

## ロードヒーティング制御法

佐山惣吾、西川泰則、三浦健一（北海道工業開発試験所）

須藤昌義、酒井好夫（㈱フジイ）

### 1. 緒言

ロードヒーティング電力出力の制御は一般に、一定電圧でタイマーの働きにより、ある時間間隔で電力をON-OFFする方法を採っている。使用される電熱線は主としてニクロム線である。その他カーボンおよびブレード<sup>1)</sup>も一部使用されている。それら発熱体の大きな相異は固有抵抗にある。それらはおおよそ①ニクロム $0.04\Omega/m$ ②カーボン $850\Omega/m$ ③ブレード $70\Omega/m$ である。すなわちニクロムは他の発熱線に比較し大巾に抵抗値は低い。商業用電力 $200V$ を用いて適当な融雪温度を保つためには、ニクロムの発熱線一本の長さは他と比べ $240m$ と大きくなり、したがって発熱体1ユニットの面積も大きくなる。ニクロム線の例によるとそのユニット面積は $17m^2$ となる。これに対しカーボンの場合は発熱体1本の長さは約 $1m$ でありユニットは最小 $0.25m^2$ と小さくできる。このためカーボンの場合には小融雪面積でも小まめな制御が可能となる。この特徴を生かし開発したのが本ロードヒーティング制御法である。

### 2. 供給電力と路面温度

恒温槽実験を行うため次に述べる試験ブロックを作った。 $300W \times 300L \times 50mm$ Tコンクリート、低部 $200mm$ T発泡ポリスチロール、コンクリート厚さ方向中央部平面に $100mm$ ピッチで3本のカーボン発熱線を入れた。

次の目的と方法で実験を行なった。ブロックを入れた恒温槽を $-1^\circ C$ または $-5^\circ C$ に保ち、標準融雪電力 $200W/m^2$  すなわち表面積 $0.09m^2$ のブロックに $18W$ 通電する場合を $100\%$ とし、その他 $44\%$ 、 $33\%$ および $25\%$ 通電を行い、通電時間とブロック表面温度の関係を測定した。恒温槽温度 $-1^\circ C$ の場合の測定結果をFig.1に示す。

この結果によると約 $4h$ で表面温度は平衡に達する。その時の温度は、 $100\%$ 通電で $10.6^\circ C$ 、 $44\%$   $5.2^\circ C$ 、 $33\%$   $3.5^\circ C$ 、 $25\%$ では $2.0^\circ C$ である。融雪路面温度を $1\sim 2^\circ C$ と設定すると図中次に示した電力制御が省エネルギー的である。① $0\sim 20min$   $100\%$ ② $20\sim 40min$   $44\%$ ③ $40\sim 60min$   $33\%$ ④ $60min\sim$   $25\%$ 通電。また $-5^\circ C$ で $25\%$ 通電の場合、約 $3.5h$ で表面温度は $0^\circ C$ 以上となる。したがってブロックの予熱は約 $25\%$ の通電が適当と思われる。この知見に基づき、融雪電力 $100\%$ 、 $62.5\%$ 、 $25\%$ 、 $0\%$ の4段階に切り替える省エネルギーロードヒーティング制御法の開発に至った。

本制御法の基礎的原理は、2本または2群の発熱体を、並列に通電することにより $100\%$ 、直列に通電することにより $25\%$ 、タイマーにより $100\%$ と $25\%$ に交互に切り替えることにより総体的に $62.5\%$ と $0\%$ の4種類の出力を保つことにある。

### 3. 制御法 I

基本的制御例をFig.2に示す。地温センサー1により、路面温度が設定温度より低い場合、電磁接触器2が閉じ最初予熱電力 $25\%$ が、継電器3により直列に結線された発熱体7、8に通電される (Fig.3 ①~②)。次に降雪開始時に降雪センサー4からの信号で起動されたタイマー5により最大電力 $100\%$ が、継電器3により並列に結線された発熱体7、8に $t_1$ 約 $6$

0 min 通電される (Fig.3 ②~③)。その後融雪電力はタイマー6により  $t_2$  約10 min 間隔で100%、25%で切り替えられて発熱体に通電し、総体的に62.5%の出力が得られる (Fig.3 ③~④)。降雪終了時には降雪センサー4の信号により、出力は25%となり (Fig.3 ④~⑤)、さらに地温センサー1の信号により電磁接触器2が開かれ出力は0%となる (Fig.3 ⑤)。

#### 4. 制御法II

基本的制御例をFig.4に示す。地温センサー9により路面温度が設定温度より低い場合、電磁接触器10が閉じ、最初予熱電力25%が2つの継電器11, 12により直列に結線された2組の発熱体A15, 16、B17, 18に通電される (Fig.5 ⑥~⑦)。次に降雪開始時に降雪センサー13からの信号で起動されたタイマー14により、約10 min 間隔で相互に、融雪電力62.5%が継電器11, 12により直列、並列交互に切り替え結線された発熱体15, 16, 17, 18に通電される (Fig.5 ⑦~⑧)。降雪終了時には降雪センサー13の信号により、出力は25%となり (Fig.5 ⑧~⑨)、さらに地温センサー9の信号により電磁接触器10が開かれ、出力は0%となる (Fig.5 ⑨)。この結果、各組の消費電力を引き下げることで融雪電力基本料金を低減することができる。

参考文献 1) 佐山、西川、三浦、須藤、酒井、田中：北海道の雪氷第14号 (1992) P.42

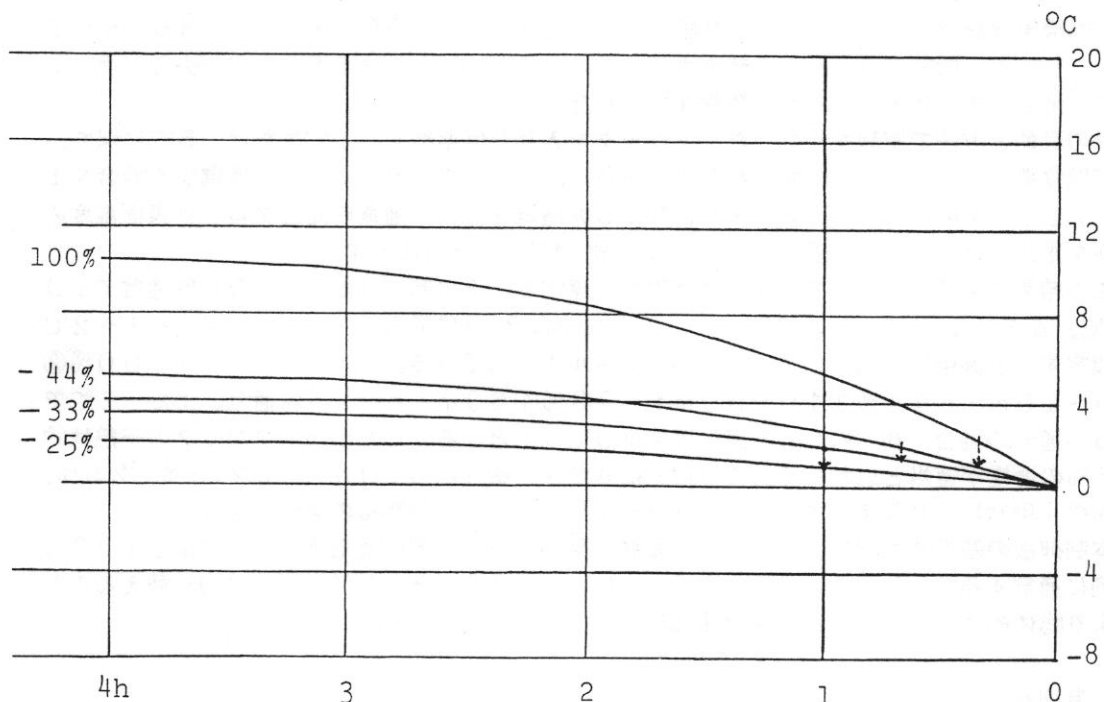


Fig. 1 Surface temperature profil of concrete block against heating time at various power supply in a cold chamber  $-1^{\circ}\text{C}$ .

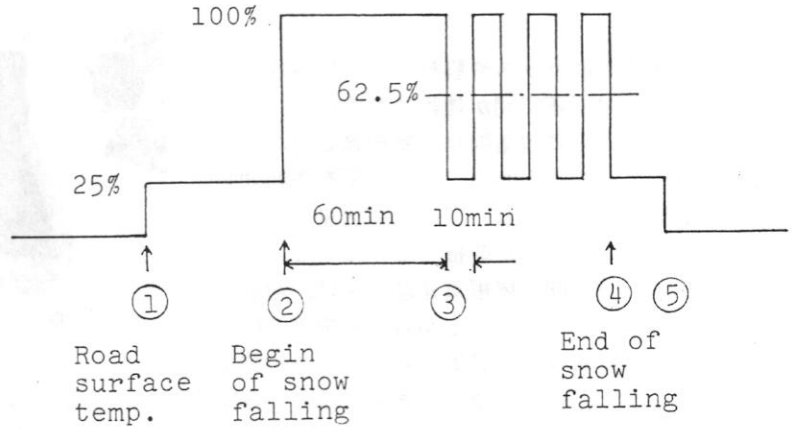
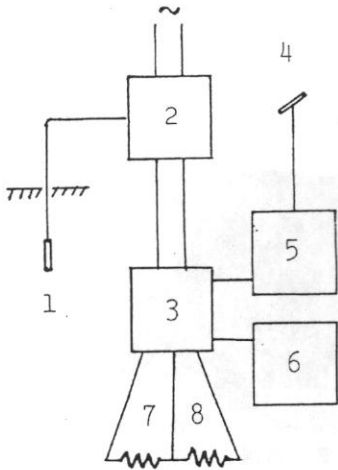


Fig. 2 Schematic diagram of control system I.

Fig. 3 Control pattern of system I.

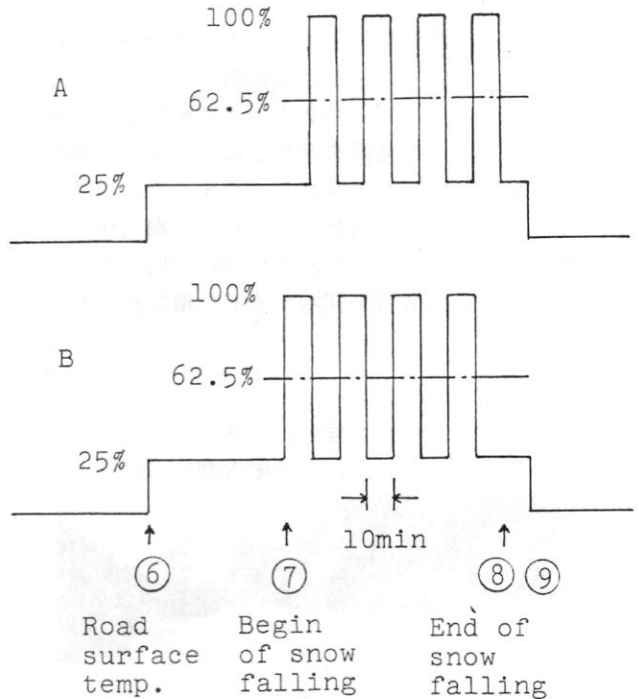
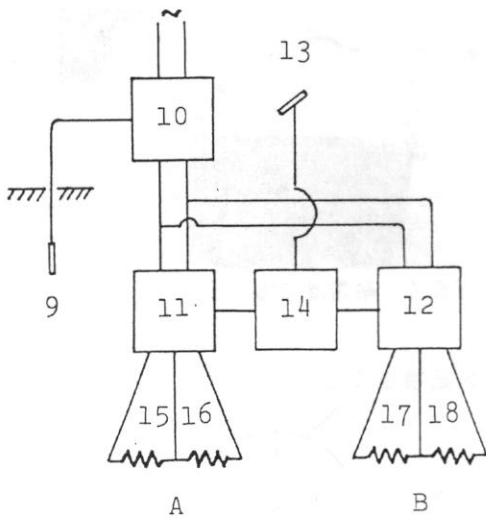


Fig. 4 Schematic diagram of control system II.

Fig. 5 Control pattern of system II.