

東北地方太平洋沖地震の津波被災地の道路交通状況の把握

11T0201K 板垣 治
 指導教員：丸山 喜久

1. 背景と目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、津波によって青森県から千葉県にかけての太平洋沿岸部の広い範囲で浸水し、道路交通状況に大きな影響があった。浸水域では多くの道路が使用不可になり交通が麻痺した。その主原因は、道路構造物が津波の影響で使用不可になってしまう物的被害や、津波漂流物による道路閉塞などを原因とする道路交通の機能的損失である。道路交通は被災地復興のために重要であり、津波後の早急な回復が望まれる。また政府は、南海トラフにおける巨大な地震が高い確率で発生するとしており¹⁾、その地震への対策も検討されている。さらに、この地震でも津波の被害が懸念されている。

そこで本研究では、今後想定されている地震の道路交通状況の機能的損失を予測するために、東北地方太平洋沖地震の際の道路交通状況の評価することを目的とし、道路構造物の物的被害の評価を行った。

2. 東北地方太平洋沖地震における平面道路被害率

研究の対象地は、東北地方太平洋沖地震の際に浸水した青森県から千葉県にかけての太平洋沿岸部の都市である。ただし、原発事故²⁾により立入が完全に制限されている福島県双葉町と大熊町は除外した。使用したデータは復興支援調査アーカイブの 100m メッシュ浸水深データ(図-1)とインフラ被害(道路)データ³⁾である。GIS を用いて市町村毎に浸水深別の平面道路被害率を算出した。

インフラ被害(道路)のデータには被災度ごとに大、中、小の 3 段階のランクがあるが「道路が全面的に崩壊するか、損傷規模が道路車線の大半におよび走行が不可能な場合」である大被害について被害率の算出を行った(図-2)。

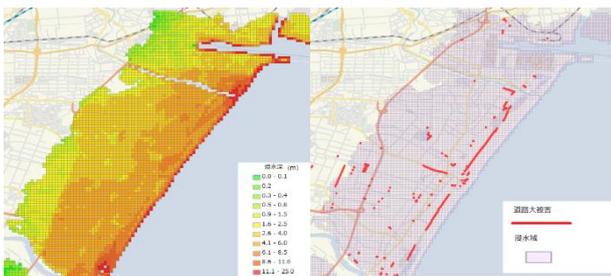


図-1 仙台市の浸水域

図-2 仙台市内の大被害道路

平面道路被害率は浸水深 1m ごとに算出し、被害率は被害件数を平面道路延長で除したもの(件/km)と定義した。とくに被害の大きかった岩手県、宮城県、福島県の被害率を比較したものが図-3 である。浸水深が大きくなるに従い平面道路被害率が大きくなる傾向はある。しかし、県ごとに浸水深に対する被害率の傾向が異なったため、地形条件から原因を考察した。

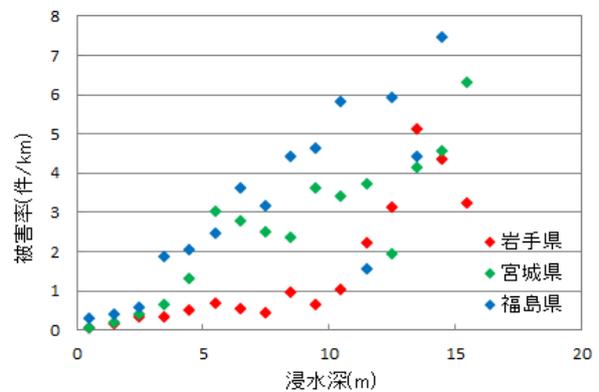


図-3 岩手県、宮城県、福島県の平面道路被害率

3. 浸水域の地形的特徴と平面道路被害率

東北地方太平洋沖地震の浸水域は、沿岸部の地形的特徴が異なっており、地形条件ごとに被害率の大小や分布が異なっている。地形的特徴の違いが津波による道路被害率に影響を与えているものと考え、図-4のように地域分割を行った。図-4 はリアス式海岸などの沿岸部の地形条件をもとに地域区分を行ったもの⁴⁾を参考に、本研究で分割したものである。

①は青森県八戸市から岩手県宮古市までの地域で、段丘崖が海面からせりあがる海岸段丘を有する地形で低平地が少なく、津波による浸水域面積が小さかった地域である。②は岩手県宮古市から大船渡市までの地域で、一般的なリアス式海岸である。③は岩手県陸前高田市から宮城県石巻市の地域までで、リアス式海岸の中では、低平地の部分が多い。④は青森県六ヶ所村



図-4 本研究で分割した地域

から八戸市までと、宮城県石巻市から千葉県一宮町まで、平野もしくは小さな丘陵地で構成されている低平地である。地域別の平面道路被害率を図-5に示す

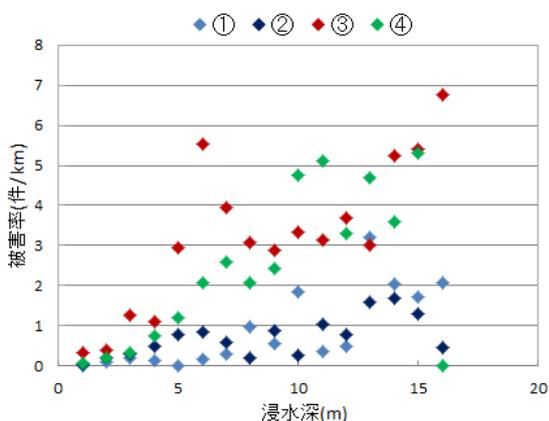


図-5 分割地域別の平面道路被害率

①と②に比べ③、④は浸水深が5mを超えると、被害率が約2倍大きくなっている。この二つのパターンの共通点としては浸水域が傾斜の緩やかな低平地で、その面積が大きいことである。さらに③と④はウィルコクソンの符号付順位和検定⁵⁾で有意水準5%の下で棄却されなかったため、③と④の被害率は同一とみなし③(低平地)とし、統合した。

4. 平面道路の被害関数

浸水深と平面道路の被害率の関係を回帰分析により評価する。被害関数は①～③の地域ごとに構築した。回帰分析には式(1)に示す関数形を用いた⁶⁾。標準正規分布の確率密度関数 $\Phi(x)$ を用いて対数正規分布を仮定し、それに倍率 C を乗じることとした。なお、 d は浸水深、 P は被害率である。

$$P = C\Phi((\ln d - \lambda)/\zeta) \quad (1)$$

C, λ, ζ は回帰で得られる定数であり、次の目的関数 ε を最小化することで求めた。

$$\varepsilon = \sum (P_R - P)^2 w \quad (2)$$

ここで、 P_R は実被害から求めた被害率であり、 w は平面道路の延長である。つまり、道路延長による重み付最小二乗法によって回帰定数を決定した(表-1)。図-6に構築された平面道路の被害関数を示す。

③の低平地の被害率が最も高く、浸水深10mの下では約4件/kmの被害率を示す。一般的なリアス式海岸である②に関しては、浸水深が約5mを超えると被害率が頭打ちする傾向がある。これらの原因に関しては、今後津波数値シミュレーションなどを行い、詳細に検討する必要がある。

表-1 被害関数の回帰定数

| 回帰定数 | ζ | λ | C |
|------|---------|-----------|------|
| ① | 0.46 | 2.40 | 2.82 |
| ② | 1.02 | 1.06 | 0.81 |
| ③ | 0.83 | 2.11 | 6.54 |

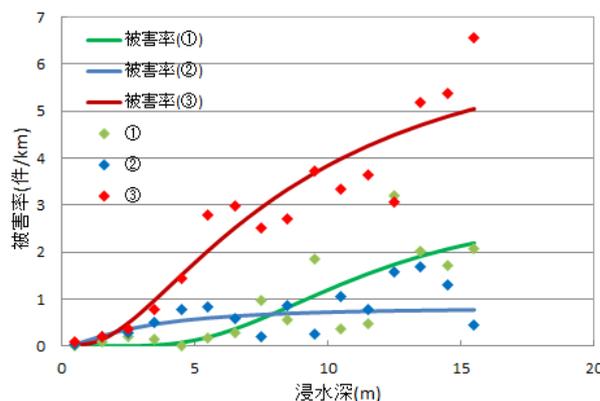


図-6 分割地域別の被害推定式

5. まとめと展望

浸水深と平面道路の被害率の関係を地形条件をもとに3つの地域に分けて評価した。浸水深と被害率には相関があり、とくに低平地での平面道路の被害率が他と比較して高かった。

構築された被害関数を他の地震に適用するには、本研究の地形的特徴による地域分類をさらに詳細に具体化することが必要である。今後は、津波の流速など、別の観点から平面道路の被害を評価し、地形条件別の被害率の大小に関する検討を行う。

参考文献

- 1) 内閣府:防災情報のページ, <http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/>
- 2) 首相官邸:福島原発事故-福島原発・放射能に関する最新情報, <http://www.kantei.go.jp/saigai/anzen.html>
- 3) 復興支援調査アーカイブ, <http://fukkou.csis.u-tokyo.ac.jp/>
- 4) 青井哲人: 三陸海岸の集落 災害と再生: 1896, 1933, 1960, <http://d.hatena.ne.jp/meiji-kenchikushi/2001110/p1>
- 5) 青木繁伸:Rによる統計解析, オーム社,2009
- 6) 丸山喜久, 山崎文雄、用害比呂之, 土屋良之: 新潟県中越地震の被害データに基づく高速道路盛土の被害率と地震動強さの関係, 土木学会論文集 A, Vol. 64, No. 2, pp, 208-216, 2008