

柔軟性のある油圧制御

「油圧オイル中の空気」：
Braunschweig 工科大学の研究テーマ

動的制御タスクの併用による広範な測定データ取得

汎用計測機器としての DS1103 PPC コントローラボード

ドイツの Braunschweig 工科大学にある農業機械科学／流体動力研究所 (Institute of Agricultural Machinery Sciences and Fluid Power) では、研究および教育用に使用する数台のテストベンチに DS1103 PPC コントローラボードを導入しました。現在、実験用の油圧テストベンチを「油圧オイル中の空気」の研究に使用しています。また、MATLAB®/Simulink® による制御モデルをプログラミングおよびコンパイルして、ControlDesk の試験ソフトウェアを使って実行および監視しています。

農業機械科学／流体動力研究所の主な研究分野の1つは、「油圧オイル中の空気」に関連する問題です。フォルクスワーゲン社とドイツ機械工業連盟 (VDMA) の流体動力部門との間で、「鉱物油の気泡特性」に関するいくつかの研究および開発プロジェクトがすでに行われています。

トランスミッションと油圧システムのオイル共用

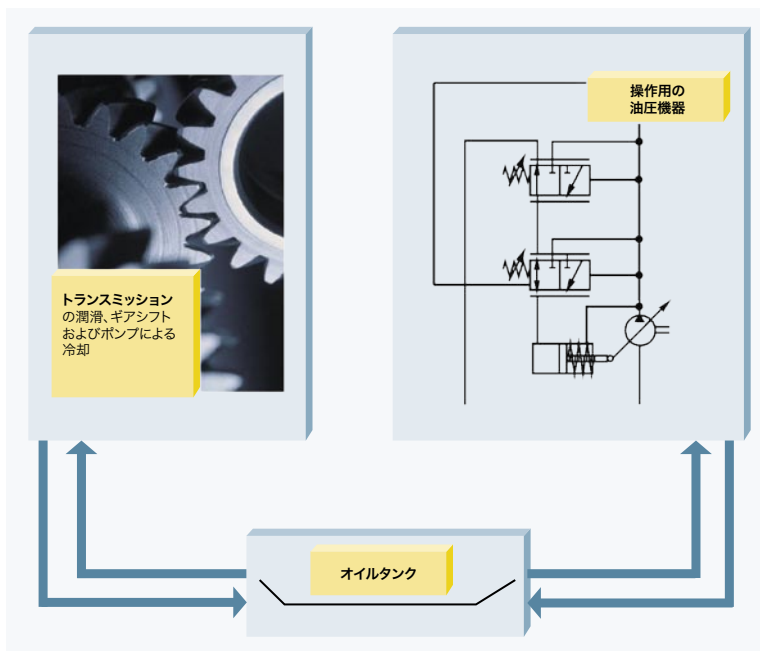
多くのトラクタでは、1つのオイル供給源からトランスミッションと油圧システムにオイルを供給しています。そのため、同研究所では、2つのサブシステム間でのオイルの共用が、分散気泡および表面泡（どちらも鉱物油中の遊離空気が原因）による問題を大きくしているかどうかを調査しています。

油圧オイル中の空気の影響

オイルは、油圧機器、トランスミッション潤滑、および冷却に使用されます。オイル循環システムに空気が混入した場合、システム全体で運転上の一連の問題が発生します。この問題には、エネルギー利用における効率損失、ギアチェンジの作動不良、騒音の増大、およびオイル寿命の低下が含まれます。ギアホイールの噛み合い部分から油圧用オイルに巻き込まれた余分な空気は、たとえば油圧ポンプによって回路に吸い込まれます。空気の混入したオイルがこの経路で油圧循環システムに入った場合は、油中の分散気泡として上記の問題を引き起こします。トランスミッションサンプ（ギアホイールとオイル回収ポイントの中間に位置）では、分散気泡が原因で表面が泡立つことがあり、極端な場合はオイル全体が泡立ってオイル損失が発生します。

トランスミッションと油圧システムの実験装置

研究所で実施している「油圧オイル中の空気」に関する研究の一環として、最先端の技術を駆使した実験ベンチを設置しました。この実験ベンチは、標準的なトラクタのトランスミッション、操作用の油圧システム全体、油圧ポンプを備えた負荷ユニット、および2次油圧サイクル経由で動作する負荷シリンダで構成されています。トランスミッションのギアと油圧機器は同じオイル供給源を共用し、またトランスミッションは油圧システムのオイルタンクとして機能します。トランスミッションと油圧機器には、センサと dSPACE ハードウェアの各種の出力モジュールによって制御されるアクチュエータを装備しました。実際のトラクタではトラクタ ECU によって実行されるギアシフトなどの動作は、DS1103 PPC コントローラボードに基づく dSPACE プロトタイピングシステムを使用して実装しました。したがって、さまざまなギアシフト操作は、ホストコンピュータから簡単に制御することができます。ホストコンピュータで生成された信号は、各種のギアバルブを切り替える電磁石に伝達さ



▲ トラクタのような移動式の作業機械では、トランスミッションと油圧機器によってオイル供給源が共用されることがよくあります。



◀ 試験施設に設置されたテストベンチ：研究チームは、移動式の作業機械の操作用油圧システムにおける空気の影響を分析しています。左から Björn Grösbrink, Julia Lechnitz, Thomas Fedde

れます。また、MATLAB®/Simulink® でマッピングした論理回路を使用して、安全な運転条件の下でギアシフトを実行しました。この論理回路にはユーザへの入力指示も含まれます。

油圧シリンダの動的変動の測定

実験のために油圧オイル中の空気量の増加範囲を定義し、オイルに気泡が混入した油圧機器の動的変動を測定しました。差動シリンダで目標の負荷を加えることで、油圧シリンダを使用して動作する実際のトラクタの負荷状態（負荷は 0～6 トンに相当）を再現し、遊離空気の含有量が増加するこ

「当研究所では実験用の油圧テストベンチの制御に dSPACE システムを使用しています。その理由は、多数のセンサおよびアクチュエータ信号や CAN バスメッセージを簡単かつ柔軟に処理することができるからです」

工学修士 Julia Lechnitz,
Braunschweig 工科大学

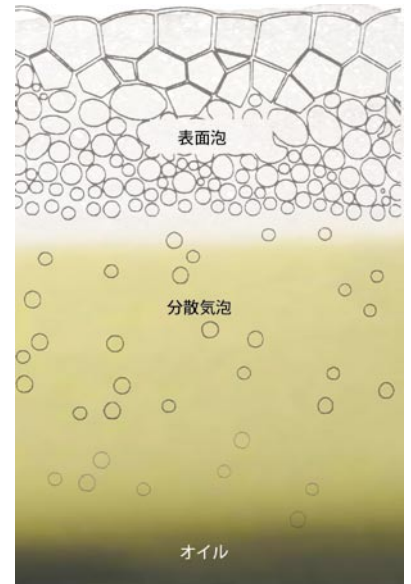
とで起こる変化を分析しました。システム内での空気の影響を明確にするために、30 個以上のさまざまなセンサを設置し、高サンプリングレートで多数のアナログ信号、周波数、および CAN バスメッセージを記録しました。さまざまなメーカーからのコンポーネントの連携は、すべて円滑に行われました。たとえば、油圧ポンプを駆動する電気モーターへの入力値を生成する周波数変換器の制御では、トラ

クタの CAN 制御の可動式油圧バルブに使用する制御入力、電子油圧制御ギアシフトのオンオフバルブ（開閉の動作のみで、その中間の位置になることがない単純なソレノイド制御のバルブ）に使用する切り替え信号、および負荷油圧シリンダによって負荷をすばやく変化させるための超高速サーボバルブに使用する制御入力が連携しています。

研究の次の段階

実験結果は予想したとおり、システム内の気泡の量が増加すると、油圧機器の動作に大きな影響を与えます。圧力損失が発生するとともに、動作中の圧力変動が非常に大きくなることもあり、さらに騒音レベルも高くなります。研究の次の段階では、油圧オイルの物性を調査し、すでに観察した影響の説明およびシステム内の気泡による影響のより詳細な評価に活用する予定です。

工学修士 Julia Lechnitz
Institute of Agricultural Machinery Sciences
and Fluid Power
Technische Universität Braunschweig
ドイツ



▲ 油圧オイル中の遊離空気は、油中の分散気泡または表面泡の形で現れ、油圧機器およびトランスミッションで、運転上の問題の原因となる可能性があります。