

I - B414

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

建土研 耐震技術研究センター 防災技術課 正会員 野崎智文
同 上 正会員 杉田秀樹

1. 序 論

本研究では、公共土木施設における地震被害の検知技術・体制のパフォーマンスを全体的な視点から数量的に評価する手法について検討した。大規模な地震が発生し、河川管理施設・道路等、広範に分布する基幹的な施設が被災した場合、地震直後の初動期に施設を管理する事務所等が迅速に効率よく被害の状況を把握するかがその後の混乱、二次災害を軽減するための鍵となる。本研究では、①施設の被災を検知する各種の技術を組み合わせて用いる場合の迅速性、②複数の班により多数の被災現場を調査・点検する場合の体制のパフォーマンスを定量的に把握する手法を提案し、試算を行った。

2. アプローチ

3.1 検知システムの迅速性に対する評価手法

地震により被害が発生した場合には、各種の検知手法を用いて被害の全容、急所となるポイントの被害程度を把握する必要がある。ここで検知手法としては以下の3種類を想定している。

- ① 現位置に敷設されたセンサー、テレメーターシステムなどにより特定の形態の被災を検知する方法（現位置検知）
- ② ヘリコプターからの動画像などにより離れた位置から対象施設の被災状況を把握する方法（リモートセンシング）
- ③ 職員その他により実際の被災現場を調査し被災状況を把握する方法（調査・点検）

これらを各々の「検知ルート」と呼ぶことにする（図1）。実際は、各ルートの中は検知、伝送、移動といったさらに細かなイベントに分けられている。さて、各検知ルートによる被害検知結果に基づき、あるいはその後の調査・点検を踏まえて、復旧計画・準備がなされ、復旧作業が行われる。この時、時間帯によっては使用不可能な検知ルートがあり、また各ルートのイベントに要する時間も状況に応じて異なる。本手法においては、これらのイベントの所用時間を確率変数として与え、多数の試行を繰り返すことによって、最短時間の検知に使われる検知ルートの頻度を集計した。確率分布は正規分布を仮定し、各イベント所用時間の平均、分散については、妥当と考えられる値を設定した。

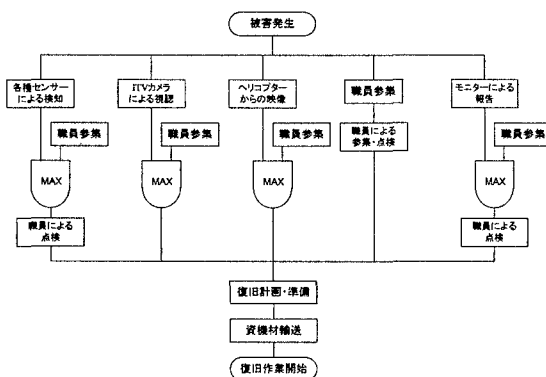


図1 検知ルートのモデル

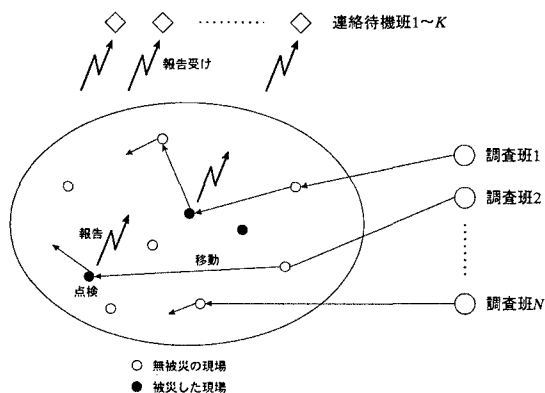


図2 複数班による点検のモデル化

キーワード：地震、被害検知、防災体制、評価、シミュレーション

〒305 茨城県つくば市旭1 TEL0298-64-3245

3.2 被害点検体制の効率性に対する評価手法

被害検知の第一報の後、職員等によって施設の調査・点検が行われる。ここでは、多数の点検対象現場のうちある割合の施設が被災したとして、それらの現場に移動し、点検し、報告するために要する時間を計測した（図2）。具体的には、各班の現場間移動、点検、報告に要する時間を確率変数として与え、前節の方法と同じく多数の試行を繰り返すことによって、すべての箇所を調査・点検し終わるまでの時間を測定した。ただし、被災箇所の点検後被災状況を報告する際に事務所等の連絡待機班の窓口数が限られているとし、ここで待ち行列が形成されると仮定した。また、調査対象現場は抽象的に定義されており、現場の幾何学的位置、現場間の距離は想定せず、現場間の移動時間のみ同一の平均、分散によって規定した。

3. 計算結果

3.1 検知システムの迅速性に対する評価結果

2.1の手法の各試行において、被害が発生してから復旧活動が開始されるまでの時間が最短となるような検知ルートを集計したのが図3である。これより、ヘリコプター、可視光映像を想定したITVは夜間には使えないこと、全体として現位置に取り付けたセンサーが有利であることがわかる。センサーが必ずしも最速とならないのは、地震による故障、回線のリスクを考えているためである。また、各時間帯ごとに全試行の所用時間平均を示したものが図4である。

3.2 被害点検体制の効率性に対する評価結果

2.2の手法において、1500の点検箇所のうち10%が被災、連絡待機班の数が2班であると仮定して、調査班の数を1～50と変化させ、すべての箇所の点検が終わるまでの時間をシミュレートしたのが図5である。班の数が1班から数班の範囲で増えてゆく過程では、点検終了までに要する時間が大きく減少するが、10班程度以上では班の数を増やしても所用時間は大きく変化しないことが分かる。実際の工事事務所等における体制を想定した場合も、10班という数値は概ね実際上の上限の値と考えられる。

4. 結 論

本研究において、現位置検知センサー、リモートセンシングなどの各種技術を活用したシステムを震災対策体制に応用した際の体制パフォーマンスを評価する手法を提案した。研究は緒についたところであり、今回の試算においても現場の数の限定、現場配置の抽象化といった簡略化を行っている。今後は、これらの手法が現場にて簡易に適用できるよう、汎用性のあるモデルを検討していく。

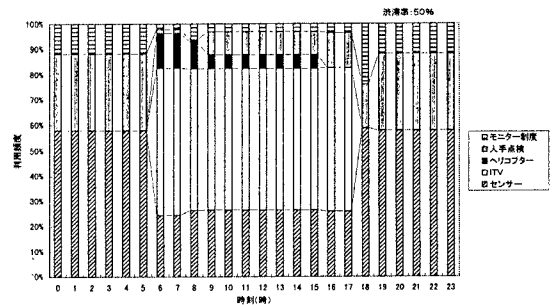


図3 復旧開始までに利用されるシステム

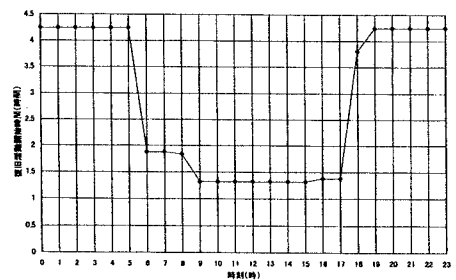


図4 復旧活動までの所用時間

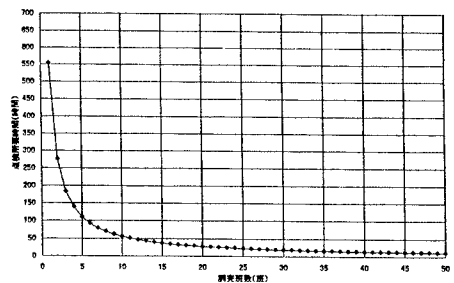


図5 点検班の数と点検所用時間の関係