

降雪パターンの変化に対応した除雪体制評価のための社会経済調査

Study on socio-economic effects of the framework to remove snow on changing trend of snowfall

(研究期間 平成 27～28 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター 建設経済研究室
Research Center for Land and Construction
Management, Construction Economics Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher

北村 重治
Shigeharu KITAMURA
竹本 典道
Norimichi TAKEMOTO

The disasters occur due to heavy snowfall recently. Because the trend of snowfall and the traffic environment change, the framework in winter is not enough to remove the snow on the road. On this study, the economic loss for traffic is evaluated and the advantages are declared on the different framework in winter. It is contributed to construct the ideal framework.

〔研究目的及び経緯〕

近年の降雪パターンや交通状況の変化のもと冬季におけるこれまでの道路除雪の体制では十分な対策・対応ができず、1000台を超える立ち往生が発生するような大きな災害も発生している。本調査は、大雪災害時における除雪体制の違いによる道路交通に与える社会的経済損失を評価し、種々の除雪対策についてメリット・デメリットを整理し、今後のあるべき除雪体制の構築に資するものである。

〔研究内容〕

本年度は、降雪パターンの長期的トレンド変化を把握するため、文献調査及び過去30年分の気象データの整理を行った。その結果、降雪パターンは少雪化傾向であり、大雪の発生回数も減少傾向にあることがわかった。過去の大雪災害事例と気象データから災害の発生条件を整理し、大雪災害発生の潜在的な危険性の長期的変化を分析した。また、大雪災害時の被害項目を抽出し、経済損失を計測する項目について体系的整理を行い、交通障害に起因する経済損失項目について算定の考え方を明らかにした上で、算出可能な項目について必要な災害時の気象データ、交通データを収集し、経済損失の試算を行った。

〔研究成果〕

1. 降雪パターン変化と大雪災害発生リスクの整理

(1) 既往文献収集整理

気象庁 HP、日本気象学会、日本雪氷学会等から降雪・積雪の経年変化に関する記載があった31編の中から、降雪・積雪パターンの具体的記述のある15編の文献を整理した。15編の文献では、最大積雪深の変化に

着目したものが5編と最も多く、その他積雪量、雪の降り方、大雪頻度が2～3編存在している。整理の結果、長期トレンドでは、雪の降り方は変化しており、降雪は減少傾向であることが把握された。

(2) 気象データにみる降雪パターン変化

既往文献を参考に、「年合計降雪量」、「年最大積雪深」、「雪の降り方」、「大雪頻度」の経年変化を検証した。検証では、気象庁より、北海道、日本海側、太平洋側、内陸から合計27地点を対象として選定し、降雪パターンの経年変化を分析した。使用データは、気象庁 HP より収集した。分析の結果、以下の点が把握された。

- ・ 近年、過去と比べていずれの地域でも降雪量は減少している(表-1)
- ・ 一般的に、降雪強度や大雪が増加している印象はあるが、熊谷や甲府、松江など一部地域で大雪がみられるのみであり、総じて雪の降り方は安定的となり、大雪も減少している

表-1 降雪パターンの長期的変化

項目	直近10年(2005～2014年)は		
	30～40年前 (1976～1984年) と比べて	20～30年前 (1985～1994年) と比べて	10～20年前 (1995～2004年) と比べて
年合計降雪量	減少 (特に日本海側)	変化なし	変化なし
年最大積雪深	減少 (特に日本海側)	変化なし	変化なし
雪の降り方	降雪日数	減少	増加
	降雪強度 (降雪日あたりの 平均降雪量)	減少 (特に北海道と 日本海側)	減少 (特に北海道と 日本海側)
	日降雪量の 標準偏差	減少 (内陸の 一部除く)	減少 (内陸の 一部除く)
大雪頻度	最大日降雪量	減少 (日本海側と内陸の 一部除く)	減少 (日本海側と内陸の 一部除く)
	大雪日数	減少	減少

(3)大雪災害発生リスクの整理

既存の大雪事例カルテ 105 事例の概要を整理すると、以下のとおりである。

- ・ 地域：北海道、東北、関東、北陸地方が多く、近畿地方以西は少ない
- ・ 道路種別：国道が 93 件と最も多い
- ・ 原因：積雪、吹雪といった 1 次被害が最も多く、2 次災害（人為的）のスタック、2 次被害（自然）の雪崩が次いで多い(図-1)
- ・ 時間：通行止め時間は、12 時間以内が 22 件、1 日以内が 15 件、3 日以内が 34 件、1 週間以内が 17 件と幅広い
- ・ 停滞台数：停滞台数は 18 件しか把握できておらず、100~500 台が多い

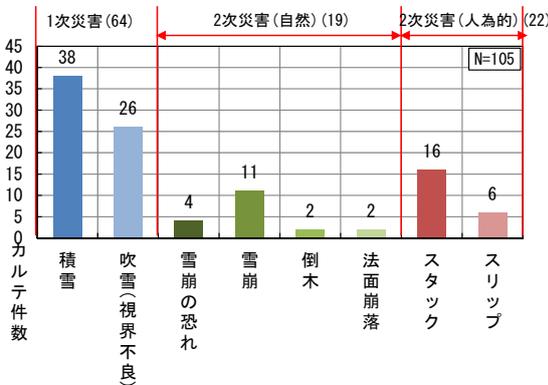


図-1 大雪事例カルテ記載の災害内訳

大雪災害発生リスクの分析では、雪関連データが観測されている気象庁観測地点 323 地点から、大雪事例カルテの対象地点に最も近い地点を抽出し、事例カルテ各地点の過去 30 年分の日別時間帯別気象データを収集した。収集した後、大雪事例カルテ記載の降雪量と比較し、妥当性を確認した。その上で、通行止め時刻の記載状況、事例に記載された災害地点と観測地点との距離等を考慮して、大雪事例カルテから大雪災害発生リスクの分析対象として 72 事例を選定した。

選定地点を対象に、大雪災害（通行止めと停滞）の発生条件と災害規模（通行止め時間）を分析した。分析の結果、積雪、雪崩・倒木、スタック・スリップを原因とした通行止めは、直前の合計降雪量やピーク時降雪量、降雪時間が一定の条件を満たすと発生する傾向を確認した。吹雪（視界不良）による通行止めは、合計降雪量と平均風速の関係で発生条件が決まり、降雪量が少なくても平均風速が大きい場合や、平均風速が小さくても降雪量が多い場合に発生することを確認した。また、何れの原因も通行止め時間は、通行止め発生後の降雪時間や最大降雪量、累積降雪量、最大風速等の関数で表現することができる。なお、停滞も通行止めと概ね発生条件は同様である。

これら発生条件をもとに、過去 30 年の気象データから通行止めが発生する条件にある日時と、通行止め時間を推定し、長期トレンドを分析した。その結果、全体的に通行止め発生確率は変化がないか低下傾向であり、通行止め時間は短くなる傾向であることを確認した。

2. 大雪災害の経済損失算定の考え方整理

大雪事例カルテの整理結果を踏まえ、経済損失計測に際し考慮すべき被害項目として、立ち往生、渋滞の発生、他のルートへの迂回、移動の取り止めの 4 つを設定した。これらについて、費用便益分析マニュアルに基づき、走行速度、走行経費、交通事故の観点から計測方法を整理した。(図-2)

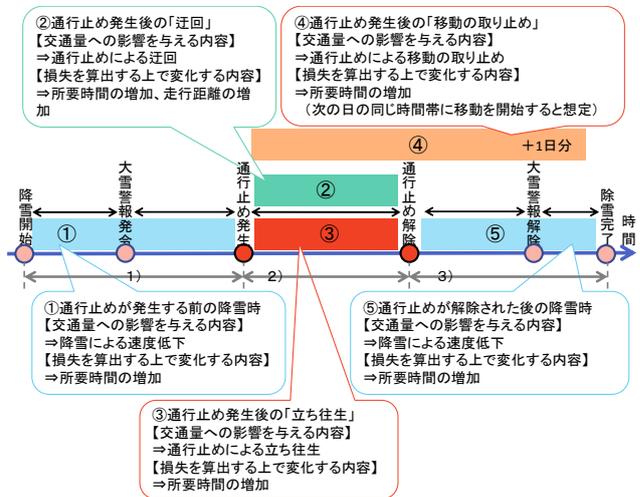


図-2 発生する経済損失の考え方

経済損失の算定に必要なデータ種類として、経路別交通量・走行時間（走行速度）、走行経費原単位、交通事故原単位の 3 つを設定し、当該データを把握するための調査方法を検討した。特に、経路別交通量・走行時間は、アンケート調査、プローブ調査、CCTV、人手調査、トラフィックカウンター調査、航空写真、衛星などの方法が考えられ、それぞれ理想的な条件下での観測方法を整理するとともに、現状実施可能な調査方法と比較し、経済損失の算定を行うことが可能か否かについて整理した。その結果、理想的な条件下では、アンケート調査、プローブ調査、CCTV、人手調査、衛星など有用な調査はあるものの、これらの調査は、現状の調査技術、コストなどの制約を考えると、経済損失額の算定に必要なデータ収集は難しいことが把握された。一方で、トラカンデータは、迂回路がないなどの場面で活用が考えられること、ETC2.0 プローブデータは、車両識別 ID を分析に利用できれば算定が可能であることを確認した。

大規模災害に備えた効率的な事前対策に関する調査

Study on efficient precautionary measures against large-scale disaster

(研究期間 平成 25～27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター国土防災研究室
Research Center for
Land and Construction Management
Disaster Prevention Division

室長 松本 幸司
Head Koji MATSUMOTO
主任研究官 稲沢 太志
Senior Researcher Futoshi INAZAWA

Causative factors of road traffic disruption by a large-scale earthquake and propagation of its effects especially in big cities were studied. In addition, road management action taken by road administrators under transition of weather condition in the past snow disaster were analyzed and actions to be taken against snow disaster are preliminarily organized in a timeline style.

〔研究目的及び経緯〕

道路交通を阻害する要因は多数存在するが、自然現象に起因したものは大規模地震や道路雪害などがあげられる。

このような大規模自然災害は様々な個別要因やそれらが複合する事象により発生し、要因毎により支障程度も異なる。そのため、これら要因とその支障程度を災害毎に整理し、それに対応した適切な行動様式を予め明確化しておくことが、大規模災害発生時における被害低減に極めて有効と考えられる。

本研究はこのような前提の基、大規模地震については過去の地震事例から大都市特有の交通障害要因の抽出、被害波及形態の整理、それに対応した道路管理対応事項等について検討した。また、道路雪害については、それが発生する気象データの分析、道路管理者へのヒアリングによる災害時の道路管理行動分析と改善案の抽出、道路雪害発生時の対応行動案（タイムライ

ン案）について検討した。

〔研究内容〕

本研究は過年度実施した大規模地震や道路雪害に関する個別要因の整理結果から以下の2項目について検討を実施した。

(1) 大規模地震に関する検討

- ・大規模震災に対して過去の例から想定される道路交通障害とその波及様相の整理及び道路管理者の行動内容の検討

(2) 道路雪害に関する検討

- ・道路雪害が発生する条件の整理、雪害発生予測時点前後において道路管理者が検討すべき行動タイムライン案の検討

〔研究成果〕

1. 大規模地震に関する検討

大規模震災は地震自体による被害と地域や状況によって発生する可能性がある津波による複合被害がある。

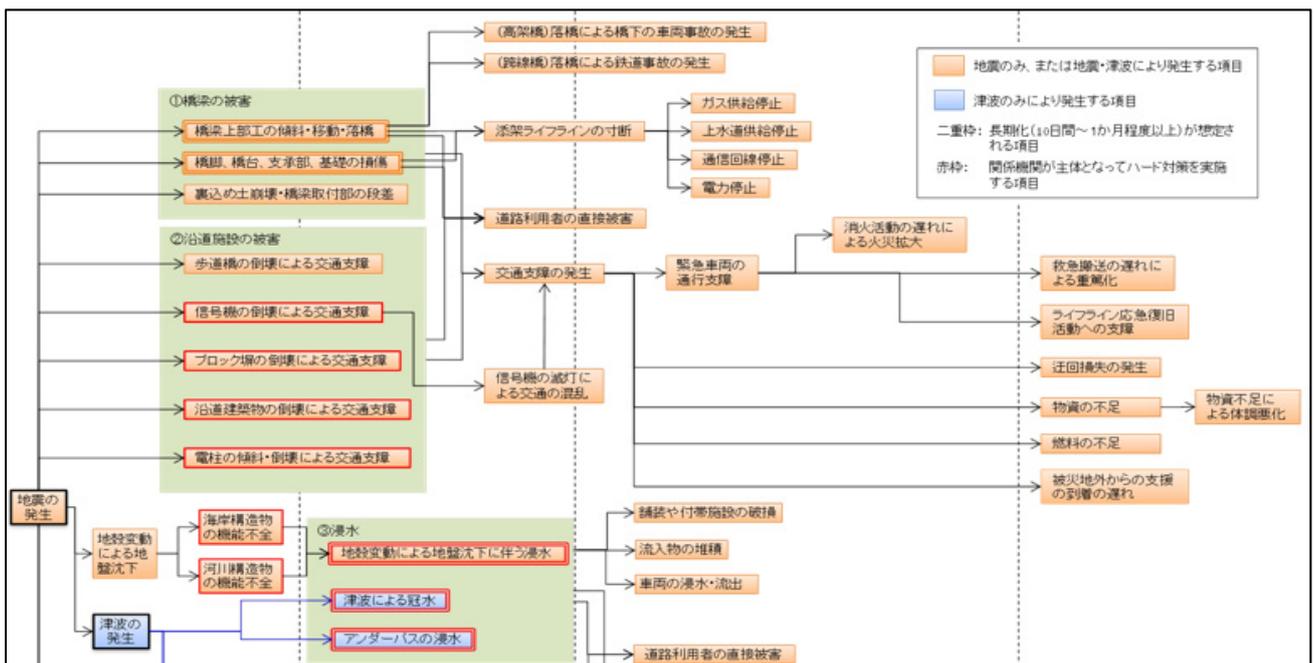


図-1 交通障害の波及様相（一部抜粋）

特に大都市においては、多数の建築物、住民、車両等が存在するためそれら要因が複雑に絡み合いさらに被害が拡大する恐れがある。そのため図-1のとおり都市部における大規模震災発生時における道路交通阻害要因の整理と、それらがどのように被害として波及するかをとりまとめた。

また、その結果から、道路管理者として事前に対応することが望ましい事項として落橋防止対策、橋梁耐震補強等（いずれもハード対策）、ハード対策を踏まえた避難路、迂回路の設定等について整理した。

2. 道路雪害に関する検討

2.1 道路雪害の発生条件に関する検討

過去に関東甲信越地方において道路雪害が発生した14事例から、その時点における気象状況を整理した。その結果、交通障害の発生は西高東低型や南岸低気圧型など、特徴を有する気圧配置状況下で多いことが整理された。このような気象条件下で発生する道路交通障害は連続した降雪状況で一定の積雪量となった時点で発生しており、当然の事ながら積雪量と道路交通障害の発生は密接に関係があることが推定される。

また、降雪と気象条件の相関については、関東甲信越における気象観測データ810事例の内、降雪が観測された283データの気象条件を整理した。その結果、降雪は平均気圧998.3hpa以下、平均気温-1.02度以下、平均風速3.7m/s以上において発生していた。さらに、このデータ（気圧、気温、風速）を説明変数とし降雪発生判断精度を判別分析式により検討した結果、的中率は約76%となった。

2.2 降雪形態の分析

図-2は2014年2月中旬に中部横断道で道路雪害が発生した地域の降雪量の状況について示したものである。これによると2月12日、14日の両日も新潟県高田市では、200ミリ前後の降雪を記録しているのに対して隣接する富山、長野等ではわずかな降雪量しか確認されていない。このデータを見る限り、近年の降雪は県内や隣接する極めて狭い地域においても降雪の状況が大きく異なっている一面を有している事が散見される。このことから、局所的に発生した道路雪害に対しては、近隣の整備局や隣接事務所から広域支援を行う体制を確保する事が道路雪害被害の軽減に重要な要因となると考えられる。図-3に雪害発生時における当該整備局と隣接整備局の支援体制の一案について示す。

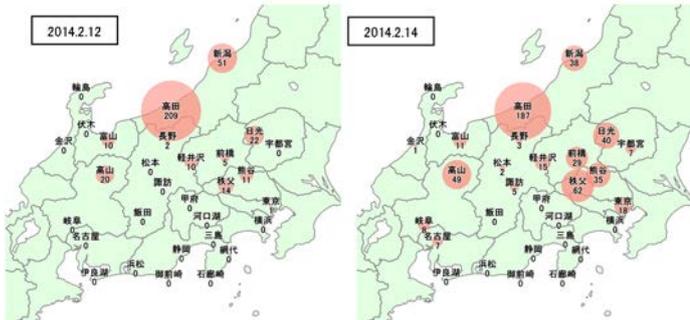


図-2 降雪状況

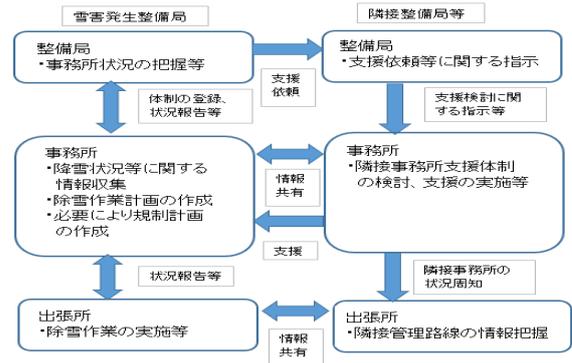


図-3 道路雪害時の支援体制

2.3 雪害時における道路管理者の行動様式とタイムライン案検討

近年、局所的に発生する道路雪害に対して適切に対応するには、隣接整備局等による広域支援体制の構築が必要である。そのためには、隣接整備局管理路線等に関する面的な情報把握も必要となるため各種センサ等により得た道路状況や隣接整備局事務所体制等に関する情報共有を行う事が重要となる。また、予め発生する道路雪害を想定し、道路管理行動を策定しておく事により適切且つ迅速な道路管理行動が可能となる。そのため、整備局事務所に対して降雪時の道路管理行動（情報入手、対応意志決定、行動等）についてヒアリングを実施、その内容を行動分析し改善課題を踏まえ、降雪発生前～降雪発生後に至る期間における道路管理者がとるべき行動計画案として表-1に示すタイムライン素案を試作した。なお、本案は道路管理行動に関するタイムラインという考え方を示した素案の一例であり、これを実際の道路管理行動に適用する場合、道路管理を行う行政機関が中心となって作成を行うとともに、平成25年度に一部改定された「災害対策基本法」の内容反映等についても考慮し、実効性の高いものにしていく必要がある。

表-1 タイムライン案（一部抜粋）

時間	気象・被害予想	地方整備局	国道事務所・近隣局 隣接地域 未降雪地域
72h~	大雪に関する気象情報（道路発生までに大雪のおそれがある場合）		
48h~	大雪に関する気象情報（発生の対象地域や予報降雪量を示して大雪になる可能性に留意）	〇防災前から大雪に備えた対応状況について情報提供	〇事務所・出張所での体制確保 〇除雪業者への体制確保指示 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に際する情報共有 〇非降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に関する情報共有 〇事務所・出張所の体制確保 〇除雪業者への体制確保指示
24h~	大雪に関する気象情報（大雪に関する可能性あり）	〇本局・気象庁より定例会報（大雪により社会的な影響が大きいと予想される場合に発令） 〇注意体制 〇各事務所の状態等の情報収集 〇降雪への対応準備	〇道路の小ローカル強化 〇除雪作業の実施 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に関する情報共有 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に関する情報共有 〇事務所・出張所の体制確保 〇降雪地域の国道事務所と除雪機材・人員等に関する情報共有 〇除雪業者への体制確保指示
12h~	大雪に関する気象情報（大雪に関する可能性あり）	〇警戒態勢 〇リエン要請による派遣	〇降雪地域に際する協議（自地域の降雪可能性が低い場合） 〇降雪地域の国道事務所への応援派遣（移動開始） 〇除雪機材・人員の応援要請（必要な場合） 〇警備体制 〇災害協定（建設業連合会）への協賛協力要請
0h	大雪警報 大雪に関する気象情報（実際の降雪となる場合）		

【成果の活用】

本成果を各地方整備局に提示することにより大規模災害発生時における被害の想定とそれによる適切な道路管理行動策定の参考として活用される事が期待できる。

大規模津波に対して減災を実現する道路管理に関する調査

Study on road management for disaster mitigation against large-scale tsunami

(研究期間 平成 25～27 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター
国土防災研究室
Research Center for
Land and Construction Management
Disaster Prevention Division

室長	松本 幸司
Head	Koji MATSUMOTO
主任研究官	片岡 正次郎
Senior Researcher	Shojiro KATAOKA
主任研究官	長屋 和宏
Senior Researcher	Kazuhiro NAGAYA

Current road management manuals against tsunami only focus on the largest tsunami anticipated in the area. In this study, guideline for road management manual for tsunami disaster mitigation is considered based on the crisis management level corresponding to scale and arrival timing of tsunami.

[研究目的及び経緯]

国土交通省では、防災に関してとるべき措置及び地域防災計画の作成の基準となるべき事項を定め、防災対策の総合的かつ計画的な推進を図り、もって民生の安定、国土の保全、社会秩序の維持と公共の福祉の確保に資することを目的として「防災業務計画」を定めている。また、各現場では、所掌事務について適切に災害対応をするためのマニュアルや手引きなどを整備している。津波を想定した道路管理では、最大規模の津波を想定した対応が多く、津波の規模、到達時間などに応じたマニュアルとなっていない部分がある。

本調査では、津波の規模、到達時間に応じた危機管理を目的とした調査を行い、大規模津波に対して減災を実現する道路管理マニュアル作成参考資料の基礎的検討を行う。本年度は、津波災害を想定した道路施設管理対応タイムラインを検討するとともに実際の道路管理事務所を対象に道路津波対応マニュアルの試作を通じて道路津波対応マニュアル作成参考資料として整理した。

[研究内容]

1. 津波災害を想定した道路施設管理対応タイムラインの検討

道路施設の管理業務における津波災害対応(以下、「道路津波対応」という)について、いつ、だれが、どのように、何をするかをあらかじめ明確にした災害対応のタイムライン(防災行動計画)を提案した。

タイムラインの検討にあたっては、既存の道路施設の管理業務における津波災害を想定した災害対応マニ

ュアルなどを踏まえつつ、特に、津波の規模と到達時間を組み合わせた災害シナリオ別にタイムラインを検討し、道路津波対応の規制開始のタイミングやその範囲などを網羅的に検討した。

2. 道路津波対応マニュアルの試作

南海トラフ地震による地震および津波による被害が想定される道路管理事務所を対象に、津波対応マニュアルの試作を行った。試作にあたっては、内閣府などから公表されている南海トラフ地震の震度分布、津波高に応じた道路管理を鑑みるとともに1. で検討した災害シナリオ別のタイムラインの流れを踏まえた。

3. 道路津波対応マニュアル作成参考資料の整理

道路管理者が、施設管理上の津波対応について検討し、津波対応マニュアルを作成する際に参考とすることができる、「道路津波対応マニュアル作成参考資料」を整理した。

参考資料には、1. で検討したタイムラインを記載するとともに2. の試作を踏まえ、津波対応マニュアルを作成する際の手順、用意すべき関連資料、調整すべき事項などについても記載するとともに、津波対応マニュアルの継続的な更新プロセスとして考慮すべき災害図上訓練についての実施方法の事例などを示した。

[研究成果]

1. 津波災害を想定した道路施設管理対応タイムラインの検討

津波災害対応は、来襲が想定される津波の規模と地震発生時から津波到達までのリードタイムの長さによって、取るべき対応が異なる。南海トラフ地震など日

本近海で発生する地震(近地地震)による津波は、数分～数時間で到達するとともに地震による被害も発生する。一方、チリ沖地震など遠地で発生した地震(遠地地震)に伴う津波では、津波到達までに十数時間～1日程度の時間があるが、地震による施設被害はない。

遠地地震の場合、道路管理者として必要なオペレーションが可能となる時間が確保されるが、近地地震の場合は、リードタイムは数分～数時間と短いため、対応可能なオペレーションは限られる。しかし、近地地震でもリードタイムが数時間程度確保できる場合には、道路管理者はどの程度オペレーションを実施できるかのジレンマが生じる。

そのため、近地地震の例として東日本大震災を取り上げ、地震発生後に入手できる情報である、気象庁による「計測震度」、「津波警報・注意報」、「津波到達予想時刻」、「予想される津波の高さ」などに着目し、道路管理者がオペレーション可能なリードタイムを調査した。

これらを踏まえて提案する、タイムラインを図-1に示す。タイムラインのそれぞれの場面における対応案などについては、道路津波対応マニュアル作成参考資料で整理している。

2. 道路津波対応マニュアルの試作

津波対応マニュアルの試作を行う道路管理事務所の選定では、津波対応の具体的な検討が進んでいる事務所を対象とすることとし、南海トラフ地震の到達予想時間が極めて短い静岡国道事務所、南海トラフ地震発生から津波到達まで30分から2時間程度の時間的猶予がある宮崎河川国道事務所を選定した。

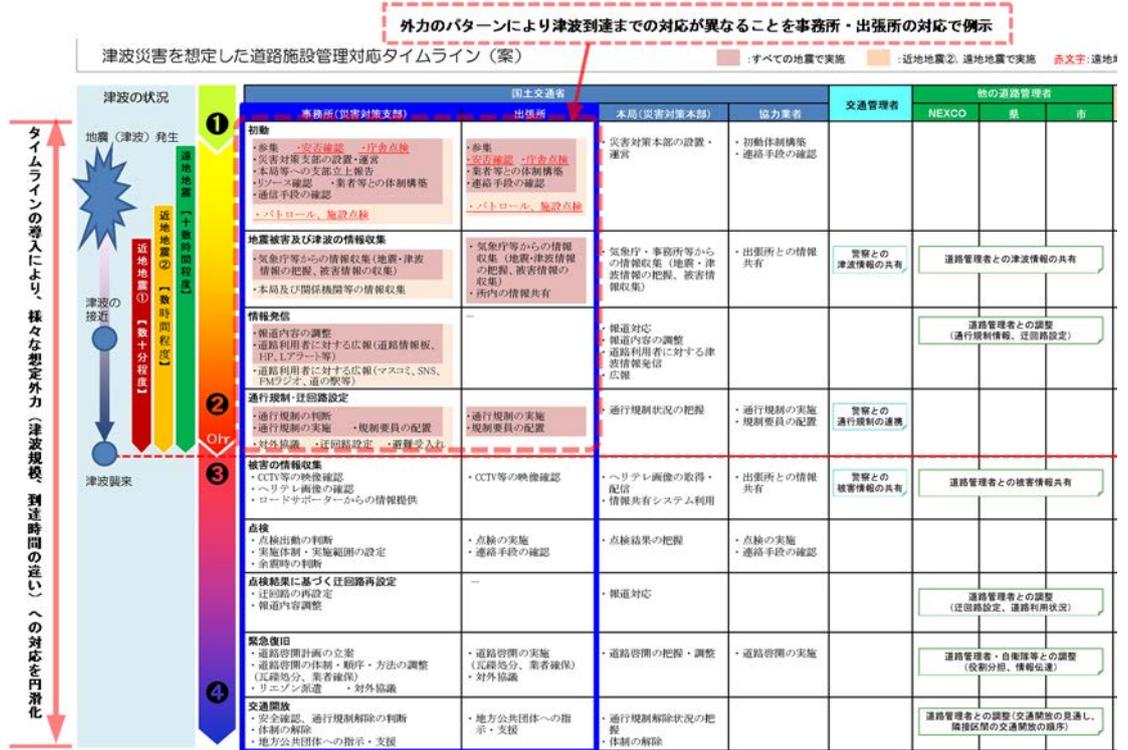


図-1 津波災害を想定した道路施設管理対応タイムライン

試作したマニュアルについてはそれぞれの事務所に於いて活用されるように現行のマニュアルなどとの整合を図った。

3. 道路津波対応マニュアル作成参考資料の整理

整理した「道路津波対応マニュアル作成参考資料」では、既存の津波対応マニュアルの整理を踏まえた特徴的な記載事例について、その背景、効果などを記載するとともに東日本大震災をはじめとする近年に発生した地震災害などにおける道路施設管理に関する事例・教訓・反省点についても記載した。

特に、津波対応マニュアルに記載すべき事項のうち、普遍的なものについては、参考となる記載事例を示し、地域性を考慮する必要があるものについては、記載内容の検討に用いることができる既往の災害対応事例を示すこととし、津波対応マニュアルを作成する実務者にとって活用しやすい資料とした。

[成果の活用]

津波を想定した道路管理では、最大規模の津波を想定した対応が多く、津波の規模、到達時間などに応じたマニュアルとなっていない部分があることから、これらを踏まえた、「道路津波対応マニュアル作成参考資料」を整理した。

今後、本資料が地方整備局などに配布、活用されることで、より実効性のある道路津波対応マニュアルの作成および改訂に寄与することを期待する。

災害発生時の被災規模等の早期把握技術に関する調査

Study on technologies of a damage survey on road in first stage after a disaster

(研究期間 平成 27～29 年度)

防災・メンテナンス基盤研究センター
国土防災研究室
Research Center for
Land and Construction Management
Disaster Prevention Division

室長 松本 幸司
Head Koji MATSUMOTO
主任研究官 神田 忠士
Senior Researcher Tadashi KANDA
研究官 梶尾 辰史
Researcher Tatsushi KAJIO

Methods of analyzing CCTV image for picking up abnormal car movement are examined. When a traffic accident occurred, change of speed and mass of traffic could be detected by CCTV image analysis. Median speed of traffic in car probe data was similar to that obtained from CCTV image analysis. Hence, a stricken section on a road can be inferred from CCTV image analysis. In addition, methods to measure quantity of earth and sand on a road in a mudslide were classified.

[研究目的及び経緯]

道路上で土砂崩落等の通行支障を伴う災害が発生した場合、被災箇所の位置や規模等の状況把握を早期に行ない、適切な初動対応を行う必要があるが、交通渋滞等のため職員の現場到着が遅れ、被災状況把握に時間を要する恐れがある。

本研究では、平常時の道路管理で用いている CCTV 等の技術を活用し、土砂崩落等の災害時での道路の被災発生や崩落土砂量の把握に資する技術の開発を目的とする。

[研究内容及び研究成果]

1. CCTV 画像を活用した被災把握技術手法の開発

2008 年度から 2011 年度までに直轄国道で発生した道路斜面災害 115 件のデータを用いて被災位置と最寄りの CCTV との距離を分析したところ、CCTV の画角に入る可能性の低い 1,000m 以上の距離のものは 3 割を超えていたことが分かった(図-1)。したがって、被災箇所が直接見通せない場合に、通行車両の挙動の変化や、災害事象の起こりやすい気象等の間接的な情報を把握、組み合わせることで被災の有無・程度を推測する技術が必要となる。

一般的に、CCTV 画像を画像解析ソフトで解析すると、天候や時間帯により画像状況が大きく変化する

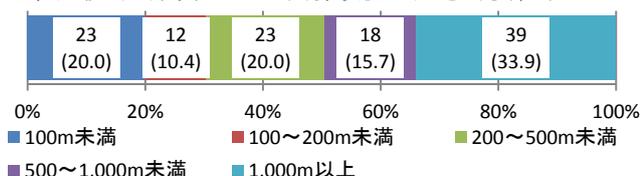


図-1 道路上の被災現場と CCTV との距離

※数字は箇所数、括弧書きは構成比。

ため、走行車両の捕捉率にばらつきが生じる恐れがある。そこで今回、奈良国道事務所から提供された名阪国道(片側 2 車線)の CCTV 画像を用い、明かり部に設置されている CCTV 画像を画像解析ソフトで解析し、無作為抽出により走行車両のデータを段階的に減少させ、走行速度変化の感度分析を行った。

その結果、走行速度の中央値は、走行車両のデータを 50%まで減少させても、全ての時間帯及び車線で±5km/h 程度の大きな変化のない測定が出来る結果となった。(図-2)

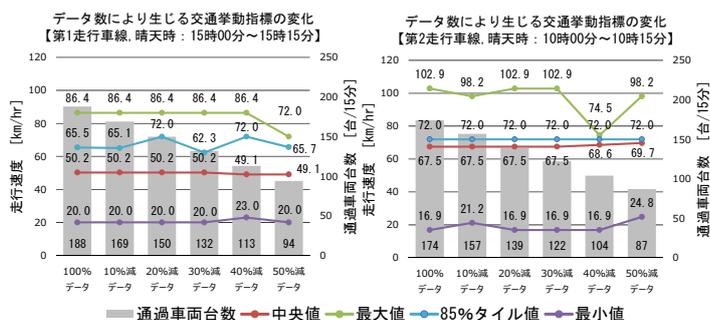


図-2 感度分析の結果(代表事例)

次に、CCTV 画像に写っていない箇所でも何らかの交通支障が発生したことを車両挙動の変化から把握出来るかを検証するため、前述の感度分析を行った名阪国道の同じ地点での CCTV 画像を用い、CCTV 設置箇所付近での交通支障発生時における走行車両の交通量・走行速度(中央値)の変化について分析した。

解析の結果、交通支障(この場合、交通事故)が発生した時刻の直後に第 1、第 2 車線ともに走行速度(中央値)の減少が見られた(図-3)。

また、首都高速道路山手トンネル(片側 2 車線)に

において、交通支障(この場合も交通事故)発生と同じ時間帯の民間プローブデータを解析した結果でも同様に交通支障発生地点より上流部での走行速度(中央値)の低下が見られた(図-4)。

以上から、現存する CCTV を有効活用した低コストの被災把握手法の開発へ向け、走行速度変化の把握や画像解析結果とプローブデータの整合性を確認した結果、走行車両の捕捉率が不十分であっても CCTV に写る車両挙動や道路プローブデータの解析により、CCTV 画像に直接写らない箇所の交通支障の発生状況把握に有効であることが分かった。

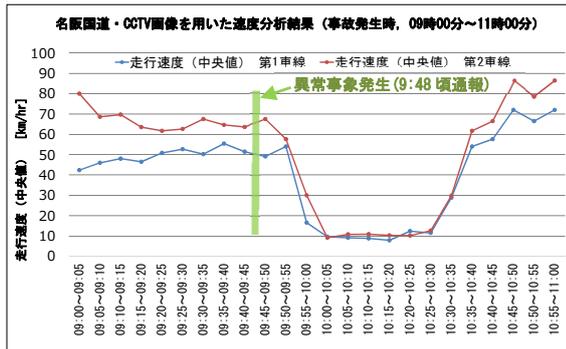


図-3 交通事故発生に伴う走行速度等の変化

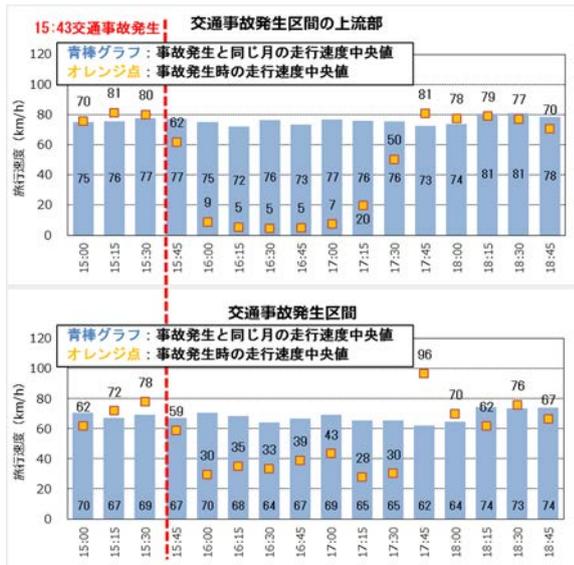


図-4 民間プローブデータによる走行速度の解析

2. 崩落土砂量の迅速な把握手法の整理

現在、UAV やレーザースキャナー等の 3 次元データを用いる ICT 技術が注目されており、これらの技術を活用し、土砂災害発生時における道路管理者の初動対応の迅速化に役立つ被災把握技術を検討した。

図-5 に示すように UAV やレーザースキャナー、CCTV 等を活用した画像処理は災害発生直後の風速や降雨降雪の有無などの気象条件により調査実施に対して大きな制約を受けるが、各技術の特徴に応じた活用方法を見出すことで災害発生時の崩落土砂量の把握技術において十分に活用できると考えられる。そこで、画像処理技術を初動対応の迅速化のために

広く使われているデジタルカメラの複数の静止画像から 3 次元モデルを作成する技術について検証した。この 3 次元モデルは専用ソフト上で形状寸法や面積・体積の計測が可能であるとともに、点群データへの変換も可能である。

3 次元モデルによる計測は災害発生直後の初動期における土砂量算定に有効であるが、図-6 及び表-1 に示すように計測対象物に対して水平方向の 180° の範囲で 6 パターン (撮影間隔 $\theta = 5^\circ \sim 30^\circ$ 刻み) により撮影し、撮影枚数 N 枚の静止画から対象物の体積の計測精度を検証した結果、撮影間隔 θ が 5° から 30° と変化すると、対象物の体積の誤差率が 8.1% から 27.2% と変化しており、計測精度が使用する静止画像の数や画角、各画像の重複程度に大きく影響を受けた。この結果を踏まえ、各現場での被災条件に応じた効果的な画像撮影方法や画像処理の自動化等が課題として残った。



図-5 土砂災害発生時の各手法の活用可能時刻の例



図-6 複数の静止画像を用いた 3 次元モデル作成

表-1 3 次元モデル作成精度

θ	5°	10°	15°	20°	25°	30°
撮影枚数(N)	36	18	12	9	8	6
誤差率(%)	8.1	7.8	13.0	14.3	15.2	27.2

※ 35° (5 枚) とした場合、画像結合点不足により作成不能

3. 今後の課題等

今後、走行車両の挙動を簡易に捉えるための捕捉率の設定や CCTV 画像情報と交通量、気象情報等と組み合わせることにより道路交通上の支障の発生や崩落土砂量等を推測する技術開発のために、CCTV 画像等の新たな活用方法を検討する。