

摩擦型パッシブ負剛性デバイスの開発と振動台実験による検証 Development of the Friction Based Negative Stiffness Passive Device and its Verification through Shaking Table Tests

○ 豊岡 亮洋・家村 浩和・河内山 修
○ Akihiro Toyooka, Hirokazu Iemura, Osamu Kouchiyama

In this report, the new device realizing a negative stiffness and damping in a passive manner was developed. The device consists of friction bearings having convex slope in order to generate the negative stiffness. The shaking table test was performed using a girder model with rubber bearing supports in order to confirm the effectiveness of the device. It was clarified that the proposed device could attain better performance in view of the reduction of the girder's absolute acceleration compared to the regular friction device.

1. はじめに

負剛性デバイスとは、系の変形を増大させる方向に反力を生じる負の剛性を有する装置であり、免震支承などの正の剛性を有する構造要素とともに用いることで、この正の剛性を相殺もしくは減殺して絶対加速度応答の低減を図るものである。

しかし、こうした機構は通常アクティブもしくはセミアクティブ構造により実現されるため、センサーや複雑な装置、制御則が必要となり、コストや長期信頼性の面で問題があると考えられる。

本報告では、こうした点を解決するため、すべり摩擦支承の形状によって負剛性を発揮するパッシブ負剛性デバイスを開発するとともに、桁模型を用いた振動台実験を行うことで、開発したデバイスの地震時挙動および性能を確認した。

2. 負剛性摩擦デバイス供試体

図1に、開発した負剛性摩擦デバイスの概要を示す。本デバイスは摩擦面が逆凸型形状となっており、この面の曲率を制御することで所定の負剛性を発揮する構造となっている。また、すべり材にはテフロンを用いることで、摩擦によるエネルギー吸収を期待する構造となっている。このデバイスを、図2に示すように振動台上に4基設置し、桁模型（重量約100kN）を上載して加振試験を行った。桁は、本デバイスの他に2基のゴム支承（1基あたり剛性200kN/m）によって支持されており、このゴム支承の正の剛性を負剛性デバイスが減殺する構造とした。負剛性デバイスは、ゴム支承の剛性の-0.3倍（-120kN/m）および-0.5倍（-200kN/m）の負剛性を有する供試体を製作した。また、比較のため平面すべり支承についても実験を行った。

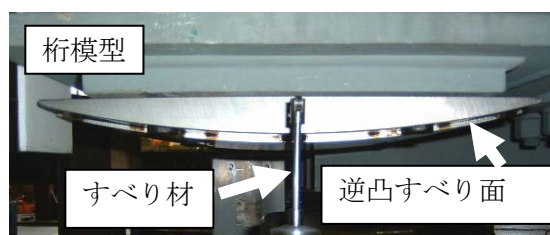


図1 負剛性摩擦デバイス供試体

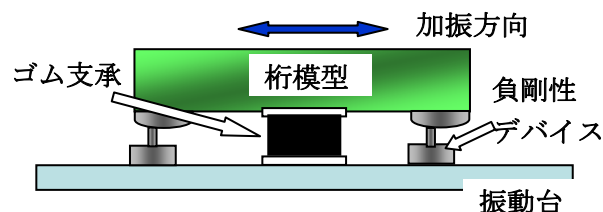


図2 試験体設置概要図

3. 実験結果

図3に、平面、-0.3負剛性、-0.5負剛性デバイスについて、桁慣性力と振動台-桁相対変形の履歴を示す。振動台への入力としてはJMA神戸記録EW成分を0.4倍にスケールしたものを利用した。このように、負剛性デバイスを用いることにより系のみかけの剛性が減少し、摩擦によるエネルギー吸収効果とあわせて桁の慣性力（＝絶対加速度応答）が減少していることが確認された。

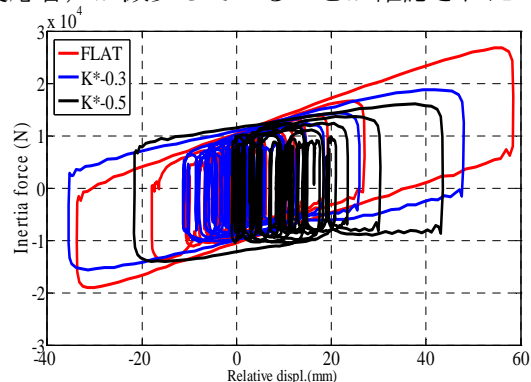


図3 慣性力 v.s. 振動台-桁相対変形履歴