

トピックス 油圧制御系の制振設計技術

CVT研究室 西澤博幸

Design Technique for Suppressing Vibration in Hydraulic Control System

Hiroyuki Nishizawa

自動変速機の油圧制御システムは、複数の弁の組み合わせからなるため (Fig. 1)、制御弁間の干渉による連成振動が発生しやすい。さらに、振動に影響する要因 (設計諸元) が数多くあるため、適切な対策を行うのが容易でない。

本研究では、合せ込み要因を極力排除した汎用性の高いシミュレーション手法と各設計諸元の最適設計法を提案し、連成振動問題を短期間に解決可能とした。以下、概要を紹介する。

1) シミュレーション手法

これまで合せ込み定数として扱われてきた流量係数、体積弾性率、気泡含有率、摩擦係数、粘性抵抗係数等のシミュレーション定数を、実験と理論の両面から導出した。特に、非接触変位センサを用いたスプール弁の挙動計測により、従来未知であった粘性抵抗と摩擦力を把握した。また、スプール弁の変位と偏心を加味した流量理論式を導出し、自動変速機用スプール弁における流量係数を定式化した。これらにより、シミュレーションの汎用性が高まり、油圧振動の再現、予測を容易に行うことが可能となった。また、ユーザーインターフェースに優れたシミュレーションツール「Dymola」を用いて、油圧要素をライブラリ化することにより、設計者が簡単に油圧制御系をモデル化できるようにした。

2) 最適設計法

前述のシミュレーションをベースに、設計諸元の油圧振動に対する感度をタグチメソッド<sup>1)</sup>を用いて解析する。シミュレーション回数はTable 1のように、直交表を用いて最小とする。

感度解析は、最大振幅、振動回数等を評価関数とし、評価値の期待値とばらつき度合いとの比 (SN比) を用いて行う。SN比は大きいほど振動抑制効果が大いことを示している。解析結果をFig. 2に示す。各諸元の制振効果がSN比を用いて明示されており、諸元最適化の指針が容易に得られる。

諸元最適化の効果を実験で確認した結果をFig. 3に示す。図より、諸元最適化によって油圧振動が大

幅に減少していることが分かる。

前記1)、2)の技術により、従来からの試行錯誤的振動対策から脱却し、システムティックな振動対策が可能となった。

なお、本研究はトヨタ自動車(株)、アイシン・エイ・ダブリュ(株)と共同で実施したものであり、両社において自動変速機の油圧制御系開発に活用されている。

参考文献

- 1) 田口玄一, 矢野宏, 技術開発のための品質工学, (1994), 日本規格協会 (2001年7月30日原稿受付)

Table 1 Factors and these level.

		Level 1	Level 2	Level 3
Controlled Factor	A Lap Length of C.V.	Small	Middle	Big
	B Clearance of C.V.	Small	Middle	Big
	C Spring Constant of C.V.	Small	Middle	Big
	D Notch Angle of C.V.	Small	Middle	Big
Error F.	N Lap Length of PSCV2	Small	Middle	Big
	L Spring Constant of PSCV2	Small	Middle	Big
	M Notch Angle of PSCV2	Small	Middle	Big
Signal F.	O Duty Rate	Small	Big	-
Error F.	P Eccentricity Rate	Small	Big	-
	Q Air Rate in Oil	Small	Big	-
	R Duty Change Speed	Small	Big	-

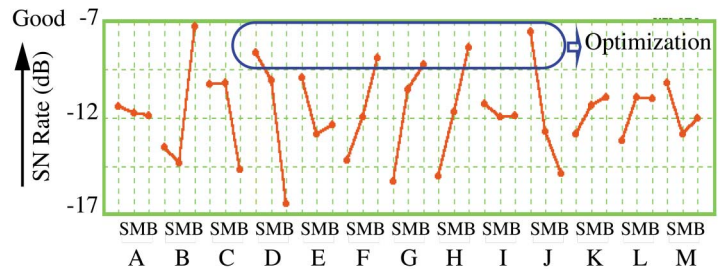


Fig. 2 Signal to noise ratio.

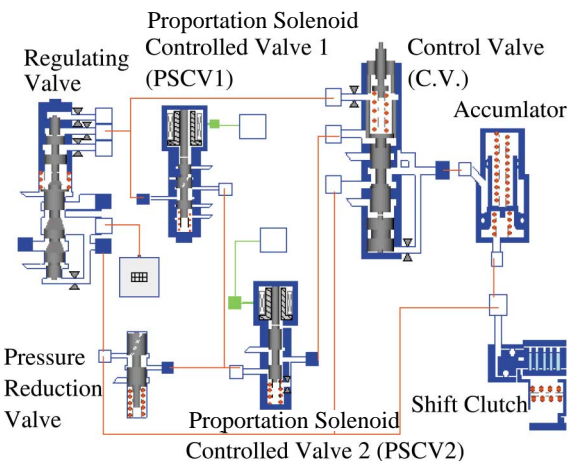


Fig. 1 Simulation model of hydraulic control system.

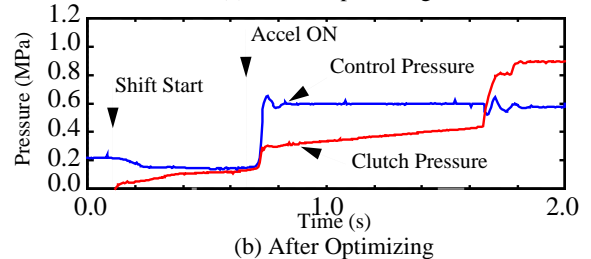
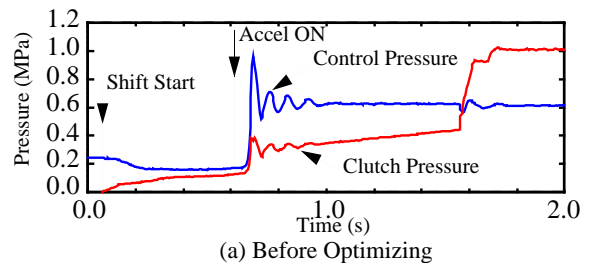


Fig. 3 Experimental results of optimizing.