



Title	社会インフラの健全性に対する海塩粒子の影響評価：送電設備における塩雪害・大気腐食 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	大原, 信
Citation	北海道大学. 博士(工学) 甲第13799号
Issue Date	2019-09-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/75888
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Shin_Ohara_abstract.pdf (論文内容の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 大原 信

学位論文題名

社会インフラの健全性に対する海塩粒子の影響評価 送電設備における塩雪害・大気腐食
(Evaluation of Effects of Sea Salt to Integrity of Civil Infrastructures - Salt Snow Damage to
Insulators and Atmospheric Corrosion of Overhead Transmission Towers -)

近年,日本国内では高経年化・災害への脆弱性という二つの観点から,社会インフラの健全性を維持する必要性が高まっている。

高経年化に対しては,予防保全型維持管理の導入とメンテナンスサイクルの構築が重要である。しかしながら,それらを実践する上で,定期的な点検・診断にかかる費用・労力が増大すると,修繕・更新に充てる費用が圧迫される。その解決策として,予測・推定にもとづく劣化状態の把握を可能にすることで,点検・診断を補完し,修繕・更新の対象設備の優先順位付けにおける効率化を図ることが有効であると考えられる。

自然災害への脆弱性に対しては,インフラ設備の耐力を高めることで,脆弱性を低下させることができる。しかしながら,緊急の事態を防ぐためには,自然災害発生メカニズムや発生可能性評価にもとづいて合理的な対策を進めることが課題である。

海塩粒子は,構造物の腐食劣化や送電設備の絶縁性能低下など,社会インフラの健全性を検討する上で重要な環境因子である。また,送電設備は,重要な社会インフラの一つである電力において,過酷な気象下においても安定供給を確保するための健全性を維持することが求められており,高経年化による課題を抱えてもいることから,本テーマを具体的に検討する上で重要な設備の一つである。

送電設備の健全性に対する海塩粒子の影響は,塩害・塩雪害といった突発的影響と,大気腐食の経年的影響の二つがある。このうち,送電用がいしの塩雪害については,事例が乏しく観測データの蓄積が必要であることや,海塩粒子の内陸への輸送メカニズムの解明および塩雪害発生可能性指標の提案が課題である。また,送電用鉄塔の大気腐食については,環境因子から金属材料の大気腐食速度を推定する手法が国内に未整備であり,効率的な維持管理を難しくしている。

そこで,本論文では,重要なインフラの一つである送電設備に焦点をあて,健全性に重要な影響を与える海塩粒子について,突発的影響として塩雪害,経年的影響として大気腐食に着目し,現象解明・発生可能性指標提案および推定手法提案を行った。本論文は5章で構成されている。以下に概要を示す。

1章では,本研究の背景として,社会インフラの健全性を取り巻く状況について,高経年化および自然災害への脆弱性の観点から,社会インフラ損傷の実態,維持管理の動向・実践,課題を具体的な事例を通じて概観した。また,本研究で取り扱う送電設備や海塩粒子について,位置づけと重要性を示した。さらに,送電設備の健全性に対する海塩粒子の影響として,突発的影響として塩雪害,経年的影響として大気腐食に着目し,現象解明や対策の状況および課題について述べた。

2章では,事例が乏しく観測データの蓄積が必要である送電用がいしの塩雪害について,時間的・空間的に詳細な大気中粒子・降水の現地観測にもとづいて塩雪害を引き起こすような暴風雪イベントにおける海塩粒子流入の動態を検討した。まず,背景として,海塩粒子の内陸への輸送メカニズムを検討する上で,海塩粒子が輸送され構造物に付着する過程は,湿性沈着と乾性沈着の二つに区分されることや,降雨・降雪の導電率に海塩成分がどの程度寄与するかが明確ではないこと,海塩成分の評価がナトリウムイオン(Na^+)にもとづいて行われることなどを整理した。さらに,海塩の湿性沈着・乾性沈着の動態を数時間程度の時間分解能で評価した既往研究や観測モニタリングが無いこと

を示した。次に、そのような背景を受けて新潟県下越地域に構築した降水・大気中粒子状物質に関わる現地観測システムについて示し、得られた成果について順に述べた。まず、新潟県下越地域において $200 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以上の高い導電率を示す降雪は、沿岸～内陸に共通して、海から風速 5 m/s 程度を超える風が吹く条件下で発生し、降雪の導電率への寄与は、海塩成分が支配的であることを示した。この背景として、風向や風速に対する降水や粒子状物質中の海塩成分・非海塩成分濃度の応答性の相違があることを示した。また、高い導電率と多量の降雪量が重畳する降雪は、 10 m/s を超える西風の期間にほぼ含まれていたことから、気象擾乱が関連していることが示唆された。高い導電率と多量の降雪量が重畳する降雪が見られた期間は、 Na^+ の湿性沈着量が、乾性沈着量に比べて著しく大きい極大値を示した。この傾向は、沿岸地点に比べて、内陸の地点で顕著に認められた。これらのことから、新潟県下越地域に見られる暴風雪イベントでは、沿岸から内陸へ海塩粒子が多量にもたらされる沈着過程として、乾性沈着よりも湿性沈着の寄与が重要であることが示された。

3章では、2005年の新潟下越雪害発生時の気象状況や現地観測で得られた知見にもとづき、塩雪害の発生可能性を表す指標について検討した。これまで、設備への着雪量を表す指標として活用できることが示されてきた着雪ポテンシャルを海風方向に限定し、新たに海風着雪ポテンシャルを提案した。海風着雪ポテンシャルは、2005年新潟下越雪害に停電事故発生地点近傍の気象庁アメダスにおける過去37年間データをもとにした計算結果において、新潟下越雪害時の値が評価期間の最大値を示したことから、塩雪害の発生可能性を表す指標として有効であると考えられる。

4章では、送電用鉄塔部材に用いられる亜鉛や鉄鋼を対象として、日本国内に適用可能な腐食速度推定手法を整備するために、国内大気暴露試験データにもとづくドーズレスポンス関数(DR関数)の改良を行った。まず、背景として、金属の大気腐食速度を推定する手法の一つとしてDR関数が提案されていることや、日本国内では規格への整備も含めて整備がなされていないことを示した。次に、既往研究から亜鉛や鉄鋼を対象としたDR関数を収集し、このうち、日本国内では腐食速度評価において海塩の考慮が不可欠と判断されることから、入力する環境因子に Cl^- 付着量を含むISO 9223のDR関数を日本国内評価向けのDR関数として選定した。この関数が国内大気暴露試験データに対して十分な推定精度を示さなかったことから、この関数に国内大気暴露試験データにもとづき決定した係数を適用することでDR関数の改良を試みた。改良したDR関数が、鉄鋼、亜鉛ともに、実測した腐食速度の空間分布をより良く再現していることから、送電用鉄塔の立地ごとの腐食評価への適用性を有する、海塩への適切な応答性を持ったDR関数を提案することができたと考えられる。

5章では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、送電設備の健全性維持に向けた実用化やその課題について述べ、社会インフラの健全性維持に関する今後の展望、示唆などについて述べた。