

IV-376 風向要素を導入した運転規制手法の開発

北海道旅客鉄道（株） 正 員 枝松 正幸
 北海道旅客鉄道（株） 正 員 吉野 伸一
 北海道旅客鉄道（株） 松田 洋一

はじめに

J R北海道根室本線は、道央の滝川と道東の根室を結ぶ延長 308kmの路線である。この根室本線の広内信号場～西新得信号場間（図-1）は、冬型気圧配置時には山脈の風下で見られる「おろし」現象の発生する強風地帯であり、平成6年には強風による特急列車の脱線事故が発生している。この事故を契機に本区間の運転規制を「風速 30m/s以上で運転中止」から「風速 20m/s以上で45km/h以下の徐行運転、風速 25m/s以上で運転中止」へと変更とした。その結果、運転規制が頻繁に発令されるようになり、列車遅延や運転中止回数が増加し、安定した運行管理に支障を来す状況となった。

一方、当該区間を含めた、札幌～釧路間高速化事業が平成6年から進められており、この事業の効果を最大限に発揮するためにも、この区間の強風対策は不可欠であることから、同事業の一環として防風柵が設置されることとなった。ここでは、防風柵設置に先立って行われた、試験施工、風向風速観測、風洞試験、さらには柵施工後に実施した、風向要素を導入した運転規制手法及びその効果について報告する。

1. 防風柵の設置

(1) 防風柵試験施工

本施工に先立ち、防風柵による風速低減効果と周辺環境への影響を把握するため、脱線事故現場を含む築堤区間で試験施工を実施した。柵の高さはレールレベルから3mとし、3種類の開口率（10%・20%・40%）の防風柵を総延長78m設置した。また、平成8年10月から約1年間にわたり、防風柵内側での風向風速値、柵開口部の雪による目詰まり状況、周囲の積雪状況の他、柵及び地形に影響を受けない自然風を観測するため、現地にパンザマストを設置し、地上20mでの風向風速観測を行った。

この結果、防風柵による減風効果は開口率が小さいほど大きくなり、柵内の風速は2～5割まで減少することが確認された。また、柵開口部の目詰まり、柵周辺の吹き溜まり等の有害な影響もなく、柵の開口率の違いによる差異は生じなかった。

(2) 現地風向風速観測

強風時の風向分布特性を調べるため、代表的な強風日においてパンザマスト上で記録された風向風速データを解析した。この結果、当該区間の強風の風向は、西～西北西に集中している傾向があり、風速 10m/s前後の弱風時においても南西～北西の間以外の風向はほとんど現れないことが明らかとなった。また、年間を通しての風向の出現傾向把握のため、現地付近に位置する北海道立新得畜産試験場から約3年半分のデータを提供して頂き、検討した結果においても風速階級が上がる程、風向は西に特定される傾向（図-2）が明らかとなった。

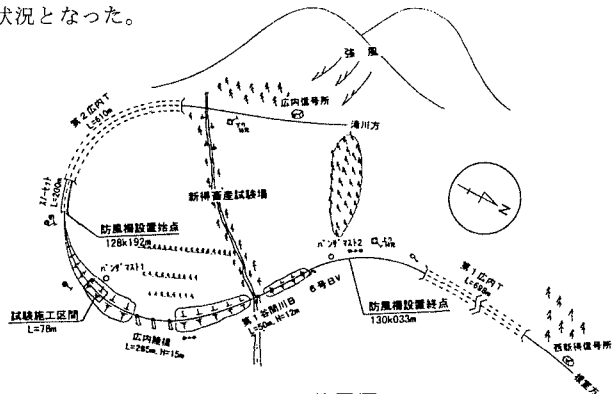


図-1 位置図

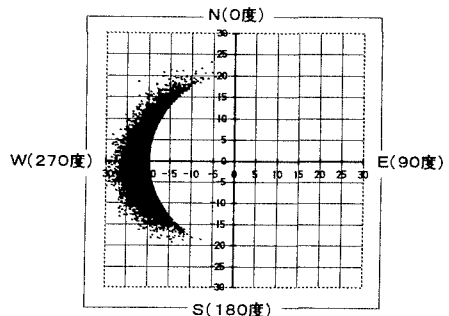


図-2 現地における風向風速分布

(3) 風洞試験

風洞試験は、鉄道総合技術研究所の大型低騒音風洞を使用し、当該区間を走行する車両について強風時の影響を明確にするため、縮尺1/40の車両及び地形模型を用いた風洞試験を実施した。測定項目は、高築堤及び橋梁の2種類の構造物上の車両に作用する空気力、防風柵を設置した場合の防風効果であり、試験結果から防風柵と車両の転覆限界風速を算出した。ここで転覆限界風速とは車両が横風を受けた場合、風上側の輪重がゼロとなり転覆を開始とするときの風速である。その結果、当該曲線（ $R = 500\text{m}$ ）区間の曲線内側に、築堤上ではレールレベルからの高さ2m、開口率40%の防風柵、また橋梁区間では高さ3m、開口率20%の防風柵を設置すれば、それぞれ外方転覆に対してはすべての車種について、最高速度で走行時の転覆限界風速が40m以上となることが明らかとなった。

これらの結果を踏まえ、平成9年度に総延長約1.7kmの防風柵を施工した。柵の設置は線路左側（曲線内側）のみとした。これは、当該区間の強風データの解析結果から西よりの風の頻度が高く、特に強風時には卓越していることと、風速20m/s以上の強風のうち約9割が線路左側の防風柵でカバーできる範囲内に含まれるため、片側設置により効率的な防風対策が可能であると判断したものである。しかし、当該区間には半径500mの曲線が介在していることから、防風柵の設置方向が区間を通して大きく変化することになり、区間内のどの地点においても防風柵が有効となる風向角は、 240° （北を 0° として時計回り）から 300° の範囲となった。

2. 風向風速別運転規制の導入

防風柵を線路左側のみに設置したことにより、防風柵は全方位に対して有効とはならない。従って、下記に示すような前提条件を基に、風向要素を取り入れた運転規制手法を開発し、平成9年8月より導入することとした。（図-3）

- ① 風向風速計の風向値により、風向が防風柵の有効範囲内（ $240^\circ \sim 300^\circ$ ）か否かを判定し、これに対応した風速値により運転規制を発令する。
- ② 風向が防風柵の有効範囲内にある場合は、強風時でも十分安全性が確保されることから、一般区間と同じ扱い（瞬間風速30m/s以上で運転中止）とする。
- ③ 風向が防風柵の有効範囲外である場合には、従来通り早期運転規制を行う。

また、当該区間は比較的延長も長く、風速値の空間的な一様性も高くないことから、区間を二分割し、それぞれの区間を代表する風向風速値を設けて効率的な運転規制を行うこととした。これに伴い、従来風速値のみで管理していた総合防災情報システムを改修し、新たに風向要素を取り入れた。改修したシステムでは防風柵が有効とならない風向については危険風向と認識し、従来通り、一般規制よりも瞬間風速で5m/s低い規制基準値を設定して、早期運転規制により万全を期すとした。

おわりに

今回は、試験、風向風速観測の結果に基づき検討を行うことで、防風柵の効果を定量的に解明し、柵の高さを最低限に抑え、施工を片側に限定し、また風向要素を取り入れた従来にない運転規制を行うことにより、設備投資を大幅に削減することが可能となった。防風柵設置後、新システムの運用は約1年半を経過するが、強風の約90%が柵の有効範囲内に収まっており、運転規制回数、規制継続時間も大幅に減少させており大きな効果（図-4）をあげている。最後に、本強風対策の計画から実施に至るまで多くの御指導を頂いた、北見工業大学坂本教授、北海道工業大学豊田教授、鉄道総合技術研究所の皆様へ深謝の意を表する次第である。

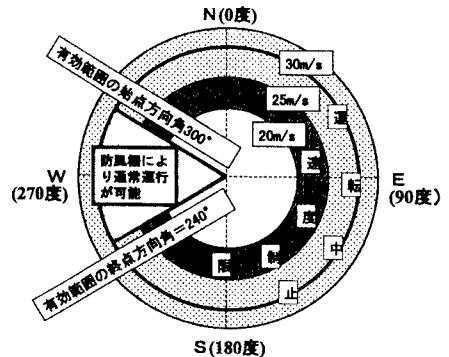


図-3 風向風速別運転規制値

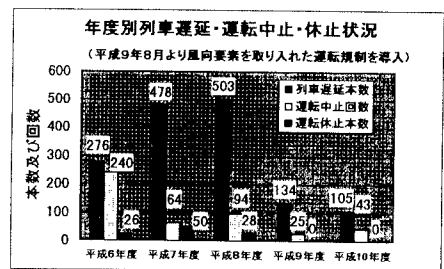


図-4 年度別列車遅延・運転中止

・運転休止状況