

# 技術研ニユース

日本自転車産業振興協会 技術研究所

1993. 9

No. 135

## ベンチテストによる実働応力波形の再現

### 1. はじめに

近年、BMXやMTBのように全く新しい使われ方をしている自転車が登場してきているが、従来から行われている試験法は、ロードレーサや軽快車など古くから用いられてきた車種を対象にしており、試験条件をそのまま適用することは少し問題である。

このような時には、歪ゲージを貼付したフレームを使って実走行試験を行い、強度を評価するのが普通であるが、この場合、歪ゲージを貼付した場所の応力値が疲労限度以下であることは確認できても、それ以外の場所の応力値が疲労限度以下に収まっているか？ということ保証できない。また、応力集中が発生しているような場合には、なおさらである。こんな時、フレームが破壊するまで実走行試験を続けられれば一番良いのであるが、そんなことは到底不可能である。

ところで、我々は昨年度の研究の中で、自転車の走行時に加わる外力を同定する手法について報告したが、本年度はその手法を発展応用し、歪ゲージを貼付した自転車部品を使用して実走行試験を行い、その時に記録された実働応力波形を、ベンチテストで繰り返し再現させ、自転車部品を破壊にまで至らしめることを試みたので、その内容について紹介する。

### 2. 制御原理

自転車の走行時には、フレームは路面の凹凸や乗員のペダリング、ハンドリング、ブレーキング等により様々な外力を受けているが、その外力による応答として自転車は振動し、応力が発生する。この関係を周波数軸で見ると、外力、応答、およびフレームの動特性をそれぞれ  $X(\omega)$ 、 $Y(\omega)$ 、 $H(\omega)$  とすると、

$$Y(\omega) = H(\omega) \cdot X(\omega) \quad \dots\dots(1)$$

で表される。

このように、自転車フレームに発生する振動や応力などの応答は、フレームに加わる外力  $X(\omega)$  とフレームの動特性  $H(\omega)$  の積として考えることができる。したがって、実走行時にフレームに発生した応力  $Y(\omega)$  と試験機上でのフレームの動特性  $H(\omega)$  が明らかになれば、試験機上でフレームに加えるべき外力  $X(\omega)$  は簡単に求められる。

なお、この動特性  $H(\omega)$  は振動解析では最も重要な概念であり、この  $H(\omega)$  を伝達関数 (Transfer function) あるいは周波数応答関数 (Frequency response function) と呼ぶ。また、この動特性を計算する基になる外力は、いわゆる「力」である必要はなく、実走行中にフレームに加わる外力の他、試験機で発生させるべき加速度および速度といったものや、試験機を制御するための電圧でも良い。本研究では、供試品に貼付した歪ゲージ出力を応答、試験機を制御するための電圧を外力として用いた。

### 3. MTB ハンドルバーの実働応力の再現

今回の実験では、実働応力波形を再現するために、制御用のコンピュータとして YHP9000-340 を、伝達関数の測定と FFT 演算用として H P 3562 FFT アナライザを、計算後の波形出力用に NF のファンクションシミュライザを使用し、新たに作成した計測機・コンピュータ制御用プログラムで制御を行った。

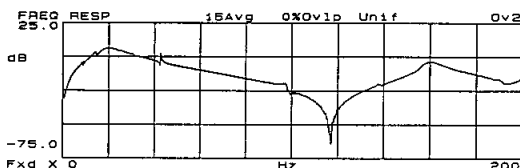


図1 ハンドルバーの伝達関数

図1は、ハンドルバーの付け根部に歪ゲージを1枚貼付し、握り部にJIS振動試験のおもりを取り付けたMTBハンドルバーを、ステム部分を固定するジグにより動電型加振機上に設置した時の、伝達関数を測定したものである。これによれば、20および160Hz付近に共振周波数が、120Hz付近に反共振周波数が確認できる。

今回は、目標波形として技術研究所内テストコース(波板)を走行したときの実働応力波形の再現結果のみを示すが、図2(a)が、実走行試験で得られた応力波形である。この波形をFFT(高速フーリエ変換)により周波数軸へ変換し、図1の伝達関数で除したものが加振機への入力波形になる。図2(b)に、その波形を示したが、これを実際にファンクションシンセサイザで作成し、加振機へ入力した結果得られたものが図2(c)の応力波形である。今回のプログラムでは、この4.09秒間の波形を繰り返し出力し、ハンドルを破壊させた。

図2(a)と(c)の波形を比較すると、動電型加振機では5Hz以下の周波数域の加振能力が低下するため、うねりのような波形は再現できていないが、ほぼ満足できる結果

が得られた。

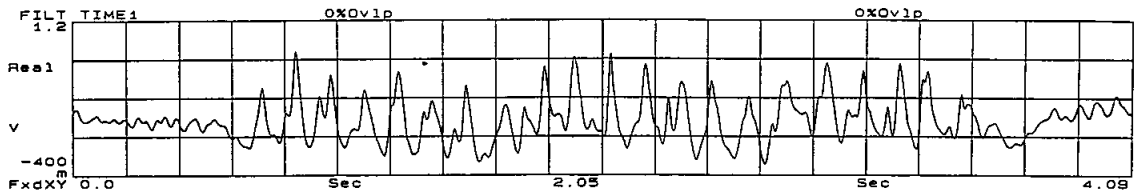
この他にも、別の形状の波板路、砂利道走行時などの実働応力波形の再現を行ったが、同様に再現できた。

しかし、この手法はFFTの手法を用いるため、測定周波数スパンから、1回の処理におけるレコード長が決まってしまうこと、反共振周波数付近でノイズが増幅され悪影響を及ぼすことが分かった。

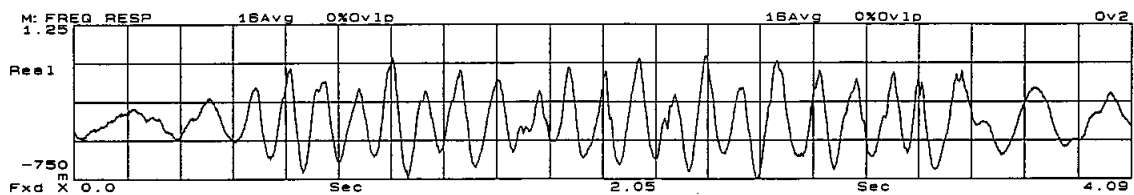
#### 4. おわりに

以上のように、MTBハンドルバーを使用して、実走行時の応力波形をベンチテストで再現することができた。しかし、再現時間が4秒間と短く、FFTアナライザなどの高価な試験機を利用しているため、自転車メーカーで採用するには、まだいろいろな問題点がある。今後は、システム全体をパソコンへ移設し低価格化を図ったり、再現時間の延長、前後ハブ軸加振によるフレームの応力再現を目指したい。

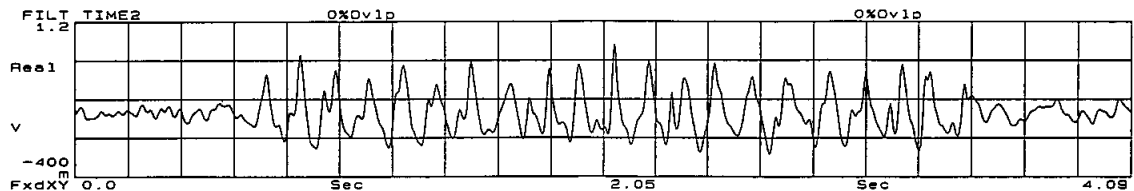
なお、本研究の詳細については自転車技術情報を参考にさせていただきたい。(強度解析グループ)



(a) 目標波形 (波板B, 20km/h走行時)



(b) ドライブ波形 (加振機への入力波形)



(c) 歪ゲージからの出力波形

図2 MTBハンドルバーの実働応力再現