

火山噴火に対する防災性を考慮した新ルートの選定と道路トンネルの設計

(株)ドーコン 構造部 ○正会員 重清浩司
 北海道開発局室蘭開発建設部 正会員 小尾 稔
 北海道開発局室蘭開発建設部 正会員 佐藤昌志
 北海道開発局室蘭開発建設部 美馬大樹

1. はじめに

一般国道 230 号は、国道 37 号と年間 708 万人の観光客を有した洞爺湖温泉街地区を連結し、観光産業や地域住民の生活を支えている広域幹線道路である。しかし、2000 年 3 月 31 日の有珠山噴火により、道路上に噴火口や断層が発生し、現ルートでの復旧は困難となり、新たなルートでの整備を進めることとなった。

本稿では、新たなルート（以降、新ルートと称す）の選定およびトンネルの設計に関して報告する。

2. 新ルートの選定およびトンネルの設計

図-1 に新ルートの位置図を示す。新ルートは、洞爺湖側の珍小島から太平洋側の清水地区を結ぶ延長約 4.6km である。ルートの選定にあたっては、「有珠火山災害道路復旧委員会」（2000 年 9 月発足、委員長角田與史雄北海道大学工学部教授ほか12名）を設立し、理学、工学の観点から助言を受け、①有珠山の火山活動に対する防災性（噴石、火砕サージ、火砕流に襲われる可能性のある区域を回避）、②国道としての幹線性、③洞爺湖温泉街地区をはじめとする西胆振地域の早期復興支援、④避難路としての活用性等を考慮して決定した。この結果、新ルートの約 80%は、三豊トンネル、青葉トンネルの 2 本のトンネルが占めることとなった。

図-2 にトンネルの標準断面図を示す。トンネル坑口は、今回の噴火で被災しなかった北海道電力導水路トンネルより西側に設けた。トンネル内には今後の噴火に備え、幅 3.0m の歩道を設け避難路としての機能を持たせた。さらにトンネル内には故障車の退避スペースとして幅 3.0m の非常駐車帯を設けたが、三豊トンネルの洞爺湖側坑口から約 100m の位置には非常駐車帯を兼ねた避難スペースも設けた。写真-1 に避難スペースを示す。

3. 非鋼繊維補強覆工コンクリートの採用

新ルートに位置する 2 本のトンネルの内、三豊トンネルは、有珠山の火山活動による噴石、火砕サージ、火砕流に襲われる可能性のある区域を回避し、新ルート、防災性、避難路、繊維補強コンクリート

連絡先 〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央 1 条 5 丁目 4-1 (株)ドーコン構造部 TEL 011-801-1540



図-1 新ルート位置図

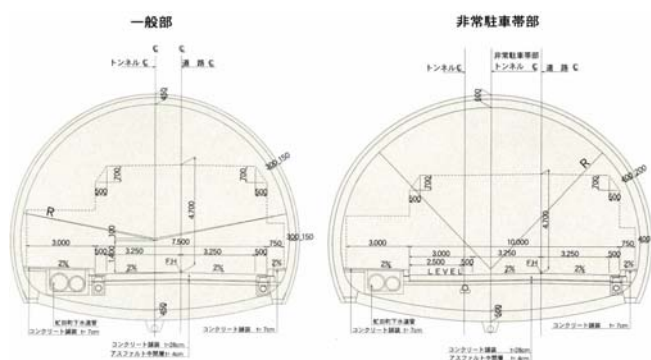


図-2 トンネル断面図

砕流に襲われる可能性のある区域に近接しているため、将来の再噴火により覆工が損傷を受ける可能性を完全には否定できない。このことから、覆工のじん性を向上させコンクリートの剥離、剥落を防止する目的で地山が物性的に変状を受けやすい一般部のDⅡパターン以下、および非常駐車帯の覆工に対し繊維補強コンクリートを採用した。繊維補強コンクリートの施工延長は三豊トンネル全延長1,970mのうち、714mである。

繊維の選定は、実績や研究成果があり充分な性能の確認が得られている鋼繊維、ポリプロピレン、ビニロンの3つについて検討を行った。表－1に各繊維の比較検討結果を示す。検討の結果、じん性は鋼繊維に劣るが 1) 覆工の剥離、剥落防止は十分に図れること、2) 経済性が最も優れること、さらに 3) 錆の恐れがないこと等を考慮しポリプロピレンファイバー (L=48mm、W=1.0mm、t=0.5mm) を採用した。そして、繊維コンクリートの配合は、トンネル施工管理要領 (繊維補強コンクリート編) ¹⁾ を指標に検討を行った。繊維の混入率について、本要領における繊維混入率の算定式を用い算定した結果、約0.24%であったため、同要領の最低混入率である0.3% (容積比) を採用した。表－2にコンクリートの配合を示す。また、同要領に基づき、圧縮強度試験、曲げ靱性試験を実施し品質管理基準を満たしていることを確認した。



写真－1 三豊トンネル避難スペース

表－1 繊維補強材の比較検討結果

材料	鋼繊維		ポリプロピレンファイバー		ビニロンファイバー	
		スチール		ポリプロピレン		ビニロン
投入	○	エアークラッパまたはベルコン投入。エアークラッパを使用するためベルコン足場等の設備が不要。エアークラッパによりアジテータ車のドラム奥まで均一に練り混ぜが可能。	◎	送風による機械投入、または、手での投入。手投入の場合でも、比重の軽い材料のため負荷は少ない。風の影響を防ぐため、投入設備に強風対策が必要。	◎	送風による機械投入、または、手での投入。手投入の場合でも、比重の軽い材料のため負荷は少ない。風の影響を防ぐため、投入設備に強風対策が必要。
打設	○	エアークラッパを使用することによりファイバーが均一に混ざり、スランプロスが少ないためトラブルが少ない。	○	比重が生コンに比べ軽いため、練り混ぜ時に上方に偏る傾向があるが、問題となるレベルではない。	○	比重が生コンに比べ軽いため、練り混ぜ時に上方に偏る傾向があるが、問題となるレベルではない。
強度	◎	材料がスチールであるため安定した強度を確保できる。ファイバー系の材料の中では最も高靱性。圧縮強度も高めである。	○	樹脂のため、スチールのような高靱性は望めない。ただし、道路公団の基準は、十分にクリアする。	○	樹脂のため、スチールのような高靱性は望めない。ただし、道路公団の基準は、十分にクリアする。ポリプロピレンファイバーより強度が得られた。
耐火性	△	融解点が高いため、爆裂の恐れがある。	○	爆裂によるコンクリートへの影響は小さい。	○	爆裂によるコンクリートへの影響は小さい。
外観	△	鉄線素材のため表面に出た場合には錆が発生する可能性がある。酸性硫酸塩土壌が確認されており、状況によっては錆びやすい環境となる可能性がある。	◎	表面に出ても錆の心配はない。	◎	表面に出ても錆の心配はない。
コスト	△	樹脂ファイバーと比較して、割高となる。 ¥23,470/m ³	○	比重が小さいため、添加重量が少なく、最も安価となる。 ¥21,570/m ³	○	比重が小さいため、添加重量が少なく、安価となる。 ¥22,770/m ³
実績	◎	従来より広い分野で使用されている。トンネル吹付、覆工、法面など。	△	建築用土間等に多少使用実績があるが、トンネル分野ではまだ少ない。	△	他の分野では使用実績はあるが、トンネル分野ではほとんど無い。
総合評価	○	靱性の高さと多くの実績等において他に対し優位であるが、扱いやすさやコストに制約がある。	採用◎	道路公団の基準を満たした上、安価であり、扱いやすく、総合的に有利である。	○	道路公団の基準を満たしているが、コストはスチールとポリプロピレンファイバーの間である。

4. まとめ

新ルートは、2007年3月28日に開通した。本新ルートを完成させる上で、ご指導・ご尽力を賜った委員会の皆様、円滑な事業進捗に関わった関係機関、地元関係者の皆様に深甚の謝意を表す。

参考文献

1) 日本道路公団：トンネル施工管理要領 (繊維補強覆工コンクリート編)、平成15年9月

表－2 繊維補強コンクリートの配合

粗骨材 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメント比 W/C(%)	細骨材 率 s/a(%)	単位量(kg/m ³)						
				水 W	セメント C	混和剤 F	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A	繊維
25	15	48.0	50.2	169	352	-	885	877	2.11	2.73