

IV-31

道路網の耐震性評価に関する研究（第1報）

－北海道の地震環境と道路網－

北海道開発局開発土木研究所 正員 加治屋安彦
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正員 稲直美

1.はじめに

北海道の根室、釧路、十勝、日高などの太平洋沿岸地域は、日本でも有数の地震多発地帯であり、ここ40年程度だけ見ても、十勝沖地震（1952, 1968）、根室半島沖地震（1973）、浦河沖地震（1982）といった大きな被害地震が頻繁に発生している。道路の地震対策の検討について、これまで個々の構造物の耐震性を点的に点検して、それを積み上げる方式を基本に行ってきた。しかしながら、社会全体の情報化・ネットワーク化・システム化が高度に進んだ今日、道路網をシステムとしてとらえ、地域の防災として総合的に検討することが望まれている。

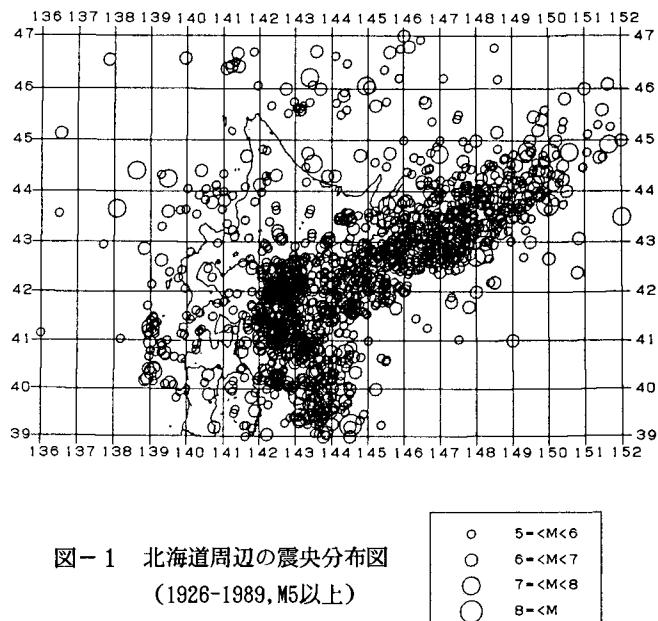
本研究では、北海道における地震活動、地震被害とその影響、地盤特性などに関する情報を体系的に収集・整理するとともに、モデル地域を対象に非常に大規模な地震を想定した被害想定解析と、その地域間比較分析などを行い、道路網としての耐震性評価法について検討する。

本報告は、本研究の第1報として、北海道の地震環境と道路網に関する基礎的な検討結果を報告するものである。

2.昭和以降の北海道周辺の地震と道路網

札幌管区気象台では、昭和（1926年）

以降の北海道周辺の有感地震約7千件余りについて、その発生日時、震源位置、マグニチュード、各気象官署の震度階などをとりまとめてファイル化している。図-1は、このデータからマグニチュード5以上のものを抽出して震央をプロットしたものであるが、北海道の太平洋沿岸地域が地震の影響を大きく受ける地域であることがよく分かる。図-2は、根室・釧路・十勝・日高地域の気象官署における各震度階の発生頻度を勝又ら¹⁾の式に従って整理し、文献2)に示される全国各地の図に加筆・比較したものであるが、これを見ると、釧路や広尾、浦河などは東京にも匹敵する地震多発地帯であることが容易に理解できる。



この地震データに道路橋示法書³⁾に示される距離減衰式(II種地盤)を適用し、全道の2次メッシュ中心位置における地表の水平成分最大加速度を地震ごとに推定して、64年間分を大きい順に並べて過去最大値のメッシュ図にまとめたのが図-3である。これを見ると、浦河、静内、門別などの日高地方沿岸地域と日高山脈内陸部の加速度値が特に大きく、350gal以上の値を示していることが分かる。また、釧路の沿岸部や釧路・十勝の支庁界付近でも高い値を示すメッシュがある。なお、留萌北西部に独立して高い値を示す地域があるが、この地域は従来地震の危険度が低いとされており、道路橋示法書の地域区分においても低い区分に位置づけられているので、今後注意を要するものと考える。

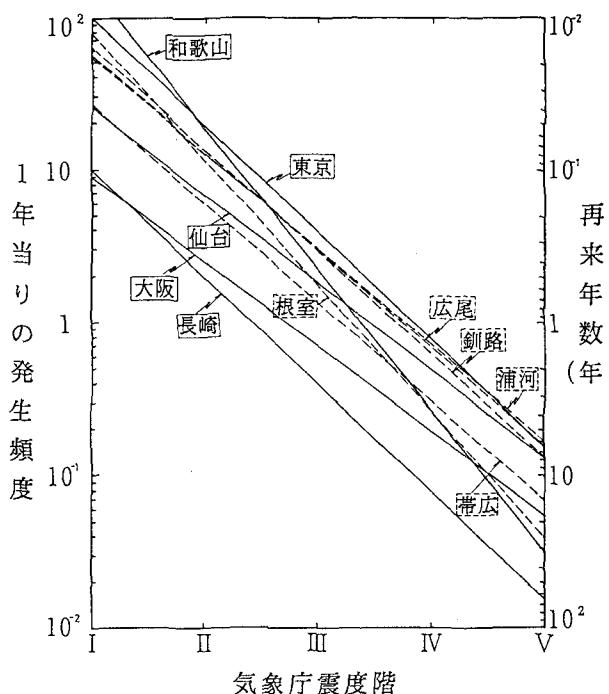


図-2 震度階と地震の発生頻度(文献2)の図に加筆)

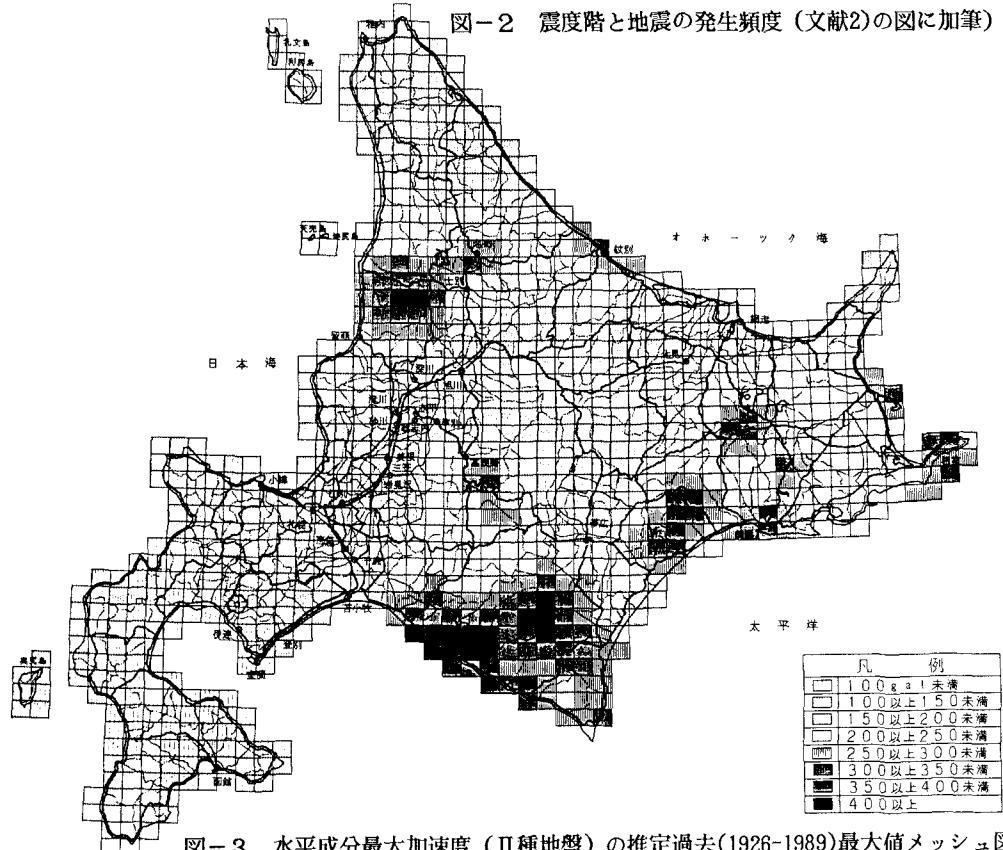


図-3 水平成分最大加速度(II種地盤)の推定過去(1926-1989)最大値メッシュ図

図-3をさらに道路網との関係でとらえるため、国道を区間（主要道程度以上の幹線道路との交点で分割）に分け、通過メッシュと通過延長から推定過去最大加速度の平均値を算出して、区間数で集計した（図-4）。これを見ると、昭和以降の64年間という短い期間だけ見ても、道内国道の3割弱の区間が200gal以上の大さな加速度を過去に経験しており、将来的にも地震の影響を大きく受ける可能性の高いことが分かる。

3. 北海道防災会議の想定地震

北海道防災会議では、北海道大学に委託して、「北海道における地震災害の地域特性に関する調査研究⁴⁾」をとりまとめた。この中で、阿部は北海道における被害地震表(1611～1983)を作成するとともに、北海道に将来被害を及ぼすであろう想定地震を図-5のように設定した。その後、この想定地震は同会議で正式に認められた⁵⁾。

札幌管区気象台の地震データは、期間は64年間と短いが、一定水準以上の計器の記録に基づくもので、データとしては水準のそろったものである。一方、阿部のまとめた被害地震表は、期間は長いが、古いものはある程度推定誤差が含まれるものと思われる。

また、想定地震については、地震の危険を広く各方面に喚起する意味では、非常に具体的で迫力のあるものではあるが、必ずしもその場所だけに将来地震が発生するというわけではないので、代表的な事例としてはよいが、あらゆるケースを想定した対策の検討に用いるには適当でない場合もあると考える。そこで本研究では、札幌管区気象台の地震データを基礎にしつつ、北海道防災会議の想定地震も適宜用いて必要なチェックを加えるという立場を基本に検討を行うこととした。

4. 震度階と地震動

地震動の強さを表す指標としては、震度階が古くから広く使われており有名である。この他、加速度、速度、変位といった物理量、構造物の応答を想定した各応答スペクトル、またS I (Spectrum Intensity)のように応答スペクトルから算出するものなどもあり、それぞれ構造物の被害と関連づける検討などが数多く行われている。しかし、各種構造物の被害予測に汎用的に利用でき、かつ広く一般的に認知されている指標となるとまだないのが現状である。より正確に被害予測を行おうとすれば、それぞれの構造物を厳密にモデル化して、数種の地震波を用いた地震応答解析を行い、構造物の各所に発生する力や変位を詳細に把握しなけ

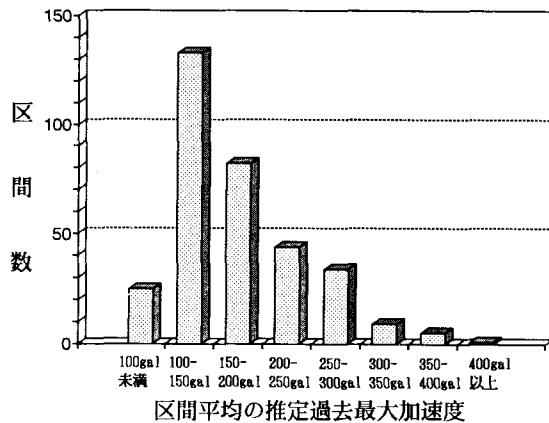


図-4 道内国道の区間平均の推定過去最大加速度集計結果

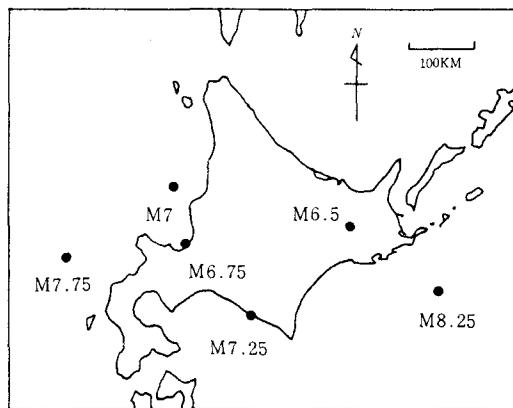


図-5 北海道防災会議の想定地震⁵⁾

ればならない。しかし、個々の構造物の被害予測を厳密に行うこととは、本研究の目的とするところではない。むしろ、被害が発生しやすい区間を的確に把握して、道路網の機能に求められる耐震性を適切に評価する方法を検討するのが第一義の課題である。そこで本研究では、古くから広く用いられてきた震度階をベースに総合的な地震動強さの規模推定を行うこととし、推定の際には最大加速度、最大速度、最大変位、S I といった地震動の強さを表す指標を総合的に勘案することとした。これは、地盤によって地震の增幅特性が異なる上、構造物によっても強く影響を及ぼす地震動要素が異なるので、単一の指標で地震動強さの規模を表しきれないと考えたからである。地震動強さの規模に応じた構造物の被害発生の確率を表すマトリクス表の作成等については次報以降にゆずるが、ここではその基礎的検討として、震度階と各地震動指標の対応関係について検討した結果を示す。図-6(a), (b), (c), (d)は、札幌管区気象台の地震データに記載されている地震ごとの各気象官署の震度階を、道路橋示方書³⁾の距離減衰式（II種地盤）による水平成分の最大加速度、最大速度、最大変位、並びに吉見ら⁶⁾の提案する距離減衰式（II種地盤）による S I の推定値と比較したものである。これらを見ると、震度階が上がるに従って各地震動指標も着実に増大しており、震度階ごとの各地震動指標の平均値を中心におおむねの対応関係が見い出せることが分かる。

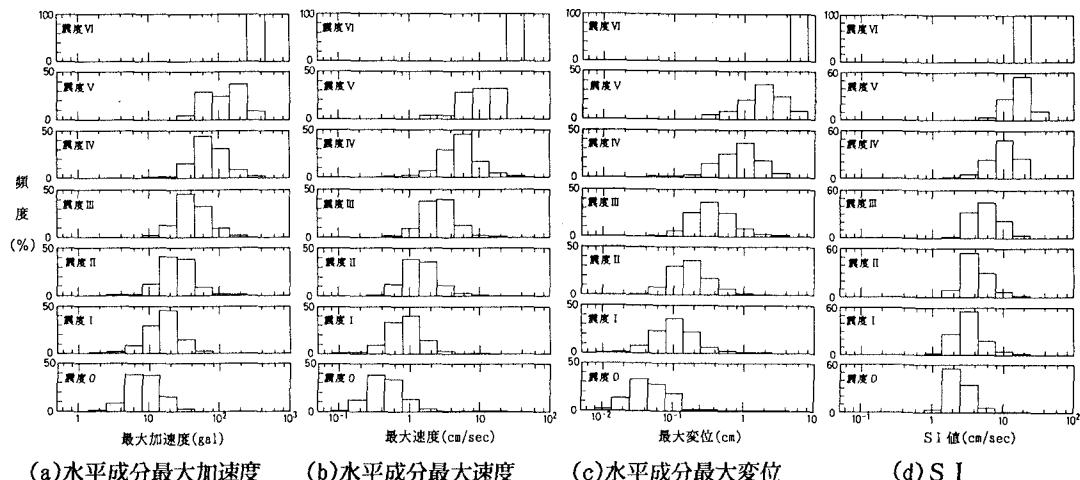


図-6 気象官署の震度階と距離減衰式による各地震動指標推定値の比較

5. おわりに

道路に求められる機能は、近年急速に変わりつつある。道路防災が守るべき対象は、人の生命や構造物としての道路だけではなく、地域の生活自体でもある。本研究は、地震という非常にまれに発生する災害時に道路網が受ける被害を分析して、道路網の機能に求められる耐震性の評価法を開発しようとするものである。今後は、本報告で検討した基礎的データをベースに、地震応答計算に基づくモデル地域の被害想定解析とその地域間比較分析などを行う予定である。この過程では、実際に道路の各区间に存在する危険箇所の実態や、各地域の代表的地盤の地震增幅特性などについても明らかにしていきたいと考えている。

最後に、本研究を実施するにあたり、北海道周辺の有感地震ファイルを快くご提供下さった札幌管区気象台の関係各位に、この場を借りて厚くお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1)藤又謙、篠永規一；震度 4 の範囲と地震の規模および震度と加速度の対応、震震時報、第36巻、第3,4号、1971.
- 2)土岐薫三；土木学会編 新体系土木工学11「構造物の耐震解析」、1981年4月。
- 3)(社)日本道路協会；道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編、平成2年2月。
- 4)北海道；北海道における地震災害の地域特性に関する調査研究、昭和82年3月。
- 5)北海道防災会議；北海道地域防災計画（地震防災計画編）、平成2年3月。
- 6)吉見精太郎、佐々木康、桑原徹郎；地震動強さ S I の距離減衰特性に関する検討、第20回地震工学研究発 表会講演概要、平成元年7月。