

# デファレンシャルギア用差動性能ベンチ

Reciprocating bench for differential gear

## 1. まえがき

当社は自動車用試験設備において、エンジンやトランスミッション、トランスアクスルなどの自動車部品を評価するベンチを数多く自動車会社や自動車部品メーカーへ納入している。そのなかで自動車部品の一つとしてデファレンシャルギアを評価するベンチも手掛けている。デファレンシャルギアを評価する目的として、今までは差動焼付試験や耐久試験などの信頼性や耐久性をターゲットにした設備としての位置づけが主だったが、近年は差動性能や高応答性の評価を必要とする設備が、デファレンシャルギア用ベンチに対する要求仕様として多くなっている。

高応答性の評価に対しては、すでに当社で実現しているが、今回のデファレンシャルギア用差動性能ベンチは、最少0.01min<sup>-1</sup>の微差動回転を実現することができたので以下で紹介する。

## 2. 機械装置仕様

本装置の構成は、デファレンシャルギアの駆動軸には三相誘導電動機(以下、M1ダイナモ)を有するM1ユニットが接続され、吸収軸のM2ユニットとM3ユニットはそれぞれ永久磁石形同期電動機(以下、M2、M3ダイナモ)を有している。M2ユニットには3軸歯車装置があり、M3ユニットには今回の微差動回転を実現するための差動機構を有した差動歯車装置が接続されている。さらに差動機構には微差動用ダイナモが接続され微差動回転数を発生させる。また、M2ユニットとM3ユニットは中間軸受装置で機械的に連結されており、動作モードによって連結されたり切り離されたりする。デファレンシャルギアの種類には独立懸架タイプとパンジョータイプがあるが、それぞれのタイプにも対応している。

表1から表3に各ユニットの仕様を示す。

■ 表1 M1ユニット仕様

Table1 Specification of M1 unit

項目	仕様
電動機	三相誘導電動機
定格回転数	1500min <sup>-1</sup>
最大回転数	6000min <sup>-1</sup>
定格出力	400kW
トルク検出器	3kNm
制御装置	VF66B-75044インバータ

■ 表2 M2ユニット仕様

Table2 Specification of M2 unit

項目	仕様
電動機	永久磁石形同期電動機
定格回転数	1380min <sup>-1</sup>
最大回転数	4000min <sup>-1</sup>
定格出力	535kW
トルク検出器	5kNm
中間軸受装置	5kNm, 4000min <sup>-1</sup>
3軸歯車装置	535kW, 4000min <sup>-1</sup>
制御装置	VF66SV-100044インバータ

■ 表3 M3ユニット仕様

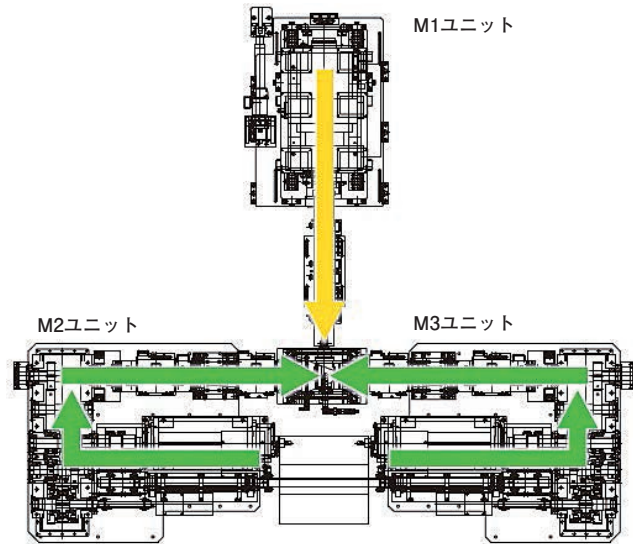
Table3 Specification of M3 unit

項目	仕様
電動機	永久磁石形同期電動機
定格回転数	1380min <sup>-1</sup>
最大回転数	4000min <sup>-1</sup>
定格出力	535kW
トルク検出器	5kNm
中間軸受装置	5kNm, 4000min <sup>-1</sup>
差動歯車装置	535kW, 4000min <sup>-1</sup>
差動ギア比	1 : 100
差動回転数	0.01 ~ 10.00min <sup>-1</sup>
制御装置	VF66SV-100044インバータ

## 3. 動作モード

### 3.1 通常差動モード

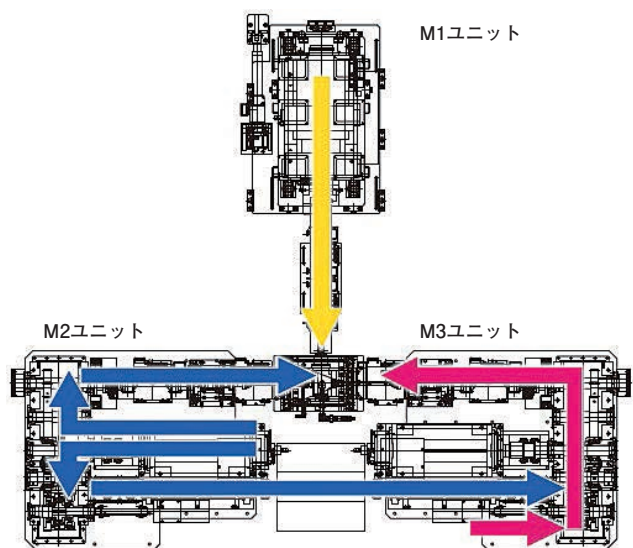
図1の通常差動モード時は、デファレンシャルを評価する場合の動力の流れを示しており、3台のユニットは個別に動作する。駆動軸のM1ユニットをトルク制御すると、仮想的にエンジン出力として駆動トルクをデファレンシャルへ入力することができる。吸収軸のM2ユニットおよびM3ユニットを速度制御すると、仮想的にタイヤの回転数を与えることができる。例えば、コーナリングを行う場合は、吸収軸のM2ダイナモとM3ダイナモの回転数の回転差を付けることで左右の旋回動作を行える。通常差動モード時の差動回転数の設定範囲は±1min<sup>-1</sup>～±2000min<sup>-1</sup>であり、高差動回転数を付けることで差動焼付試験を行うことが可能である。



■ 図1 通常差動モード  
Fig.1 Normal differential mode

3.2 微差動モード

図2の微差動モード時は、今回の微差動回転数を実現する場合の動力の流れを示している。この場合は、M2ダイナモの回転数がデファレンシャルギアのM2ユニット側へ入力されるとともに、中間軸受装置を介してM3ユニットの差動歯車装置へ入力される。この時、M3ユニットのM3ダイナモは機械的に離れてフリーの状態となっている。その状態で差動機構に接続された微差動用ダイナモの回転数を加えると、M3ユニットの出力はM2ダイナモの回転数に微差動回転数が加えられてデファレンシャルギアのM3ユニット側へ入力される。微差動回転数の設定範囲は $0.01\text{min}^{-1} \sim 10.00\text{min}^{-1}$ であり、微旋回動作を行うことが可能である。



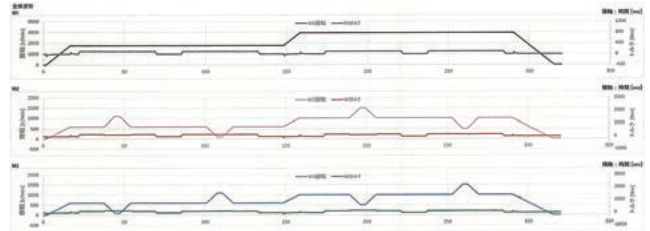
■ 図2 微差動モード  
Fig.2 Fine differential mode

4. 実機データ

4.1 通常差動モード

図3に通常差動モードの実機による全体波形図を示す。

駆動軸はトルク制御、吸収軸は速度制御を行いながらプラスおよびマイナスの差回転を付けることで、右旋回と左旋回を行う試験パターンを実現している。

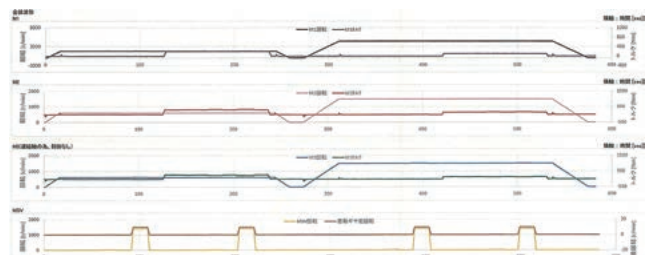


■ 図3 通常差動時の全体波形  
Fig.3 The whole of wave form of normal differential mode

4.2 微差動モード

図4に微差動モードの実機による全体波形図を示す。

駆動軸はトルク制御、吸収軸は速度制御を行いながらプラスおよびマイナスの微差回転を付けることで、微右旋回と微左旋回を行う試験パターンを実現している。



■ 図4 微差動時の全体波形  
Fig.4 The whole of wave form of fine differential mode

5. むすび

本稿では、最少 $0.01\text{min}^{-1}$ 微差動モードの機能を盛り込んだデファレンシャルギア用差動性能ベンチについて紹介した。

今回の差動歯車装置による微差動回転数の実現は、自動車会社のデファレンシャルギア開発において、従来の機械的特性や構成に電気的特性を合わせたデファレンシャルギアの評価試験を可能とした。これはトランスミッションやトランスアクスルなどの試験装置への応用も可能であると考えられる。

今後も、日進月歩しているお客さまの自動車用試験設備への要求を的確に把握し、試験機設備の発展を図る所存である。