

第一章

鋼管平面ビームのルーツ

1-1 上越線の雪対策ビーム

電車線路設備と雪にまつわる話は、昭和6年に電気運転が開始された上越線の水戸・石打間に始まったものと言えそうです。この区間には、当時の鉄道省にとって最初に経験した長さ約10kmという長大トンネルの「清水トンネル」があり、蒸気機関車による運転が難しいことから、電気運転方式としたことによります。

明治の末に開通した信越本線の横川・軽井沢間は、日本海方面と太平洋方面を結ぶ最重要区間でした。しかし、地形的な制約からアプト式鉄道だったため輸送力に限界があり、いわゆる裏日本から表日本へ物資及び旅客を輸送するネックとなっており、その解消は大きな課題でした。

その対策として「上越線ルート」が計画されましたが、そこには上越国境を結ぶため、未経験な大規模山岳トンネルの建設があり、更に、「長大トンネル」を蒸気機関車で運転することも課題でした。これを乗り越える手段として「電気運転方式」が採用されたとも言えます。

具体的には、先ず水戸・石打間が電気運転方式によって開通しましたが、昭和6年から戦後の昭和22年頃までの約十数年間は、電化区間の飛び地という形だったことから、これを解決する施策が上越北線と上越南線の電化工事でした。

第二次世界大戦後の物資不足時代の中で、将来の石炭不足を解消するための工事は、当時の運輸省内にあった現場機関の「東京地方電気事務所」により進められました。諸先輩の努力で無事完成した話は、国鉄電化の歴史や日本鉄道電技協会誌（旧鉄道電化協会誌）などで知る事ができます。

筆者は、昭和33年に部内教育を卒業し、国鉄の東京電気工事局に配属となりましたが、その電化工事の困難だった話を経験者から直接お聞きする機会があり、良い勉強になりました。なお、このような経緯について書き残された書物や経験話の中に、わが国有数の豪雪地帯における「雪対策問題」の記述がありますが、この問題は電車線設備にとって古くて新しい課題でもあります。

川端康成の小説「雪国」の冒頭に「国境の長いトンネルを抜けると雪国であった」という有名な表現があり、文学的には旅心を誘う言葉です。しかし、当時の

運輸省東京地方電気事務所に在籍された船石吉平さんが、後日「東電工五十年史」に記された文章からは、豪雪に対峙し想像を超える苦心をされたことがうかがえます。

その内容には、わが国の「電車線屋」が初めて体験した豪雪とその対策が細かく書き残されています。豪雪に対して経験のなかった船石氏が先輩から最初に聞かされたのは「雪中の電気設備、中でも支線には特に留意するように」という言葉だったそうです。

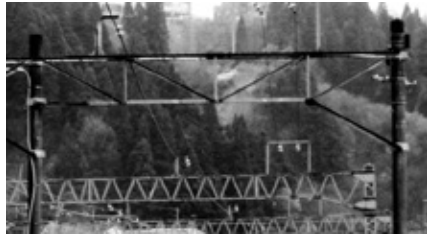
その後、現場踏査で工事用の仮電柱が傾斜したものや、支線自体が切れてしまったものを見て、雪の力を実感したと記されています。これは、豪雪地では雪が民家の2階まで届くような積雪となり、春までに締め固められ徐々に斜面を滑り下るときに支線に作用して発生する現象で、「積雪の沈降力」などとも呼ばれ電柱の傾斜や支線の切断事故に発展する事象です。

このため、これから設計する電化設備をいろいろ検討した結果、曲線箇所には設備する電化柱の横支線はこれまでの常識でしたが、豪雪地区では避けるべきと考え、単線区間でも電柱を2本建てて、これをビームで結んで架線類の横張力や風圧荷重を負担する方法が採用されました。構造は、その形から「H形構造」と呼ばれ、後により強化された「ラーメン構造」のルーツと言えるものでした。

この時に使われたビームは、山形鋼2本を約0.8m間隔で上下に使用し、これを約2m間隔で山形鋼の縦材で結び、縦材間を平鋼の斜材で結ぶ「平面ビーム」でした。この構造では、架線類の横張力や風圧荷重の負担に限度があり、横張力の大きい曲線箇所や、駅構内などで線路の数が多くビーム長さが15m～19mに及ぶような箇所に対応可能なラーメン構造設備が施工されました（**図表1-1**）。

具体的には、山形鋼を主材としビーム断面が逆三角形の「V形トラスビーム」が開発され、大きな荷重負担が可能で合理的かつ経済的な設備として急速に普及しました。しかし、豪雪地区の場合ビーム上部の積雪が大規模な「冠雪状」になり、**図表1-2**のように傘形の落雪装置を工夫しても効果は少なく、不適切な構造と分かりました。**図表1-3**、**図表1-4**は、雪対策用鋼管平面ビームの設備例です。

豪雪地区において、電車線路用ビーム上には積雪が冠雪状に成長すること、その冠雪が列車走行時の振動などで落下し、先頭車両の窓ガラスを破損する事故が頻発するなどの苦い経験をしました。



図表 1-1 形鋼を使用した旧設備の例



図表 1-2 V形トラスビーム落雪装置の例



図表 1-3 旧タイプの鋼管平面ビームの例



図表 1-4 新タイプの鋼管平面ビームの例

様々な工夫で対策を講じましたが、結論は「冠雪の成長を抑える方法」と分り、究極の構造として冠雪が成長し難い「鋼管平面ビーム」に到達しました。その後、幾つかの工夫により改良され、新しいタイプの構造が標準化されました。

コラム① 除雪作業車による「ラッセルゲージ」のこと

豪雪地区においては、積雪が数メートルにも及ぶ地区があり、線路上の除雪は冬季の保線作業で最重要事項です。図Aは除雪装置を取付けたモーターカの例で、積雪状況に応じて羽を広げて走行し、積雪を線路外へ排除します。この他に線路周辺の積雪をかき寄せ、ロータリーで遠方へ排除する構造の除雪車もあります。このため該当線区の構造物は、軌道中心から3m～4mほどの範囲内に設置できないルールがあり、その寸法が「ラッセルゲージ」と呼ばれるものです。

- ・ 4.5m幅除雪線区：直線線区間は2.7m・・・電柱の内面まで2.7m以上
- ・ 6m幅除雪線区：直線線区間は3.5m・・・電柱の内面まで3.5m以上
- ・ 7m幅除雪線区：直線線区間は3.9m・・・電柱の内面まで4.0m以上

注-1 記載の寸法は基本値で、路盤構造や曲線箇所です異なります。

注-2 電柱の内面までの寸法は参考値です。

注-3ラッセルゲージにより電車線路のビームは、一般線区より長くなります。



図A 除雪装置を取付けたモーターカの例

1-2 奥羽本線の雪対策ビーム

奥羽本線は、前項で紹介した上越線と同様に南線と北線という呼び方があります。それは太平洋側と日本海側を結ぶ主要幹線で、両側から建設されたためと思われませんが、両者の背景には共通する事情があるようです。

奥羽南線の福島・米沢間は急勾配線区のため早くから直流方式で電化されたため、昭和35年に福島・仙台間が交流方式で電化された時には、福島駅からの出口に「交直流の切替え設備」が必要となりました。しかし、昭和43年には大規模な交流化工事が行われ、直通運転が可能となりその設備は撤去されました。

更に、平成4年には改軌工事（線路を狭軌から標準軌に替える工事）が施工され新幹線の乗り入れが実現するという「数奇な運命」の線区と言えます。

一方、奥羽北線の建設は青森から始まり、青森・秋田間は明治35年に開通しましたが、山形・秋田間にはわが国有数の豪雪地帯があり、開通するまでに時間を要しました。線区の両側から建設が進められたという経緯は、上越線に共通するように思われます。

しかし、この豪雪地帯の鉄道は明治38年に開通してから、約70年後に電化されたという背景には、上越線とは大きな違いがあります。上越線の豪雪地帯は最初から電気運転で開通したことから、電車線路設備の設計における事情は大きく異なりました。

昭和20年代に設計・施工された豪雪地帯の「水上・石打間」の電化工事は、鉄道省時代の「電車線路施設心得」を基準として設計されましたが、それまでに全く経験のない豪雪地帯であったため、多くの基礎的な検討がなされました。

一方、奥羽本線の豪雪地帯の電化工事は、国鉄制定の「電気運転設備（電車線路）設備設計・施工標準」を基準として行われたことから、ビームは標準化された構造の「V形トラスビーム」で施工され、これが電化開業前の異例な豪雪による冠雪荷重で、大きく捻じれたため取り替えたと言う伝説的話があります。

昭和50年に電化開業した後、稼働中の設備に同様な荷重が作用して、V形トラスビーム第1間の組立ボルトが破損す事故が発生しました（図表1-5）。

なお、当時の事故報告など詳しい事は分かりませんが、継柱してテンション材