

地震動による地盤損傷確率とリスクに関する基礎検討

東北工業大学 ○須藤 敦史

(株)構研エンジニアリング 佐光 正和, 五十嵐 隆浩

1. はじめに

最近では、企業のリスクマネジメントや不動産の資産評価において地震リスクを考慮することが定着しつつある¹⁾。特に建設業界や不動産業界では地震危険度の指標としてPML (Probable Maximum Loss : 予想最大損失額) が広く用いられている。しかし建設・不動産におけるPMLでは、地盤特性により地震動による損傷確率が異なるため、状況に即したPMLが求められていないのが現状である。そこで本研究では、北海道において構造物のLCCを推進する目的で阪神大震災(兵庫県南部地震)における水道管の損傷データ²⁾より、地盤特性に応じた地震動による損傷確率を求めるとともに札幌地区の地震PMLの算定を行っている。

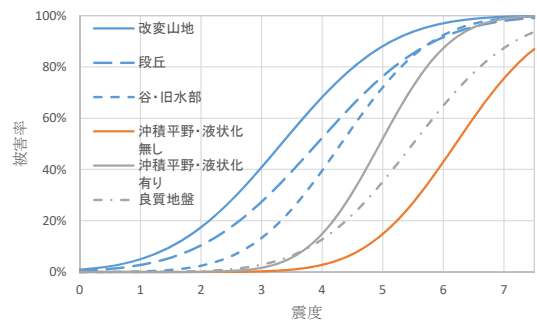


図-1 地盤種別のフラジリティ曲線

2. 損傷確率(フラジリティ曲線)

損傷確率(フラジリティ曲線: Seismic Fragility Curve)は、地震の大きさにより対象物がどの程度損傷するかという条件確率である。ここでは、日本水道協会は兵庫県南部地震において水道管の損傷を調査したデータより統計的³⁾に求めたものを図-1に示す。

図-1より、改変山地が小さな震度で被害を受けやすく、次に段丘、谷・旧水部となっており、地盤の特性(硬軟)が被害率に対する要因になっている。また液状化を伴わない地盤では被害率が少ない結果が得られた。そこで図-1から地盤特性(軟弱,良好,中間)別の損傷確率を求めたものを図-2に示す。図-2より、震度6の場合、軟弱,良好,中間の地盤における被害率はそれぞれ94%,43%,76%となる。

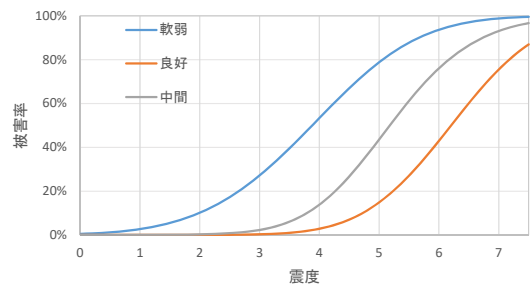


図-2 地盤特性別のフラジリティ曲線

3. 地震ハザード

地震ハザード曲線は、ある地点で将来起こる可能性のある地面の揺れの大きさと発生確率の関係を示すものであり、気象庁における震度データベース⁴⁾より求めている。過去94年間に仙台市でマグニチュード5以上の地震結果を図-3に示す。領域955.5km×822.2kmにおける規模別の年平均発生個数を求め、式(1)の距離減衰式より最大震源距離を求めている³⁾。

$$I = 1.36M - 4.03 \log_{10}(X + 0.00675 \cdot 10^{0.5M}) + 2.205 \quad (1)$$

キーワード：地震リスク, 不動産, 地盤損傷, PML

連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 [Tel:022-305-3507](tel:022-305-3507) E-mail : atsu-sutoh@tohtech.ac.jp

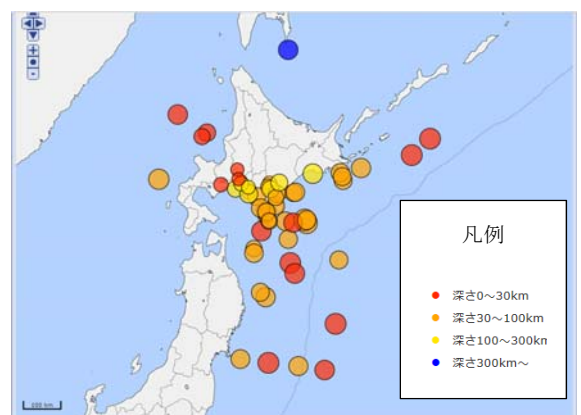


図-3 札幌市における地震発生と規模(1923~2017)

また年超過確率 P は式(2)より求められる。

$$P = 1 - \exp(-vt) \quad (2)$$

P は時間間隔 t の間に少なくとも1回地震が発生することで、 v は求めた年内発生個数を代入することにより、震度おける年超過確率が得られる。ここで求めた地震曲線を図-4に示す。図-4より、1年間で震度6の地震が起きる確率は約0.11%となる。

4. 地震PMLの算定

PML算定の前に札幌市の宅地価格より損傷確率を損失率に変換した結果を図-5に示す。ここで札幌市の平均宅地価格を117,584 (円/㎡)⁵⁾としている。

PMLは、再現期間475年の90パーセンタイル率に相当し、式(3)より求められる。

$$\text{PML}(\%) = \frac{\text{最大予想損失額}}{\text{再調達価格}} \times 100 \quad (3)$$

ここで、表-1にPMLと被害の関係⁶⁾を示す。

図-4,図-5より求められるPMLを図-6に示す。

図-6より、地盤種別(軟弱,良好,中間)におけるPML値は53.4%,17.9%,38.5%となった。ここで表-1から札幌市地区において軟弱および中間地盤では地震危険度が高く(地盤大破)、良好地盤(局部的被害)になる結果が得られた。

5. 結 論

本研究では、地盤種別における震度別の損傷確率(脆弱性曲線)および、札幌地区における地震による予想最大損失額:PMLを算定した。これにより、道路構造のLCCにおける地震リスクマネジメントの定量化が改善される結果となった。

参考文献

- 1) 損害保険料率算出機構研究部, 地震PMLの現状と将来, 『Risk(66)』, pp.6~12, pp.49~53, 2002.
- 2) 社団法人 日本水道協会, 地震による水道管路の被害予測, pp.40, 1998.
- 3) 日本建築学会, Excelで学ぶリスク評価, 技報堂出版, pp22~30, pp40~47, 2011.
- 4) 国土交通省 気象庁, 震度データベース検索, <<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>>
- 5) 土地価格相場が分かる土地代データ, <<https://tochidai.info/>>
- 6) 株式会社中央不動産鑑定所, 投資不動産評価用語集, <https://www.chu-kan.co.jp/term/building_environment/>

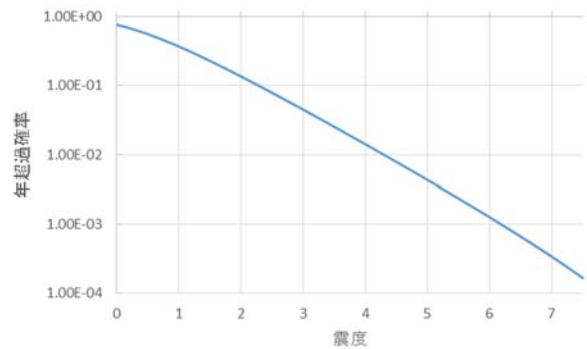


図-4 札幌地区における地震ハザード曲線

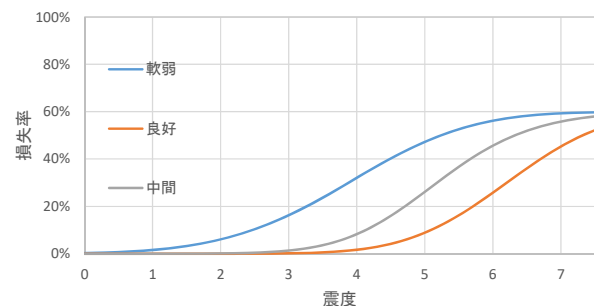


図-5 損失率曲線

表-1 PMLと被害の関係

地盤特性	PML	被害の程度
軟弱	53.4%	大破
良好	17.9%	局部的被害
中間	38.5%	大破

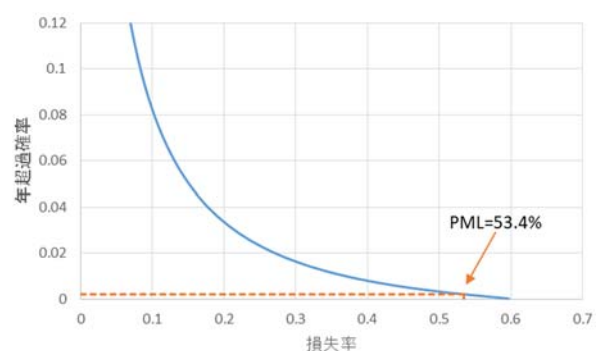


図-6 軟弱地盤における PML
(損失率と年超過確率の関係)