

## 4Z-5 ストレンゲージを用いた疲労計測における ノイズ消去法

森本 祐治・嶺 勝敏・福島良博  
九州工業大学

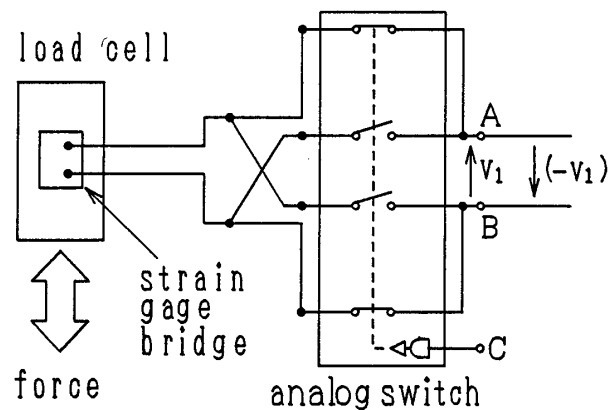
### 1. はじめに：

最近動加重の繰り返しによる構造材料の疲労破壊が大きな事故や災害の原因となっている。そこで材料に繰り返し荷重をかけストレンゲージで stress-strain を計測しその材料の寿命予測をすることが行われている。<sup>1)</sup>しかし現場での実荷重下におけるストレンゲージによる stress-strain の計測では種々のノイズにより信号が汚されることが問題になる。ノイズが信号に対して周波数分離可能であったり、ランダムノイズの場合や参照入力としてのノイズが得られる場合などは信号の推定が可能である。参照ノイズが得られず且信号とノイズの周波数成分が重複している場合にも有効な手法として2つのセンサの接続変更を適当な速度で行い、モニタリング部で演算処理することで伝送線路のノイズを消去するANC法(Alternating Noise-Cancelling Method)によるノイズ消去を行ってきた。<sup>2)</sup>しかしこの方法は2重ストレンゲージを使用したために取り付け上の制約、回路の複雑さ、信頼度の低下等の問題があった。本論分ではストレンゲージを一個のセンサとして用いるANC法を開発したので報告する。本方法の有効性は、実験により実証している。

### 2. 原理と実験：

図1に検出回路部を示す。検出部は資料に貼り付けられたストレンゲージ(FCA-2-1L, Tokyo Sokki)で構成される

ブリッジおよびブリッジの接続変更をするアナログスイッチ(DG403, Siliconix)より成る。資料には実働荷重疲労試験機(HFT-10日立製作所)で繰り返し荷重をかけた。本実験では、ノイズ  $n$  は図2に示すように信号線にノイズ発生器で加えた。写真1に実験装置を示す。



The  $v_1$  is output of a single sensor at  $t=i-1$ , and the  $(-v_1)$  is output of the sensor at  $t=i$ .

Fig.1 Detecting devices with a single sensor

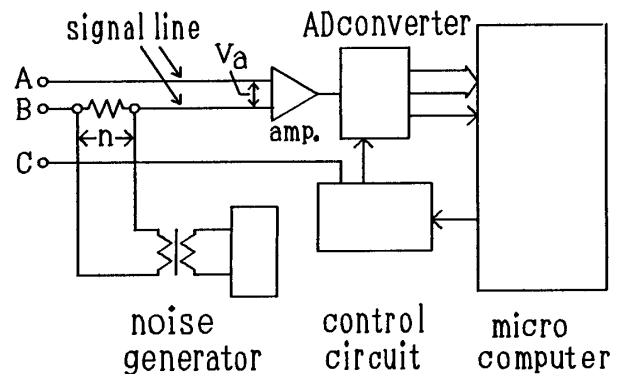


Fig.2 Signal line and data processing devices.

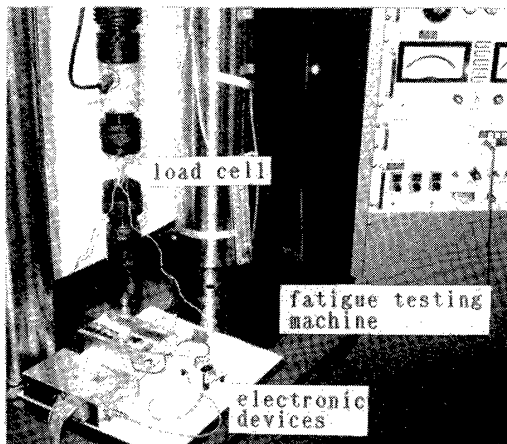


Photo 1 Front view of devices used in the experiments.

図2の信号処理部入力 $v_a$ は、アナログスイッチの切替えに伴う離散時刻を $\dots, i-2, i-1, i$ とすれば、

$$(v_a)_{i-1} = (v_1 + n)_{i-1} \quad \text{at } t=i-1 \quad (1)$$

$$(v_a)_i = (-v_1 + n)_i \quad \text{at } t=i \quad (2)$$

となり、センサ信号 $(v_a)_{i-1}$ と反転センサ信号 $(v_a)_i$ を交互に得る。さらに反転センサ信号(2式)の補間処理により下式のように内挿値 $(\hat{v}_a)_{i-1}$ を求め、

$$\begin{aligned} (\hat{v}_a)_{i-1} &= ((v_a)_{i-1} - (v_a)_{i-2}) / 2 \\ &= (-v_1 + n)_{i-1} \end{aligned} \quad (3)$$

(1)式 - (3)式 によりノイズを消去した信号 $(v)_{i-1}$ を得る。

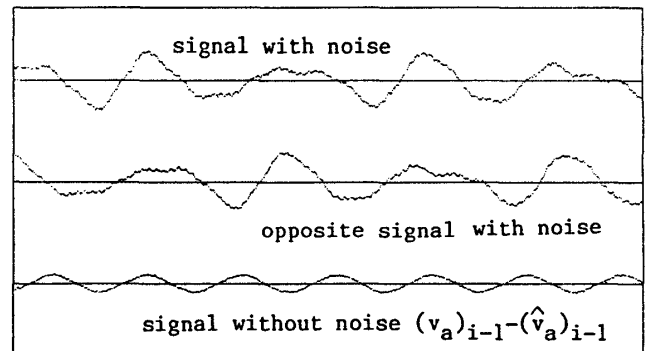
$$\begin{aligned} (v_a)_{i-1} - (\hat{v}_a)_{i-1} \\ &= ((v_1 + n)_{i-1} - (-v_1 + n)_{i-1}) \\ &\doteq (v)_{i-1} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{但し: } (v_1 + n)_{i-1} &= (v_1)_{i-1} + (n)_{i-1} \\ (-v_1 + n)_{i-1} &= -(\hat{v}_1)_{i-1} + (\hat{n})_{i-1} \\ (v_1)_{i-1} &\doteq (\hat{v}_1)_{i-1}, \\ (n)_{i-1} &\doteq (\hat{n})_{i-1} \end{aligned}$$

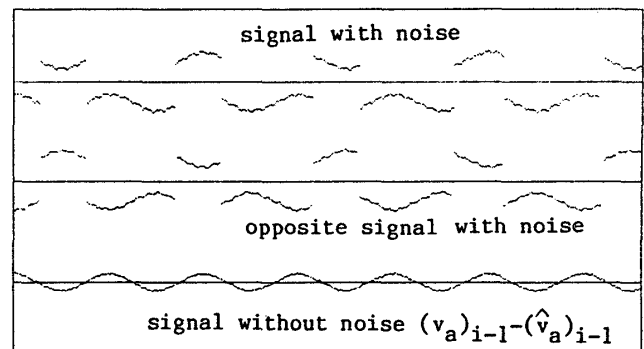
繰り返し荷重(20Hz)、ノイズ周波数(20Hz)、スイッチ切替え周波数(2kHz)で実験を行い(3),(4)式に基づき処理した結果を図3(a)に示し、ノイズとして20Hzの矩形波を加えた場合の処理結果を図3(b)に示す。

### 3. まとめ:

(1) 参照ノイズが得られず、且信号とノイズの周波数成分が重複している場合にも有効なノイズ消去法(ANC)を開



(a) A sinusoidal wave noise was added.



(b) A square wave noise was added.

Fig. 3 Signal without noise as processed data

発し、実験により有効性を確認した。(2) 一個のセンサ(ストレングージブリッジ)を使用したため、取り付け上の制約、回路の複雑さ、信頼度の低下コストの増加等の問題が軽減され実用性を高めた。

### 参考文献

- 1) H. Anzai, T. Endo: On-site indication of fatigue damage under complex loading, International Journal of Fatigue, Vol.1, 49/57 (1979)
- 2) 森本, 嶺, 北崎, 福島: 二重ストレングージを使用するノイズ消去計測法 The 28th SICE Annual Conference, JS 8-1, 75/76, (1989)