

実建物で供用している積層ゴムの経年変化

—天然ゴム系積層ゴムのクリープ—

The Aging of Rubber Bearings in an Actual Building
- Creep Characteristics of Natural Rubber Bearing -

山上 聡* 上 寛樹* 舟木秀尊* 小山慶樹*
Satoshi Yamagami, Hiroki Ue, Hidetaka Funaki, Yoshiki Koyama

研究の目的

免震構造の主要構造材料である積層ゴムについては、地震時の建物の応答に係わる力学的特性だけでなく、長期間における耐久性についても正確に把握する必要がある。しかし、積層ゴムの経年変化の多くは、熱老化促進試験等による予測値であり、建物の耐用年数における経年変化量を実証したデータは無いため、追跡調査による検証が必要とされている。

そこで、33年前(1986年9月)に竣工した茨城県つくば市内の免震建物(奥村組技術研究所の管理棟)を対象として、天然ゴム系積層ゴム(以下、NRBという)の水平剛性やクリープ変形等の経年変化に関する追跡調査を実施している。

研究の概要

対象建物の免震装置には、NRB25基と鋼棒製ダンパー12基を使用している。NRBのゴム径は500mm、ゴム層は7mm×14層でありゴム総厚は98mm、1次形状係数S1は17.1、ゴム材料のせん断弾性率Gは0.44N/mm²相当である。積層ゴム高さの計測点を図-1に、計測状況を写真-1に示す。計測対象は25基のNRB全数とし、各NRBの四隅の高さを計測し、竣工時からの高さの変化量(以下、変化量と称し、NRBが縮む側を正值とする)と計測時のピット内温度を記録している。

全NRBの変化量の平均値(以下、平均変化量という)と計測時の免震層内の温度を時系列で図-2に示す。平均変化量はピット内温度の上下に対応して増減ながら、長期的には増加している傾向がみられ、計測値にはクリープ変形によるものと温度変化によるものが含まれていることがわかる。平均変化量に対して20°Cに温度補正(-0.0562mm/°C)を行って温度変化の影響を取り除いたうえで初期値をゼロとし図-3に示す。本建物の設計時には、80年(約29200日)後のクリープ変化量をφ400mmの積層ゴムの熱老化促進試験等の結果から3mm程度と予測している。33年間(約12000日)経過した時点での平均変化量は約2.4mmであった。経過日数と平均変化量の関係を線形として近似すると0.0002mm/日であり、80年後の変化量は6mm程度と推定される。日本ゴム協会の提案式に本NRBの仕様をあてはめると80年後の推定値は6mm程度。この提案式に倣い経過日数のべき乗で計測値を近似すると80年後は5.3mm程度となった。

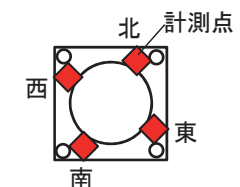


図-1 NRBの計測点



写真-1 計測状況

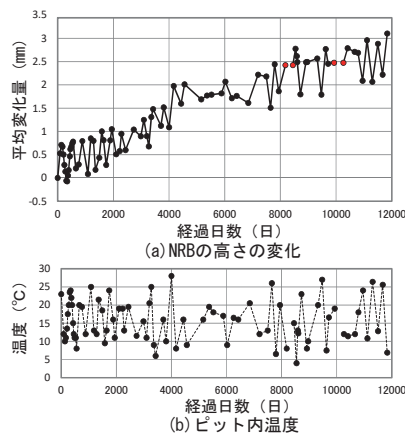


図-2 平均変化量とピット内温

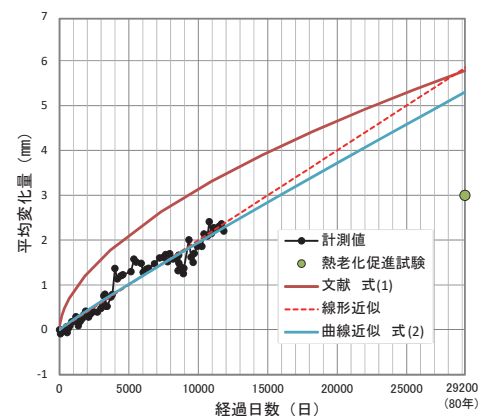


図-3 計測値と推定値の比較

研究の成果

33年間実建物で供用しているNRBのクリープ量の計測の結果、次のことがわかった。

- i. NRBの高さの変化は、温度変化による影響を受けており、その変化量は-0.0562mm/°Cであった
- ii. 33年間(約12000日)でのクリープ量は約2.4mm(ゴム総厚の2.4%)であった
- iii. 計測結果から推定した80年後のクリープ量は6mm(ゴム総厚の6%)程度と設計時のクリアランスの15mmより十分小さいと予測され問題ないと考えられる

これらのことから、竣工後33年を経過した免震建物が必要な安全性と耐久性を有していることを確認した。