

豪雪時における道路ネットワークを考慮した除雪体制効率化に関する研究

北見工業大学大学院 ○学生員 門脇 照
北見工業大学 正員 高橋 清
清水建設 福岡 秀人

1. はじめに

2004年1月、北海道地方を襲った低気圧は、網走管内の各地域に記録的な豪雪をもたらした。この豪雪により網走管内では、幹線道路9路線が通行規制され、路線によっては最大192時間の通行止めとなった。このような豪雪時に備えた国道の雪害事業（除雪・防雪・凍雪害防止）の実施にあたってはそれぞれの施策の効果を明らかにし、事業効果を的確に捉えた事業評価を行なう。

そこで本研究では、北海道オホーツク圏網走管内の幹線道路ネットワークを対象として、リダンダンシーの捉え方の1つである復旧過程に視点を置き、除雪に伴う幹線道路網の復旧過程の変化を示し、その評価を行なうことを目的とする。さらに、どのような除雪体制を組むことが、効率的な復旧率の向上に繋がるかについて考案を行う。

2. 2004年北海道道東地方を中心とした豪雪の現状

2004年1月の豪雪時では、1月14日未明から15日未明にかけて、豪雪による視程障害（見通し不良）と雪崩発生危険から通行止め区間が多発し、網走管内の国道では、9路線15区間におよび、通行止め総延長は337.5kmに達した。翌16日には、天候の回復状況を勘案して通行止め解消に向けて除雪作業を重点的に開始した。図-1は既存研究¹⁾を参考に作成した道路の通行止めと通行止め解除の概略図である。この図により1月豪雪時における幹線道路（国道通行止め延長および解除延長、降雪強度の推移、及び幹線道路のダメージと回復過程の時系列変化を見ることができる。道路ネットワークのダメージである通行止めは、時間当たり降雪量の値が強まるとともに、通行止め区間が拡大していく。道路ネットワークの回復は図中の降雪強度が弱まるとともに、国道通行止め解除延長が拡大していく。また、図中にある国道通行止め延長の推移は、直接「暮らしや経済活動等」へ影響を与えるものと考えられる。そこで、「暮らしや経済活動等」への影響を低減、つまり減災の視点でダメージコントロールを行うために、道路ネットワークの早期回復が必要と考えられる。

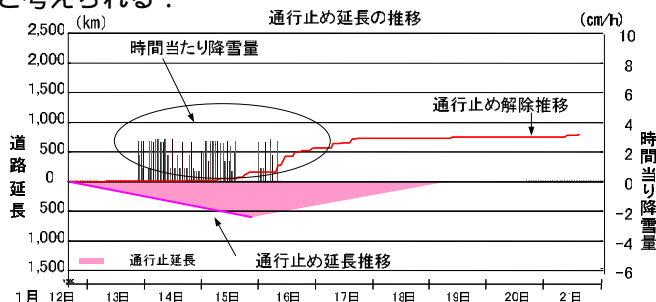


図-1 道路の通行止め延長及び解除の推移の概略図

3. 災害時における交通システムの信頼性評価の視点

1) 災害時における復旧評価の視点

交通システムの信頼性評価の視点は、「強靱性」「回復性」「多重性（ネットワーク密度等）」「代替性（代替輸送システム等）」と考えられる（図-2）。

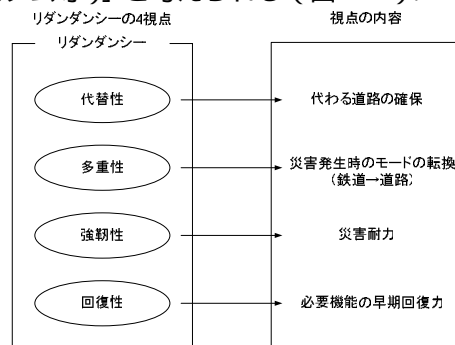


図-2 リダンダンシーの4視点とその内容

地震や豪雪などの自然災害は都市間の道路ネットワークに被害を与え、道路利用者の走行安全性を確保できない場合がある。そのため、道路ネットワークの修繕・補修を円滑に進めるためには通行止めなどの交通規制を行う。このような交通規制により復旧下における被災地の道路ユーザーは、迂回路の利用により、当初の目的を達成してはいるが、通常時に比べてより走行費用を支払うこととなる。そこで走行費用の支払いを極力減少させるため、より早い回復性をネットワークに与える必要がある。筆者らは、災害時の道路ネットワークが通行止めになった際の、通行止め時間が企業に与える影響を調査し、企業活動の上で何らかの問題が発生するかどうかの視点で影響を評価した²⁾。図-3は災害復旧下における道東圏の道路ネットワークの通行止め時間と問題が発生する割合を示したものである。その結果、企業活動は最大で200時間で問題発生割合が100%となっている。これは災害時によって企業活動の停止が最大で200時間までは滞ってもそれ以上だと、活動そのものができないことを意味している。よって、道東圏の災害時には200時間以内に復旧を行うことが望ましいといえる。

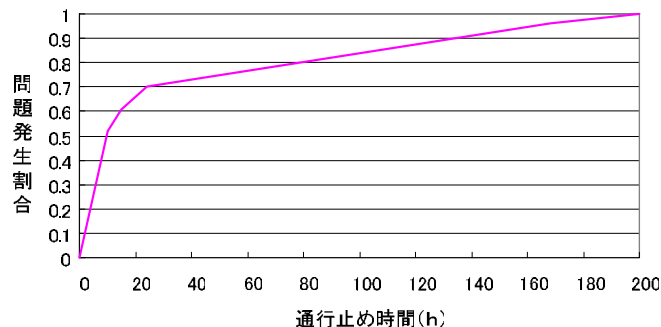


図-3 企業活動の影響曲線

キーワード：道路ネットワーク、豪雪、除雪、効率化

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町165番地 TEL0157-26-9526

2) 豪雪時における信頼性評価の視点

豪雪災害により広域的に道路ネットワークが寸断された場合の回復過程については、次の3視点を考慮する必要がある。すなわち、「人道的視点」・「ネットワーク確保の視点」・「効率性の視点」である。

「人道的視点」は、雪に埋もれた車両等の救出、緊急輸送路の確保（緊急車両等の通行、緊急物資等の輸送）、孤立地域の救援等のために優先して除雪を行う考え方である。「ネットワーク確保の視点」は幹線性の高い道路（広域交通を担い交通量の多い骨格道路）の優先や迂回路の確保、交通結節点（鉄道や地下鉄の駅、空港等）との接続や公共交通機関（バス路線）の優先等を行うものである。「効率性の視点」には、速度重視の作業プロセス（利用者の利便性が最大となるような除雪）、コスト重視の除雪プロセス（除雪費用が最小となるような除雪プロセス）が考えられる。

そこで本研究では、より効率的な回復性を考えるため、実ネットワークを対象に道路ネットワークの通行止め解除の割合を示した復旧曲線を求めることによって、除雪実施のシステムについて検討を行った。

4. 評価対象道路ネットワーク

本研究における評価対象道路ネットワークの46リンクを以下の通りに設定(図-4)し、除雪時間等、実際の除雪作業を考慮しながら、を次のように仮定し回復性を考えることにした。

距離：網走開発建設部の除雪路線区分より設定

除雪時間：除雪時間は(リンクの距離)を(作業速度)より除したもので示す。作業速度は実際の現場でのヒアリング調査から決定した。以下に作業速度を示す。

基本的な作業速度:15 km/h

除雪が終了したリンクを通る際の速度:30 km/h

峠を含むリンクを除雪する際の作業速度: 5 km/h



図-4 評価対象道路ネットワーク(国道)

5. 除雪班の最適経路を求めるモンテカルロ法(MC)

復旧過程の評価を行う指標として、除雪時間によって評価される最適な除雪体制(除雪班の経路)の探索を行なう。本研究においてはリンク数が比較的少ないため、組み合わせの探索を行う上で最も基本的な手法であるMC(Monte Carlo)法を用いた。以下にその条件と結果を示す。除雪班数は現在、網走開発建設部管轄内において対象道路ネットワークに配置されている除雪ステーションに各1班配置してあると仮定し、合計14班とした。また、道路事務所ごとに除雪範囲が決められている。そのため、道路事務所ごとに最適経路の

算出を行い、その後、全体の復旧率の計算を行う。以下にプログラムのフローを示す。

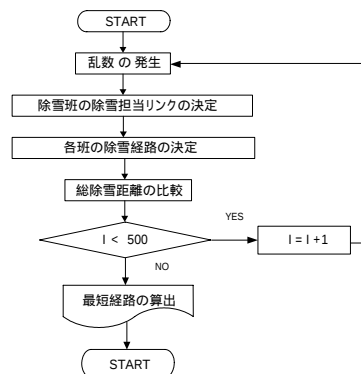


図-5 本研究における最適除雪経路探索フロー

6. 復旧曲線の評価

MC法の結果を用いて復旧曲線を作成した(図-6)。結果、経過時間90時間以降は比較的、復旧過程の変化は小さく曲線も緩やかであり、110時間で除雪完了という結果となった。さらに、既存の調査結果である企業活動の影響曲線と比較を行った。これらのデータを比較することにより、回復性を高めることによるコストの増加と道路ユーザーの活動影響を検討しながら、回復性の向上について評価することが可能となる。

しかしながら、今回のシミュレーションは除雪の方法、除雪順序などの設定条件を考慮していない。そのため、今後はより現実に近いシミュレーションを行い復旧曲線の精緻化を行う必要があると考えられる。

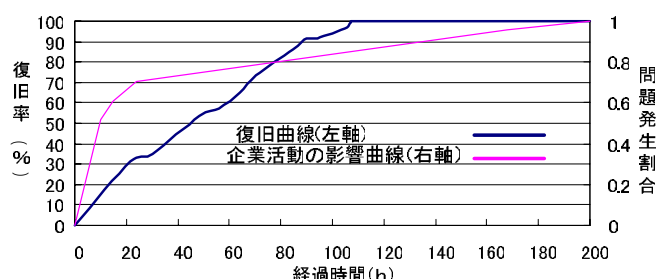


図-6 復旧曲線と企業活動影響曲線の比較

7. おわりに

本研究では、MCを用いて網走管内における実際の除雪班配置を考慮した(除雪班数は仮定)上で、最適な除雪経路を求めた。さらに、網走開発建設部管轄内の国道網を対象として復旧率を示した。今後は、プログラムの条件設定を増やし精緻化するとともに、複数の優先度設定条件における除排雪費用とリダンダンシーの関係を示し、雪害事業効果をより明確に示すことが必要である。

【参考文献】

1. 高松泰, 気田堅実, 坂憲浩, 高橋清: 豪雪時における道路交通障害の発生とその回復過程に関する考察~2004年北海道道東地方を中心とした豪雪の事例から~, 交通工学, Vol.40, No.3, Page33-41, 2005年
2. 福田幸長: 利用者の許容限界を考慮した災害復旧下における道路ネットワークに関する基礎的研究, 北見工業大学修士学位論文要旨集, 2004年