

エンジン振動・潤滑 CAE システム EVAS

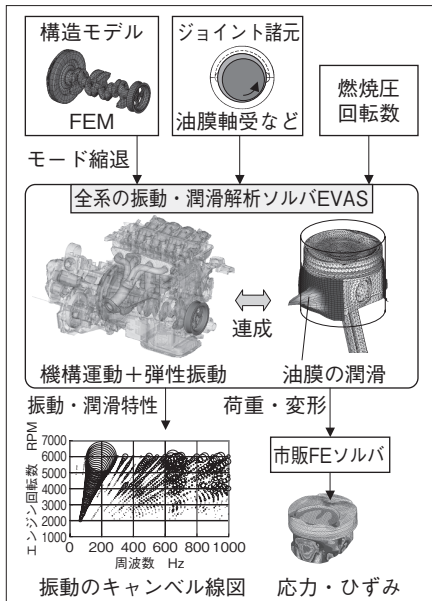


図1 CAEシステム概要

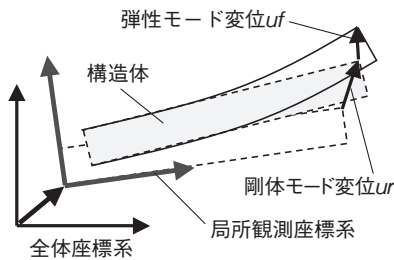


図2 剛体運動と弾性振動の表現

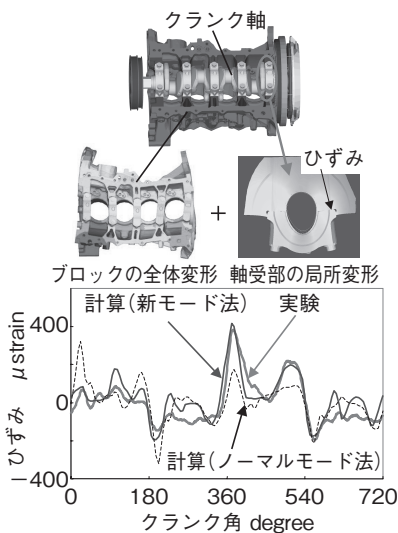


図3 軸受強度解析への適用

1. はじめに

年々厳しくなる自動車の低燃費化要求に対応するため、エンジンにはさらなる軽量・低損失化が望まれ、相反する静粛・信頼性確保との両立を可能にする高度な構造・潤滑設計技術が必要となる。

本研究では、この複合問題の適合を効率的に行う設計補助技術として、エンジン実働時の振動・強度・潤滑性能を予測するCAEシステムの開発を進めている。以下では、その概要と適用例を紹介する。

2. CAEシステムの概要

図1にシステムの基本構成と入出力を示す。本システムは、内製の柔軟多体系動力学解析ソルバEVAS⁽¹⁾ (Engine Vibration Analysis System) を基盤として、潤滑と強度の解析技術を組み合わせている。入力としては、エンジンの各構成部品の慣性・振動特性を表す構造モデル、部品間を結合する軸受など機械ジョイントの寸法諸元、および強制力としての燃焼圧を与える。

EVASでは、これらの構成要素を組み合わせて、実働時の機構運動と弾性振動を時刻歴で数値的に解き、各部品の振動応答、ジョイントの伝達荷重や潤滑特性を出力する。なお、ポスト処理として、市販のFEソルバや音響ソルバにより、部品の応力や音響放射パワーなどを求める。

本システムの特徴は、上記のような大規模かつ複数現象の連成問題をパソコンで数分から数時間で簡便に計算できる点にある。

3. 解析法の特徴

EVASでは、構造体の近傍に位置する局所観測座標系(図2)を導入することにより、モード座標のみで構造体の剛体変位と弾性変位を表現する。

また、各種のジョイントは、非線形ばね・減衰要素で表す。これらの定式化により、多体系の運動方程式が大幅に簡略化でき、問題に応じて任意の自由度縮約法(モード合成法)が利用できる。

エンジンのジョイントには動圧式油膜軸受が多く使われ、その潤滑特性が全体の振動や摩擦損失に影響する。構造体の軸受面に差分格子を設定することにより、多体系の動的挙動との連成を考慮して流体潤滑方程式を解き、軸受の油膜圧力や摩擦力を求める⁽²⁾。

4. 軸受強度解析への適用

クランク軸受の応力予測には、軸受部の局所変形を考慮した全体系の動的挙動計算が必要になる。本研究では、百万自由度超のブロックのFEモデルに対して、少ないモード数で全体変形と軸受部の局所変形の両者が考慮できる独自のモード合成法を考案し⁽³⁾、実働ひずみの予測精度を向上した(図3)。

5. おわりに

本システムは、各種新エンジンの構造設計に活用されている。今後の研究課題は、歯車接触などより硬い系や、流れや熱を含むより広範囲の複合問題への拡張と、それらの解析を効率よく実行するための高性能な数値積分法の開発である。

(原稿受付 2008年9月26日)

[稲垣瑞穂, 川本敦史, 黒石真且, 阿部倉貴憲 (株)豊田中央研究所]

●文献

- (1) 川本敦史・ほか, エンジンの構造・機構系の振動予測法, 日本機械学会論文集, 67-663, C (2001), 3428.
- (2) Kuroishi, M. ほか, Coupling analysis method of piston skirt lubrication with flexible multibody dynamics ACMD2006, A00618.
- (3) 阿部倉貴憲・ほか, エンジン主軸受の実働応力解析, 日本機械学会 機械力学・計測制御部門講演会前刷集, (2007-9), 137.