

## Study on the Revolving and Repetitive Shape Memory Alloy Heat Engine

○学 青木 亮 (新潟大) 正 石橋 達弥 (新潟大) 正 大木 基史 (新潟大)  
学 宮路 葉 (新潟大)

Ryo AOKI, Tatsuya ISHIBASHI, Motofumi OHKI, You MIYAJI:

Faculty of Engineering, Niigata University 8050 2-no-cho Ikarashi, Niigata 950-2181, JAPAN

### 1. 緒言

未使用のまま捨てられている温排水の持つ低位熱エネルギーを、形状記憶合金(SMA)を用いて機械的エネルギーに変換するメカニズムがヒートエンジンである。これまでにいくつかのメカニズムが提案されてきたが、本研究では蓄えられた温熱媒と冷熱媒の所へ SMA 駆動素子を交互に移動させ、温熱媒の有するエネルギー差を形状回復力として最大限に引き出す点に主眼をおいたメカニズムである、回転往復型形状記憶合金ヒートエンジンの設計を検討し、試作を行った。

### 2. バイアススプリング式回転往復型ヒートエンジン

#### 2.1 バイアススプリング式ヒートエンジン基本構成

Fig.1 にバイアススプリング式回転往復型ヒートエンジンの全体図を示す。このヒートエンジンはメカニズムの基本にボールねじとボールナットを用い、回転運動から直線運動の際に高い変換効率を得ることができるようになっている。駆動素子としてのコイルスプリング状 SMA はボールナットと固定ベアリングの間に連結され

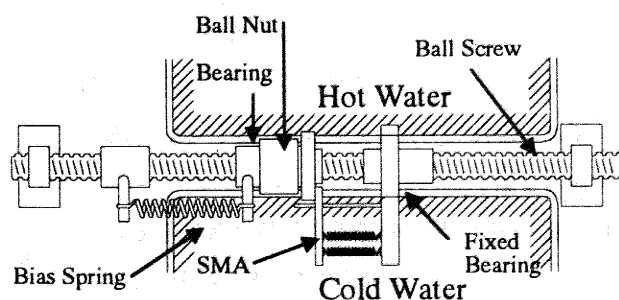


Fig.1 Schematic illustration of the bias spring type heat engine

ている。また、SMA と逆方向に動作するバイアススプリングは、ボールナットの先端に取り付けられたベアリングと、止め具の間に連結され、回転により移動しないようになっている。

#### 2.2 バイアススプリング式ヒートエンジン動作原理

Fig.2 にバイアススプリング式ヒートエンジンの動作原理を示す。(a)で SMA 素子が冷水槽で冷却された状態のときバイアススプリングは最大に伸びた状態になっている。マルテンサイト状態の軟らかい SMA に打ちかってバイアススプリングが縮むことにより、(b)のようにボールナットが右回転しながら移動する。この時、SMA 素子は引き伸ばされ、SMA 素子が最大ひずみになった時点で温水槽へ移動し(c)の状態になる。そして(d)のように SMA 素子はオーステナイト状態となり形状回復を起こし、バイアススプリングの力に打ちかってバイアススプリングを伸ばし、ボールナットを逆方向へ移動させ(a)の状態へ戻る。

この(a) → (b) → (c) → (d) → (a)を1サイクルとして、エ

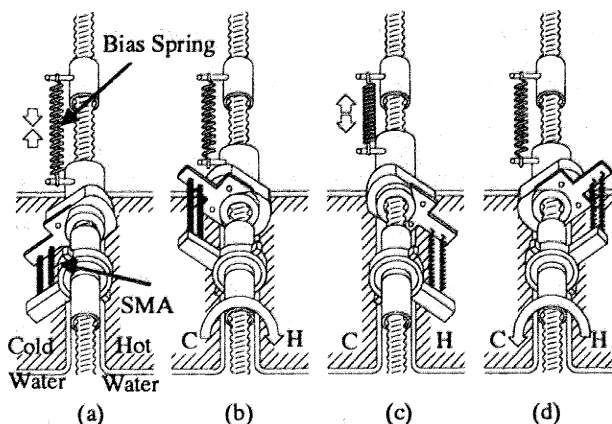


Fig.2 Schematic motion of the bias spring type heat engine

エンジンは回転往復する。

またバイアススプリングを普通のスプリングではなく SMA を用いれば、出力を 2 倍とすることも可能である。

### 3. フライホイール式回転往復型ヒートエンジン

#### 3.1. フライホイール式ヒートエンジン基本構成

Fig.1 で示したメカニズムのバイアススプリング式ヒートエンジンは、SMA 素子が温冷水槽につかる時間の調節が難しく形状回復力を最大限に引き出すことができないという問題点がある。そこでこの問題に対応するメカニズムとして、バイアススプリングの代わりにフライホイールを用いたフライホイール式回転往復型形状記憶合金ヒートエンジンを設計製作した。Fig.3 にその全体図を示す。

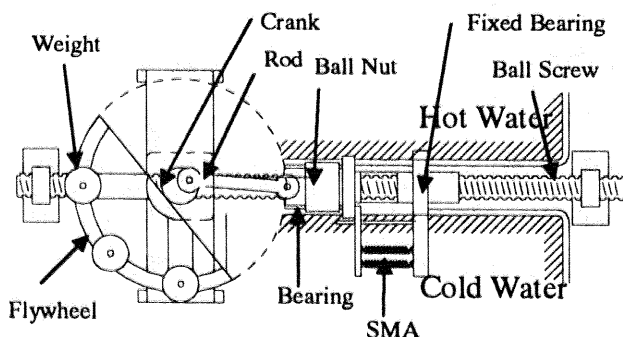
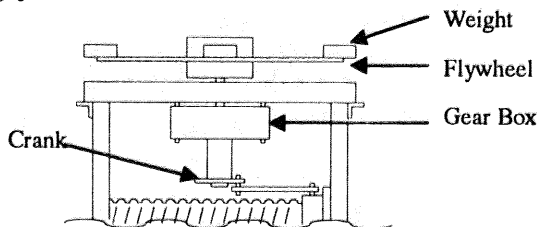


Fig.3 Schematic illustration of the flywheel type heat engine

#### 3.2. フライホイール式ヒートエンジン動作原理

Fig.4 にフライホイール式回転往復型ヒートエンジンの動作原理を示す。(a)において、最大ひずみの状態で温水槽に浸された SMA 素子は形状回復を起こしボールナットを回転させ、(b)のように左回転しながら冷水槽へ移動しはじめ、(c)の状態になる。その際ボールナットに取り付けられたベアリングに固定したロッドを介して、クランクと共にフライホイールが回転する。ここでフライホイールの回転により形状回復エネルギーが蓄積される。(c)の状態では冷水槽に浸された SMA 素子は、蓄積された

形状回復エネルギーの一部が放出することにより、回転するフライホイールにより引き伸ばされ右回転しながら (d)から(a)の状態へと戻る。

この(a) →(b) →(c) →(d) →(a)を 1 サイクルとして、エンジンは回転往復する。

また Fig.3 に示すように、このエンジンのフライホイールとクランクは減速ギアにより連結してある。そのため、SMA 素子の温冷水槽へ浸る時間の調節が容易に行えることから使用する SMA 素子の特性に合わせて、形状回復力を最大限に引き出すことができると考えられる。

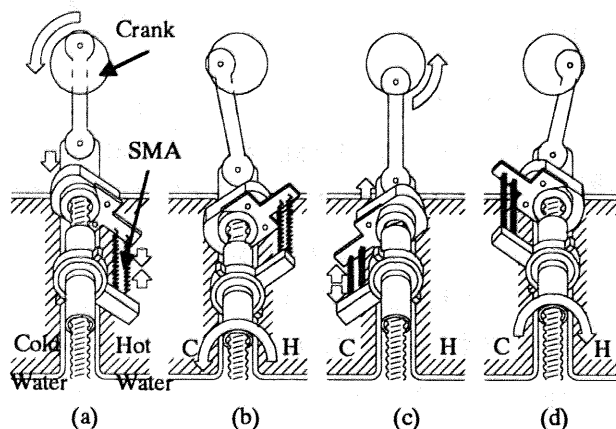


Fig.4 Schematic motion of the flywheel type heat engine

### 4. 結言

- ・ SMA の形状回復力を最大限に引き出す点に主眼をおいたメカニズムとして
- (1) バイアススプリング式 (2)フライホイール式回転往復型ヒートエンジンの設計・試作を行った。
- ・ 今後の課題と展望

- (1) 今回製作したヒートエンジンの出力測定を行うためのシステムの開発を行う。
- (2) 今後さらに SMA の形状回復力を最大限に引き出すためのヒートエンジンの最適化を検討する。

本研究にご協力いただいた 4 年生の田野紀貴君、および工場技官の方々に感謝申し上げます。

#### <参考文献>

- 1)高橋、石橋、他：秋田地方講演会講演論文集 (No.981-2 '98-8-21,秋田)
- 2)石橋、竹内、他：米沢地方講演会講演論文集 (No.991-2 '99-9-29,米沢)