

金属系サンドイッチパネルに作用する風荷重（耐疲労評価）

河井宏允*

1. 研究の目的

本研究は、建築物の外装用の金属系サンドイッチパネルの耐疲労設計方法を示すと共に、金属系サンドイッチパネルの風による累積疲労を、疲労試験結果と強風の超過累積確率のデータに基づいて評価したものである。

2. 研究方法

2.1 風荷重の超過確率と繰り返し回数

累積疲労を評価するために、日本各都市における風速の超過確率を求め、それに基づいて通常の設計用荷重で基準化した風荷重の超過確率を求めた。図1は、その1例で、再現期間50年の風荷重を基準とした場合の、風速15m/s以上の風に対する大阪の風荷重の超過確率である。図1より風荷重の超過確率は荷重比が0.2以上では荷重比の中乗に比例し(1)式で表わされる。

$$F = 5.10 \times 10^{-6} \beta^{-2.50} \quad (1)$$

したがって、供用期間内にパネルに作用する荷重レベル β 以上の風荷重の繰り返し回数は、

$$N = F \times T \times \nu = 5.10 \times 10^{-6} \beta^{-2.50} T \nu \quad (2)$$

となる。ここに T 、 ν は供用期間及び単位時間あたりのピークの回数を示している。単位時間あたりのピークを1回/秒として、供用期間を50年に対する風荷重レベル β と繰り返し回数 N との関係を求めると(3)式となる。

$$N = a_1 \beta^{-a_2} = 8.04 \times 10^3 \beta^{-2.50} \quad (3)$$

2.2 パネルの累積疲労損傷

サンドイッチパネルの疲労試験によれば、パネルのS-N曲線は(4)式によって近似することができる。

$$N = c_1 \gamma^{-c_2} \quad (4)$$

ここに γ は設計許容応力に対する載荷応力の比、 c_1 、 c_2 は建築物等の疲労特性を定める係数を表している。

疲労損傷の度合いは、疲労限度に対する荷重の繰り返し回数の比で表され、その累積和即ち累積疲労損傷が1を超える時に疲労破壊が生じる。即ち、

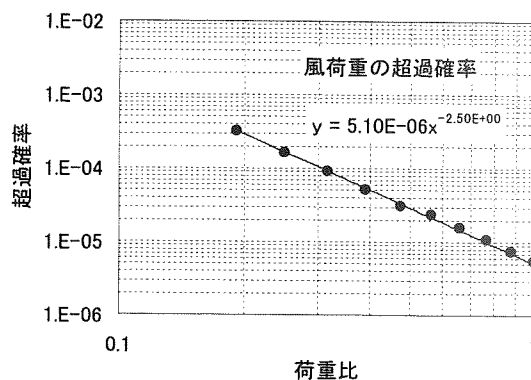


図1 風荷重の超過確率

$$\sum \frac{n(\beta_i)}{N'(\beta_i)} = \int_{P_L}^{P_U} \frac{dN(\beta)}{N'(\beta)} = \frac{-a_1 a_2}{c_1 (c_2 - a_2)} \left(P_L^{(c_2 - a_2)} - P_U^{(c_2 - a_2)} \right) > 1 \quad (5)$$

が成立すれば建築物等は疲労破壊すると仮定する。ここに $n(\beta_i)$ は β_i レベルにおける荷重の繰返し回数、 P_L 、 P_U は荷重の下限および上限である。したがって、

$$\frac{-a_1 a_2}{(c_2 - a_2)} \left(P_L^{(c_2 - a_2)} - P_U^{(c_2 - a_2)} \right) < c_1$$

となる。したがって、 a_1, a_2, c_1, c_2 が(9)式の条件を満たせば疲労損傷は生じない。

図2は、 $a_1 = 8.04 \times 10^3$ 、 $a_2 = 2.50$ (大阪の場合) について、(9)式の関係を図に表したものである。図の曲線が疲労限度を表す。この曲線より上側が疲労破壊しない領域、下側が疲労破壊する領域である。

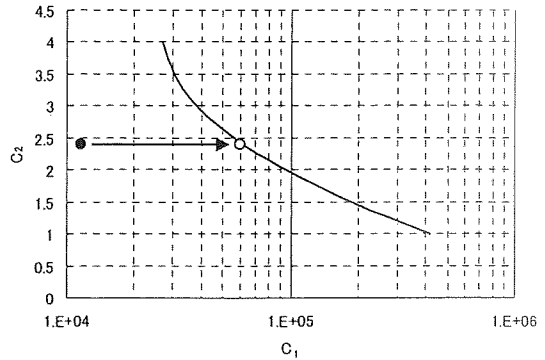


図2 疲労限度曲線図

3. 結 論

通常のプロセスによって耐風設計された建築物等の風による累積疲労損傷を評価する簡単な方法を示し、それに基づいて疲労判定図を作成した。この判定図を使うことによって、設計応力レベルで基準化した疲労曲線 (S N 曲線) が分かれば、極めて簡単に疲労損傷の判定をすることができる。

4. 参考文献

- (1) 河井宏允、藤田正則：外装材の耐疲労設計、日本建築学会大会学術講演梗概集、2005.9
- (2) 河井宏允、藤田正則：外装材の耐疲労設計について、京都大学防災研究所年報、第48号 B、2005.4