

IV-7 輸送経路に着目した危険物のリスク評価

愛媛大学大学院 学生員 ○青山 洋
愛媛大学工学部 正会員 朝倉 康夫
愛媛大学工学部 正会員 羽藤 英二

1. はじめに

現在では道路網の発達により様々な物資がネットワーク上を移動している。道路上では食料品、雑貨物などの身近なものから、工業原料、工業製品などあらゆる物が輸送されているといえる。この中にはなんらかの原因で輸送物資が漏出した場合、人間、生物、自然環境に危害を及ぼす物資も存在する。ガソリンを積載したタンクローリーが身近では代表的な危険物積載移動体である。危険物積載移動体が事故を起こす可能性は小さく、また輸送中の危険物により被害を受けたという事例も多くはない。起こさない意思があるからこそ可能な危険物の輸送だが、輸送者側は万一のことを考慮して、リスクを最小化するための最適な経路選択を行うべきである。危険物輸送における最適な経路選択とはどのようなものか？この疑問点を解決するために本研究を行うことにする。

2. 前提条件

これ以後用いるリスク評価モデルを使うための前提条件について述べる。危険物積載移動体がOD区間内を移動している時、事故発生の可能性はゼロではない。これは事故とは不確定要因を含んだ現象であるからであって、予測することはできない。OD区間内の全地点で事故発生の可能性があり、その時、積載危険物も漏出する危険性がある。積載危険物が漏出した場合、危険物の種類によって漏出地点の沿道に一定の被害を与えることが予想される。

以上のことから本研究では、OD区間内を移動する危険物積載移動体を選択した経路の全地点で危険物漏出が発生する可能性があり、積載危険物の種類によって一定の被害を沿道に与えると仮定する。

3. 定式化

危険物積載移動体がOD区間内の選択経路を移動中、不慮の事故により積載危険物が漏出した場合、

沿道のある地点が被害を受ける確率を考える。受ける被害は積載危険物が漏出した地点では100%、漏出地点から離れれば減少していくことが予想される。危険物の種類によって減少の割合は異なるので、両者を考慮すると被害を受ける確率は危険物の種類による減衰パラメーターと危険物までの直線距離の積の減少関数で表すことができる。これを式(2-1)で表す。

$$P(d) = \exp[-\alpha d] \quad (d > 0) \quad (2-1)$$

d : 危険物積載移動体からある点までの距離
 α : 積載危険物の種類によって変化する被害減衰パラメーター

現在位置 (x, y) の危険物積載移動体が起点0から終点Dに向かって移動中の時、位置 (x_m, y_m) の都市 m との直線距離は式(2-2)で与えることができる。

この時、都市 m が被害を受ける確率 $P(d_m)$ は式(2-1)に式(2-2)を代入し式(2-3)で表すことができる。都市 m の人口が N_m 人とする都市 m の被害者数の期待値は式(2-4)で与えられる。また沿道全ての都市に与える被害者数期待値は全都市の式(2-4)の被害者数期待値を合計したもので式(2-5)で表すことができる。

$$d_m = \sqrt{(x - x_m)^2 + (y - y_m)^2} \quad (2-2)$$

x_m, y_m : 都市 m の位置座標

$$P(d_m) = \exp(-\alpha \times d_m) \quad (2-3)$$

$$N_m P(d_m) = N_m \times \exp(-\alpha \times d_m) \quad (2-4)$$

$$\sum_m N_m P(d_m) = \sum_m [N_m \times \exp(-\alpha \times d_m)] \quad (2-5)$$

式（2-5）を選択した 0D 経路距離で積分した値を危険物積載移動体が通行する沿道が受ける被害リスクとし、式（2-6）で定義することにする．単位は（人・距離）とする．

$$R(Z_D) = \int_{Z_0}^{Z_D} [\sum N_m P(d_m)] dz \quad (2-6)$$

図 1 のような仮想ネットワーク上に表 1 で示される位置、人口の都市mが存在する．この時、式（2-1）～式（2-6）を用いた計算例を以下に示す．

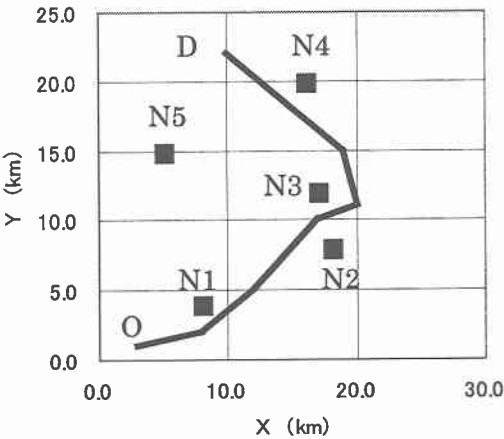


図 1 ネットワーク図

表 1 都市mの位置座標・人口

都市m	X _m (km)	Y _m (km)	N _m (人)
1	8.0	4.0	20000
2	18.0	8.0	10000
3	17.0	12.0	20000
4	16.0	20.0	20000
5	5.0	15.0	30000

危険物積載移動体が起点 0 からの経路距離 Z_d を移動した場合、都市mの被害を受ける確率 $P(d_m)$ は式（2-3）より図 2 のように変化していく．沿道の被害者数期待値は式（2-5）より図 3 のように変化していく．

沿道が受ける被害リスクは式（2-6）より 49023.22 （人・km）となる．

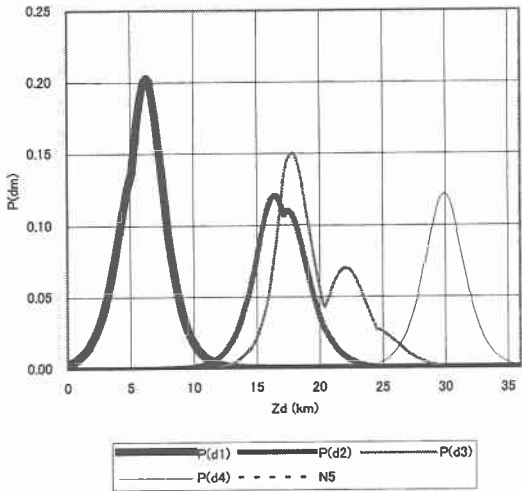


図 2 危険物積載移動体の位置による都市mへの被害確率の変化

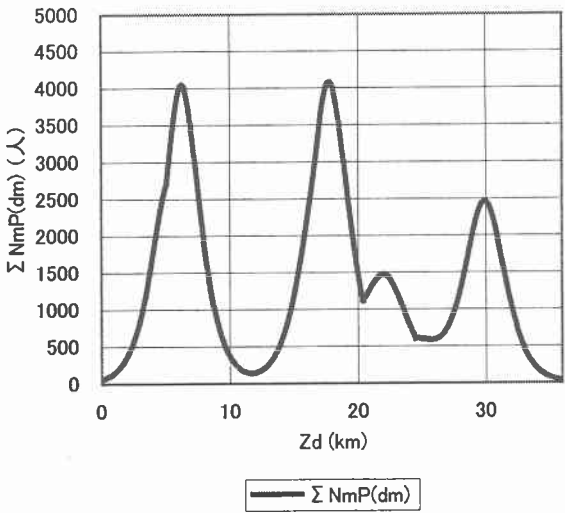


図 3 危険物積載移動体の位置による沿道の被害者数期待値の変化

4. おわりに

本研究では危険物積載移動体が道路ネットワーク上を通行する場合、沿道に与えるリスクをモデル化し、被害リスクとして定義した．被害リスクを各経路別に計算することによってリスクが最小となる経路を指定することができる．今後の展開として危険物積載移動体の速度、移動時間を考慮に入れ考察を行いたい．

5. 参考文献

土木計画学研究委員会：交通ネットワークの均衡分析：最新の理論と解法，土木学会，1998．