

ウレタンエラストマーを用い積層型免震装置に関する実用化評価

オーツケミカル株式会社	正会員	○石花 健太
東京都市大学		古屋 治
オーツケミカル株式会社	正会員	合田 研吾
オーツケミカル株式会社		小俣 昇平
株式会社ブリヂストン		鈴木 重信

1. 目的

我が国は、世界でも稀な大都市を抱える地震大国であり、各種構造物の耐震設計は、様々な社会的観点で必須な技術である。特に、兵庫県南部地震以降発展を進め東日本大震災でもその有効性を再確認し得た免震構造は、益々重要な構造物の耐震安全性向上技術になるものと考えられる。しかしながら、現在、免震装置を代表する積層ゴムは、ゴム本来が有する材料特性から極低硬度や極高硬度を実現することは難しく、また、製造工程から形状寸法に限界が生じる。本研究では、ゴム材料と異なり金型へ材料を流し込む簡便な成形方法と機械的特性に優れ、かつ、配合設計により力学特性をあらかじめ検討可能な高分子化合物である、ウレタンエラストマーを用いた積層型免震装置を検討している¹⁾~³⁾。本報では、研究開発を行っている積層型免震装置の実用化に向けた性能評価の観点から加力試験、促進劣化試験についてまとめる。

2. 性能評価試験

2. 1 試験体 図1は、性能評価試験に使用した試験体である。試験体は、両端に9mm厚の取付フランジ(SS400)があり、フランジ間に1.25mm厚のウレタン15層と3.2mm厚の中間板(SS400)14層から構成される。質量は、5.1kgである。

2. 2 試験方法 試験体をせん断・圧縮2軸試験機に設置し、面圧1.0MPaをかけた状態で試験を実施した。加振周波数は、0.02Hz、および、0.2Hzとし、加振振幅は、せん断ひずみ500%の大変形領域まで実施した。

2. 3 試験結果

図2に復元力特性を示す。左図は、加振周波数0.02Hzにおいて加振振幅を漸次増大させた際の振幅依存性であり、右図は、加振振幅をせん断ひずみ100%とした際に加振周波数を増大させた周波数依存性である。結果が示すように、振幅依

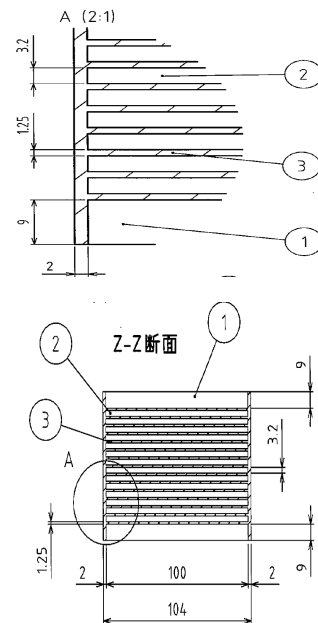


図1 性能評価試験体

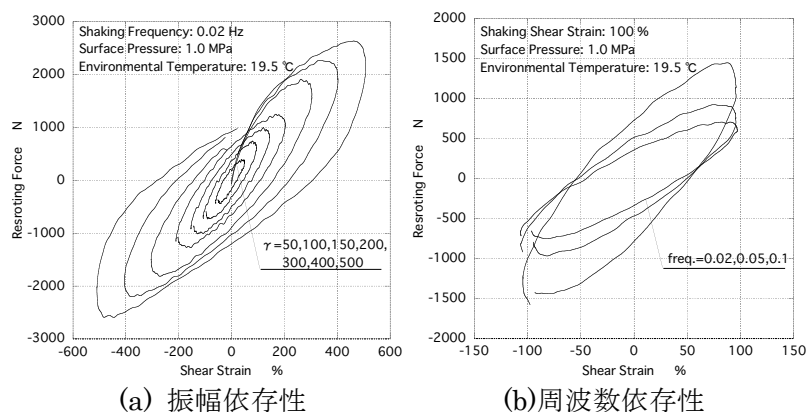


図2 復元力特性

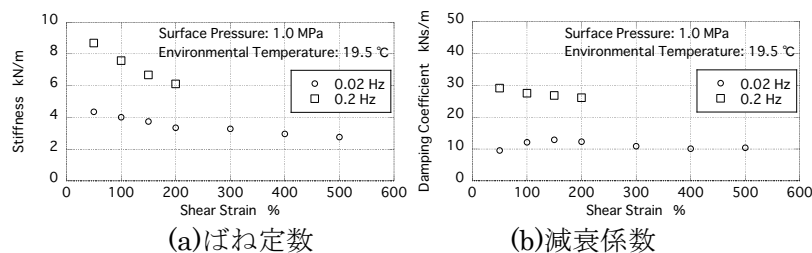


図3 力学特性

キーワード 粘弾性体、免震、積層型、加力実験、実用化

連絡先 〒592-0013 大阪府高石市取石 5-9-1 オーツケミカル株式会社 TEL072-275-1170

存性においては、せん断ひずみ 500%までハードニング特性等生じず安定した復元力特性になっていることを確認できる。また、右図が示すように周波数に対しては、従来の試験結果からも確認済みのようにやや非線形性を有することが確認できる。これらは、図 3 に示す力学特性からも判断できる。特に、力学特性は、変位に対する依存性が低くせん断ひずみ 500%の大変形領域まで安定した力学特性になることが確認できる。図 4 は、大せん断領域での変形状態を示している。ウレタンエラストマーは、無色透明な状態から着色まで可能であるが、今回の試験体では、着色せずせん断変形時の内部鋼板とウレタン層の状況を確認したが、せん断ひずみ 500%領域においても設計通りの変形状態が得られていることを確認した。



図 4 大変形領域時でのせん断状況例

3. 促進劣化試験による経年変化の検討

ゴムや樹脂製品等の高分子材料の寿命推定方法として、温度を上げることによりゴムの劣化を促進させる促進劣化試験がある。ここでは、各温度にて劣化時間を求め、アレニウスプロットを行うことによって、活性化エネルギー及びゴム製品の寿命を推測させる。

3. 1 試験方法

厚さ 2mm のウレタンシートを試験体として各温度の恒温槽に設置し、一定期間経過した後に JIS K6251 の引張試験に従い評価した。各サンプルと温度条件：試験材質：減衰性ウレタンエラストマー 50 度品、試験片：ダンベル状 3 号形、恒温槽温度：40℃, 70℃, 100℃, 130℃。

3. 2 試験結果

ウレタンエラストマーの物性試験における 100%応力及び 300%応力の結果当りでの劣化状態を回帰曲線にて求め、次いで、各応力が 20%低下した時間を概算し、アレニウスプロットを行った結果を図に示す。アレニウスプロットより、活性化エネルギー及び 23℃における寿命を検討した。参考までに免震ゴム材料の活性化エネルギーは $8.0 \times 10^4 \text{ J/mol}$ 前後の報告例⁴⁾もあり、今回の試験結果は近い値が得られている。結果として、寿命に関して、約 200 年という結果が得られた。

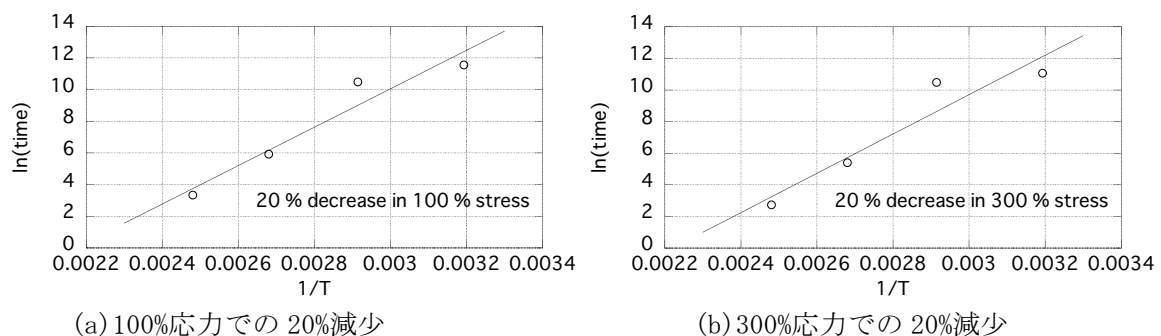


図 4 促進劣化試験結果

4. おわりに

本研究では、金型注入による簡便な成形方法と機械的特性に優れたウレタンエラストマーを用いた積層型免震装置について、特に実用化を目的とした積層型試験体での大変形特性、および、促進劣化試験での経年劣化評価を示した。結果として、これまでの特性確認結果と同様で安定した力学特性等を確認し、また、実用時では問題無いと考えられる経年劣化となることを明らかにした。

参考文献

- 1) 石花健太, 古屋治, 合田研吾, 鈴木重信, 日本建築学会学術講演梗概集 2013(構造 II), 389-390, 2013.
- 2) 石花健太, 合田研吾, 古屋治, 日本建築学会学術講演梗概集 2012(構造 II), 975-976, 2012.
- 3) 古屋治, 合田研吾, 石花健太, 日本設計工学 47(5), 259-264, 2012.
- 4) (社) 日本ゴム協会, 設計者のための免震用積層ゴムハンドブック, 理工図書, 2000