

## IV-487

## 震災対策体制のパフォーマンス評価手法の提案

建設省土木研究所 正会員 野崎 智文  
 建設省土木研究所 正会員 杉田 秀樹  
 建設省土木研究所 遠藤 和重

## 1. はじめに

広域にわたる社会基盤施設に関して地震直後に被害状況を点検する場合には、迅速な初動体制および情報収集活動が必要である。このような震災対策体制は、人・機器等の要素の集合体と考えることができるが、体制による情報収集の迅速性・的確さは、個々の要素の能率・速度を個別に向上させただけでは必ずしも向上されない。本研究では、震災対策体制を構成する人・機器等の要素を情報を処理する「ゲート」として表現し、多数のゲートを接続したネットワークによって体制の情報処理のパフォーマンスを評価する手法を提案するものである。

## 2. 手法の概要

地震発生後の地震計・同報装置の動作といった機器の処理時間、要員の参集等の人の移動、点検・報告といった作業は、すべて前段の処理に応じて対象要素の処理が開始され、一定の時間を経た後加工された情報が出力されるものと捉えることができる。たとえばある指示に対して前段の二つの担当がそれぞれの所要時間で処理を行い、後段はその二つの処理が終わった時点で処理を開始し、一定時間後に終了するという組織をモデル化すると図-1のように表せる。今回の手法は、このようなネットワークを複雑にし、かつそこで処理される情報についてより具体的な表現を用いたものと考えてよい。

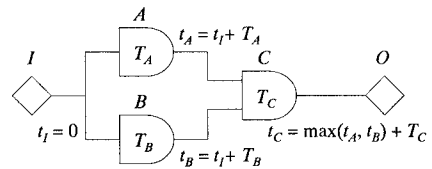


図1 簡単なネットワークの例

## 3. 情報の定義

施設の被害点検では、各点検対象箇所に被災が生じており、それを点検することによって被災状況が判明する。たとえばヘリコプターによる上空からの点検の場合には、大被害については確実に判断できるが、被害が小さい場合と被害がない場合の区別がつかないこともある。たとえばヘリコプターによる点検で得られる情報量は、真の被災度（大、小、なし）に対して判断された被災度の確実性との関係から、表-1のように定義した。このような情報の確実さを情報量( $I$ )とし、その情報量と時刻 $t$ のセットを情報 $S = (t, I)$ として定義する。

表1 ヘリコプターによる点検の情報量

|       | 必要な処置 | 実際の被害 |     |     |
|-------|-------|-------|-----|-----|
|       |       | 大規模   | 小規模 | 不要  |
| 観測情報量 | 被害大   | 1.0   | 0.0 | 0.0 |
|       | 被害小   | 0.0   | 0.5 | 0.5 |
|       | 被害なし  | 0.0   | 0.5 | 0.5 |
| 正答    |       | 1.0   | 0.5 | 0.5 |

## 4. 震災対策体制要素のゲートの種類

今回の研究では、道路を管理する仮想の工事事務所をによってケーススタディーを行ったが、そこで主に必要となるゲートは①最早動作ゲート、②最遅動作ゲート、③情報集約ゲートなどである。たとえば最早動作ゲートは、前段の複数の入力のうち最初に得られた情報に基づいて処理が開始され、出力を確定

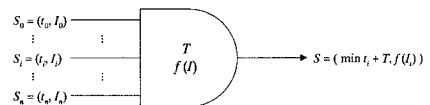


図2 最早動作ゲート

キーワード：震災対策、システム、評価手法

連絡 先：〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 (TEL)0298-64-2211 (FAX)0298-64-0598

するもので、内部処理関数  $f(I)$  を変更することで様々な種類のゲートを構築することができる。図-2に最早動作ゲートの考え方を示す。このようにして構築された多数のゲートを要素間の前後関係に留意しながら接続し、ネットワークとして表現する。

## 5. 体制のパフォーマンス

各点検班から各箇所の被災度情報が集約ゲートに伝達されてゆく状況の例を示したのが図-3である。このような図をもとに、情報収集が開始されるまでの時間、全箇所の情報が得られるまでの時間、初期情報収集の立ち上がりといった体制全体のパフォーマンスを定量的に把握できるとともに、体制のパターンを変えることでパフォーマンスの向上を図ることができる。また、各ゲートにおける処理の開始・終了時刻などを詳しく見ることで、体制のパフォーマンスに与える要素の処理の影響を知ること可能である。

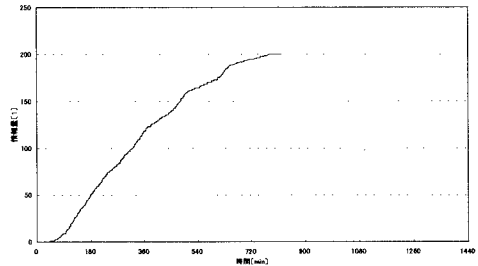


図3 情報量蓄積の様子(DAY-1)

## 6. ケーススタディー

ケーススタディーにおいては、4路線の道路を3つの出張所で管理する工事事務所を想定した。この事務所に對して、昼間の勤務時間内に地震が発生した場合には職員の参集が不要でヘリコプターの飛行が可能、といったような条件に応じてネットワーク構成を変更して試算を行った。このほかに路線ごとの被災度の分布を変えたり、路線内の被災度の現われ方を変更することによって、全部で12種類のパターンを準備し、試算を行った（表-2）。このケーススタディーから、以下のような一般的結論が得られた。

表2 ケース設定

|         | ヘリコプター点検 | 職員参集 | 1ルートあたり箇所数 | ルート間被害分布 | ルート内被害分布 |
|---------|----------|------|------------|----------|----------|
| DAY-1   | 可能       | 不要   | 50         | 一様       | ランダム     |
| DAY-2   | 可能       | 不要   | 50         | 傾斜       | ランダム     |
| DAY-3   | 可能       | 不要   | 50         | 一様       | 大→小      |
| DAY-4   | 可能       | 不要   | 10         | 一様       | ランダム     |
| DAY-5   | 可能       | 不要   | 10         | 傾斜       | ランダム     |
| DAY-6   | 可能       | 不要   | 10         | 一様       | 大→小      |
| NIGHT-1 | 不可能      | 必要   | 50         | 一様       | ランダム     |
| NIGHT-2 | 不可能      | 必要   | 50         | 傾斜       | ランダム     |
| NIGHT-3 | 不可能      | 必要   | 50         | 一様       | 大→小      |
| NIGHT-4 | 不可能      | 必要   | 10         | 一様       | ランダム     |
| NIGHT-5 | 不可能      | 必要   | 10         | 傾斜       | ランダム     |
| NIGHT-6 | 不可能      | 必要   | 10         | 一様       | 大→小      |

- ① 全路線で被災度の分布が一様な場合と路線間で被災度の分布に違い（傾斜）がある場合を比べると、傾斜の場合の方が一様な場合より点検時間が長くなる。このような場合、被害の程度が大きい路線に点検要員を多く振り向けることによって、点検時間を短縮する必要がある。このことは即時震害予測システムの有効性を支持している。
- ② 路線内で被災度がランダムに分布している場合と被災度が大きいものから点検してゆく場合では、後者の方が初期に長い点検時間を必要とするため累積情報量の立ち上がりが遅い。今回は被災度に関わらず被災状況が判明した時点で情報量を1.0としているが、今後情報量に被災度の概念を含める必要がある。

## 7. おわりに

震災対策体制をネットワーク表現することにより、情報収集の迅速性・的確さといった観点で体制のパフォーマンスを定量的に把握することがわかった。今後、情報量の定義方法、各ゲートにおける処理時間の同定方法、そしてよりフレキシブルな組織システムの表現が可能な手法の拡張に関して検討を進め、実際の体制への活用方策を提言する必要がある。

## 参考文献

- (1) 片田敏孝、青島縮次郎、及川康、「災害情報システム評価のためのシミュレーションモデルの開発」、土木計画学研究・講演集 No.19(1)、pp.21～24、1996
- (2) 木俣昇、鷺見育男、「消防防災システムの阻害要因のベトリネットシミュレーションに関する基礎的研究」、土木計画学研究・講演集 No.19(2)、pp.43～46、1996
- (3) 野崎智文、杉田秀樹、「地震被害の初動検知体制パフォーマンスの評価に関する研究」、土木学会第52回年次学術講演会講演概要集1-B、pp.826～827、1997