの方法で舞鶴市の液状化判定を行う。まず、 $FL$  値法<sup>3)</sup>による液状化危険度予測を行う。さらに、地形・地質分類に基づき過去の巨大地震を想定し距離減衰式を用いた方法<sup>4)</sup>により、広域な液状化危険度を判定する。これらを組み合わせることにより、広域な液状化危険度判定と共に重要な地点では詳しい判定結果を得ることができる。

## 2. 研究方法

$FL$  値法は舞鶴市で得られた100余りのボーリングデータを用いて行った。液状化に対する安全率  $FL$  を式(1)で算出する。液状化強度比  $R$ 、繰返しせん断応力比  $L$  は道路橋示方書に従い算出した。

$$FL = \frac{R}{L} \quad R: \text{液状化強度比}, L: \text{繰返しせん断応力比} \quad (1)$$

$FL$  値法は、地盤のある深度での液状化危険度を求めるものなので、地盤全体の液状化危険度判定には式(2)で定義される  $PL$  値を用いた。

$$PL = \int_0^{20} \{1 - FL\} W(z) dz, \quad W(z) = 10 - 0.5 \cdot z, \quad z: \text{深さ} \quad (2)$$

$PL$  値は、 $PL=0$  では液状化危険度はかなり低く、液状化に関する詳細な調査は一般に不要である。15< $PL$  になると液状化危険度が極めて高くなる。

また、広域な液状化危険度判定は内閣府液状化被害想定支援マニュアルに基づき行い、マップを作成した。

## 3. 研究結果及び考察

3.1  $FL$  値法による液状化判定

地盤の特性値  $T_G$  を求め、地盤種別(I～III種)の判定を行った。I種とは洪積地盤および岩盤、III種とは沖積地盤のうち軟弱地盤、II種はそれ以外のものとする。

図.1は舞鶴地域の地盤種別である。グラフより、舞鶴地域はII種地盤、III種地盤が多いことがわかる。道路橋示方書の設計水平震度  $K_{hc}$  は、タイプI地震では、I～III種順に、0.30, 0.35, 0.40, タイプII地震では0.80, 0.70, 0.60と設定されている。

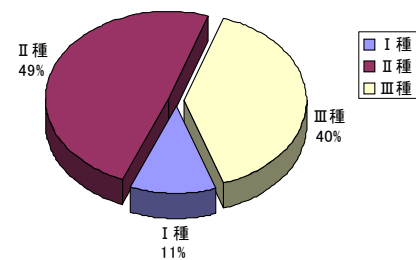


図.1 舞鶴市の地盤種別分類

次に、 $PL$  値法の結果を示す。由良川から数十メートル離れた地点(例. 図.2-1 岡田老津橋)では、 $PL$  値4～6程度の地点が多く見られた。これらの地点の地質には、礫や粘土層が含まれていた。細粒分含有率の大きい粘土は液状化対象外としているので、 $FL$  値 $\leq 1$ の層が少なく、 $PL$  値が低くなったと考えられる。

東・西舞鶴市街地は、 $PL$  値15以上(例. 図.2-2 中筋小学校)の結果が多くなった。これらは、 $N$  値が低く、 $FL$  値 $\leq 1$ の層が多く見られた。地質は、砂質地盤がほとんどであった。しかし、地質が岩、礫、粘土質の地点では、 $PL$  値が低い結果となった。

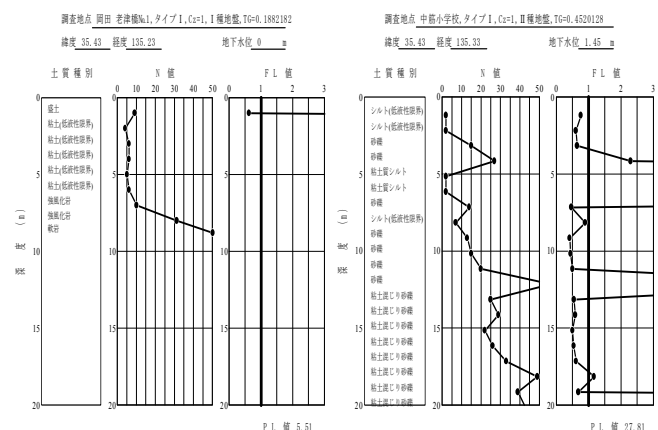


図.2-1 岡田老津橋

図.2-2 中筋小学校

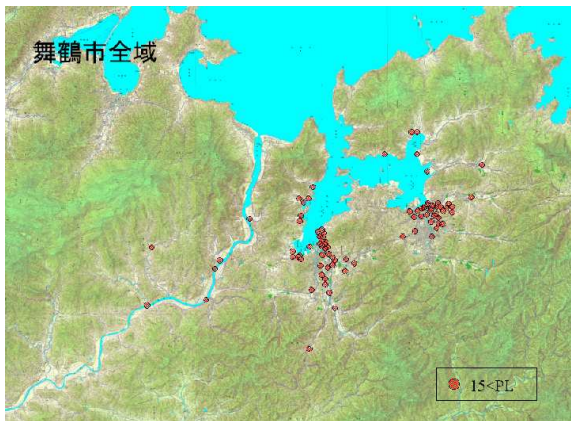
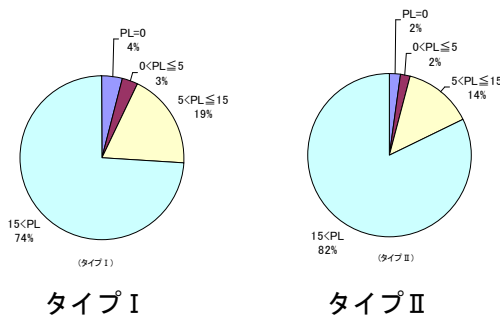


図.3 PL 値法液状化危険度マップ

図.3は、タイプⅠのPL値15以上の地点である。舞鶴市の全ボーリングデータからPL値15以上の地点を選出した。東舞鶴地域、西舞鶴地域に、PL値15以上が集中している。また、由良川沿いや舞鶴湾周辺も液状化危険度の高い地点が点在していた。

図.4に地震動タイプ別のPL値を示した。これより地震動タイプにかかわらず、PL値15以上の液状化危険度の高い地点が多いことがわかる。また、タイプⅡの方が液状化しやすいことが読み取れる。これは、液状化強度比 $R$ を算出する時に用いる、地震動特性による補正係数 $C_w$ と設計水平震度 $K_{hc}$ が関わっていると思われる。



タイプⅠ

タイプⅡ

図.4 PL 値法液状化危険度ランク

### 3.2 広域な液状化判定

内閣府液状化被害想定支援マニュアルに基づき舞鶴地域の液状化判定を行った。図.5にその結果を示す。黒く塗り潰されている所が液状化危険度が最も高いA判定の地点である。由良川沿いの旧河道地域、舞鶴湾沿い、東・西舞鶴市街地の三角州・旧河道の地域が危険度A判定となった。

東・西舞鶴市街地、由良川沿いなどは、PL値法を用いて行った液状化危険度判定(図.3)に、ほぼ一致している。このことから、内閣府のマニュアルで作成した舞鶴市の液状化マップは信頼性の高いものであると言える。

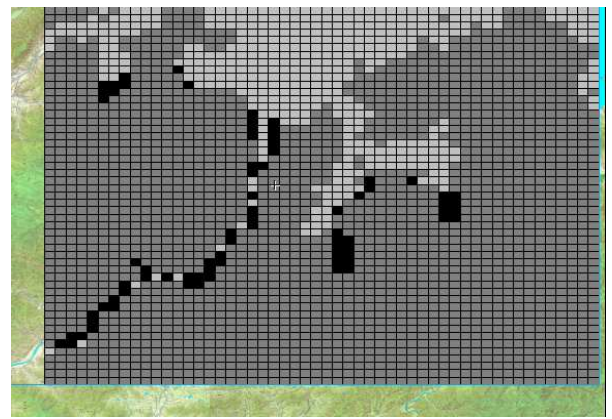


図.5 内閣府液状化マニュアルに基づく液状化危険度

### 4. 結論

本研究では、舞鶴市の液状化危険度を判定する事を目的として、FL値法およびPL値法、内閣府防災部門の地震被害想定支援マニュアルを用いて液状化危険度の評価を行うとともに、これらを液状化危険度マップとして表した。本研究で得られた結果を以下に示す。

- ① 舞鶴市のPL値は地震動タイプに関係なく全般的に高かった。これは、舞鶴市の海岸・河岸沿いの地盤には、N値の低い砂質層が多く含まれていたためと考えられる。
- ② 液状化危険度判定の結果、舞鶴湾に面した自然堤防、三角州・旧河道地域、東・西舞鶴市街地の三角州・旧河道の地域、由良川沿いの旧河道、自然堤防地域では、液状化危険度が高くA判定になった。
- ③ PL値法による液状化危険度と、内閣府のマニュアルによる広域的な液状化危険度がほぼ一致していることが分かった。これより、内閣府のマニュアルで作成した舞鶴市の液状化マップは、信頼性の高いものであると言える。

### 参考文献

- 1) 桑原洋, 井上素行: 関東平野の液状化危険度マップの作成, 土木学会年次学術講演会講演概要集第1部 Vol. 43, pp. 774-775, 1988.
- 2) 高田誠, 北村良介, 福田伸朗: 鹿児島市域における地盤の液状化特性について, 土木学会年次学術講演会講演概要集第3部(A), Vol. 50, pp. 488-489, 1995.
- 3) 社会法人日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, 2002.
- 4) 内閣府防災部門: 地震被害想定支援マニュアル 国土庁, 2001.