

## (10) 北海道の国道における落石覆道の現状について

北海道開発局 建設部 道路維持課長

東 紀夫

北海道開発局 開発土木研究所 構造研究室 副室長 ○山内敏夫

研究員 城野忠幸

### 1. まえがき

1989年7月の福井県越前海岸をはしる国道305号での崩落事故<sup>1)</sup>を契機として、国民の道路防災施設、特に落石防護工の安全性についての関心も高まった。こうした中、北海道の国道を管理している北海道開発局としても、平成元年度に、全道の国道にある既設の落石覆道112箇所(総延長18.508km)の点検調査を実施しており、今回この調査資料に基き、北海道内での落石覆道に関する地域的特徴、設計に用いた落石荷重、落石の実態状況及び覆道形式等につき取りまとめたので報告するものである。

### 2. 北海道の道路の歴史

北海道がまだ蝦夷地と呼ばれていた江戸時代までの道内の交通情況は、蝦夷地では開削された道路も橋梁もなくわずかにアイヌの往来した経路があるだけであり、馬の飼育もしなかつたので往来は極めて不便であった。したがって和人が蝦夷地を旅する時は船に頼り、たまたま陸路を行く者があっても海岸を行き、難所は船で越えるのが普通であった<sup>2)</sup>。また、この時代は松前藩が蝦夷地を統治していたこともあり、行財政の中心は松前がある道南の渡島半島であった。

明治2年7月、明治新政府は太政官に直属する機関として開拓使を設置し、同年8月には太政官布告をもって蝦夷地は北海道と改められた。その後本格的に開拓者が入植し開発が進められたが、北海道でも交通機関の整備の中心は鉄道であり、道路の整備は取り残されていた。

昭和25年に成立した「北海道開発法」による北海道開発局の設置や昭和29年に発足した第一次道路整備五箇年計画もあり、北海道の国道は、これ以降本格的に整備された。

特に「にしんのみち」<sup>3)</sup>と呼ばれる江差より日本海に沿って稚内に至る道の沿道には、現在でも荒廃した袋淵や鯨番屋などが点在し、往時の鯨漁地帯の名残りを残している。この間には、難所といわれた茂津多岬(現一般国道229号瀬棚～島牧間)、雷電岬(現一般国道229号岩内～寿都間)や雄冬岬(現一般国道231号千代志別～雄冬)があり、ここでは峻険な海岸線が続き、道路開削の困難さを物語っている。この結果、雷電岬の一次改築が終ったのは昭和38年<sup>4)</sup>であり、茂津多岬は昭和51年<sup>4)</sup>であった。また、雄冬岬にいったては昭和56年であった<sup>3)</sup>。

### 3. 北海道の国道

北海道の国道は、北海道開発局が全線直轄にて一元的に管理しており、その路線数は44路線、道路実延長で5,845kmであり、全国比で12.5%を占めている。この延長の国道を、北海道開発局の地方出先機関である10の開発建設部とその下部機関である道路事務所及び道路維持事業所で維持管理している。

国道網としては、上記の国道を始めとする路線により、ほぼ全道の海岸線を網羅している。

#### 4. 落石覆道に関する調査結果

##### 4. 1 覆道の建設箇所、延長

##### A) 覆道の国道路線別建設箇所について

調査対象の112箇所の落石覆道の位置を北海道地図にプロットしたのが図-1であり、その結果は全体の85%の96箇所が道南、積丹、留萌、えりも、広尾の海岸線に設けられていた。

これを国道の路線名(区間)別に設置箇所数順に分類すると以下の通りになる。

- 1) 一般国道336号(えりも～広尾間) : 33箇所～6,297m
- 2) 一般国道231号(浜益～留萌間) : 18箇所～2,121m
- 3) 一般国道229号(瀬棚～島牧間) : 10箇所～1,029m
- 4) 一般国道229号(岩内～寿都間) : 9箇所～2,329m
- 5) 一般国道228号(福島～松前間) : 8箇所～907m

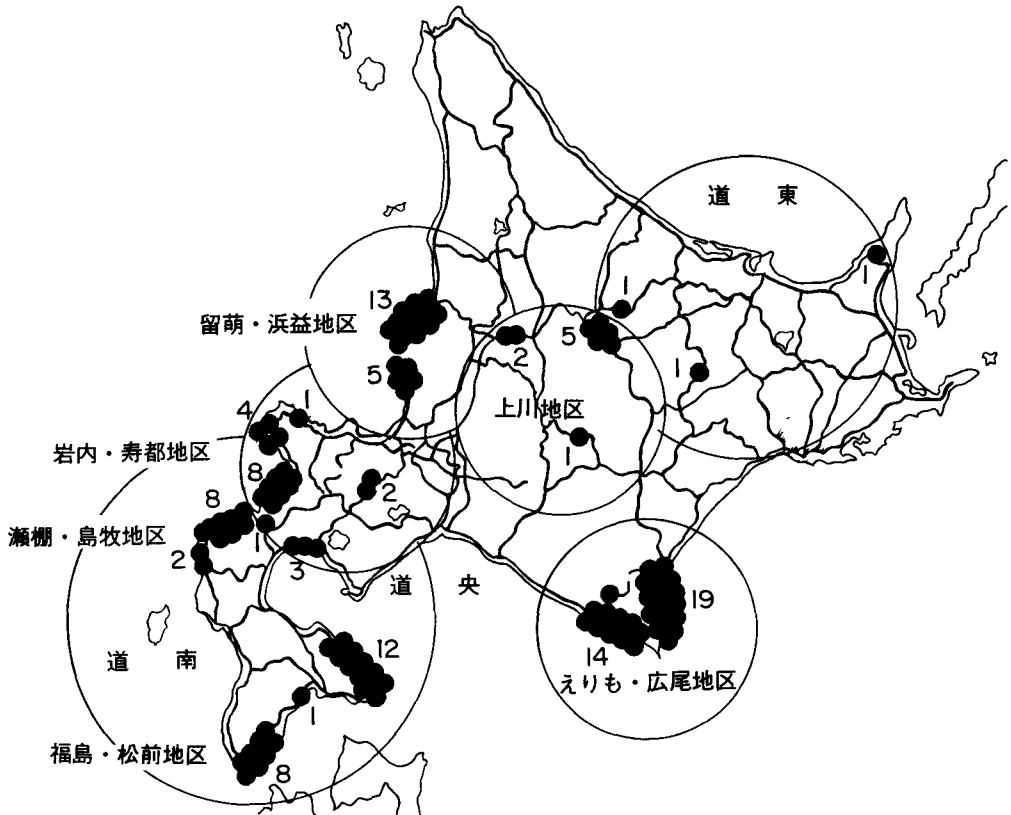


図-1 北海道内の覆道施設箇所図

B) 覆道箇所の地域的分布について

覆道の建設箇所の地域的分布結果は、函館を中心とする道南地域が全体112箇所の内32箇所（29%）であり、えりも、広尾がある襟裳岬周辺地域が33箇所（29%）、札幌を中心とする道央地域は18箇所（16%）となっていた。

C) 覆道の構造形式について

覆道の構造形式についてRC構造、PC構造及び鋼製構造に分類したのが表-1である。

表-1 覆道の構造形式に関する箇所別及び延長別分類

	箇所別	延長別
RC構造	97箇所（86.6%）	17,139m（92.6%）
PC構造	11箇所（9.8%）	1,085m（5.9%）
鋼製構造	4箇所（3.6%）	284m（1.5%）

表-1よりも明らかなように、北海道の国道の落石覆道の構造形式については、RC構造が箇所別及び延長別でも圧倒的に大多数を占めていた。

鋼製構造の覆道は、兜覆道（229号）、ほうらい覆道（236号）、雄冬覆道（231号）及び歩古丹覆道（231号）であり、これらは落石荷重が小さかったり、覆道のポケットが広がったりした理由により採択されたものである。

4.2 設計時の落石荷重

A) 落石荷重の算出について

落石荷重は、設計時点での現地調査に基づき、弾性体の衝突理論を準用した振動便覧<sup>6)</sup>の次式（式-1）にて算出していた。

$$P=2.455 \cdot W^{\alpha} \cdot \lambda^{\beta} \cdot H^{\gamma} \cdot \alpha \dots \dots (1)$$

ただし、P：落石による衝撃力（t）、W：落石の重量（t）

λ：ラーメ定数（t/m<sup>2</sup>）、H：落石の高さ（m）

α：緩衝材厚さによる割増率

ここで、式-1を使用するに際し、ラーメ定数は、殆どの覆道で落石対策便覧<sup>6)</sup>にある100を用いていた。また、式-1は垂直自由落下型の推定式であるので、現地の状況により斜面転落型と判定できる箇所については、斜面傾斜角、落石の形状、斜面の凹凸及び立木の有無等も考慮の上、補正<sup>7)</sup>を行って落石荷重を算出していた。

## B) 落石の高さ (H) について

落石の高さに関し、その分布状況を、設計の荷重が土砂であるものを除いた、99箇所について取りまとめたのが、図-2 (a) である。ただし、ここでは、設計の対象となる落石位置までの垂直高で整理してある。

その結果として、全体の8割の79箇所で落石の高さは、5~40mの範囲にあり、ピークは、20~30mであった。

落石の高さが、40m以上の覆道も20箇所あったが、これらは全て落石形態が斜面転落型であり、実際に設計に用いた値は斜面転落型の補正がなされていた。

覆道の構造形式別では、PC及び鋼製の両タイプの覆道とも、設計に用いた落石高さ分布では、RC覆道の分布と比べて有意な差は認められなかったが、

先に4.1.C)でも述べたが、現場条件により、落石形態がポケットが広い斜面転落型であったり、垂直自由落下型の場合でも、落下高が低い箇所に建設されていた。

## C) 落石の径 (φ) について

落石の径 (φ) については、B)と同様の99箇所の覆道を、設計に用いた落石径別に取りまとめたものが、図-2 (b) である。これよりも明らかなように、全体の95%を占める94箇所の覆道で、φは1.2m以内であり、特に、φ=0.8~1.2mが、71箇所と大多数であった。φが1.2mより大きなもので設計されている覆道も5箇所あったが、これらは全て斜面転落型の覆道であり、衝撃力の計算時に補正がなされていた箇所であった。

覆道の構造形式別では、PC及び鋼製覆道については、特殊な設計の1ケースを除いて、斜面転落型の場合ではφ0.8m、それ以外では、φ0.5m以内であり、比較的落石径の小さい箇所に、採用されていた。

## D) 落石防止網の設置の有無について

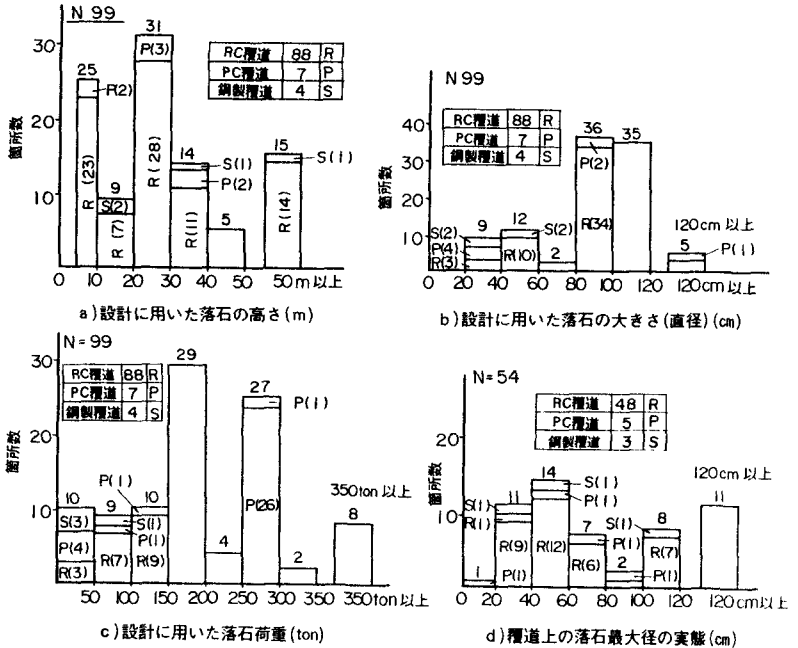


図-2 落石に関するデータ分布図

落石防止網については、覆道建設以前に設置されたものを含めて、設置箇所数は全体の62%の69箇所であった。

この外、斜面を吹き付けコンクリート工、法枠工及びロックアンカー工で処理していた覆道箇所もあった。

#### E) 落石の荷重について

図-2(c)は、B)と同様の99箇所の覆道について、設計に用いた落石による荷重(t)を、50tonごとに分類し、取りまとめたものである。

これより明かのように、全体の90%を占めてる89箇所の覆道で、300ton以内であり、特に150ton~200tonおよび250ton~300tonに二つのピークがあった。また、150ton~300tonの間に60箇所の覆道があり、大多数を占めていた。また、落石が覆道の頂版中央に落下したのものとして計算すると300ton以上になる覆道も10箇所あったが、これらの覆道については、山側斜面の状況より判断すると、落石荷重の形態は斜面転落型であり、なおかつ、山側にポケットがあるので、落石については、このポケット部分で受ける様になっていた。

PC及び鋼製においては、特殊な設計の1ケースを除いて130ton以内の覆道箇所に採用されていた。

### 4. 3 落石覆道上の落石実態調査及び落石覆道の変状

#### A) 落石の径(φ)について

覆道上の落石最大径の実態調査結果を、落石の径(φ)別に集計したのが図-2(d)である。

その結果、覆道上の落石が観測されたのは54箇所であった。それによるとφ1.2m以下が全体の80%の43箇所であった。φ1.2m以下では径別の分布状況に関する特徴はなかったが、その中ではφ0.4~0.6mが14箇所と一番多かった。

また、PC及び鋼製覆道に関しては、鋼製覆道でφ1.0mの落石が1箇所で観測されたが、それ以外では、φ0.8m以下であった。

今回の落石実態調査から見ると、設計時に想定していた落石径は、大旨妥当であったといえる。

#### B) 覆道の変状について

覆道の変状について調査したところ、海岸線における一部の覆道において、塩害によるヘアークラックが見られたが、落石等による衝撃力を起因とする変状は発見されなかった。

### 5. 調査結果に基づく今後の対処方針

今回の調査では、落石に起因する落石覆道の変状に関し、全覆道において問題はなかったが、建設後十数年を経過した覆道では、山側斜面の変化により、設計時点とはその評価も変わってきていることが判明したので、北海道の国道を管理している北海道開発局としては、今後なお一層詳細に調査を行ない覆道についても、現地条件にあわせ切土や浮石除去による落石予防工とか、落石防止網等による落石防護工とかの組み合わせも考慮の上、更に十分な安全対策を立案して対処していく方針のもと、道路利用者

の安全確保に努める所存である。

## 6. まとめ

北海道の国道を管理している北海道開発局が、平成元年度に全道で112箇所の既設の落石覆道を調査したところ、以下の特徴があることがわかった。

- 1) 全落石覆道の内96箇所(85%)が海岸線に建設されていた。しかも、それらは、むかしから難所といわれた峻険な海岸線が続く一般国道336号(えりも～広尾間)や、一般国道229号に集中していた。
- 2) 覆道の構造形式に関しては、箇所別、延長別ともRC構造(場所打ち鉄筋コンクリート構造)が大多数であった。
- 3) 落石荷重に関しては、落石便覧にある振動便覧の推定式である式-1により計算していた。
- 4) 設計に用いた落下高について、2.0～3.0mが一番多かった。また、落石までの垂直高が4.0m以上の箇所では、全て落石の形態が斜面転落型の設計による覆道であった。
- 5) 設計に際し、調査結果を基に想定した落石径は、 $\phi 1.2\text{m}$ 以下のものが覆道数で95%を占めており、その中でも $\phi = 0.8 \sim 1.2\text{m}$ が一番多かった。
- 6) 半数以上の覆道には、落石防止網等を組み合わせた予防措置もとられていた。
- 7) 設計に用いた落石荷重に関しては、300ton以下で設計されていたものが、89箇所(90%)と大部分をしめていた。また、覆道の構造形式別では、RC構造(場所打ち鉄筋コンクリート構造)の覆道の方が、他の形式のものより、落石荷重が大きい傾向にあった。
- 8) 覆道の変状に関しては、落石等による衝撃力を起因とする変状は、発見されなかった。
- 9) 覆道上の落石最大径実態調査から見ると、設計時想定した落石径は、大旨妥当であった。

## 7. あとがき

北海道は、本州と比較して特に厳しい積雪寒冷地でもあり、このため斜面も凍結融解の作用を繰り返し受け、背後条件が年々変化していることに加え、峻険な海岸線が多いという条件を有している。

こうした中、北海道の国道を管理している北海道開発局としては、今後とも落石防護施設の充実に努めると共に、道路防災施設を含めた道路の安全パトロールをより一層強化して、道路利用者の安全確保に全力を上げる所存である。

最後に、本調査結果が衝撃問題に感心を有する研究者の今後の研究の一助になることを希望すると共に、今回のとりまとめに全面的な協力を頂いた「北海道開発局道路防災施設研究委員会」の委員、幹事並びに各開発建設部の担当者の皆様に感謝の意を表わします。

### (参考文献)

- 1) 建設省道路局：一般国道305号崩落事故の概要、道路、1989年8月
- 2) 北海道道路史調査会：北海道道路史Ⅰ行政・計画編
- 3) 北海道道路史調査会：北海道道路史Ⅲ路線史編
- 4) 北海道開発局小樽開発建設部編纂：後志の国道、1990年5月
- 5) 土木学会：土木技術者のための振動便覧(第二版)
- 6) 日本道路協会：落石対策便覧、昭和58年7月