

異常降雪リスクに関するハザード曲線分析

Hazard curve analysis for heavy snowfalls risk

*中島 理紗子¹, 小池 朱里¹, 塚 公明¹
¹東海大学

気象データに基づく降雪ハザードの分析として、既存の軽水炉サイト近郊の日降雪量及び積雪深に関する年超過確率によるハザード曲線を作成した。また、それらの結果に基づき、設計基準を超える事故に対して参照すべきリスク基準値を比較検討した。加えて地球温暖化の進展に伴い、短期間に発生する異常降雪の可能性について検討した。

キーワード: 異常降雪, 外部ハザード, PRA, 地球温暖化

1. 緒言

東京電力福島第一原子力発電所の事故以降、外部ハザード等に対する確率的リスク評価 (PRA: Probabilistic Risk Assessment) が求められている。近年、地球温暖化の影響により著しい気象現象による災害が頻発しており、従来以上に気象現象に注意を払う必要がある。本研究では、気象データに基づく降雪ハザードの検討として軽水炉サイトの各地区の日降雪量及び積雪深についてハザード曲線を作成するとともに、設計基準を上回る事象が発生した場合に対する評価方法を提案する。また、地球温暖化にともなう異常降雪について検討する。

2. 分析方法

既存の発電所のうち降雪による積雪が想定されるサイトを分析対象とする。発電所の設置地区あるいは近接する地域の気象データから降雪に関するハザード曲線を作成する。降雪のデータは1日当たりの積雪量(日降雪量)と融けずに積もっている積雪深のデータがあり、ここでは、年最大の日降雪量と年最大の積雪深の年超過確率を算定する。それらの値について比較分析するとともに、設計基準を超えるPRAにおいて参照すべき積雪深と頻度の評価方法を検討する。また、地球温暖化の影響について新潟県高田地区の日降雪量等を用いて検討する。

3. 分析結果

降雪ハザード曲線の例として大飯・高浜・美浜の3つの原子力発電所に隣接する敦賀市の例を図1に示す。年最大の日降雪量と積雪深について曲線を示すとともに50年及び1万年再現期間の値を示している。3つの発電所では共通して100cmを積雪量の設計基準値としており、この値は建築基準施行令第86条によって決定されている。この積雪量は敦賀でのデータの年最大積雪深の再現期間の約8年に相当し、設計基準値を超える頻度は比較的大きいことが推定される。気象データから統計的に設計基準値を定めた例として、柏崎刈羽原子力発電所は日降雪量と年最大積雪深の和による評価を導入^[1]している。その手法による敦賀地区の評価結果を表1に示す。敦賀地区での観測記録上最大の積雪深は196cmであり、当該評価法では観測記録の最大値より小さな積雪深(158cm)となる。PRAを実施する際には設計基準を超えるリスクについて、参照すべき積雪量とその頻度の評価方法が必要である。柏崎刈羽の評価手法で最大積雪深の平均値を求める場合、各年の積雪深の分散から積雪深を過少評価する場合がある。そこで、日降雪量に1万年再現期待値を用い、最大積雪深を「観測記録上の最大値」とすることとし、その場合の各地区の積雪深の提案値を表2に示す。この統計評価値は再現期間が数十万年であり、頻度としては他のハザードと比較しても妥当なレベルと考えられる。一方、建設基準法上の荷重評価としては、除雪が可能であることから、最大積雪深の加算は過大評価となる可能性があるが、空気取り入れ口の閉塞等の設計基準を超えるPRAを行う際には、短時間に除雪が困難な場合としての最大積雪深を考慮することによって、最適評価が可能になると考えられる。また、地球温暖化に伴い発生する異常降雪について検討した。気温の上昇に伴って積雪深は低下傾向であるが、短期間に大量に降雪する異常降雪の発生可能性が指摘されている。新潟県高田地区における2000年から2021年までの日降雪量の上位記録を図2に示す。本年(2021年)に発生した異常降雪が直近21年間余りの最大値であり、今後も最大値の更新に留意が必要である。

4. 結言

異常降雪リスクについて気象データに基づき分析した。短期間の除雪能力には限界があり日降雪量評価が重要である。地球温暖化の影響により異常降雪頻度が増大する可能性にも継続的な注意を払う必要がある。

参考文献 [1] 東京電力, 「柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉 外部事象の考慮について」, 平成27年10月。

*Risako Nakashima¹, Akari Koike¹, Takaaki Sakai¹

¹Tokai Uni.

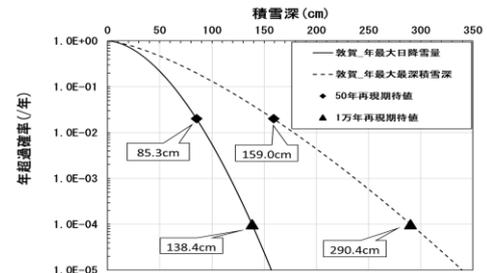


図1 敦賀地区の降雪ハザード曲線と再現期待値

表1 柏崎刈羽の統計的評価手法(敦賀地区)

日降雪量 (cm) + 積雪深の平均 (cm) = 設計基準 (cm)			
日降雪量の1万年再現期待値 (cm)	積雪深の平均 (cm)	柏崎刈羽の評価手法 (cm)	観測記録上最大値の年最大積雪深 (cm)
138.4	19.74	158.1	196.0

表2 設計基準を超える積雪深提案値

	発電所	観測記録上の最大積雪深 (cm)	観測年	日降雪量の1万年再現期待値 (cm)	観測記録上の最大積雪深と日降雪量の1万年再現期待値の合計 (cm)
PWR	泊(協和)	177.0	1991	108.0	285.0
	大飯, 高浜, 美浜(敦賀)	196.0	1981	138.4	334.4
	志賀(輪島)	110.0	1945	98.9	208.9
BWR	東通(むつ)	170.0	1923	119.8	289.8
	女川(石巻)	43.0	1977	76.4	119.4
	柏崎刈羽	171.0	1984	140.0	311.0
	島根(松江)	100.0	1961	120.9	220.9

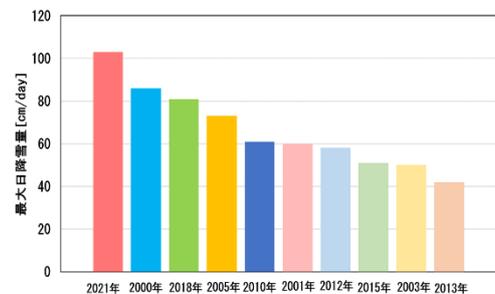


図2 新潟県高田地区における日降雪量の上位記録(2000年以降)