

16 風向別の風環境の再現

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○木下 一孝 広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治
(財) 電力中央研究所 正会員 石川 智巳 広島大学大学院 正会員 藤井 堅

1. 背景・目的

近年、鋼製煙突に写真-1に示すような周方向亀裂を生じる事例があげられている。この原因としては、①風に起因する疲労②熱応力③煙に含まれる硫化物による化学的作用などが考えられている。しかし、主たる原因は明らかになっていないのが現状である。本研究では、実際に亀裂を生じた鋼製煙突を対象に、風に起因する疲労破壊の可能性について検討する。通常、鋼製煙突の風による疲労問題は、近隣の気象官署における風速の観測データを基に疲労設計されるが、実際には気象官署位置と鋼製煙突の建設位置とでは風環境が異なっているため、疲労設計を行うには鋼製煙突の建設位置における風環境を把握する必要がある。そこで、本論文では、気象官署位置と鋼製煙突建設位置における風環境を明らかにする。この手法と風環境の違いについて報告する。

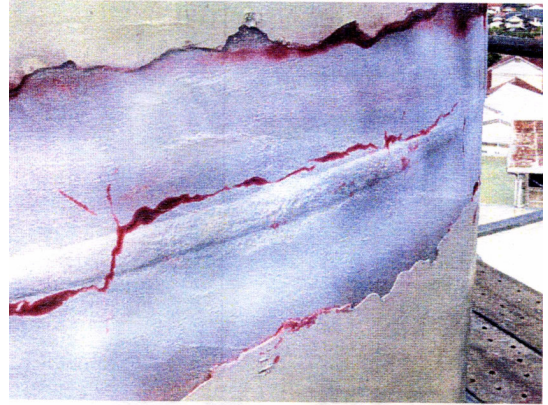


写真-1 鋼製煙突に生じた亀裂

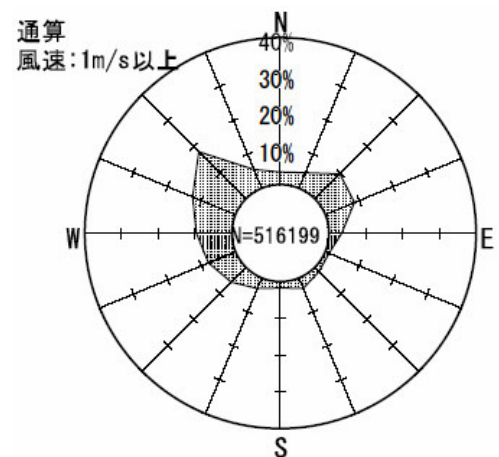


図-1 風配図

2. 気象官署で得られる観測データ

対象とした鋼製煙突建設位置に最も近い気象官署より以下のデータを入手する。

① 16 風向別の 10 分間平均風速観測データ

② 16 風向別の風配図

これらのデータを基に、通常風の 10 分間平均風速の頻度分布を作成する。図-1には、気象官署で観測された風速 1m/s 以上の風の風配図を示す。頻度分布には建築学会¹⁾奨されるワイブル分布を適用した。ワイブル分布は次式によって表される。

$$f(U) = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{U}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{U}{c}\right)^k\right] \quad (1)$$

ここで、 k, c はワイブル分布の形状を決めるパラメータである。 k, c の決定には、観測データより得られる 10 分間平均風速の平均値と標準偏差より求まる。図-2に対象とした鋼製煙突建設位置に最も近い気象官署における風速の頻度分布を示す。

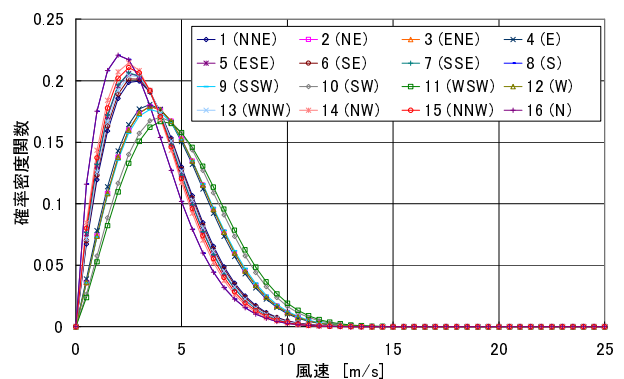


図-2 気象官署周りにおける風速頻度分布

3. 鋼製煙突建設位置の風環境の再現手法

3.1 乱流モデルによる気流解析

本研究では、気流解析を行い、地形の影響を考慮した風速の変化を把握した。この解析では、例えば北風をシミュレーションした場合に、気象官署と鋼製煙突の位置で北風の風速がどの程度異なるかを調べた。これを16風向別に検討した。

3.2 粗度区分による補正

本研究では、建築学会¹⁾で示される粗度区分による補正を次式により行った。

$$U_{10}^X = U_h \left(\frac{Z_G^Y}{h} \right)^{\alpha_Y} \left(\frac{10}{Z_G^X} \right)^{\alpha_X} \quad (2)$$

ここに、 U ：風速、 X ：変換したい粗度、 Y ：官署の粗度、 Z_G ：粗度区分による基準高さである。気象官署位置と鋼製煙突建設位置における粗度の違いを図-3に示す。

気流解析の結果、また、粗度区分による補正の結果、気象官署位置と鋼製煙突建設位置における風速の違いを風速の比で16風向別に求めた。これを図-4に示す。

4. 鋼製煙突建設位置における風速頻度分布

図-4に示される風速比を気象官署より得られたデータにかけることで、平均値と標準偏差に補正を加える。この補正値を用いることで鋼製煙突建設位置における16風向別の10分間平均風速の頻度分布を気象官署位置における頻度分布の作成法と同様の手法で求める。この頻度分布を図-5に示す。この結果より鋼製煙突建設位置において風向SW、WSWで高い風速が気象官署に比べ生じる頻度が高いことがわかった。これは、鋼製煙突の建設位置において風向SWからWにかけて海に面しており風速が高くなるためである。一方風向Eでは山に面しており風速が低くなる傾向にあるためであり、気流解析、粗度による補正によって鋼製煙突建設位置周りにおける風環境の再現ができていると考えられる。

参考文献

建築学会：建築物荷重指針・同解説，2004

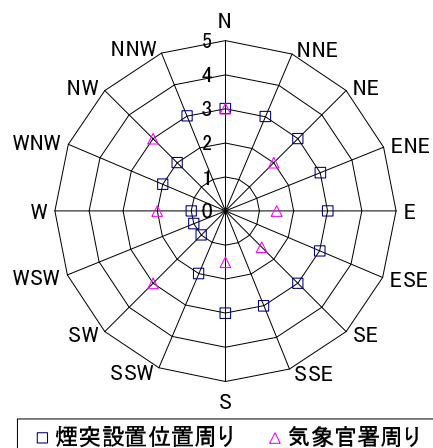


図-3 煙突設置位置周りと気象官署周りの粗度

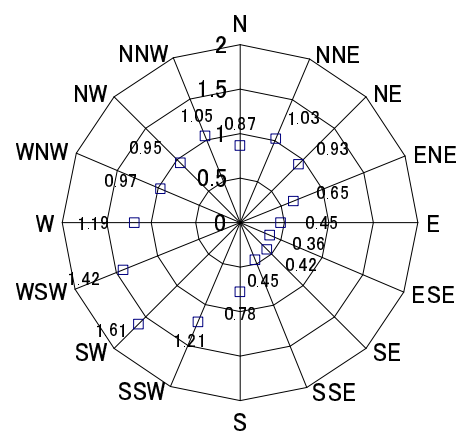


図-4 煙突設置位置と気象官署における風速比

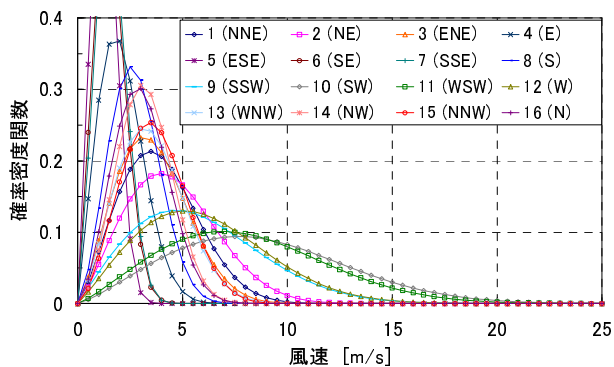


図-5 鋼製煙突建設位置周りにおける風速頻度分布

4. まとめ

本研究では、亀裂を生じた鋼製煙突を対象に、風に起因した疲労問題について検討するため気流解析、粗度による補正を行い、鋼製煙突建設位置における風環境を詳細に再現した。これにより風速が高くなる風向を明らかにすることが可能となった。