

『災害時における道路ネットワークの信頼度』

02302110 山梨大学
 01108400 山梨大学

* 床井則友 TOKOI NORITOMO
 片谷教孝 KATATANI NORITAKA

1 はじめに

現代社会では都市部へと人口と家屋が集中する傾向があり、特に住宅地域においては、宅地面積を最大化しようとする意図から建築物が密集し、道路幅員が狭くなりがちである。これら幅員の狭い道路は、万が一震災が起こった場合非常に閉塞する確率が高く、その住宅地域の安全性は一般的には高いとは言えない。阪神・淡路大震災以後、震災に対する地域安全性の強化が叫ばれはじめが、地域安全性を評価する指標に関する研究例は数少ないのが現状である。

そこで本研究では出発地と目的地がネットワーク上で連結しているか否かの確率を表す『道路信頼度』に着目し、住民の歩行避難経路の信頼度を求めることによってその地域の安全指標となるのではないかと考え、実際の道路周辺の属性を考慮した『道路信頼度』の推定法を提案し、その地域の安全性を評価する指標の提案をした。

2 阪神・淡路大震災にみる道路閉塞の要因

道路の閉塞は様々な原因によって生じるが、主な要因としては「道路幅員」が考えられる。当然道路幅員が狭いほど避難しにくく、また様々な影響を受けやすく、閉塞が起こる可能性が高い。

しかしながら阪神・淡路大震災では、幅 20m ほどの道路でもビルの倒壊によって通行不可能となった例もあり、一概に幅員によるとは言えない。したがって、道路の閉塞問題は「道路幅員」と合わせて「道路周辺の属性」も考慮しなければならないと考えられる。

阪神・淡路大震災における道路閉塞被害状況の分析研究を参考にし、以下に道路閉塞に影響すると考えられる要因を示した。

- ・ 道路（幅員、歩道の有無、街路樹の有無）
- ・ 家屋
- ・ 危険物取り扱い所（ガソリンスタンドなど）
- ・ 橋、歩道橋

これらの要因による道路閉塞への影響を道路属性（道路幅員、歩道、街路樹）と家屋属性（家屋、危

険物取り扱い所、橋・歩道橋）に分けて個別に検討し、道路信頼度の推定方法を提案する。

3 閉塞要因の影響値の検討

各要因の道路閉塞への影響を阪神・淡路大震災の実際の被害報告に基づいて推測し、各要因について道路閉塞への影響値を以下のように設定した。

3.1 道路要因の閉塞への影響

道路要因については阪神・淡路大震災において幅員が閉塞に大きく影響することが報告されているため、幅員別に道路閉塞率への影響を表した。また歩道、街路樹については道路閉塞を軽減させる効果があることから道路閉塞軽減率として扱うことにした。

表 1-1 幅員別道路係数

| 幅員 | 閉塞率 | 係数 |
|----------------|------|------|
| 4m 未満 | 66 % | 0.66 |
| 4m 以上 6 m 未満 | 52 % | 0.52 |
| 6m 以上 8 m 未満 | 40 % | 0.4 |
| 8m 以上 10 m 未満 | 20 % | 0.2 |
| 10m 以上 12 m 未満 | 10 % | 0.1 |
| 12m 以上 16 m 未満 | 4 % | 0.04 |
| 16m 以上 | 1 % | 0.01 |

表 1-2 歩道による道路閉塞軽減率

| 道路幅員 | 片側歩道 | 両側歩道 |
|-------|------|------|
| 8m 以上 | 0.98 | 0.96 |
| 8m 未満 | 0.95 | 0.90 |

表 1-3 街路樹による道路閉塞軽減率

| 道路幅員 | 片側街路樹 | 両側街路樹 |
|-------|-------|-------|
| 8m 以上 | 0.9 | 0.8 |
| 8m 未満 | 0.8 | 0.7 |

以上のように設定した数値により道路自体の閉塞への影響を表す道路影響値を次式で与えられるものとする。

$$(\text{道路影響値}) = (\text{道路幅員係数}) * (\text{歩道係数}) * (\text{街路樹係数})$$

3.2 家屋要因による閉塞への影響

家屋の閉塞への影響は家屋自体の倒壊確率と道路側へ倒れる確率とで表すことができると考え、以下のように倒壊確率と道路側へ倒れる確率を仮定した。

表 1-4 家屋の倒壊確率

| 鉄筋 | | 木造 | | プレハブ |
|-----|------|----------|------|------|
| 段階 | 倒壊確率 | 段階 | 倒壊確率 | 倒壊確率 |
| 非耐震 | 0.3 | 築 20 年以上 | 0.7 | 0.2 |
| 旧耐震 | 0.2 | 築 20 年未満 | 0.4 | 0.2 |
| 新耐震 | 0.1 | | | |

表 1-5 家屋の道路側に倒壊する確率

| 木造 | プレハブ | 鉄筋 |
|-----|------|-----|
| 0.5 | 0.3 | 0.2 |

以上の家屋の道路閉塞に与える影響を総合的に表す家屋影響値を以下のように表した。

$$(\text{家屋影響値}) = (\text{家屋倒壊確率}) * (\text{道路側倒壊確率})$$

また危険物取り扱い所については 0.7、橋・歩道橋については 0.5 の一律の家屋影響値を設定した。

この家屋影響値をその対象としている道路に隣接している家屋ごとに求め、道路を通過できる確率

$$(\text{通過可能確率}) = |1 - (\text{家屋影響値})|$$

を算出し、それぞれの家屋から計算した通過可能確率をかけるあわせることによってその道路の『道路通過可能確率』を求めることができる。

4 道路信頼度

以上の道路属性を家屋属性から対象とする道路の閉塞率を以下のように求めた。

$$(\text{道路閉塞率}) = (\text{道路影響値}) * |1 - (\text{道路通過可能確率})|$$

これを用いて以下のように計算することにより『道路信頼度』を求めることができる。

$$(\text{道路信頼度}) = |1 - (\text{道路閉塞率})|$$

ネットワーク信頼度を求める方法としてはネットワークに含まれるノード全点間の信頼度をそれぞれのバスについて求めることにより、そのネットワーク全体の信頼度を求めることができる。

$$(\text{ネットワーク信頼度}) = \Pi(\text{OD間の各道路信頼度})$$

また本研究においては地震による災害時のネットワーク信頼度を考えているので、地域間が連結されていることを最重要視し各 OD 間の信頼度は最大ものとする。

5 ケーススタディ

図 1-1 のようなサンプルネットワークにおいて実際にネットワーク信頼度を求めた。

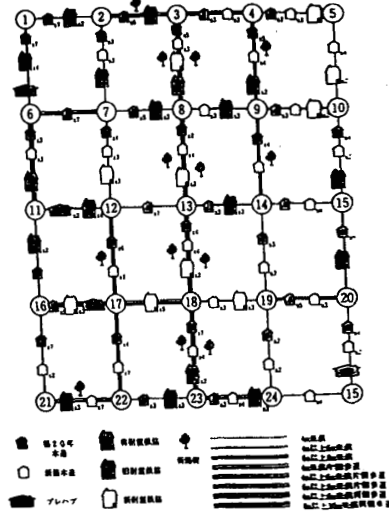


図 1-1 サンプルネットワーク
結果の一部を以下の表 1-6、表 1-7 に示す。

表 1-6 ネットワーク信頼度 OD 表

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1 | 0.368 | 0.239 | 0.141 | 0.068 | 0.499 | 0.201 | 0.204 | 0.143 | 0.084 | 0.305 | 0.265 |
| 2 | | 1 | 0.648 | 0.384 | 0.184 | 0.184 | 0.427 | 0.554 | 0.388 | 0.229 | 0.262 | 0.289 |
| 3 | | | 1 | 0.593 | 0.284 | 0.247 | 0.345 | 0.855 | 0.599 | 0.353 | 0.404 | 0.446 |
| 4 | | | | 1 | 0.480 | 0.171 | 0.240 | 0.594 | 0.647 | 0.499 | 0.281 | 0.309 |
| 5 | | | | | 1 | 0.082 | 0.115 | 0.285 | 0.406 | 0.600 | 0.135 | 0.148 |
| 6 | | | | | | 1 | 0.404 | 0.289 | 0.202 | 0.119 | 0.611 | 0.532 |
| 7 | | | | | | | 1 | 0.404 | 0.283 | 0.167 | 0.457 | 0.525 |
| 8 | | | | | | | | 1 | 0.701 | 0.413 | 0.473 | 0.521 |
| 9 | | | | | | | | | 1 | 0.590 | 0.331 | 0.365 |
| 10 | | | | | | | | | | 1 | 0.195 | 0.215 |
| 11 | | | | | | | | | | | 1 | 0.870 |
| 12 | | | | | | | | | | | | 1 |

表 1-7 各地域の信頼度の総和

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| 9.288 | 8.6 | 11.7 | 10.051 | 6.168 | 7.748 | 7.779 | 12.943 | 11.184 | 8.041 | 10.912 | 11.306 | |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 13.323 | 10.706 | 7.333 | 12.366 | 13.636 | 13.704 | 11.233 | 8.356 | 7.349 | 8.437 | 12.157 | 8.22 | 6.002 |

表 1-6 を見ると、地域によってかなりの信頼度のばらつきがあることが分かる。特に地域 1 から各地域への信頼度が、隣接している地域 2、地域 6 と比較しても非常に低くなっている。この原因としては地域 1 付近に木造家屋が多く建設されており 1-2、1-6 の道路の信頼度が低くなったためであると考えられる。またこのことから地域の安全性にはその地域から離れた道路ではなく地域に直接接続している道路の信頼性が非常に重要であることが示された。また表 1-7 を見ても地域 1 の信頼度の総和も非常に小さい値を示しており、地域 1 が危険地域であるということが評価された。