

繰り返し加振老化試験

繰り返し加振老化試験は、風振動、および交通振動等の常時振動におけるVEM材の老化を確認したものである。Fig.41,42に示す様に、加振周波数 $f=0.3\text{Hz}$, $T=20$ で歪み(30~160%)による老化の違いを確認した。上記の歪みにおいて加振した後、VEM材の温度を20 にセットし、再度 $f=0.3\text{Hz}$ で加振し初期の G' , の変化を確認した。

この試験からは、常時振動が歪み100%以下(VEM材の厚みと同値)の場合は、剛性の低下がほとんど無いと判断できる。また、ロスファクターに至っては、初期値とほぼ一定に推移する。

よって、VEM材は繰り返し振動における疲労が非常に少ない材料であることが確認出来た。

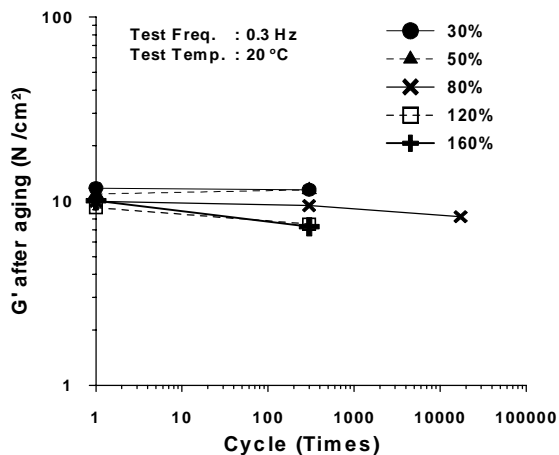


Fig41: G' after Cycle Fatigue Test

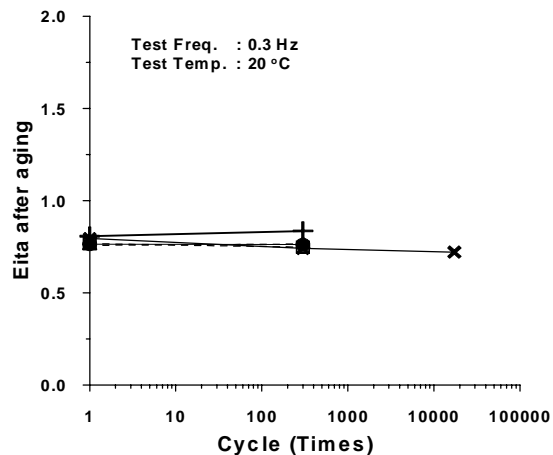


Fig42: after Cycle Fatigue Test

まとめ

1. VEM材は、非常に線形性の強い材料である為、歪みの依存性が低いことからモデル化の容易な材料と言える。
2. 正弦波加振の様な試験の場合には、サイクル毎の温度を測定することが重要であり、かつ、用いる温度計は時間刻みの極力少ない動的温度計を活用することが望ましい。
これにより、材料の加振時の温度上昇をモニター出来、サイクル中の温度上昇によって生じるVEM材のGの変化およびの変化を推測することが出来る。
3. 同一の温度、振動数を用いて、最大歪みを合わせた正弦波加振と地震波加振を行った場合、地震波加振の温度上昇は正弦波加振の1~2サイクル中の温度上昇とほぼ同等になる。
4. VEM材は、アクリル系高分子により構成されていることから、2重結合を持っていない。従って酸化劣化、紫外線劣化の起こりづらい材料であることが数々の試験により実証された。
よって、長期間において安定した性能を提供出来る材料であることが確認出来た。
5. ISD111材は、水・温水浸漬実験から漬けられていた時間と同程度の時間が経てば浸漬前の特性の戻ることが確認出来た。
よって、長期的に湿度によってISD111材の剛性が低下していくことは無いと言える。
6. 粘弾性ダンパーの利点は、微振動からダンピングを發揮出来る材料であることであるが、他のダンパーとの大きな違いである。しかし、粘弾性ダンパーの中には破断前の歪みであっても初期の物性を維持出来ないものも存在する。
これに対して、VEM材は繰り返し加振老化後でも初期と同等の性能を維持し、疲労の少ない材料と言える。
7. 上記内容を踏まえて、VEM材は長期安定した物性を保ち、かつ、疲労の少ない材料であることから、建築用ダンパーとして長期にわたり安定したダンピングを提供し、かつ、メンテナンスの必要の無いダンパーであると言える。

謝辞

本内容をまとめるにあたり、東京工業大学 建築物理研究センター笠井研究室と住友スリーエム(株)との共同研究によるISD111材の評価結果を一部用いさせて頂きました。また、東京工業大学 建築物理研究センター 和田研究室よりご助言を頂戴致しました。ここに感謝の意を記します。

参考文献

- 1) Kasai, K., Munshi, J.A., Lai, M.L., and Maison, B.F., "Viscoelastic damper hysteretic model : Theory, experiment, and application." Proc., ATC 17-1, Applied Technology Council. (1993)
- 2) Kasai, K., Fu, Y.M., "Seismic Analysis and Design Using Viscoelastic dampers" シボ・ジューム "耐震設計の1つの新しい方向" , 東京 , pp113-140 (1995)
- 3) Kasai, K., Huang, Y.M., Wada, A., "Hysteretic Model of Viscoelastic Damper for Long Duration Loading" 日本建築学会大会梗概集 (1997)
- 4) 加藤, 和田, 笠井, 大熊他 "粘弾性ダンパーの動的特性に関する研究" 日本建築学会大会梗概集 (1998)
- 5) 黄, 和田, 大熊他 "振動数と温度に依存する粘弾性ダンパーの動的力学的モデル" 日本建築学会構造系論文集 No516 (1999.2)
- 6) 佐伯, 和田, 笠井, 大熊他 "粘弾性材料を用いたブレース型ダンパーの特性に関する研究" 日本建築学会大会梗概集 (1999)
- 7) Mahmoodi, P., Robertson, L., Yontar, M., Moy, C. and Feld, L. "Performance of Viscoelastic Damper in World Trade Center Towers" ASCE Structures Congress, Orlando, FL, Aug. 17-20 (1987)
- 8) 伊藤, 永井, 喜連川, 浅野 "粘弾性体を利用した制振工法に関する研究 その1~10" 日本建築学会大会梗概集 (1989 ~ 1998)