

【特別講演】

ルランベツ覆道における落石災害に関する報告

北海道開発局室蘭開発建設部 熊谷守晃

1. はじめに

平成4年12月4日(金)未明、図-1に示す一般国道336号様似町字幌満のルランベツ覆道で大規模な岩塊の崩落があり、覆道の頂版に多数のクラックが入り、海岸の柱にも大きなクラックが入る被害があった。幸い歩行者や通行車両に対する直接的な被害はなく、6日間の全面通行止めの後、片側交互通行させながら復旧作業を実施している。

現在、復旧作業と並行して被災状況の調査を行っているので、今回その概要を報告する。

2. 崩落地付近の地形・地質

崩落地付近の岩盤斜面は、図-2に示す様に、平均斜面高約90mで凹凸が大きい平均傾斜約60°の急斜面からなっている。斜面に分布する岩盤はホルンフェルスで、垂直系および水平系の節理が発達し、特に垂直系の節理が卓越している。

また、全体的に凸型斜面に近い形状で、オーバーハングした箇所もいくつか存在している。

このため、年に数回小さな落石があり、通行車両に被害を及ぼす可能性もあったので、昭和51年～54年にかけて道路管理者である室蘭開発建設部がルランベツ覆道(落石覆工)を建設した。その際、覆道の上部の岩盤斜面を吹付コンクリートにより被覆している。



図-1 ルランベツ覆道 位置図

3. ルランベツ覆道

今回被災したルランベツ覆道は、幅13.55m×高さ7.80m(内空10.75×5.10)のRC箱型ラーメン構造で、頂版厚は1.20m、海岸の柱は中心間隔4mで1.30m×1.30mの正方形断面である。基礎は直接基礎で、海岸側は海岸擁壁で浸食を防いでいる。また、砂質土系の緩衝材を頂版上に施工している。

頂版は、図-7に示す様に、主鉄筋としてD29鉄筋を25cmピッチに、配力筋として上段にD16鉄筋を25cmピッチ、下段にD19鉄筋を12.5cmピッチに配筋している。

海岸の柱は、図-8に示す様に、主鉄筋としてD32鉄筋を上部は3本、下部は2本束ねたものを15.71cmピッチに、帯鉄筋としてD13鉄筋を25cmピッチに配筋している。

1ブロックは延長1.2m、全部で19ブロックからなり、今回浦河町側から数えて8番目のブロックが大規模な岩塊の崩落により被害を受けた。

4. 設計落石荷重

ルランベツ覆道の設計に用いた落石荷重は、振動便覧の推定式を用い、過去の実績等を考慮して落石重量 $W = 1 \text{ tf}$ 、落下高さ $H = 20 \text{ m}$ と仮定して、 145 tf としていた。

5. 岩塊の崩落経路

今回崩落したのは、標高55～75mにある最大のオーバーハング部で、幅が約12m、長さが約20m、最大厚さが約7mあり、全体ボリュームは約400m³と推定される。

図-2に示すように、これらの岩塊は覆道頂版上面から約29mの高さ付近の斜面中腹で一度バウンドして吹付けコンクリートの一部を壊し、ロックネットを引っ掛けた後、大きく二方向に別れて覆道上部に落下し、さらにその一部が海浜・海中にまで飛び散っていた。

崩落面のうち上部2/3は完全に褐色化し、残りの下部1/3は暗灰化部分と褐色化部分が混在していた。このことは、崩落以前において、すでに崩落面上端部から割れ目に沿う風化が進行し面の下部が支えとなって保たれてきたオーバーハング部が、最後に崩落面の割れ目に沿うクラックの進展により崩落に至った可能性が高いことを示している。

しかし、斜面を被覆している吹付けコンクリートの表面には変状が現れていなかったため、岩盤内部のクラックの進行を外部から発見することができなかったものと考えられる。

6. 岩塊の飛散状況

崩落した岩塊は、図-3に示す様に、径50cm～3mの比較的大きな塊十数個と、無数の小塊・砂礫となって覆道上部と海岸部に飛び散っていた。

覆道の損傷状況から、最も影響が大きかったのは、No.7 (1.80×1.00×1.40), No.8 (2.15×1.10×1.55), No.11 (2.85×2.30×1.00) の三岩塊と考えられる。ただし、これらが、落下の衝撃で三つに割れたのか、割れた状態で落下してきたのかは不明である。

特に、換算重量が約17tfもあるNo.11は、覆道の中に1m以上もめり込んでおり、崩落の衝撃の凄まじさを物語っている。

また、No.1～5は今回被災したブロックの隣のブロックに落下していた。中でもNo.3は、1.89×1.75×1.40とかなり大きく、当然設計荷重を上回っていたわけであるが、当該ブロックは被災しておらず、興味深い。

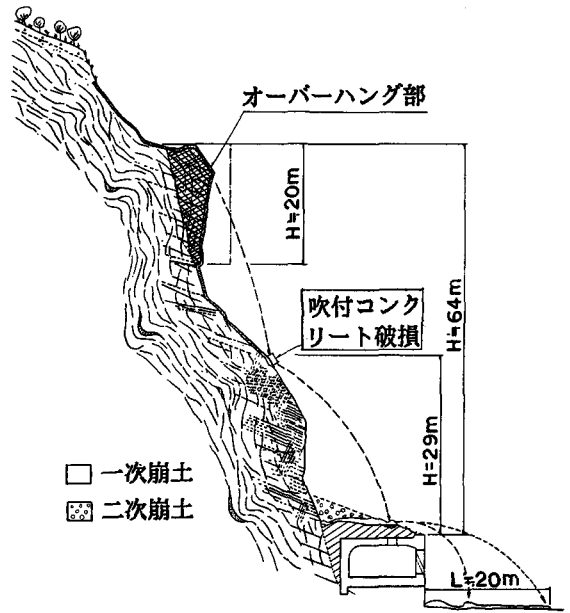


図-2 岩塊の崩落経路

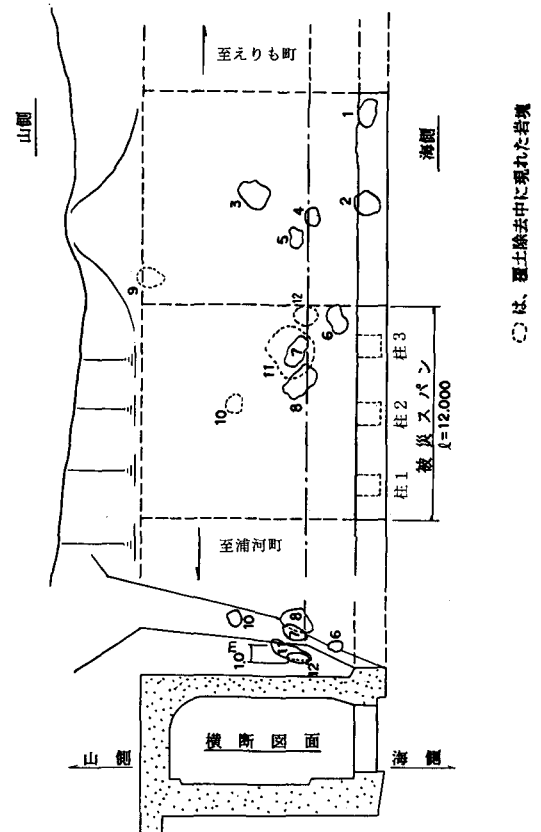


図-3 岩塊の飛散状況

7. 覆道海岸柱の被災状況

図-4は、覆道の海岸柱に発生したクラックの展開図である。

柱1、2ともに天井から柱の中間まで約45°の角度で数本のクラックが入っており、最大幅は各々10mmと22mmで、クラックに挟まれた部分が柱1で数mm、柱2で最大10mm浮き上がっていた。

最も被害が大きかったのは柱3で、天井から斜めに底部まで達する最大幅37mmのクラックをはじめ数本のクラックが生じ、それらのクラックに挟まれた部分がA面で最大15mm、B面で最大32mm浮き上がっていた。

また、海岸側のコンクリートが一部剥離し、内部の鉄筋が露出していた。露出した鉄筋は塩害のため腐食が進んでいるものもあったが、大半は健全な状態であった。

解体調査の過程で、破断した帯鉄筋が発見された。クラックの発生箇所とは必ずしも一致していないが、破断面の様子から瞬間的に切断されたものと思われる。

以上に述べた破壊状態から、覆道の海岸柱は、瞬間的に荷重が作用したことにより、脆性破壊を生じたものと考えられる。

8. 覆道頂版の被災状況

図-6は、覆道内から天井面のクラックを調査した結果を図化したものである。

覆道の天井は全体的に下がっており、P=11ラインで浦河側が5mm、えりも側が48mmの落差を生じていた。

P=8~12ラインと平行に幅2~5.5mm程度の大きな縦断クラックが多数入っていた。さらに、岩塊No.11の落下箇所の直下付近から放射状にクラックが広がっており、柱1、2の根元にまで達しているものもあった。また、ほとんどのクラックで水が滲んでいたことから、頂版上面までクラックが達していたと思われる。

天井面のクラックの状態から判断すると、頂版に典型的な曲げ破壊が生じていたと考えられる。

図-5は、落石や覆土を取り除き、覆道の頂版上面のクラックを調査した結果を図化したものである。

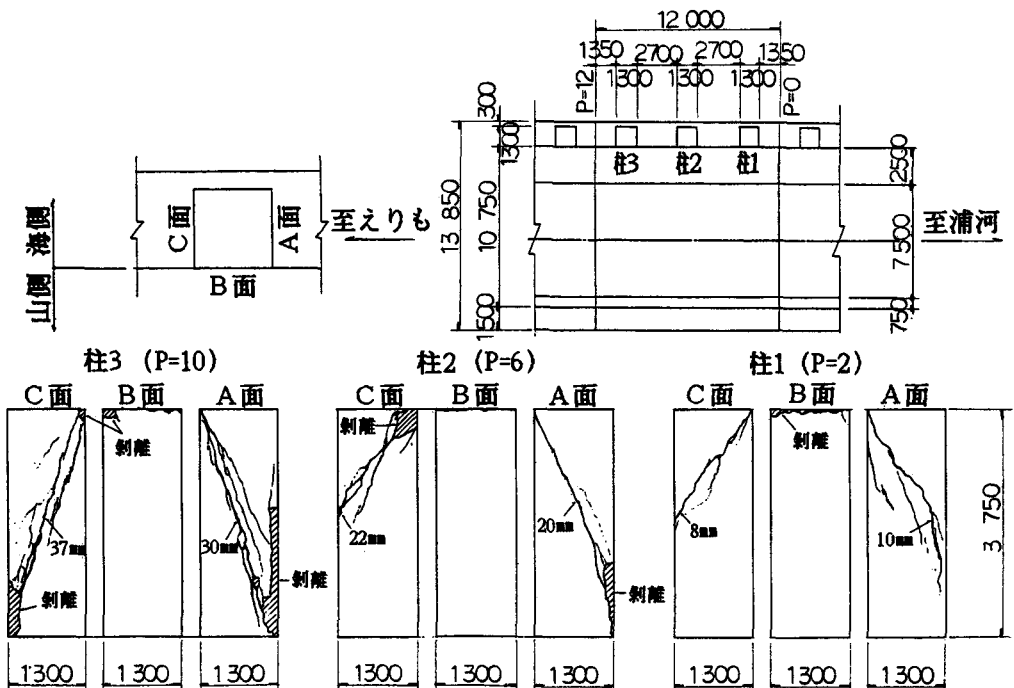


図-4 覆道海岸柱クラック展開図

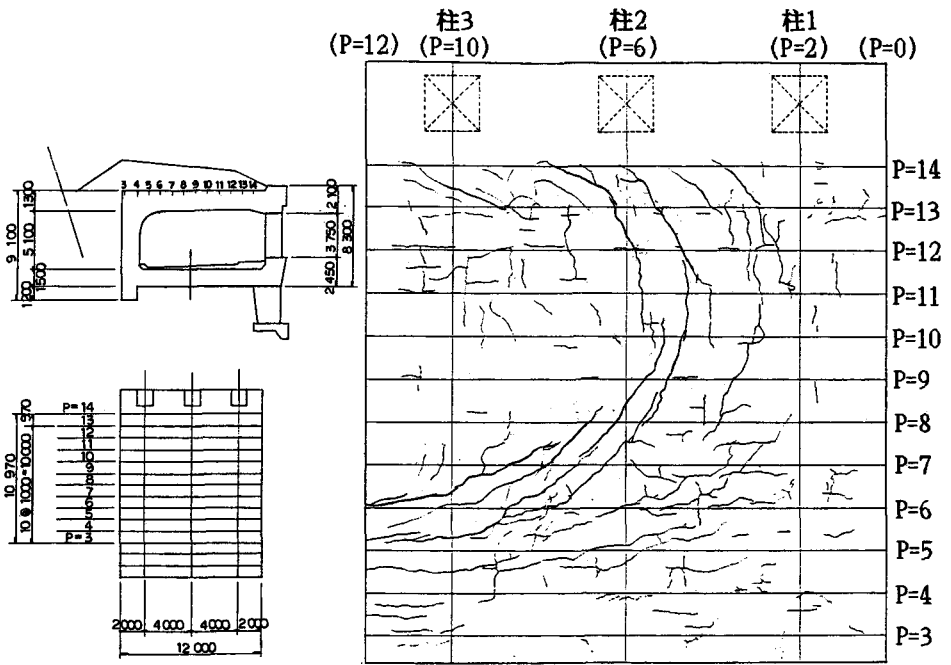


図-5 覆道頂版上面のクラック

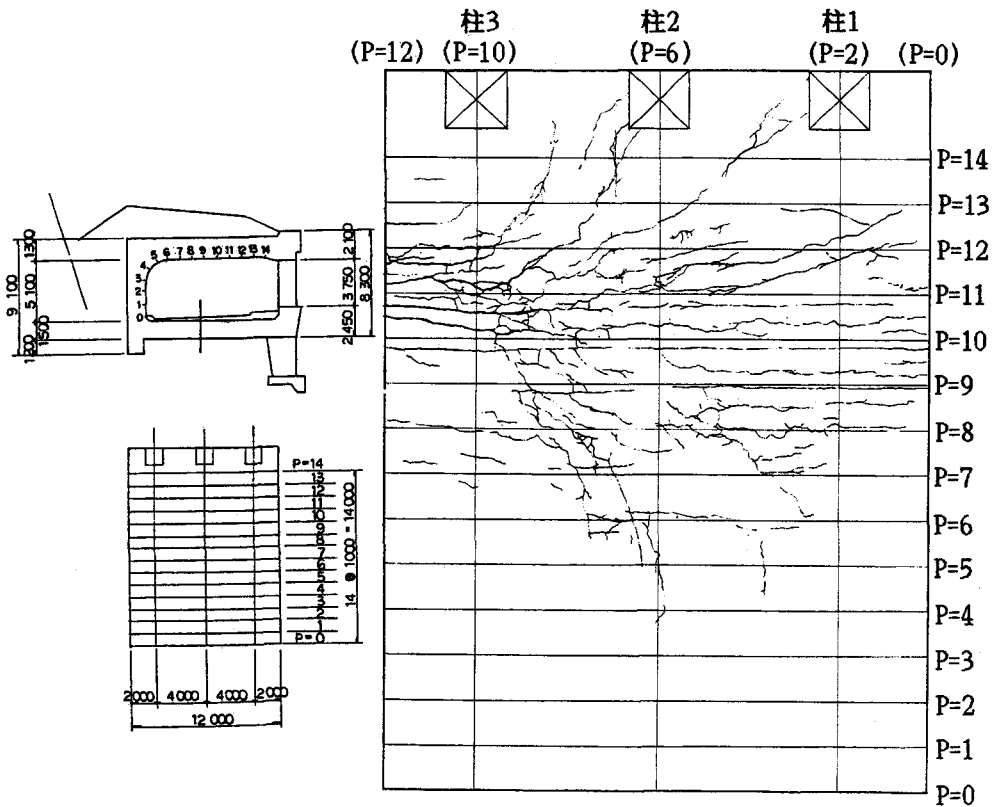


図-6 覆道頂版天井面のクラック

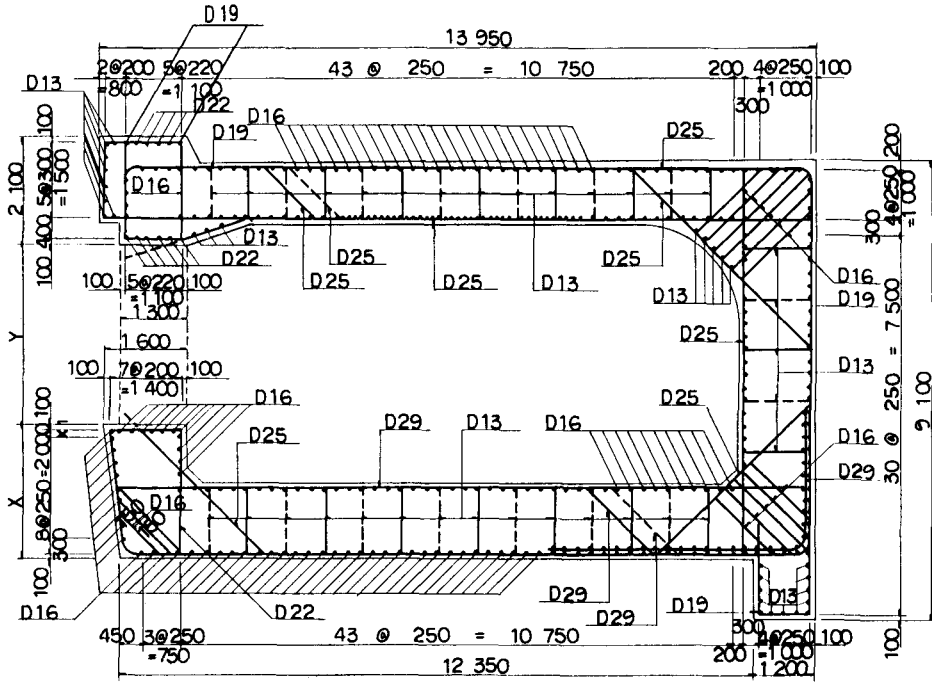


図-7 覆道の配筋図

落石によると思われる目立った汚れや傷は見つからなかったが、岩塊No.11の落下箇所付近には縦横にヘアークラックが発生していた。

また、岩塊No.11の落下箇所付近を中心に、4 mほど離れたあたりから同心円のようなクラック（幅1～3.5mm）が数本発生していたが、放射状のクラックは見られなかった。

9. おわりに

今回の落石の規模は、設計で想定した規模をはるかに上回っていたものと推定されるが、幸い覆道の損傷程度は、落石の規模に比べて非常に少なかった。

今後は、さらに詳細な調査、解析を実施し、

- (1) 落石衝撃力として覆道にどの程度の外力が作用したのか
- (2) 覆道の耐荷力がどの程度であったのか

を解明し、

(3) 現行の設計法について何らかの提言ができればと考えている。

最後になりましたが、今回の調査にあたり、ご指導いただいた室蘭工業大学岸徳光助教授、北海道開発局開発土木研究所中野修構造研究室長をはじめ関係各位に記して謝意を表します。

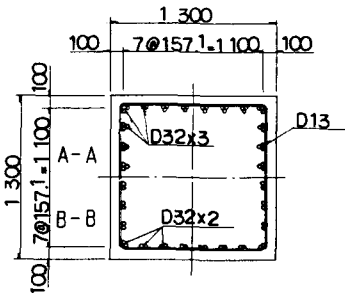
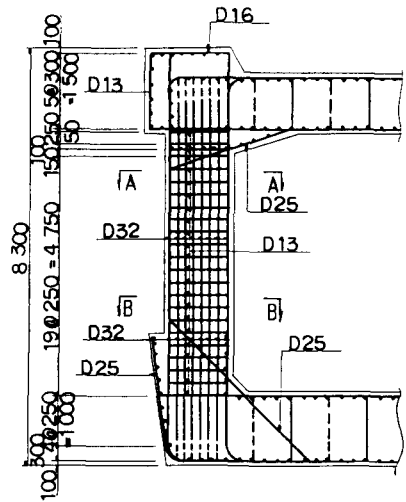


図-8 覆道海岸柱の配筋図