

# 粘性負荷基盤の機械的インピーダンス 可変システムを用いた計測・トレーニング装置の開発

重歳 憲治

人間の運動時のトルク計測は、運動能力の評価および新しい効果的なトレーニング装置開発に極めて有用である。一般にトルク計測に用いられている負荷は、動きを伴わない等尺性負荷、一定の力を用いた等張性負荷、そして、動作速度が常に一定の等速性負荷である。いずれの場合も、自然な人間の運動とは異なる。運動の特異性から考えれば、スポーツ等の実際の運動に近い運動パターンで、トルクの計測とトレーニングが達成できることが望ましい。

このような問題を解決するために本論文では、従来負荷として利用されていなかった等粘性負荷に注目する。等粘性負荷では、負荷粘性値（粘性係数）を変化させることにより、高速から低速運動時まで、幅広く計測することが可能である。また、他の負荷と比較して、人間への安全性が確保しやすい利点がある。しかし、他の負荷に比べて、運動のばらつきが大きいと予想されていた。

本研究では、今までに人間の動的関節トルク計測では使われていない等粘性負荷を用いて人間の動的関節トルクを計測する。そのために、等粘性負荷を生成する機械的インピーダンス可変システムを開発し、高精度で低粘性負荷から高粘性負荷までの呈示を実現した。また、本システムによって得られたデータと市販の等速性負荷発生装置による計測データを比較し、粘性負荷の優位性および計測の再現性を確認した。

次に開発した機械的インピーダンス装置による等粘性負荷に対して、動的トルク計測を行い、低速運動から高速運動まで広い運動範囲で再現性の高いトルク計測が可能であることを、数名の被実験者の計測を通じて明らかにした。

さらに、高速運動時で用いる筋力トレーニング負荷を粘性負荷ベースで生成することを検討した。粘性負荷を高速運動の筋力トレーニングに用いる場合、加速域と減速域の低速度域が低負荷となる問題がある。この問題を解決するために、粘性負荷に適切な慣性負荷または弾性負荷を重畳する方法を提案した。特に、運動の途中で、慣性負荷を消去する方法（慣性ゼロ化法）を開発した。提案法によれば粘性負荷と比べて最大速度を維持して、負荷トルクや消費エネルギーを効果的に増大できることを実験的に確認した。これによって、トレーニングの対象となる筋群に強い刺激を運動範囲全域で印加できることが可能となった。