



メルセデス・ベンツは、次世代車両用の複数のテストベンチでベッコフの高精度計測ターミナル・ELMシリーズとTwinCATソフトウェアを採用、ドライビングダイナミクス特性の最適化に活用しています。

メルセデス・ベンツの車両開発におけるEtherCAT計測ターミナルの活用事例

柔軟で高精度な計測技術が 車両チューニングを最適化

車両の基本骨格であるシャシーは、自動車の個性、ひいてはブランドのアイデンティティを形成する重要な特性です。そのためメルセデス・ベンツは、開発中に何台ものテストベンチでシャシーの特性をチェックし、改善の機会を逃さないようにしています。メルセデス・ベンツとシステムインテグレータであるDynoTec Prüfstandstechnik (以下、ダイノテック) は、システムのレトロフィット用途にEtherCAT、TwinCAT、および高精度計測ターミナルのELMシリーズを活用しています。

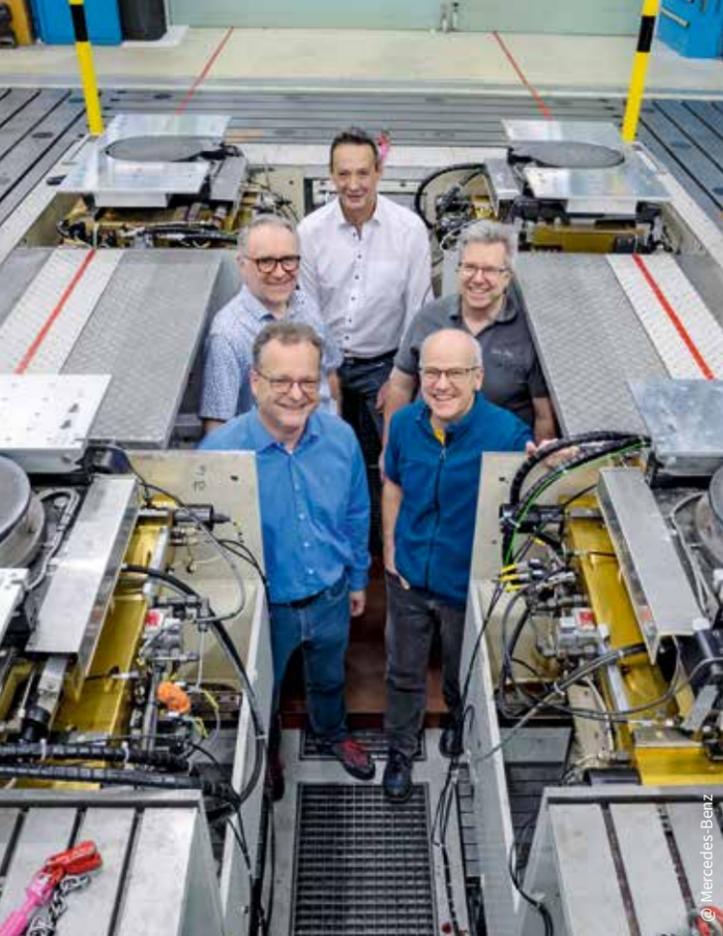
EtherCATターミナルのELM3002およびELM3502は、フロントおよびリアアクスルジャッキのカセンサの信号を取得します。EnDat 2.2インターフェースを持つ変位センサからの信号は、EL5032を使用して読み込みます。



ドイツのジンデルフィンゲンにあるメルセデス・テクノロジー・センタ (MTC) の工場では、路上テストやシミュレーションと並行して、4台のテストベンチによるアクスル検査が最高精度で実施されています。その目的は、プロセスを検証し、車両特有の異常を分析し、その原因となるコンポーネントを特定することです。これを実現するため、開発者は力/変位とトルクが加えられたときの車両の反応を、高精度かつ再現可能な方法で計測しています。これにより、シャシーのサスペンション、運動特性、弾性運動特性が迅速かつ正確に記録されます。さらに、このデータは特性を示す図、曲線、データセットの形式により客観的な説明が可能です。その後、約90のパラメータで車両のデジタル・ツインと比較されます。これは、車両/プロトタイプ開発とデジタル開発プロセスの両方で、重要な領域であるメルセデス・ベンツのドライビング特性を保護するために実施されます。「このため、テストベンチはメルセデス・ベンツの車両開発において必要不可欠です。部品設計、シミュレーション、テストベ

ンチ、路上試験での性能といったパラメータが調和して機能することを保証するために重要なものです。」と、メルセデス・ベンツのシャシー分析チームに所属するウーヴェ・ロヒナー氏は強調します。

シャシーのテストでは、フロントアクスルジャッキを使用して車両をテストベンチにセットし、4つの油圧ジャッキの上に配置して固定します。その後、車軸に荷重をかけ、高精度計測を実施します。「我々が精度の話をする時は、0.1mmの距離、0.1°の角度、そして2Hz以下の高サンプリングレートでの計測精度を意味します。」と、システムインテグレータであるダイノテックのウォルター・セルグ社長は説明します。加振試験では、多くのセンサで変位、角度、力、トルクを記録します。ベッコフのPCコントローラが全てのデータを取得し、オペレータが確認できるようモニタにライブ表示されます。それと並行して取得データはデータベースに送信されます。「試験実行後に、全ての計測値が自動処理され、制限値を超え



テストベンチの複雑な改造を支えた頭脳チーム：ウーヴェ・ロッホナー氏とフランク・デキ博士(メルセデス・ベンツのシャシー分析チーム、1列目左から右)、ウォルター・ゼルク氏(ダイノテック社長)とライナー・フィッシャー氏(ダイノテック・プリュフスタンシュテヒニックのマネージングディレクター、2列目左から右)、ディーター・フォルクル氏(バリンゲンのベッコフ支社セールス、3列目)。

る値があれば、結果に表示されます。」とウォルター・セルグ氏は付け加えます。ウーヴェ・ロッホナー氏と彼のチームは、これらの結果をもとに、車両を他の試験に開放するか、より細かな分析や機械的な変更が必要かどうかを判断します。

段階を踏んで行われたシステム改修

ダイムラー社が開発した信号処理システム「Hydromat」を使用して、テストベンチの特定の部分が繰り返しアップデートされました。Hydromatとは、設定値の入力や計測値の処理、モニタリング機能などを備えた、高度なテストベンチ用のモジュール式制御システムです。2000年代初頭、テストベンチの制御機能はdSpaceのRCP(ラピッド・コントロール・プロトタイピング)システムを外注しました。残っていたHydromat機能の内部開発が中止になり、旧来の制御システムの保守部品調達が困難になったため、メルセデス・ベンツはダイノテックにテストベンチの統合型自動化ソリューションの設計と実装を依頼しました。システム刷新にはひとつの大前提がありました。それは、テストベンチのモジュール式コンセプトを維持することでした。

「我々の最初のアプローチは、Hydromatの機能をできるだけ多く備えた量産製品を見つけることでした。」とウーヴェ・ロヒナー氏は説明します。加えて、長さ30mにも及ぶアナログ信号線を交換する必要がありました。「Hydromatに代わる量産製品は見つかりませんでした。EtherCATターミナル、コントローラと開発環境で構成されるベッコフの有望なオープンオートメーションプラットフォームとエコシステムを

見つけることができました。もう1つの重要な点は、EtherCATプロトコルがオープンであることでした。つまり、ベッコフ製品のみ依存する必要がないのです。RCPシステムへのEtherCATインターフェースもありました。」

ダイノテックの代表取締役であるライナー・フィッシャー氏は次のように説明します。「これにより、分散型データロギングとデジタル計測信号の送信が可能なテストベンチコンセプトを導入できました。配線や信号品質の面でも多くのメリットを享受しました。」コンセプト検証のため、ダイノテックは以下の問題を検討しました。

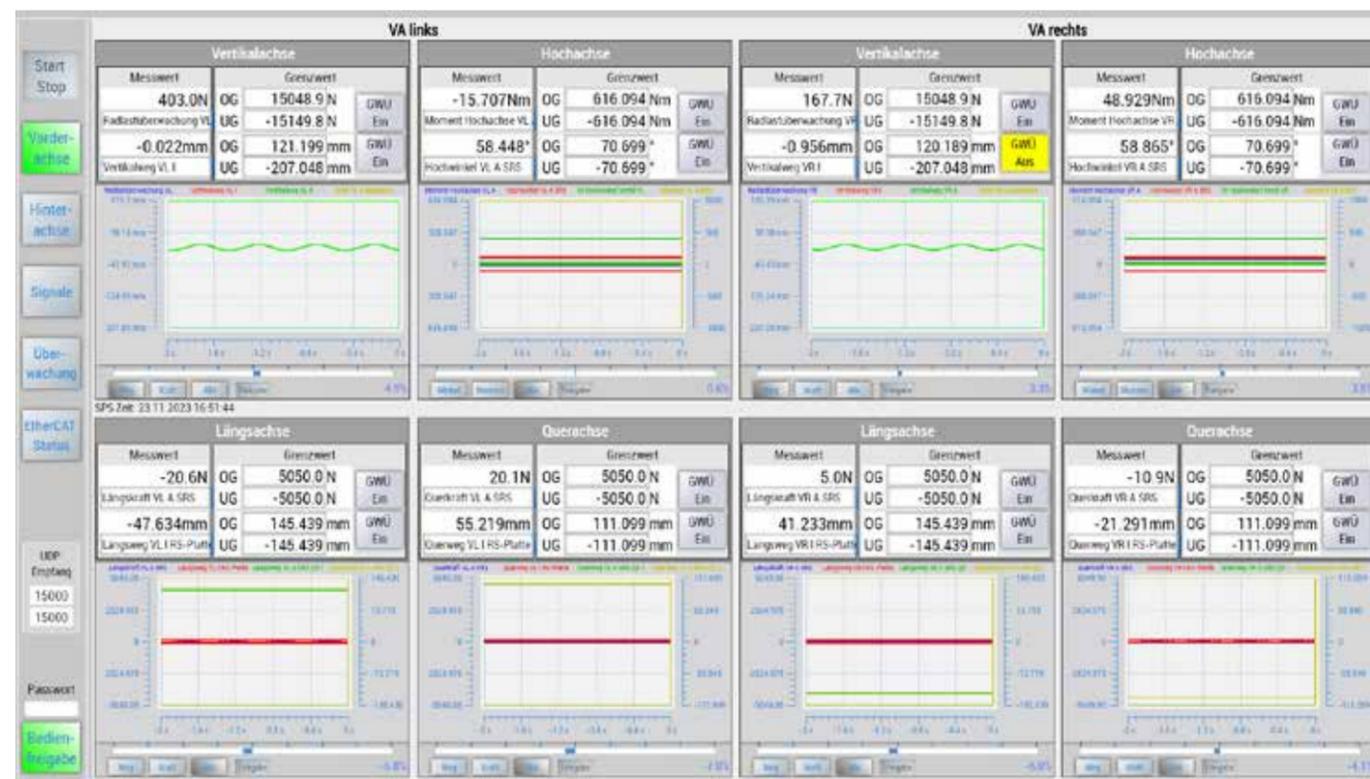
- RCPシステムを統合するための理想的な接続方法(同期/非同期、マスターからスレーブ、スレーブからスレーブ、ディストリビュートクロック)
- 異なるメーカーのAD/DAコンバータの信号品質は現在のシステムと比較してどうか?
- 設定によって、どのRCPシステムタスクの実行時間になるか?

旧来の集中制御によるPLC技術は現在、4つのジャックにEtherCATターミナルを接続した分散型の制御盤に置き換えられています。制御盤には、計測値取得のためのコンポーネントと、ジャックをX、Y、Z方向に調整し、Z軸の周りを回転させるためのサーボバルブ制御が含まれています。PLCタスクとHMIは、組込み型PCのCX5140上で実行されます。高性能なCP2219内蔵型マルチタッチパネルPCにより、システムの状態やエラー履歴を細かく可視化できます。計測タスクは、19インチラックマウント産業用PCのC5240で実行され、可視化されます。TwinCAT3 HMI Server (TF2000)ソフトウェアは、可視化機能をサポートしています。テストベンチの全てのコンピュータは、TwinCAT ADSを経由して上位のオペレーティングコンピュータに接続されています。システム全体では、ベッコフの制御システムがマスタとして機能し、UDP通信を介してRCPシステムをトリガすることで、高い時間精度と制御品質を実現しています。

高い分解能とサンプリングレート

ダイノテックとメルセデス・ベンツにとって決め手となったのは、計測ターミナルのELM3xxxでした。このターミナルが提供する高いサンプリングレート、EtherCATによる高速データ通信、4つの油圧ジャッキに直接接続できるシンプルでコンパクトなモジュール式のデータロギングコンセプトが決定打でした。「従来のPLCタスクと洗練された計測技術を統合した当社の標準システム技術により、コスト面で多大な優位性を保証しています。」とライナー・フィッシャー氏は総括します。「これは、テストベンチが計測技術に対して高い帯域幅と分解能を要求する場合でも同様です。」と、ドイツのバリンゲンのベッコフ支社プロジェクト責任者であるディーター・フォルクレ氏は付け加えます。

テストの実行中、システムは最大136の計測チャンネルをそれぞれ5kspsで同期して記録します(オプションで10kspsも可能)。これは、合計680kspsのサンプリングレートに相当します。さらに、36の設定値または出力チャンネル(5ksps)と、事後検証データ用の約300チャンネル(100sps)があります。各テストベンチには外部信号用の計測ボックスも備わっています。各ボックスには、特殊計測用の16のアナログ入力と16のアナログ出力があります。これらの出力は、例えば車両に搭載された計測技術と同期して出力を記録するために、任意の計測チャンネルを提供します。



計測結果は、TwinCAT HMIで詳細に可視化できます。

テストベンチは常にスペース要件と時間との闘い

コンパクトなEtherCATターミナルは信号の記録を簡素化し、省スペースを実現します。制御盤内がより整然とすることにより、迅速なトラブルシューティングと不良の修理が可能になりました。さらに、ウーヴェ・ロヒナー氏は以下のように付け加えます。「コンピュータ用の制御盤5台のうち1台を節約することができました。」車両試験では、スペース要件だけでなく時間的な要件も重要です。ここでも、PC制御によるモジュール式のシステム構成が際立ったメリットを発揮しています。モジュールを

外見からは、このテストベンチが膨大な計測技術を提供しているようには見えないが、サンプリングレート680kspsの入力が合計136チャンネルと、180kspsの出力が36チャンネルも備わっています。



反復利用することにより、他のテストベンチへの改造プロセスが遙かに迅速になりました。「最初のテストベンチと比較して、最新のテストベンチ改造では、ダウンタイムを30%以上短縮できました。」とダイノテックのライナー・フィッシャー氏は説明します。

次の拡張段階では、TwinCAT Analytics Loggerの使用が計画されています。これにより、将来的には4つのテストベンチからの計測データへのアクセスが便利になります。このリアルタイムのデータロガーは、設定が簡単で、全ての計測データを中央の保存場所にストリーミングします。これにより、全てのテストベンチで、データの後処理を効率化できます。また、TwinCAT Analyticsを使用することにより、履歴データとライブ計測データの両方をオンラインで分析できます。

テストベンチのスペシャリストであるダイノテックは、今回のプロジェクトでEtherCAT計測ターミナルとPC制御が、計測と制御タスクの厳しい要件を満たすことができることを証明したと説明します。ウォルター・セルグ氏は、次のように締めくくります。「スケーラブルなベッコフの制御プラットフォームにより、標準化したシステムであらゆる規模のプロジェクトに対応できます。」ダイノテックの別プロジェクトでは、EtherCATターミナルのELM3602を使用して、50kspsのサンプリングレートで3軸IEPE振動センサの1/3オクターブバンド分析に成功しました。

詳細情報:

www.dynotec-gmbh.de
www.beckhoff.com/measurement