

②④ 火山性腐食環境下におけるワイヤロープの素線断線事例

交通システム研究領域 ※千島美智男、日岐喜治、佐藤久雄

1. はじめに

平成 17 年 2 月に火山の火口付近に架設されている 4 線交走式普通索道において、支索として使用されていたロックドコイルロープ（以下「LCR」と言う）の素線が断線するインシデントが発生した。

今回の断線は、新品の LCR に交換してから 1 年 7 ヶ月で発生しており、この種のワイヤロープとしては極めて短期間に断線が発生した特異な事例であると言える。そこで、再発防止の観点から断線の原因調査を行ったのでその結果について報告する。

2. 断線の発生状況とその特徴

現地調査の結果、断線が発生した箇所及び特徴は、①山頂駅舎から約 110m の区間の山頂側に近い支柱を中心にその前後に発生した、② 4 本ある LCR の全てにおいて山頂に向かって左側面（火口側側面）に発生している、③断線位置は走行面隣接部であった。断線の状況を図 1 に示す。

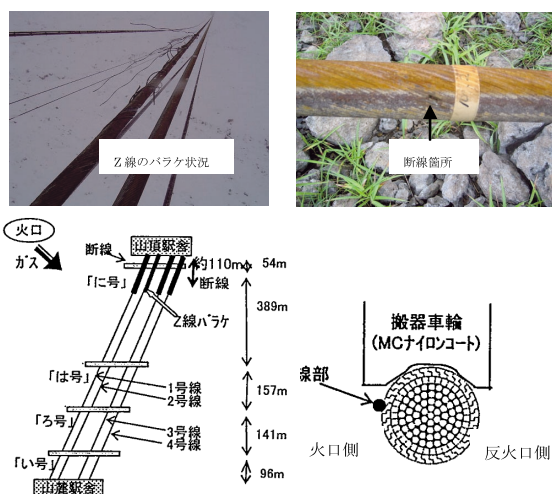


図 1 断線の発生状況

3. 断線原因の推定と調査結果

断線の原因として考えられる事項を以下の通り整理し、それぞれについて調査を行った。

- (1) ロープの特性
- (2) 索道施設及び保守管理

- (3) 架設方法
- (4) 環境の変化
- (5) 複合的要因

これらの調査の結果、素線の劣化を促進させた原因は、環境の変化及び複合的要因の可能性が高いと推定された。

4. 実機による調査

今回の断線の発生状況を踏まえ、断線が発生した範囲を中心に実機による調査を定期的実施した。

4. 1 調査方法

断線箇所及びこれと対称な位置及び断線が発生した範囲を中心に①グリースの酸性度、②グリースの硬さ、③グリース中の水分量、④グリース中の硫黄分、⑤グリース中の硫酸イオン濃度、⑥グリース中の塩素イオン濃度、⑦雨水の酸性度の測定を行った。

4. 2 調査結果

グリース及び雨水の酸性度から、当該地域が著しい腐食環境にあることが裏付けられた。また、調査を行った項目のうち、グリース中の塩素イオン濃度が断線の発生状況とほぼ一致する傾向を示し、反火口側側面に比較して火口側側面で高いという結果が得られた。測定結果を図 2 に示す。

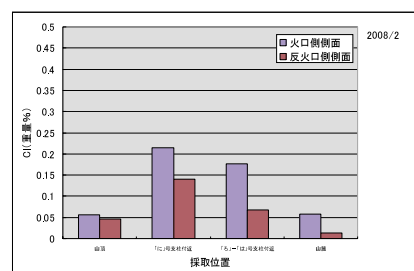


図 2 グリース中の塩素イオン濃度

5. 屋外暴露試験

屋外暴露試験は、実機では実施が困難な各種条件が素線の劣化にどのような影響を与えるかを確認するため平成 18 年 2 月～平成 20 年 9 月まで実施した。

5. 1 試験方法

3 種類の性状の異なるグリースの塗布とメンテ

ナンスの方法として、新しいグリースの上塗り及び旧油を除去した後新しいグリースを塗油する2種

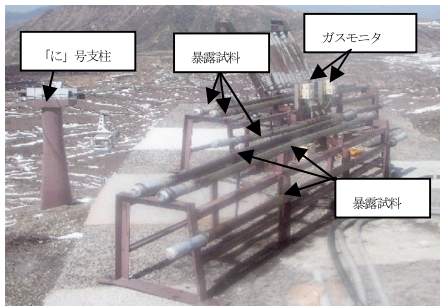


図3 暴露試料設置状況

類について行い、ロープの腐食状況の観察並びにグリースの成分分析を定期的実施した。この他、亜硫酸ガス、硫化水素ガス及び塩化水素ガスの濃度及び風向の測定も実施した。暴露試料の設置状況を図3に示す。

5.2 試験結果

いずれの試料も表面に大きな変化はなく、メンテナンスの方法及びグリースの違いによる差異は認められなかった。なお、グリースは強い酸性が認められるとともに、腐食の原因物質である塩素イオン、硫黄、硫酸イオンが確認された。このうち特に腐食性の高い塩素イオンの濃度が、実機と同様に火口側側面の値が高い傾向を示した。

測定を行った火山性ガスは、濃度の違いはあるが、3種類とも観測された。測定結果を表1に示す。なお、風向については、断線の発生前と断線が発生したLCRの使用期間並びに屋外暴露試験期間で大きな変化がないことを確認した。

6. 火山環境の変化

断線が発生したLCRの使用期間中は、亜硫酸ガスの放出量が多く、湯だまりが減少していた。また、Cl/SO₄比がそれ以前の約5倍（モル比）程度まで高まっていることから、水溶性の高い塩化水素ガスが水に溶けることなく放出されていた可能性が高いと推測される。

一方、屋外暴露試験期間中は、亜硫酸ガスの放出量も少なく、湯だまりも増加しており、Cl/SO₄比が断線が発生したLCRの使用期間中の約1/10（モル比）であることから、塩化水素ガスの放出量も少なかったものと推測される。火山活動の状況を図4に示す。

7. 推定される断線原因

実機による調査、屋外暴露試験及び火山環境につ

表1 火山性ガス測定結果

	SO ₂	H ₂ S	HCl
平均値	12.5 (404日)	5.4 (436日)	0.6 (74回)
最大値	57.5 (792日中)	22.5 (858日中)	2.2 (184日中)
測定期間	平成18年2月9日～ 平成20年7月14日	平成18年2月9日～ 平成20年7月30日	平成20年7月1日～ 平成20年12月31日

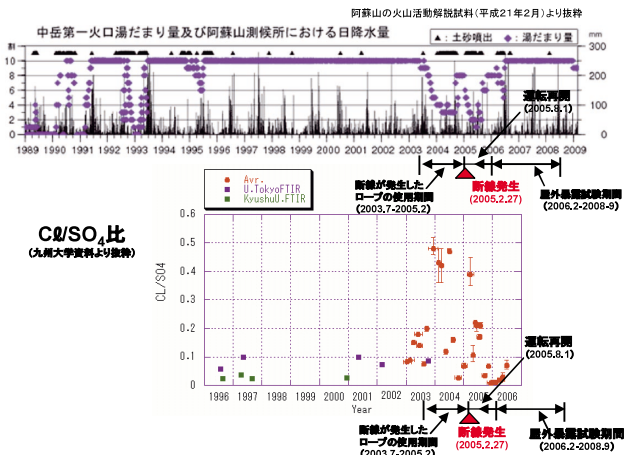


図4 火山の活動状況

いて調査を行った結果、断線原因は以下の通り推測される。

①著しい腐食環境の中で、特に水に溶けやすい塩化水素ガスがグリースに吸着、浸透し、グリース中の水分と反応して塩酸となり、素線を腐食させたものと考えられる。

②火口側側面に断線が集中した原因については、反火口側側面のグリースが酸化、乾燥傾向にあるのに対し、火口側側面はこれとは反対に湿潤状態が保たれる傾向にあり、吸着した塩化水素ガスと水分が反応しやすい環境にあったものと考えられる。

③特に断線が生じた「に」号支柱付近は、最急こう配部であり、搬器通過時の荷重変動が大きいとともに、高濃度の火山ガスが流入しやすい地形上に位置していると考えられる。

8. 今後の対応

現在、実機において大きな変化は確認されていない。これは、火山活動が比較的穏やかであるためと考えられる。しかしながら、火山活動のレベルによって火山性ガスの排出量が大きく変動する可能性が想定される。したがって、火山活動を考慮したグリースの補給頻度、塗油方法を考える必要がある。今後も、火山の活動レベルに注視しながら点検を行っていくことが重要であると考えられる。