

第IV章 まとめ

1. 微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法

本研究では、近年の地震災害における液状化発生状況の調査を行い、地震動強さや地盤・地形等との関係を整理・分析し、1kmメッシュ単位の微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法に関する検討を行った。

具体的には、まず第II章で、広域的な液状化発生範囲が調査されている過去の被害地震について、各地震の液状化発生範囲と地震動分布、微地形区分の各データをGIS上で重ね合わせ、微地形区分データを用いた液状化発生率の予測手法（地震動強さと液状化発生の関係）を検討した。第III章では、液状化の発生した1kmメッシュにおける液状化面積率（液状化面積の割合）の予測手法について検討を行った。

以下に、第II章・第III章での検討成果である微地形区分データを用いた広域の液状化発生予測手法についてまとめる。なお、本研究の予測手法は1kmメッシュ単位の微地形区分データを用いる場合の手法である。異なるメッシュサイズの微地形区分データに適用した場合は、期待する予測精度が出ない可能性がある点に注意が必要である。

1-1. 液状化発生率の予測手法（地震動強さと液状化発生の関係）

本研究では、検討対象地震（1983年日本海中部地震、2004年新潟県中越地震）における全体的な液状化発生の傾向や既往研究の成果、本研究で推定した地震動分布と実際の地震動分布との間に存在する推定誤差などを総合的に勘案し、「地表最大速度と液状化発生率の関係は対数正規分布の確率分布関数で表せる」「液状化は地表最大速度15cm/s超から発生しはじめる」という考え方にに基づき液状化発生率の予測式を求めた。

作成した予測式は以下のとおりである。

■グループ1～3（山地・丘陵・台地以外の微地形区分）

$$\left\{ \begin{array}{ll} P(PGV)=0 & (PGV \leq 15) \\ P(PGV)=\Phi\left(\frac{\ln(PGV)-\lambda}{\zeta}\right) & (15 < PGV) \end{array} \right.$$

ただし、 $P(PGV)$: 液状化発生率（液状化の発生するメッシュの割合）

PGV : 地表最大速度[cm/s]

Φ : 標準正規分布関数

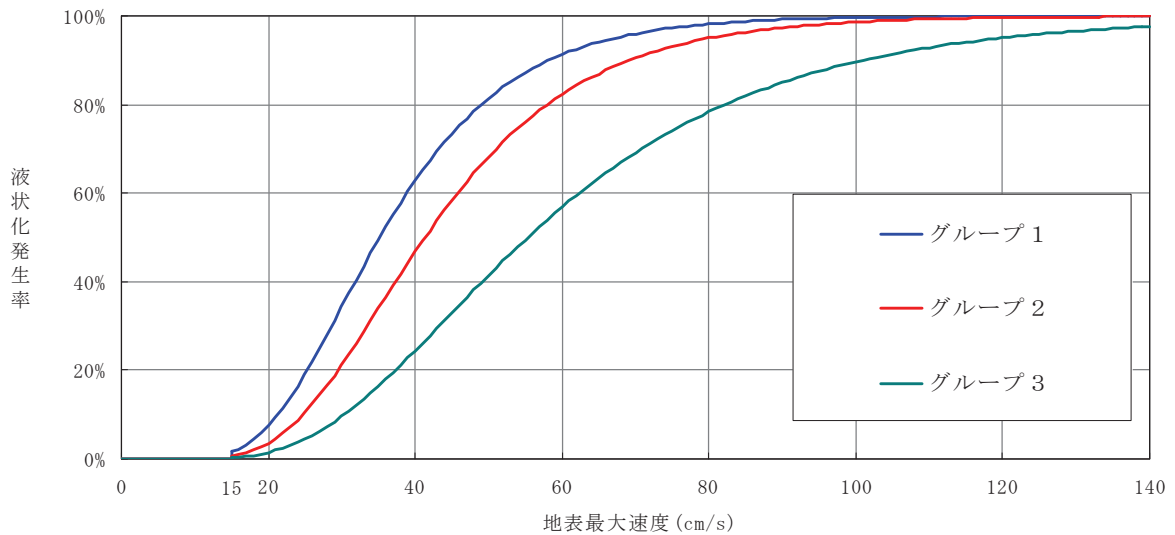
λ, ζ : $\ln(PGV)$ の平均値および標準偏差（表IV-1参照）

■グループ4（山地・丘陵・台地）

$$P(PGV)=0$$

表IV-1 液状化発生率予測式のパラメータ

液状化可能性グループ	所属する微地形区分	$\ln(PGV)$ の 平均値 λ	$\ln(PGV)$ の 標準偏差 σ
グループ 1	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立地 ・砂丘末端緩斜面 ・砂丘間低地 ・旧河道 ・上記の4微地形区分に隣接する低地部のメッシュ（自然堤防, 砂州・砂礫州, 後背湿地, 三角州・海岸低地, 干拓地, 砂丘） 	3.561	0.393
グループ 2	<ul style="list-style-type: none"> ・自然堤防 ・砂州・砂礫州 ・後背湿地 ・三角州・海岸低地 ・干拓地 ・デルタ型谷底低地 ・緩勾配扇状地 ※ただし, 上記のうちグループ 1に属するメッシュは除く 	3.722	0.402
グループ 3	<ul style="list-style-type: none"> ・砂丘 ・扇状地型谷底低地 ・急勾配扇状地 ※ただし, 上記のうちグループ 1に属するメッシュは除く 	4.014	0.469



図IV-1 液状化発生率の予測式 (グループ 1~3)

1-2. 液状化面積率の予測手法（液状化発生メッシュでの液状化面積の割合）

本研究では、液状化面積率はできるだけ微地形区分の差を反映したものとするという方針のもと、液状化発生率の検討に使用した1983年日本海中部地震と2004年新潟県中越地震のデータに加えて、必要に応じて他の地震での液状化面積率のデータ（1964年新潟地震、1987年千葉県東方沖地震、1995年兵庫県南部地震）なども参照し、液状化の発生した1kmメッシュにおける液状化面積率の微地形区分データを用いた予測手法を検討した。なお、液状化面積率は地表最大速度に影響を受ける可能性があるが、両者の関係を検討するにはデータ量が不十分であったため、液状化面積率は地表最大速度に依存しないものとして検討を進めた。

作成した微地形区分別の液状化面積率は以下のとおりである。

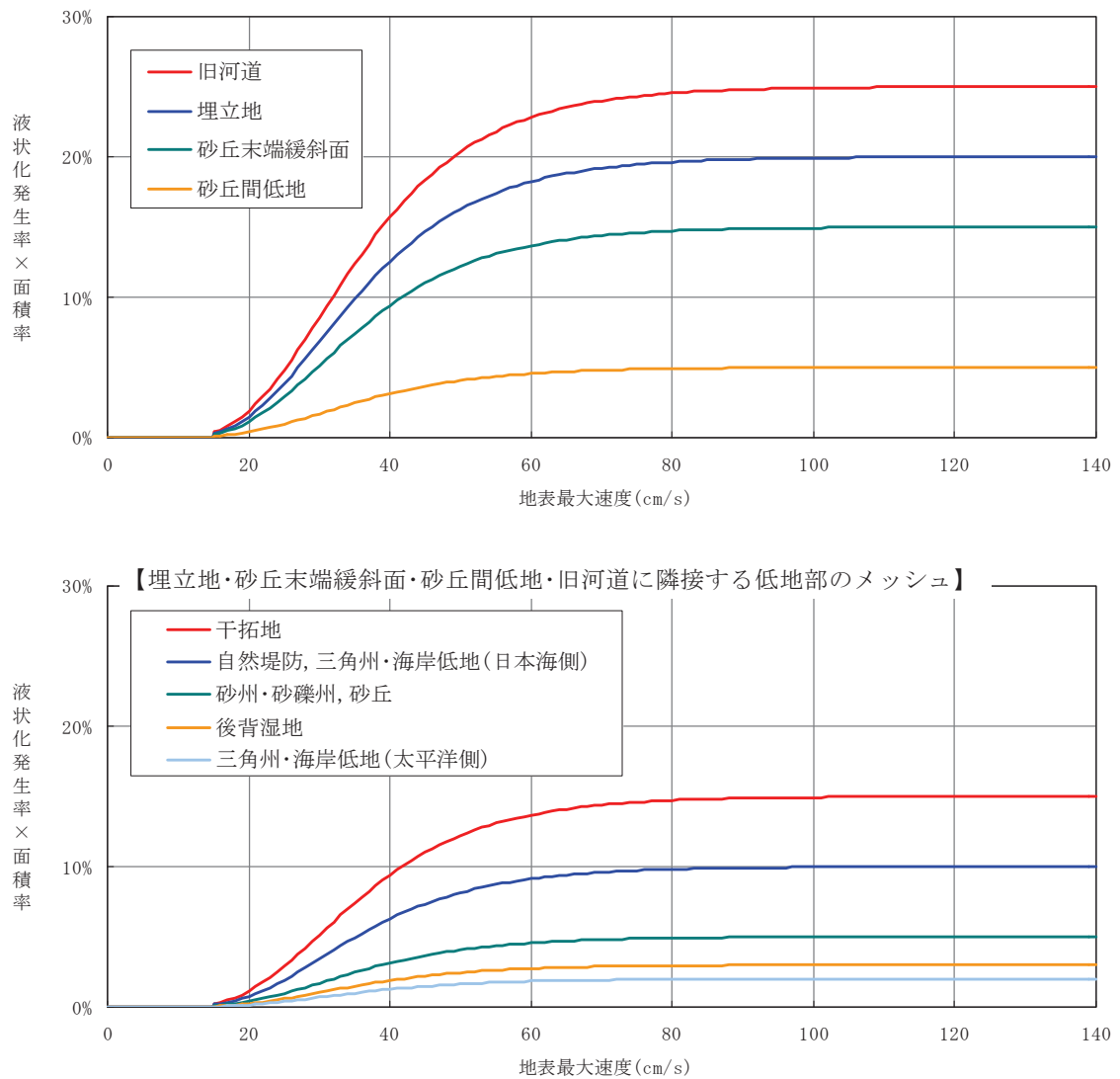
表IV-2 微地形区分別の液状化面積率

微地形区分	液状化面積率
扇状地型谷底低地	3%
デルタ型谷底低地	3%
急勾配扇状地	1%
緩勾配扇状地	1%
自然堤防	10%
後背湿地	3%
旧河道	25%
三角州・海岸低地	(日本海側) 10% (太平洋側) 2%
砂州・砂礫州	5%
砂丘末端緩斜面	15%
砂丘間低地	5%
砂丘	5%
干拓地	15%
埋立地	20%

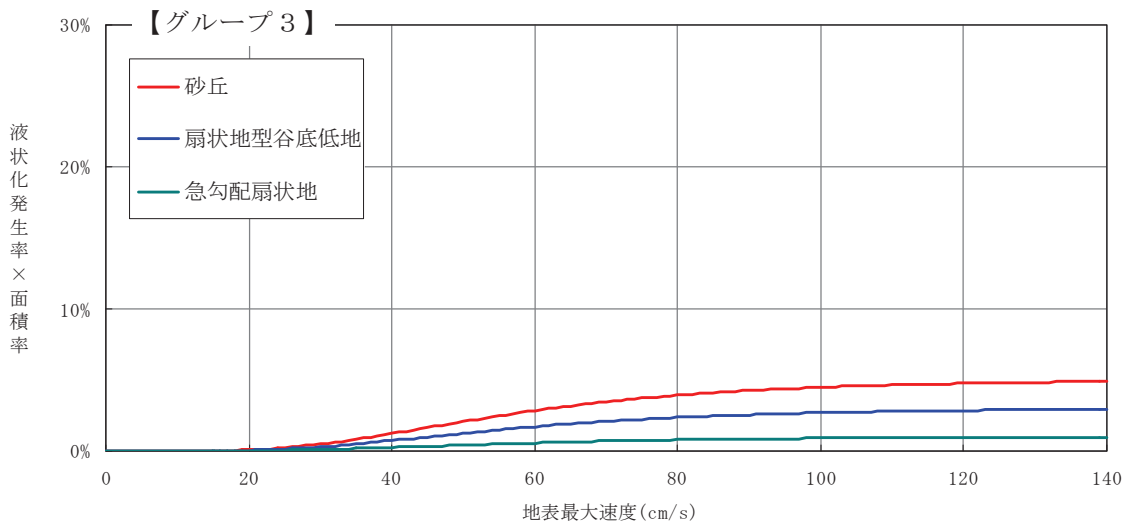
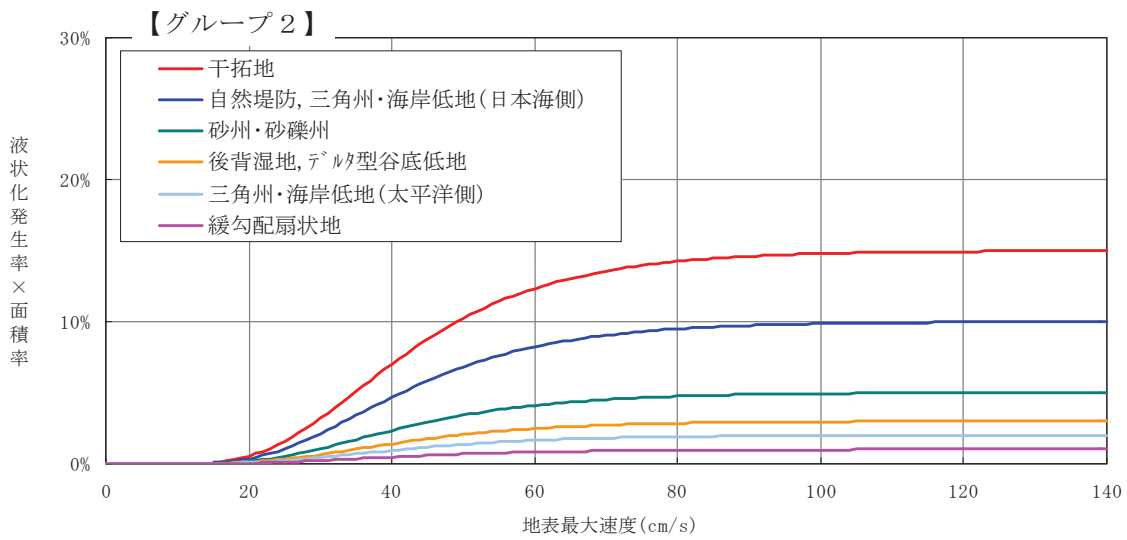
1-3. 液状化発生率・面積率を考慮した広域の液状化発生予測手法

本研究で提案する広域の液状化発生予測手法は、上記でまとめた液状化発生率の予測手法と液状化面積率の予測手法を統合したものとなる。

液状化発生率と液状化面積率の両者を考慮した液状化発生状況の予測結果（地震動レベル別）を図IV-2、図IV-3に示す。図から、微地形区分により液状化発生状況の予測結果に大きな差があることが分かる。



図IV-2 液状化発生率・面積率を考慮した液状化発生状況 (グループ1)



図IV-3 液状化発生率・面積率を考慮した液状化発生状況 (グループ 2, 3)

2. 今後の課題

本研究の主な今後の課題としては次の点が挙げられる。

- (1) 本研究では、過去の被害地震について広域的な液状化発生範囲が調査されている事例の調査を行い、主に1983年日本海中部地震や2004年新潟県中越地震の液状化発生データを用いて予測手法（液状化発生率、液状化面積率）の検討を行った。提案した手法の予測精度をさらに向上させるためには、今後の地震災害において液状化発生状況の調査を積み重ね、より多くのデータに基づき検討を行うことが必要である。
- (2) 本研究では、1kmメッシュ単位の微地形区分データを用いて予測手法の検討を行った。各1kmメッシュの微地形区分は、原則としてメッシュ内で最も広い面積をしめる微地形区分が採用されているため、実際にはそれ以外の微地形区分が含まれている場合が相当数あると考えられる。メッシュサイズが小さくなると、他の微地形区分が入り込む可能性は小さくなるため、液状化発生率・面積率の予測精度の向上が期待できる。今後、さらに詳細なメッシュサイズの微地形区分データが全国的に整備された場合は、再度予測手法の検討を行う必要がある。
- (3) 本研究の予測手法は、主に微地形区分を用いた手法となっているが、実際の地震では、同じ微地形区分でも、地下水位の高さや地盤構造の違いにより液状化発生状況が異なると考えられる。したがって、予測手法の精度向上のためには、微地形区分に加えて、地下水位の情報やボーリングデータなどの詳細な地盤情報を考慮した手法の検討が必要である。
- (4) 液状化発生地域における住宅被害率については、近年の地震災害を中心に被害事例の調査を行ったが、国や自治体の地震被害想定で用いられている既存手法の改良を検討するのに十分なデータを集めることができなかった。今後の地震災害における被害状況を継続して調査し、基礎データを整備していく必要がある。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、(独)防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET)・基盤強震観測網(KiK-net)の強震観測記録、(独)港湾空港技術研究所・港湾地域強震観測システムの強震観測記録を利用させていただきました。また、観測記録を用いた地震動分布推定には、(独)防災科学技術研究所川崎ラボラトリーより公開されたプログラム(rasmo)を使用させていただきました。記して感謝いたします。