

学 位 論 文 の 要 旨

専攻名	物質生産工学	ふりがな氏名	モハド ソフヤン ビン モハマド ロスビ MOHD SOFYAN BIN MOHAMMAD ROSBI
学位論文題目	A study of dynamic design method for vibration reduction in automatic transmission powertrain (自動車用 AT における振動低減のための動的設計法に関する研究)		
<p>This study is focusing on dynamic design method for vibration reduction in automatic transmission powertrain. In this research, the author performed analysis on vibration reduction for shudder, and subharmonic vibration of order 1/2. Shudder is a type of self-excited frictional and torsional vibration in the powertrain, which can also be transmitted to the tires and car seats, thus leading to discomfort during driving. Subharmonic vibration of order 1/2 is a nonlinear vibration that occurred because of the nonlinearity of the piecewise-linear spring of damper inside torque converter.</p> <p>Shudder occasionally occurs in the lock-up clutch of automatic transmissions when the frictional characteristics of the lock-up clutch have a negative slope with respect to the relative slip velocity. This study evaluates the effect of a dynamic absorber on reducing shudder in an automatic transmission powertrain. The automatic transmission is modeled as a linear multi-degree-of-freedom system using Lagrange's equation of motion. The optimal dynamic absorber characteristics for suppression of shudder are calculated. The experimental results reveal the optimized dynamic absorber can completely suppress shudder. Engine forced vibration analysis shows that the dynamic absorber can reduce vibration without any detrimental effects.</p> <p>Then, This paper analyzed the suppression method of the nonlinear vibration called subharmonic vibration of order 1/2 in the car powertrain by using a dynamic absorber. In the car powertrain, the torsional forced vibration caused by engine explosions leads to inhibition of the ride quality. Thus, in the torque converter of an automatic transmission car, a piecewise-linear spring called damper is used to reduce the transmission of the forced vibration. However, the subharmonic vibration occurred in the actual vehicle, when the spring restoring characteristics is around the switching point. The fundamental vibration frequency of the subharmonic vibration is half to the engine forced vibration frequency. Although the design of the dynamic absorber to suppress the forced vibration has been established for the linear systems, the optimum design to suppress the subharmonic vibration of order 1/2 has not yet been investigated. The powertrain is modeled by multi degree-of-freedom system as an actual vehicle, including engine, torque converter, transmission gears and wheels. Equation of motion is developed with also considering spring restoring force of piecewise-linear spring. The numerical result shows subharmonic vibration occurs when the engine excitation frequency is almost twice of the second mode of natural frequency, and the result shows a good agreement with the experimental data. Then, the dynamic absorber is introduced to suppress the occurrence of subharmonic vibration theoretically. In this paper, the optimum design of the dynamic absorber to suppress the subharmonic vibration is discussed. The numerical result shows the optimally designed dynamic absorber in the natural frequency and the damping ratio is capable of suppressing the occurrence of the subharmonic vibration.</p>			

学位論文審査結果の要旨

専攻	物質生産工学専攻	氏名	Mohd Sofian Bin Mohammad Rosbi
論文題目	A STUDY OF DYNAMIC DESIGN METHOD FOR VIBRATION REDUCTION IN AUTOMATIC TRANSMISSION POWERTRAIN		
主査	劉 孝宏		
審査委員	後藤真宏		
審査委員	濱川洋充		
審査委員	田上公俊		
審査委員			
審査結果の要旨 (1000 字以内)			
<p>近年、自動車業界では、低燃費化を目的として、エンジンの省気筒数化やオートマチックトランスミッションにおける高負荷低回転域でのロックアップ(L-up)が採用されている。一方、自動車用オートマチックトランスミッションでは、L-up 作動時に Shudder と呼ばれる自励振動が発生したり、L-up 時のエンジンの強制振動を低減させるために配置された L-up ダンパと呼ばれる非線形ばねに起因した異常振動が発生したりして問題となっている。</p> <p>本研究では、Shudder および異常振動の発生メカニズムを解明するとともに、それらの防止対策を検討し、以下に示すような成果を得た。</p> <p>1. 実車で発生した Shudder に対し、L-up クラッチの摩擦特性を実験的に測定し、Shudder が相対すべり速度に関する負勾配摩擦特性による自励振動であることを明らかにした。系をラグランジュの運動方程式を用いて精密なモデル化を行い、2次モードで Shudder が最も発生しやすいことを明らかにした。また、Shudder の防止対策として、動吸振器の最適設計法を提案し、動吸振器がエンジンの強制振動に対しても悪影響がないことを明らかにした。さらに、最適設計した動吸振器を実車に取り付けることで、Shudder の完全制振に成功した。</p> <p>2. L-up 時に発生する異常振動に対し、実車で発生した振動を精密に解析するとともに、系を L-up ダンパの断片線形特性を含む多自由度強制振動系にモデル化し、異常振動が L-up ダンパの断片線形特性に起因した 1/2 次分数調波振動であることを明らかにした。</p> <p>3. 1/2 次分数調波振動を防止するための対策として、L-up ダンパの減衰を大きくすること、隣り合うダンパ剛性比をできるだけ小さくすること、強制振動の周波数の 1/2 付近にチューニングした動吸振器が効果的であることを示した。</p> <p>以上の成果は、機械力学および自動車工学的見地から重要であり、学術上寄与するところが大きい。また、Shudder や 1/2 次分数調波振動の防止対策を明確にすることで、新たなオートマチックトランスミッションの設計指針を提案することができ、今後の自動車産業にとって有益である。なお、論文公聴会において適切な説明がなされ、討議・質問において的確な回答がなされた。以上から、審査委員全員一致して本論文が博士(工学)の学位に値すると判定した。</p>			