

不動建設株式会社 正会員 ○今井優輝  
 京都大学防災研究所 フェロー 亀田弘行  
 京都大学防災研究所 正会員 田中聡

### 1. 本研究の背景と目的

交通網の地震時の被害予測は、耐震補強箇所の選考、地震後の災害対策策定、地震時の交通網の機能評価など様々な地震防災活動に有用である。本研究は、被害事例を統計的に処理することで、震度と被害率（鉄道距離当たりの被害箇所数および被害延長）の関係を算出し、土構造フラジリティーの大づかみな評価を行うことを目的とする。なお、広範囲に渡っての被害が報告されていること、複数の資料間で被害の記述様式が統一されていること、全被害の場所が特定できることから、鉄道土構造について評価を行った。

### 2. 鉄道土構造の被害について

鉄道土構造の地震被害はおもに、盛土の亀裂、沈下、陥没、崩壊などの盛土被害と、路盤が変状することなしに生じる軌道の移動・屈曲とがある。他に少数ながら切り取り部の崩落や、落石による線路の寸断、津波による盛土流出などがある。これらの被害の発生は、震源に近い所ほど多く発生することに加えて、盛土高・盛土の新旧・地形条件（傾斜地盤か否か）・地盤条件（軟弱地盤上か否か）が大きく影響している。他にも軟弱な地盤と良好な地盤との境界部で地震被害が多いことがこれまでの地震被害で確認されている。このことから、盛土高の違い、地形条件の違いが被害率にどう影響するかを、震度による違いと併せて調べることにした。

### 3. 鉄道被害・震度・鉄道構造のデータベース化

本研究でのフラジリティー評価は、ある震度での被害の発生確率（点被害率＝被害箇所数／km、線被害率＝被害延長／鉄道延長）を求めることである。そこで、被害のあった区間の総数・総延長、特定震度領域での施設延長、外力分布が整備しなければならない資料となる。さらに本研究では、盛土高、傾斜地盤の影響も調べるために、鉄道の構造分類も行うことにした。'68 十勝沖地震、'83 日本海中部地震、'93 釧路沖地震、'94 三陸はるか沖地震を対象に、被害区間の資料としては被害報告書<sup>②</sup>から作成した被害箇所・延長を、施設延長と構造分類した鉄道データとしては 1/25000 地形図から構造を平地・盛土・切土・片切り片盛の 4 つに分類した鉄道ラインデータを、外力分布としては震度分布を用いることにした。これらの資料を GIS に入力し、空間的に結合された統合データを作成した。図 1 にその一部を示す。

なお、それぞれの資料は以下に述べるようあいまいさのあるものである。

- 1) 被害の有無・程度…被害報告書に記載される際下限の被害程度が確定しているわけではない。同一名称で記載されている被害にも実際の程度には差があることから、ある程度の被害があったにも関わらず、記載されていない被害もあると考えられる。
- 2) 鉄道の構造分類…地形図の盛土・切土の記号から構造を判断したが、実際には盛土である区間が地図の精度によって盛土として描かれない場合もある。
- 3) 震度分布…気象庁震度の分布から大まかな領域データに直したものの<sup>②</sup>。この際、細かな震度

分布の飛び地は均質化されてしまうので、そういった地点では実際と違った震度になっている可能性もある。

#### 4. 被害率の算出

上述のデータを用いて、構造分類別に点被害率と線被害率を算出した。この場合の被害箇所数は、複数被害の区間が重複している場合も合わせて1つとせず、別々の被害として数えた。また重複している被害区間の延長を2重に計算していない。この結果、震度VとVIで被害率に有意な差が確認され、また構造種類別にどの程度被害率が異なるかが確認できた。各地震ごとの値のばらつきは大きい、被害率の目安となる数値として表1を示す。

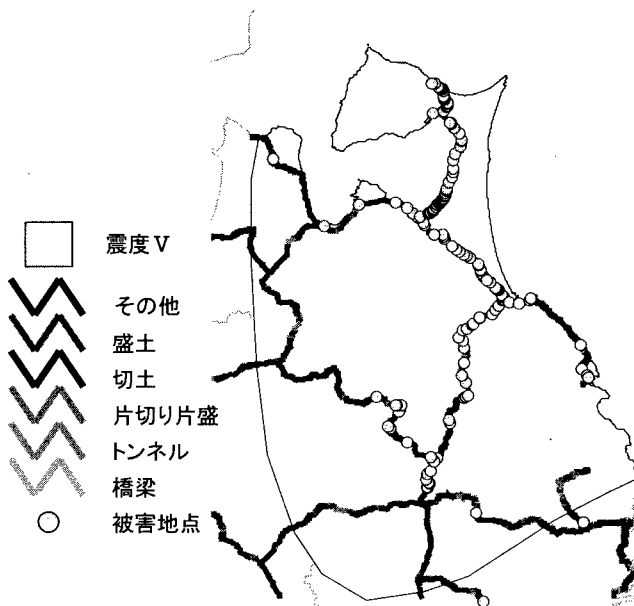


図1 震度・鉄道・被害区間データ  
 '68十勝沖地震

#### 5. まとめ

交通施設の土構造の被害を、震度に対する被害率として算出できるようなデータベースを構築した。そのデータを用い、震度別、構造別に被害率を算出し、被害発生率の目安となる数値が得られた。平地・低盛土区間に比べて高盛土・片切り片盛区間でどの程度高い被害率になるか、また、震度VIで構造の違いによる被害率の差が顕著になることが確認された。

表1 被害率（4地震の平均値とレンジ）

点被害率（被害箇所数/km）					
震度V	全体	平地	盛土	切土	片切り片盛
レンジ	0.27 (0.01-0.39)	0.24 (0.00-0.26)	0.77 (0.02-1.04)	0.48 (0.00-0.63)	1.24 (0.00-1.56)
震度VI	全体	平地	盛土	切土	片切り片盛
レンジ	0.71 (0.53-0.82)	0.25 (0.21-0.28)	1.31 (1.29-1.34)	0.79 (0.42-1.89)	2.67 (1.99-3.14)
線被害率（被害延長/施設延長）					
震度V	全体	平地	盛土	切土	片切り片盛
レンジ	0.04 (0.00-0.07)	0.04 (0.00-0.04)	0.10 (0.00-0.17)	0.07 (0.00-0.08)	0.19 (0.00-0.22)
震度VI	全体	平地	盛土	切土	片切り片盛
レンジ	0.07 (0.05-0.08)	0.02 (0.01-0.03)	0.15 (0.10-0.25)	0.07 (0.06-0.08)	0.16 (0.11-0.23)

1)道技術研究報告 No.650 十勝沖地震調査報告、鉄道技術研究所、1968 ほか

2)宇佐見龍夫：新編日本被害地震総覧、東京大学出版会、1996