

環境に配慮したトンネル掘削計画

沖縄総合事務局 北部国道事務所 非会員 照屋 悟
 (株) オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○出本 剛史
 (株) オリエンタルコンサルタンツ 非会員 片山 武

1. はじめに

一般国道 58 号は、沖縄北部の幹線道路として利用されているが、沿岸部では、台風時に越波による通行止めが発生している。そこで、現在の道路よりも内陸部にトンネルを建設する防災事業を進めている。(図 1 参照)

トンネル建設予定地は、下記に示す環境条件を有しており、トンネル設計時に重要事項として対処する必要があった。

- ・ 終点側坑口から約 400m 離れた砂浜は、ウミガメが上陸・産卵する
- ・ 現道 (国道 58 号) ののり面は、剥離性の強い岩盤であり、コンクリート吹き付け、落石防護柵などの落石対策を実施している

本稿では、これらの環境条件に対応したトンネル掘削計画について報告するものである。

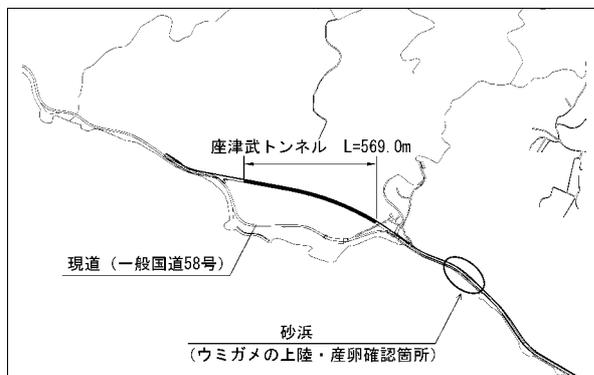


図 1 位置図

2. 環境条件

(1) ウミガメ

終点側坑口から約 400m 離れた砂浜に、ウミガメの上陸・産卵場が確認されている。トンネル工事では、発破振動・発破騒音・低周波あるいは仮設ヤードの照明や騒音などが環境に影響を及ぼすと考えられるが、いずれもウミガメにどの程度影響を及ぼすのか不明であった。

そこで、有識者からなる委員会を設立し、ウミガメ保全のために行うべき対策について検討した結果、人工照明や騒音を極力抑制する必要があるとの答申を受けた。

また、ウミガメは産卵シーズン (5~8 月) に特にナーバスになり、環境が変化すると産卵せずに帰海することが知られている。従って、トンネル前後の道路工事については、この期間の工事を中断することも対策の一つとしているが、トンネル工事は切羽を止められないことから、影響抑制対策が必須と考えた。

(2) 現道脇斜面

現道脇の斜面は、剥離性を有する岩盤のため、落石の恐れがある。国道 58 号は、沖縄北部の幹線道路のため、一般車両を供用しながらのトンネル工事となることから、発破振動による現道斜面の安定性が懸念された。

3. トンネル掘削計画

トンネルの掘削方式は、図 2 に示すフロー図に基づいて検討した。

当該地山は、平均一軸圧縮強度 80N/mm²、準岩盤強度 50N/mm² の砂質千枚岩 (新生代第三紀) を主体としており、70%をCパターンで施工する計画としている。従って、一般的な考え方では発破掘削を選定すべきであり、環境対策の必要性及び対策に要する経済性を検討する必要があった。

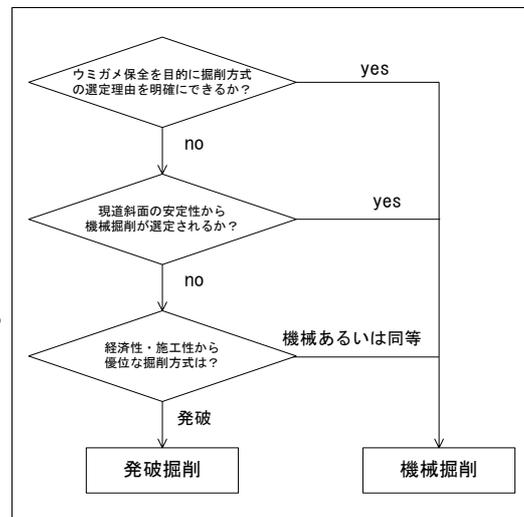


図 2 掘削方式選定フロー

キーワード 山岳トンネル、環境対策、ウミガメ、落石

連絡先 〒812-0011 福岡市博多区博多駅前 3-2-8 (株) オリエンタルコンサルタンツ TEL 092-411-6209

(1) ウミガメに対する発破振動の影響

ウミガメが上陸する砂浜での発破振動・騒音及び低周波は表1の通り予測したが、ウミガメと発破の直接的な因果関係は研究途上のため、発破の影響を定量的に評価することは困難であった。

従って、防音扉などの環境対策は必要と考えられるものの、現道斜面への影響及び経済性・施工性などを検討し、総合的に判断することとした。

(2) 現道脇斜面に対する発破振動の影響

既往の文献1)では、「岩盤斜面に対する影響値」として表2に示す値が提示されている。

管理目標値は、地質の不均一性・潜在亀裂の有無・斜面勾配などの要因を考慮して、表2の値に10倍の安全率を与えて設定した(安全率は既往の実績を参考)。なお、斜面の影響予測は下式を用いた。

$$\text{旭化成の式：} V=K \cdot W^{2/3} \cdot D^{-2}$$

(地盤定数：K=750、薬量：W=5.2kg、距離：D=100m)

影響予測の結果、10倍の安全率を与えた管理目標値に対してでも、十分に安全であることが確認出来た。

(3) 総合判定

以上の環境影響検討の結果と、経済性・施工性から最適な掘削方式を検討した。検討結果を表3に示す。

機械掘削を採用する場合には、経済的な掘削能力を確保出来るかが焦点になるが、準岩盤強度が50N/mm2程度であること及び層状岩盤(千枚岩)であることから、標準的な掘削能力を発揮出来ると判断した。

従って、施工性に問題がなく、経済性に大差ないことから、環境保全を重視し、最適な掘削方式として機械掘削を選定した。

表1 発破による影響予測

	発破振動	発破騒音	低周波
今回予測した値	0.01kine	80dB	100dB
一般的な規制目標値	0.20kine	65dB	100dB

表2 岩盤斜面への影響指標

変位速度(in./s【】内はkine換算)	岩盤斜面に対する影響
2~4【5.08~10.16】	斜面上の浮石が落下
5~15【12.70~38.10】	ゆるんだ岩石の崩落
25以上【63.50以上】	弱い斜面に損傷が起こる

採用

管理目標値	⇒ 0.5kine (安全率10倍と設定)
影響予測結果	⇒ 0.1kine

表3 掘削方式の検討結果

		発破掘削	機械掘削
環境	ウミガメ	発破振動0.01kine、発破騒音80dBで、一般的な規制目標値に対して騒音の影響が大きい	掘削騒音は58dBと、遮音対策が必要
	現道斜面	0.1kine程度と予測し、安全と判断	機械掘削のため、安全を確保できる
経済性		747百万円(±0百万円)	760百万円(+13百万円)
施工性		発破掘削のため、確実に掘削可能	準岩盤強度50N/mm2で、掘削可能と判断
総合判定			○

4. おわりに

本トンネルは、ウミガメや現道脇の斜面など環境面に課題を有していたことから、環境・施工性・経済性を総合的に検討し、機械掘削を選定した。ウミガメに関する研究例は少なく、解明されていない事柄が多いことから、対策の考え方や方法などの判断が難しい。そこで、現道交通の振動及び騒音をウミガメに対する対策の判断指標と考える方法もあることを提案している。

今後は、振動・騒音規制などについて、明かり部工事とも連携を図り、環境に配慮したトンネル工事を行ってきたい。

参考文献

1) 制御発破工法の実例 ジェオフロンテ研究会 1996.11.29