

## 雪圧で変形した特殊構造なだれ止さくの健全度評価と長寿命化の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○滝澤 和慶  
 東日本旅客鉄道株式会社 正会員 阿部 雅俊  
 東日本旅客鉄道株式会社 小川 和真  
 東日本旅客鉄道株式会社 白倉 大地

### 1. はじめに

雪崩対策施設には一般的に予防柵、吊柵、防護擁壁等があるが、当社管内の豪雪地帯を通過する一部区間には特殊な構造のなだれ止さくが設置されている(写真1)。本なだれ止さくはアーチ状の支柱とグラウンドアンカー(以下、アンカー)をタイロッドで連結し雪圧に抵抗する構造であり、1977年の建設後、補強が数回行われている。本なだれ止さくには建設当初からタイロッドが43本設置されており、その一部が雪で大きく変形している。その中のさらに一部のアンカーが破断しているが、変状規模、原因は不明であり、今後、変状の進行により傾斜、転倒のおそれがある。そこで、本稿では本なだれ止さくについて健全度評価、原因推定を行い、現在の安定性を確認する。その後、長寿命化を含む今後の維持管理方針について検討する。



写真1. なだれ止さく L=100m

### 2. 健全度評価と原因推定

#### (1) 各部材の健全度

本なだれ止さくの変状を確認するため形状調査を行った結果、支柱、横梁に変状はみられなかった。43本のタイロッドについて起点方をNo. 1、終点方をNo. 43と番号を付け、その変形の大きさにより大、中、小の3種類に分類した(写真2, 表1)。タイロッドの

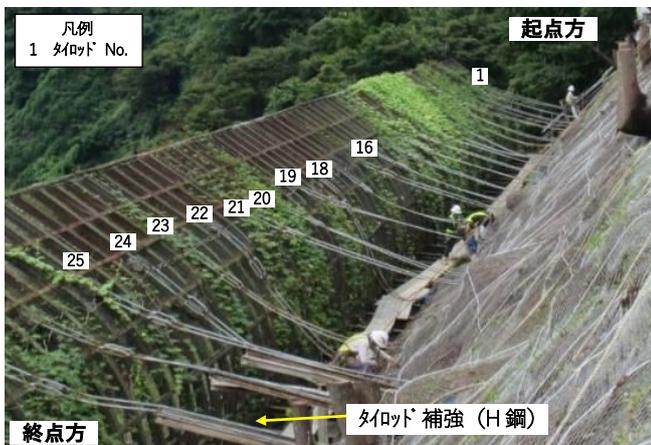


写真2. タイロッド変状状況(なだれ止さく裏側)

変形が大きい2箇所(タイロッドNo. 18, No. 22)はアンカーが脱落していた。タイロッド、アンカーの2つの支持材の変状が目立つ範囲はタイロッドNo. 16~25であり、この範囲の支持材の健全度評価を目的として周辺環境調査およびアンカーの詳細調査を実施した。

表1. タイロッド、アンカーの健全度(タイロッドの変状が目立つ範囲を抜粋)

タイロッド No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
タイロッドたわみ	小	小	大	小	小	小	大	中	中	小
アンカー引抜試験※1	165kN	-	-	165kN	165kN	165kN	-	-	-	140kN
衝撃弾性波試験	健全	-	-	健全	-	5.0m※2	-	健全	健全	-
支持材の評価	○	-	×	○	○	○	×	○	○	○

※1 最大試験荷重

※2 グラーに隙間があるためと判断

#### (2) 周辺環境調査

本なだれ止さくは段丘崖の上部に位置しており、なだれ止さく背後のり面の地質は粘土混じり礫である。のり面上部の段丘面は農地として利用されている。変状が目立つ範囲を含むなだれ止さく背後のり面下部には湧水がみられ、段丘面からの土水路も変状が目立つ範囲付近を流下していることから、水が集まりやすく、地下水の多い環境と考えられる。

また、支持材にかかる負荷の状況を確認するため、積雪状況を調査した。その結果、タイロッドの上にはのり面から続く雪の層が載っており、タイロッドは大きな雪圧を受けていると考えられる(写真3)。

以上から、タイロッドの変状が目立つ範囲はタイロッド、アンカーに大きな雪圧がかかり、かつ、地下水の多い環境であると考慮される。

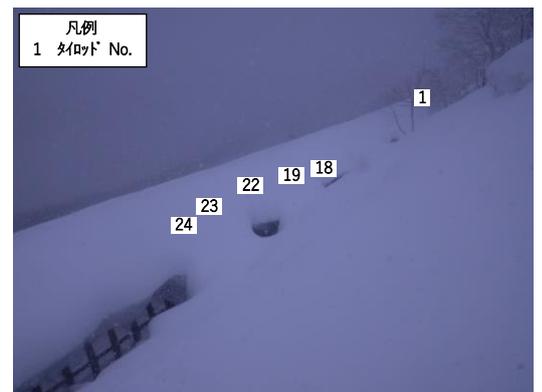


写真3. さく裏側の積雪状況(現地積雪深2.8m)

#### (3) アンカー詳細調査

##### ① アンカー引抜試験

タイロッドの変状が目立つ範囲においてアンカーの残存引抜力を確認するためアンカー引抜試験を5箇所で行った(表1)。対象アンカーは引抜試験によりアンカー力を失う可能性を減らすためタイロッド

キーワード なだれ止さく、防雪設備、鉄道、長寿命化  
 連絡先 〒940-0064 新潟県長岡市殿町1-1

T E L 0258-37-6804

の変状が少ないものを選定した。計画最大試験荷重は設計アンカー力の1.1倍の165kNとした。その結果、1本のみ140kNまでしか載荷できず、一部のアンカーでは、アンカー力が設計アンカー力より若干低下していることが確認できた。

## ② アンカー衝撃弾性波試験

地中のアンカーに破断等の変状がないか確認するため、アンカーの衝撃弾性波試験を5箇所で行い、アンカーの長さを推定した(表1)。その結果、4本は設計アンカー長の10m以上、1本は5.0mと推定された。5.0mと推定されたアンカーについては設計アンカー力を満たしているため、カップ材による反射と判断した。よって本試験を実施した5本のアンカーについてはアンカーに破断等の変状がないことが確認できた。

以上の2つの試験結果から、アンカーが脱落している2本を除き、支持材は性能を満足していると考えられる。

## ③ アンカー破断部調査

アンカー破断の原因を推定するため、破断したアンカーを土中より採取し、破断面を確認した(写真4)。破断面には腐食がみられ、また、周辺のシーす材に亀裂が確認された。一方、タイロッドが補強された範囲においては、支持材変状等は軽微である(写真2)。以上から、雪圧によるアンカーの変形によりシーす材に亀裂が生じてアンカーのPC鋼棒周辺に腐食環境が形成され、それが雪圧の負荷と相乗効果となり、アンカーを脆性的に破断したと考える。

したがって、今後変状の進行を抑えるためには雪圧と腐食の2つの要因への対策が有効と考えられる。

## 3. 転倒の危険性の確認

本なだれ止さくの転倒の危険性を確認するため、支持材の性能喪失の下限本数を算定する。はじめに図1のモデルから雪圧による転倒モーメントと自重による抵抗モーメントの差を支持材方向の雪圧作用力として算出する。次に支持材を支点とした横梁の張出し梁モデルから支持材にかかる反力を算出する(図2)。このモデルでアンカーが連続して破断している本数を増やしていき、反力が設計アンカー力を超える時のアンカー破断本数を求めた。設計積雪深は近年の積雪の減少をふまえ、防災工として一般的な年最大積雪深の30年再現期間値(津南504cm)の他に10年再現期間値(津南422cm)を使用した。<sup>1)</sup>

その結果、再現期間値30年で3本、再現期間値10年で4本のアンカーが連続して破断すると反力が設

計アンカー力148kNを超えた。現在アンカーの破断本数は連続して1本であり、現状では転倒の危険性は低いと考えられた。外力要因の積雪は減少傾向にあるが、複数の支持材の性能が喪失した場合には不安定化が懸念されることから、長寿命化を図るためには変状の進行を抑える対策が必要である。

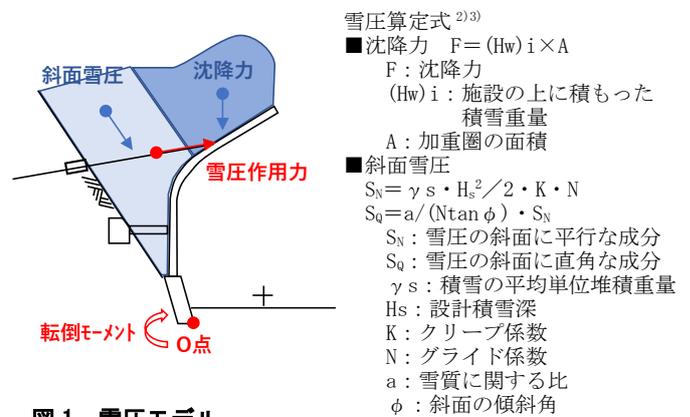


図1. 雪圧モデル

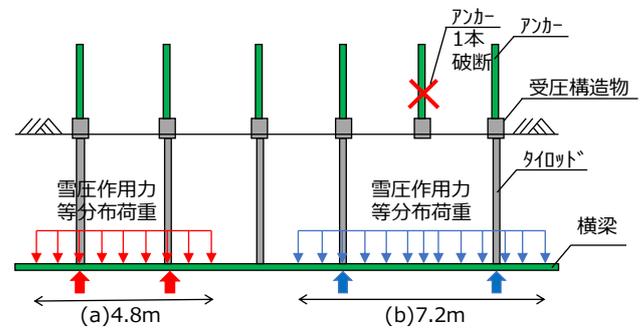


図2. 張出し梁モデル (a)アンカー健全, (b)アンカー1本破断

## 4. 今後の維持管理方針

現在アンカーは連続1本破断しており、その周辺の支持材にも変状が見られるため、今後、大雪等により大きな外力を受けた時には変状の進行を確認する必要がある。一方で変状の進行を抑えるために補修・補強工事を計画する。雪圧対策として鋼材によるタイロッドの補強、腐食対策として防食性の高い現行基準のアンカーへの更新等を検討する(図3)。

雪崩、落雪災害は発生予測が難しく、既設の防護柵の喪失は安全性を大きく低下させるため、既設の防護柵の維持は非常に重要である。今後も本なだれ止さくへの監視と補修補強により長寿命化を図り、コストを抑えながら列車の安全を確保していく。

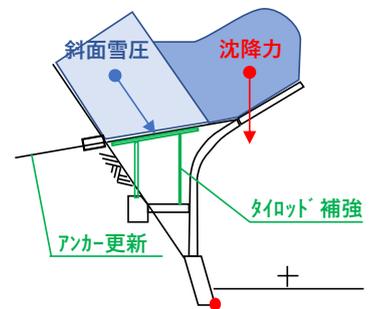


図3. 対策工模式図

## 5. 参考文献

- 1) 設計要領 [道路編], 北陸地方整備局, 2020.4
- 2) 新編防雪工学ハンドブック, 日本建設機械化協会, 1988
- 3) 除雪・防雪ハンドブック, 日本建設機械化協会, 2005