

トルクコンバータ生産ライン用試験設備

🔊 トルクコンバータ，ロックアップ応答試験，摩擦試験

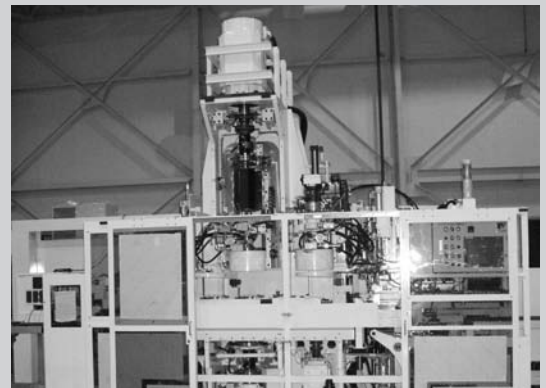
* 阿部清秀 Kiyohide Abe ** 前里哲博 Norihiro Maezato
 ** 増井 勝 Masaru Masui ** 井浪達也 Tatsuya Inami

概 要

当社は、従来のストール・スリップ試験の項目に加え、新たにロックアップ応答・摩擦試験の項目を追加したトルクコンバータ生産ライン用試験設備を製作・納入した。

新規評価試験を可能とするため、過渡計測を行うCPUシステムを採用し、かつ試験結果波形をモニタ表示し、現場でのデータ分析を行えるようにした。

さらに生産ラインの生産効率向上を図るため、テストST（ステーション）を2つに分け、試験項目を分割した設備構成とすることで、サイクルタイム短縮を実現した。



トルクコンバータ生産ライン用試験設備

1. ま え が き

トルクコンバータは、自動車のオートマチックトランスミッションに組み込まれ、エンジン回転を駆動軸（タイヤ）へ伝達するための主要部品の一つである。

当社は生産ライン向けのトルクコンバータ試験設備を製作・納入している。自動車の環境への配慮・燃費向上・乗り心地改善などに伴い、トルクコンバータ試験設備についても新たな性能評価試験項目が求められている。さらに生産量アップ・増産のためサイクルタイム短縮も求められている。

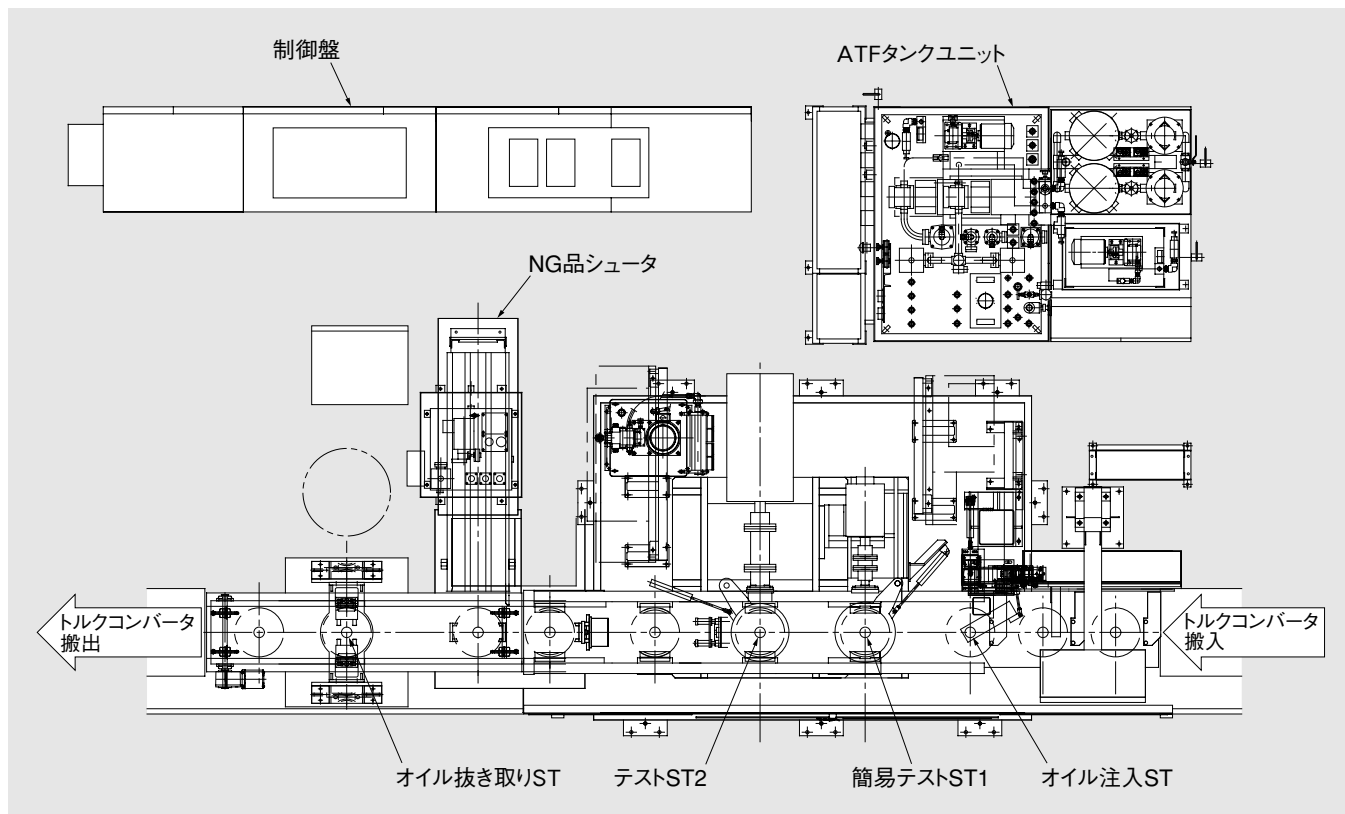
本稿では、新規評価試験項目を追加し、サイクルタイム短縮を実現したトルクコンバータ試験設備について紹介する。

2. システム概要

第1図に本システムの全体配置図を、第1表に主要機器仕様一覧を示す。前工程から搬入されたトルクコンバータは、オイル注入ST（ステーション）でATF（Automatic Transmission Fluid）オイルを注入後、簡易テストST1へ搬送される。簡易テストST1でスリップ試験のみを実施し、その後テストST2でストール・ロックアップ応答・摩擦試験を実施する。テストST1，2でOK判定されたトルクコンバータは、オイル抜き取り装置でオイルを抜き取り後、後工程へ搬出される。一方、NG判定されたトルクコンバータはNG品シュータへ搬出される。

付帯設備としてATFタンクユニットは、オイル供給・回収（フィルタ機能付き）及び温調制御を行う。制御盤は、開閉器盤・モータ盤・CPUシス

*ロジスティクス営業部 **ロジスティクス工場



第1図 全体配置図（上面図）

各構成機器の配置を示す。トルクコンバータは右から左方向へ搬送する。本体部には試験ごとのSTを設けている。

第1表 主要機器仕様一覧

設備の主要機器の仕様一覧を示す。

設備名称	仕様・構成・機能
テストST1	入力軸モータ容量：11kW 回転数：1500/3000min ⁻¹
テストST2	入力軸モータ容量：55kW 回転数：1150/4500min ⁻¹ 出力軸モータ容量：55kW 回転数：1150/4500min ⁻¹
ATFタンクユニット	オイル温調 入口部：80±10℃ 出口部：130℃以下 タンク容量 ダーティ側：125L クリーン側：250L 昇温能力 20℃→80℃/30分
ワーク搬送装置	搬送方式：トランスファ方式（サーボモータ駆動）
オイル抜き取り装置	搬送方式：コンベヤ搬送 抜き取り方法：反転機構+エアバージ方式
制御盤（CPUユニット搭載）	寸法：W2900×H1980×D600mm 構成：開閉器盤・モータ盤・シーケンサ盤 （CPUユニット機能：波形表示・データ保存）

第2表 計測項目一覧

本設備での計測及び演算項目の一覧を示す。

No.	測定・演算項目	計測範囲	検出変換器
1	入力軸回転速度 (Ni)	0~3000min ⁻¹	エンコーダ
2	出力軸回転速度 (No)	0~3000min ⁻¹	エンコーダ
3	入力軸トルク (Tqi)	0~±500N・m	トルクメータ
4	出力軸トルク (Tqo)	0~±500N・m	トルクメータ
5	インポート圧力 (Pi)	0~1MPa	圧力センサ
6	アウトポート圧力 (Po)	0~1MPa	圧力センサ
7	インポート温度 (Tei)	0~200℃	熱電対K (CA)
8	アウトポート温度 (Teo)	0~200℃	熱電対K (CA)
9	ATFオイル温度	0~200℃	熱電対K (CA)
10	摩擦係数 (μ)	0~1.0	演算
11	摩擦係数比	0~2.0	演算
12	トルク変化時間 dt	0~10.00s	演算
13	トルク勾配 dTQ/s	0~500N・m/s	演算
14	トルク振動	0~500N・m	演算

テムを組み込んだシーケンサ盤で構成される。

第2表に本システムにおける計測項目一覧を示す。この計測結果を基にトルクコンバータの性能評価を実施する。

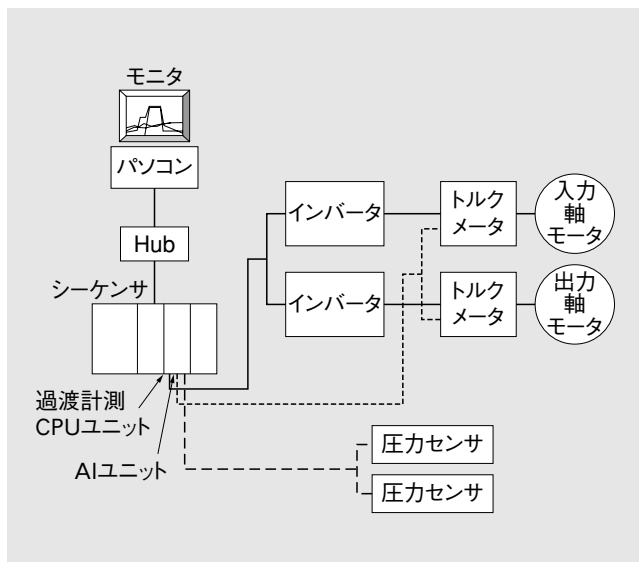
3. 新規評価試験

本システムでは過渡計測処理を行うCPUユニットを採用し、新規評価試験を可能とした。第2図にハードウェア構成図を、第3表に各STの機能一覧

を示す。

過渡とは、ある定常状態（一定の状態）から別の定常状態に変化する現象のことを言う。自動車を例に挙げると、停止中から所定の速度に達する間が過渡状態である。この過渡計測処理で行う新規の評価試験項目は以下の通りである。

(1) ロックアップ応答試験 ロックアップとは、



第2図 PLCハードウェア構成図

過渡計測実施のテストST2のシーケンサ・主要機器とのハードウェア構成図を示す。

第3表 各ST機能一覧

本体部の各STの機能を示す。

ST名称	計測・実施項目	構成
オイル注入ST	試験前の事前オイル注入	結合スプライン上下機構のみの簡易ST構造
テストST1	定常計測：スリップ試験	入力軸モータ+結合昇降機構
テストST2	定常計測：ストール試験 過渡計測：ロックアップ 応答試験 摩擦試験	入・出力軸モータ+結合昇降機構

一定速度で走行中のトルク伝達効率のロスを少なくするため、入力軸と出力軸を締結しトルクコンバータの滑りを無くすことを言う。

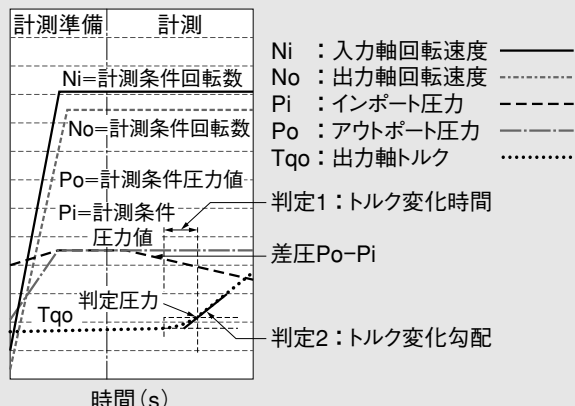
第3図にロックアップ応答試験内容を示す。入・出力軸モータを一定回転速度で保った状態で、ATFオイルの圧力を変化させながら出力軸のトルク変動を計測し評価を行う。

(2) 摩擦試験 摩擦試験は、トルクコンバータをロックアップした状態での摩擦係数 μ を評価する試験である。

第4図に摩擦試験内容を示す。入・出力軸モータを規定回転速度で回転させた後、入力軸モータのみ徐々に回転速度を下げ、任意で設定した各ポイント（入力軸回転速度）の出力軸トルクを計測する。計測した出力軸トルクを基に摩擦係数及び摩擦係数比を算出し評価を行う。

(3) 波形表示・データ保存 試験中の回転速度・圧力・トルクなどの計測項目はパーソナルコ

計測波形イメージ



試験条件

分類	項目	条件
回転	入力軸回転速度 (Ni)	計測条件回転数固定
	出力軸回転速度 (No)	計測条件回転数固定
圧力	インポート圧力 (Pi)	計測条件圧力から一定圧で減圧
	アウトポート圧力 (Po)	計測条件圧力固定

計測・判定内容

項目	内容
計測内容	1 出力軸トルク (Tqo)
	2 インポート圧力 (Pi)
	3 アウトポート圧力 (Po)
判定内容	トルク変化時間dt
	1 インポート圧とアウトポート圧の差圧が規定値以上になった時点から出力軸トルクが判定圧力に達するまでの時間を判定
判定内容	2 出力軸トルク変化勾配dTQ/dt
	出力軸トルクが判定圧力時点のトルク勾配

第3図 ロックアップ応答試験内容

ロックアップ応答試験の試験条件及び計測・判定内容を示す。

コンピュータのモニタ画面でリアルタイムに波形表示され、現場での試験状態の確認が可能である。

第5図にモニタ画面例を示す。

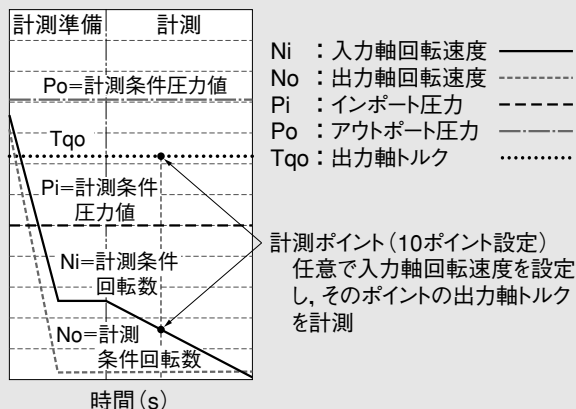
また試験結果については波形と共にCSV形式で保存され、トルクコンバータのトレーサビリティとして管理される。

4. サイクルタイム^(注1) 短縮

これまで1つのテストSTで全ての項目を試験していたが、本設備では機能と試験項目を振り分けた2テストST方式とした。テストST1は簡易化（入力軸モータ1式のみ）し、かつメンテナンス性



計測波形イメージ



試験条件

分類	項目	条件
回転	入力軸回転速度 (Ni)	計測条件回転数から一定値で減速
	出力軸回転速度 (No)	計測条件回転数固定
圧力	インポート圧力 (Pi)	計測条件圧力値固定
	アウトポート圧力 (Po)	計測条件圧力値固定

計測・判定内容

項目	内容
計測内容	1 出力軸トルク (Tqo)
	2 インポート圧力 (Pi)
	3 アウトポート圧力 (Po)
判定内容	1 摩擦係数 μ 出力軸トルク・圧力・各係数から次の計算式で摩擦係数を算出 $\mu = Tc / (Rm \times A \times P \times 10^{-3})$ Tc : クラッチトルク (To-To') To : 各回転数の出力軸トルク To' : ストール時の出力軸トルク Rm : 平均半径 (m) A : 受圧面積 (mm ²) P : 差圧 (Po-Pi)
	2 摩擦係数比 各ポイントの摩擦係数 μ の比を算出 摩擦係数比 = $\mu_{ポイント1} / \mu_{ポイント2}$

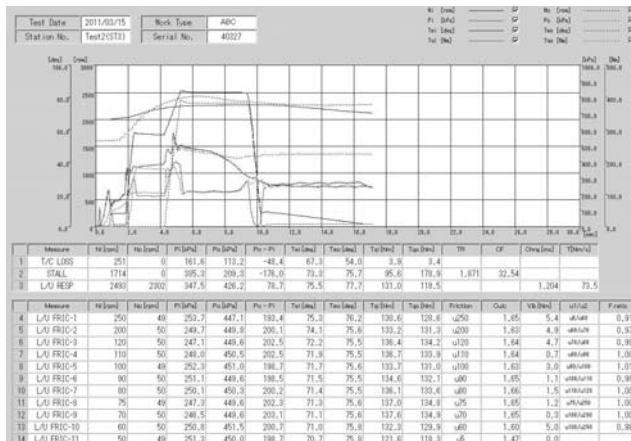
第4図 摩擦試験内容

摩擦試験の試験条件及び計測・判定内容を示す。

を高めることができたことで従来設備のサイクルタイムに対し、半減の27秒を実現した。

5. む す び

以上、トルクコンバータ生産ライン用試験設備について紹介した。今後も時代とともに変化していく様々なニーズを取り入れたものづくりに努め、お客様に喜んでいただける製品を提供していく所存である。



第5図 モニタ画面例

計測結果のモニタ画面を示す。画面上部に計測波形を表示、下部に計測・演算データを表示する。波形及び試験結果はCSV形式で保存される。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

(注記)

注1：連続した試験の中で、あるワークの試験が始まってから次のワークの試験が始まるまでの時間を示す。

《執筆者紹介》



阿部清秀 Kiyohide Abe
生産ライン検査設備のシステムエンジニアリング業務に従事



前里哲博 Norihiro Maezato
生産ライン検査設備の制御装置の設計業務に従事



増井 勝 Masaru Masui
生産ライン検査設備の機械装置の設計業務に従事



井浪達也 Tatsuya Inami
生産ライン検査設備の制御装置の設計業務に従事