

風圧による損傷確率に基づく設計竜巻風速の設定法

Determination of design tornado wind speed based on damage probability

*江口 譲¹, 村上 貴裕¹, 平口 博丸¹, 林 哲也², 蔵増 真志², 田村 伊知郎²

¹電中研, ²中国電力

構造物等の竜巻風圧による損傷確率値を目標として設計竜巻風速を決定する方法を提案する。耐震設計分野で提案されている性能目標ベースの設計地震動の設定法 (ASCE/SEI 43-05 基準) を参考としたものであり、風速の2乗を設計変数とした性能目標ベースの設計竜巻風速の設定方法を提案する。

キーワード: 竜巻, 設計風速, 性能目標, 損傷確率

1. 緒言

現行の竜巻設計において、設計竜巻風速は防護施設等に対する竜巻風速の発生確率等を考慮して設定されているが、防護施設等の破損確率を考慮した場合、竜巻によるリスクは他の外部ハザードに比べて小さい可能性がある。そこで、本研究では過度な保守性を排除するためのより合理的な竜巻設計手法の構築可能性について検討する。具体的には、Kennedy[1]が耐震設計分野で提案した性能目標ベースの設計地震動の設定法 (ASCE/SEI 43-05 基準) を参考に、構造物等の竜巻風圧による年間損傷確率値に基づいて設計風速を決定する方法を提案する。この方法では設計変数として風荷重と比例関係にある風速の2乗値を選定した。

2. 設計竜巻風速の設定法と計算例

まず、太平洋側の1点における竜巻風速 V の年超過確率 $H(V)$ を TOWLA[2]によって求めた。次に、竜巻風速 V の風圧荷重に対する構造物の耐力の確率密度関数 $f(V)$ が、式(1)のように標準偏差 β 、中央値 $V_{50\%}$ の対数正規分布に従うものと仮定し、構造物の年間損傷確率 P_{fail} を式(2)で求めた。

$$f(V) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\beta V} \exp\left(-\frac{(\ln V - \ln V_{50\%})^2}{2\beta^2}\right) \quad (1),$$

$$P_{fail} = \int_0^{\infty} H(V) f(V) dV \quad (2)$$

また、Kennedy[1]の方法と同様の考え方にに基づき設計風速 V_D と中央値 $V_{50\%}$ の関係を $\alpha=2\beta$ として式(3)のように定めた。

$$V_{50\%}^2 = V_D^2 \times \max\{\exp(2.326\alpha), 1.5\exp(1.282\alpha)\} \quad (3)$$

計算例では $\beta=0.3$ と仮定し、図1 (青) に示す2種類 (日本版改良藤田(JEF)スケールと藤田スケール(F)に基づくもの) の年超過確率 $H(V)$ を用いて年間損傷確率 P_{fail} を計算した。その結果を設計風速 V_D の関数として図1 (赤) に示す。

3. 結論

評価対象物の年間損傷確率 (性能目標) に基づく、より合理的な設計竜巻風速の設定方法を提示した。

参考文献

[1] R.P. Kennedy, Performance-goal based (risk informed) approach for establishing the SSE site specific response spectrum for future nuclear power plants, Nuclear Engineering and Design, **241**, pp.648-656, 2011.

[2] 平口博丸ら, 沿岸立地原子力発電所の竜巻風速ハザードモデル TOWLA の開発, 電力中央研究所報告 O15005, 2016.

*Yuzuru Eguchi¹, Takahiro Murakami¹, Hiromaru Hirakuchi¹, Tetsuya Hayashi², Masashi Kuramasu² and Ichiro Tamura²

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²The Chugoku Electric Power Co.

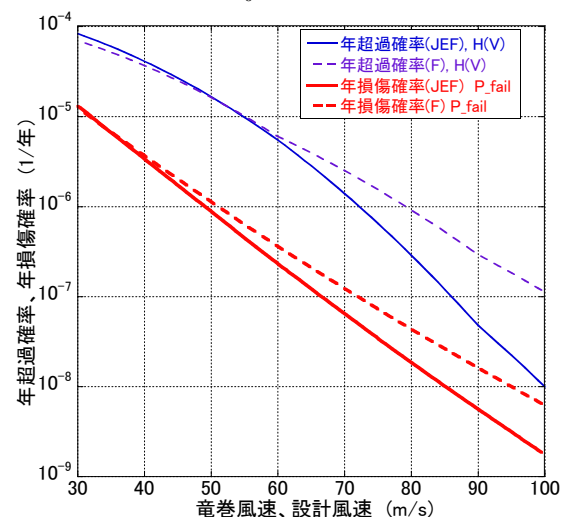


図1 竜巻風速年超過確率 (青) と年損傷確率 (赤)