

繰り返し振動の影響(その1 構造体への影響)

前回は振動被害の許容レベルについてお届けしましたが、許容レベル以下でも「長期間振動が繰り返されると被害が発生するのではないか？」との声があります。今回は、この「繰り返し振動」を解説します。

【繰り返し振動の影響】

通常、振動による建物の損傷は、最大振動時の発生応力が部材強度を超える時(損傷限界)に即発的に損傷が生ずると考えます。その時の建物の損傷発生限度は、前々回(2012.11第91号)でご紹介した通り、建物内の応答加速度にして「建築基準相当の普通建物」で18gal程度です。

一方、長期間振動が繰り返された場合、さらに低レベルでも金属疲労的に損傷が生ずるとの意見があります。確かに、航空機や工作機械等では重要な問題で、図-1のような実験による疲労曲線(S-N曲線)から、疲労限度を求めることが行われています。疲労限度とは、「これ以上の繰り返しを幾ら受けても損傷する事がない限度」で、基準強度に対する負荷応力の比を扱います。また、耐久限度は、疲労限度よりかなり安全を見込んで、応力比1/6~1/7とする事が多いようです¹⁾。

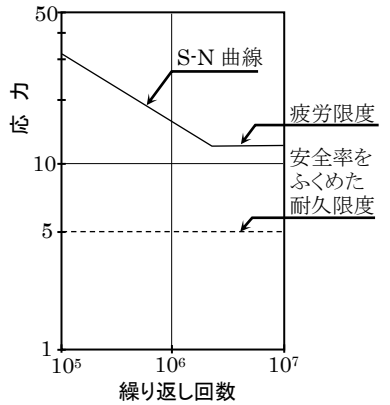


図-1 S-N曲線と疲労限度

【構造体への影響】

木造架構の疲労限度は明確ではないので(扱うこと自体が希だからです)、ここでは疲労限度を無視して繰り返し回数と応力の比を考えてみます。文献¹⁾では、図-2の釘接合部の繰り返し実験結果から、耐力が1/3(一般に3倍の安全率を有していたとした許容限度)に低下する繰り返し数は 10^{10} 回と考えられ、これは60年程度に相当し、木造建物の耐用年数を大きく超える事を指摘しています。

一方、他の木質部材や接合部の繰り返し実験の結果を集計整理した結果によると、繰り返し数 10^7 回とした場合の疲労限度の応力比は、0.13~0.73程度でした。現行の木造建物の耐震規定では、標準せん断係数 $C_0=0.2$ (応答加速度200gal相当)時に安全であるように壁量や接合部耐力を規定していますので、建物の耐力(強度)を200galと考えると(実際にはこの振動で構造体にダメージが生じる事はないのもっと高い)、繰り返し数を無視して先の耐久限度を安全側に1/10とすれば、木造構造躯体の耐久限度は20gal(86dB相当)と考えられます。

また、鉄骨造については、日本建築学会「鋼構造設計規準」に疲労限度(打ち切り限界)が示されています。これによれば、鉄骨構造躯体の疲労限度は基準強度の0.28~0.54です。

このように、前述の損傷限界(18gal)の振動が幾ら繰り返されても、構造躯体に影響が生じることはないと言えます。

参考文献: 1)「振動規制技術マニュアル」(振動の繰り返しによる家屋の疲労)環境庁大気保全局特殊公害課編 ぎょうせい

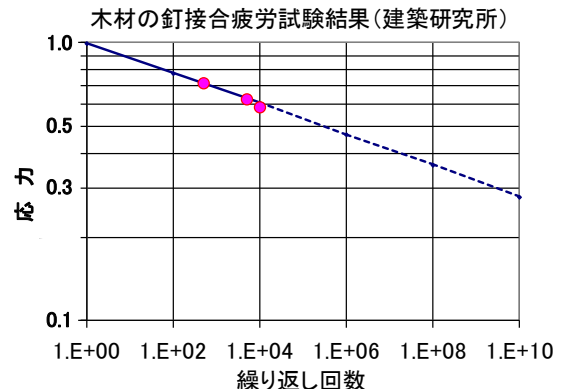


図-2 繰り返し振動の実験¹⁾

【まとめ】

以上のように、許容レベルは十分に安全側の値で、疲労限度を無視しても繰り返し振動で建物の構造躯体に影響が生じないことがわかります。次回は、タイルやモルタルなどの仕上げ材について考察します。

※損傷限界値の見直しに伴い一部記述を修正(2020.4.1)