

ロボットの振動制御シミュレーション ～制御パラメータ精度向上による開発期間短縮～

研究・開発機関 : 川崎重工業株式会社
 利用施設 : 社内設備 CPU intel XEON
 計算規模 : FEM解析 メッシュ数 1,000,000
 利用ソフトウェア : CATIA, MATLAB

Before

- 従来、ロボットが動作する際のアーム(腕に相当する部分)の振動が設計段階では予測できず、実機上で制御パラメータを調整しながら振動を抑えるように対応していました。
- この方法ではパラメータを調整した時以外の姿勢で振動が大きくなることもあり、開発期間の長期化や客先からのクレームが発生することもあり問題となっていました。

After

- 設計段階でアームのFEM解析を実施することにより各リンクの精度良い剛性モデルを作成して、実機挙動とシミュレーションによる計算結果間の相違を縮めることができました。
- これをロボットの制御用ばねモデルに組み込むことにより、実機による評価前に机上で制御パラメータを決めることが可能になり、実機調整期間が2週間から3日に短縮されました。

背景と目的

ロボットの機種を開発する際は、まず駆動系システムやアームを設計して試作機を製作し、これを使用して制御ゲインや制振パラメータなどの制御パラメータを調整していました。

アームは、本来は弾性体ですが、従来の制御用ばねモデルでは単純化のため剛体として扱い、減速機を2慣性1ばねモデルと呼ばれる形に近似して制振制御を行っていました。これは自動車の車体組み立てに使用されるスポット溶接用の重可搬ロボットでは、従来はアーム剛性が高く動作範囲も狭かったことから姿勢の変化による各軸への負荷イナーシャの変化量が小さいので、制御パラメータが1つの組み合わせで足りていたためです。

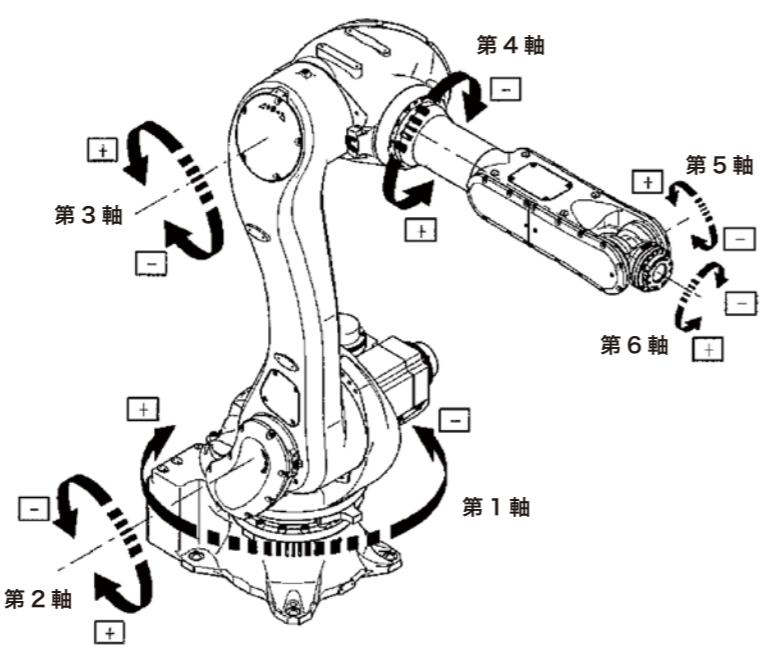


図1 ロボットの軸構成

しかし、近年、ロボットの動作範囲が広くなり、また姿勢の大きな変化により負荷イナーシャ(慣性)の変化も大きくなり、それに伴い固有振動数も大きく変化するため、振動を低減しつつ動作の高速化を実現するには姿勢ごとに制御パラメータを変化させるなどの対応が必要となりました。

その結果、開発期間が長期化し、振動が大きくなることで客先からのクレームが発生するという課題がありました。

そこで、新たにアーム剛性が低いロボットで振動が発生するという課題を解決するために、アーム剛性を考慮した高精度な制御シミュレータの開発を進めました。

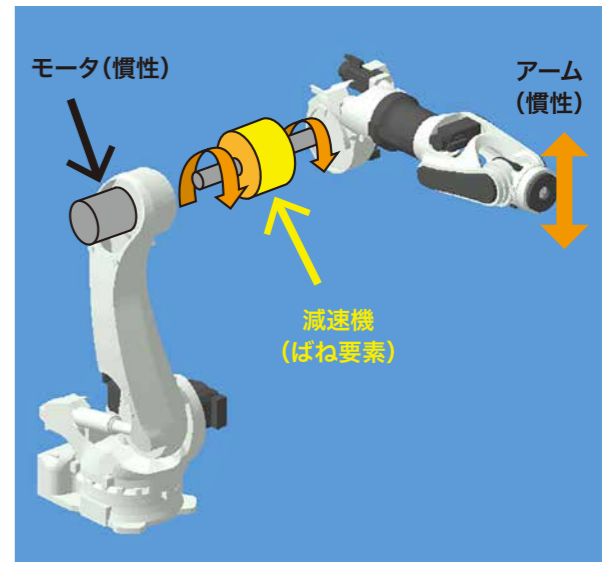


図2 従来の制御用ばねモデル

利用成果

ロボットの各リンクについてFEM解析(構造解析)により得られた剛性モデルから、アームの高精度な剛性行列を作成しました。これを制御シミュレータの制御用ばねモデルに用いることで、適切な制御パラメータの導出が短期間でできるようになりました。

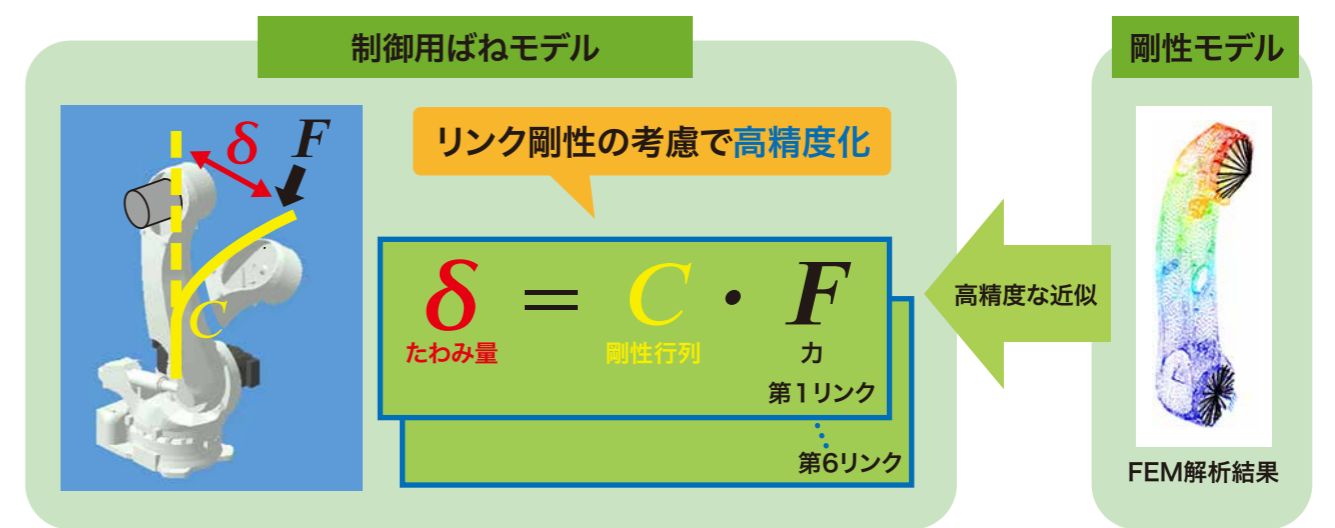


図3 アームのたわみを考慮した制御用ばねモデル

このように試作機の設計段階で制御パラメータを導出できるようになり、試作機組み立て後に制御パラメータ調整のために実機を使用するのは振動評価パターンでの動作確認だけとなりました。その結果、制振性能を向上しつつ、実機調整期間を2週間から3日間に短縮することができました。

この制御シミュレータは、スポット溶接適用、ハンドリング適用などの様々な産業用ロボットの機種開発で活用されています。

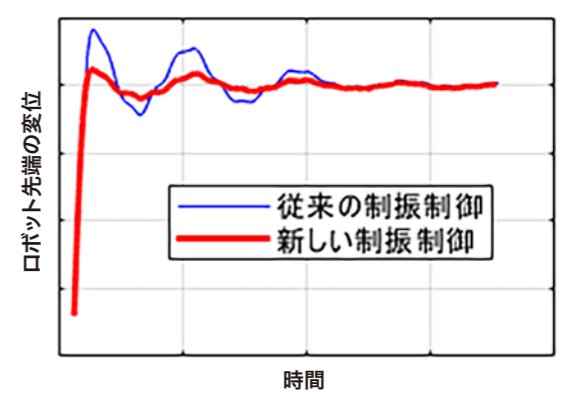


図4 制御の違いによる振動比較

文責 川崎重工業株式会社 梶原 慎司