

## 44. DB7 型エンジンの低温時始動に関する潤滑油 およびバッテリーの影響について

建設機械工作所 藤井正雄

北海道開発局においては雪寒法の施行とともに、冬期の除雪問題はますます重要視されつつあり、使用される除雪機械の性能向上は必須の事柄である。使用機械も種々検討され漸次新型機械を導入し、これの対策が鋭意すすめられている現状に際し、潤滑管理の問題もいよいよ重要な部門として認識されて来つつあるが、やはり冬期の潤滑管理の問題は機械の摩耗に対するオイルの性能向上と同時に、始動性の良好なことはいうまでもない。しかしながら低温時のバッテリー性能はどうか？ 一般に常温 (25°C) に 100% の場合の容量のものが 0°C において 65%、-17°C において 40% という数字が知られている。

すなわち、同一のエンジンを始動する場合でも、温度が低下するにつれて、始動し得るバッテリー容量は減少し、あわせて逆にエンジンの始動トルクは増大することになる。エンジン始動時の抵抗はシリンダー内の圧縮抵抗とクランクシャフトその他、各部の摩擦抵抗であり、圧縮に要した仕事は次のクランクシャフトを廻すのに利用され、さらに気温による変化もなく一定と考えてさしつかえないと思う。

しかし、規定の圧縮圧力が必要なのはいうまでもない。ところが摩擦抵抗は、大部分オイルの影響を受けオイルの粘度特性によつて違ってくる。

図 44-1 のような関係は、一般に知られていることであるが、粘度についての定義は「流体を流動せしめようとする時に表わされる液体の内部抵抗である」といわれ、理論的には流体に流れを生ぜしめる外力と、それによつて生じた流れの中に現われる流体の速度勾配との間に、

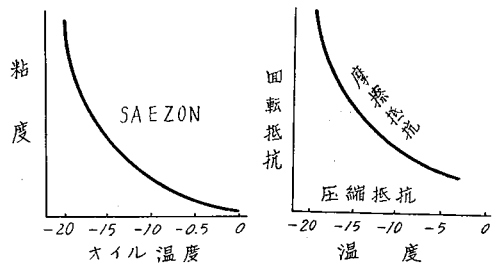


図 44-1

比例関係のあることによつて現わされているが低温度になるとこの関係は成立しなくなることが知られている。

従つて粘度～温度図表の延長による誤差も多くなり、実測することは困難なため加圧粘度計を使用しているようである。つまりオイルの耐寒性能は、加圧流動性と関係あることになると思う。しかし、実際のエンジンではもつと高い温度での粘度が問題になつていると思う。次にバッテリーの低温放電性能が問題になるのである。

前表は低温時のバッテリー温度と始動力との関係であるが、現行の JIS 規格では、300 A 放電試験で低温始動性能を決めているようであるが、エンジンを始動するという面では、具体性に欠けていると考えられるので、JIS の試験方法と実際の機関の始動性能の関連をみつける必要がある。

この実験では不十分であつたが、今後始動性能を求める際の指針を見い出したと信じる。

今回の実験を計画した目的は寒冷地におけるディーゼルエンジンの適正な粘度を決めることと、その始動性の問題および前述したバッテリーの低温始動容量の問題、さらに実際上における合理的な始動法について、なんらかの手がかりを得ようとしたのである。今後問題が多く残したことはこの種の実験の必要性を再認識させられたことに外ならないと思う。

試験地の帯広地方は、北海道の最寒冷地であつたのであるが、実験期間中の最低は -21°C より得られず、充分資料が集まらず一概に判断できない面もあると思うが参考にさせていただきたい。

## 1. 期日および場所

昭和34年1月27日~2月5日まで10日間

## 2. 供試燃料および潤滑油について

下期にある試料の軽油を採用した。

(イ) 比重  $15^{\circ}/40^{\circ}\text{C}$  0.838

反応 中性

引火点  $67^{\circ}\text{C}$

蒸溜試験

初溜点  $181^{\circ}\text{C}$

10%  $217^{\circ}\text{C}$

50%  $240^{\circ}\text{C}$

95%  $295^{\circ}\text{C}$

流動点  $^{\circ}\text{C}$   $-35$

粘度 cS  $30^{\circ}\text{C}$  2.32

セタン価 48

硫黄分(重量%) 0.13

(ロ) 潤滑油試験成績

ダイヤモンド HD 10 W エンジン油

ダイヤモンド HD 20 W エンジン油

比重  $15^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$  0.8738

色相(外観) 緑褐色

(ユニオン) 3 1/2

引火点  $^{\circ}\text{C}$  216

粘度 cS  $100^{\circ}\text{F}$  37.04

cS  $210^{\circ}\text{F}$  58.37

粘度指数 112

流動点  $^{\circ}\text{C}$   $-30$

ダイヤモンド HD 20 W エンジン油

比要  $15^{\circ}/4^{\circ}\text{C}$  0.8892

色相(外観) 緑褐色

(ユニオン) 4 1/2

引火点  $^{\circ}\text{C}$  228

粘度 cS  $100^{\circ}\text{F}$  65.02

cS  $210^{\circ}\text{F}$  8.302

粘度指数 105.3

流動点  $^{\circ}\text{C}$   $-25$

(註1) 製造法

中東系混合基原油溜分を原料とし、これをフルフラール溶剤抽出塔およびメチル、エチル、

ケトン、溶剤脱ろう装置により粘度指数を増大し、ワックス分を除き凝固点を低下せしめて低温特性を向上せしめ、さらに白土処理その他の精製処理を施したもので清浄剤、酸化防止剤および防錆剤を添加している。

(註2) 品 質

米軍規格 MIL-L-2104 A Amendment の合格証を取得している API 使用区分では、DM 級に属する。

(ハ) 不凍液

比 重 24°C 1.119  
 灰 分 (重量%) 0.771  
 沸 点 °C 177.7  
 引 火 点 °C 124  
 蒸溜試験  
 初 溜 点 159°C

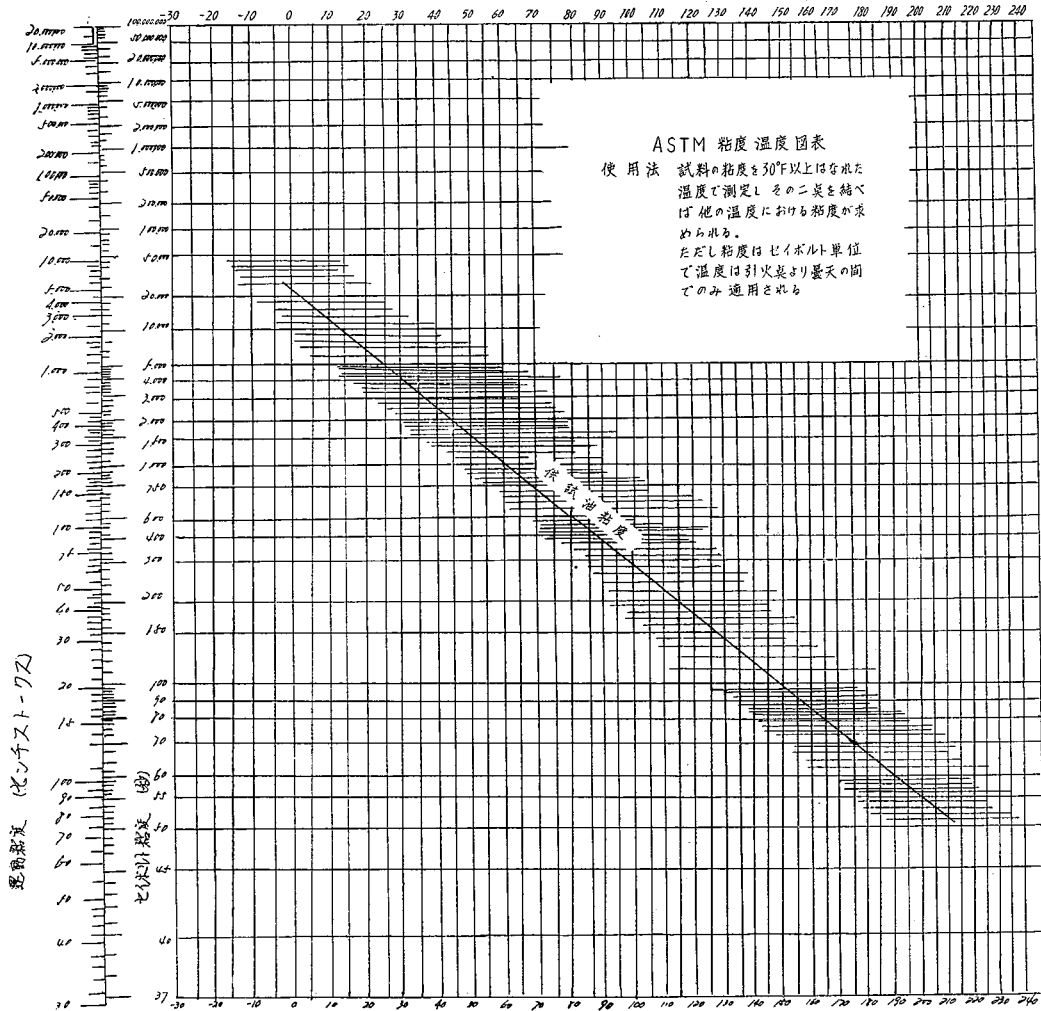


図 44-2

10% 187°C

50% 193°C

95% 206°C

#### 凍結温度

原 液 -18

30% 水溶液 -19

60% 水溶液 -54

pH 30% 7.8

0°Fにおける粘度は実測する必要はなく、ASTM 標準粘度—温度チャートを用いて、高温側の粘度から推定して、よいことになっている。すなわち、任意の二点以上の温度における粘度の実測値を結ぶ線が、ASTM、標準粘度—温度チャート上にて直線をなし、0°Fの粘度はこの線上にあるという仮定を適用するものであるが、なお、二点の場合は60°F以上の温度差のあることを必要とするものである。また、使用燃料および潤滑油は、原地購入のものとして、特に銘柄は指定しなかつたが、性状に関しては、サンプルを採取し試験室において明らかにした。

### 3. バッテリーについて

試験に使用されるバッテリーはAW 9-12型(古河電池製)で、一セル当たり⊕板がAW 極板(3 m/m厚の形)が9枚で⊖板が10枚で構成され木箱に収納されたもので規格容量は

20時間率容量 160 Ah

-5°C 300 A 充電の場合

持続時間 8分

5秒後電圧 9.4 V

のものである。

### 4. 試験機関

三菱日本重工業株式会社製

DB型 ディーゼルエンジン

DB7型 4サイクル 水冷直列予燃焼室式

シリンダー数(内径×行程)

6×110 m/m×150 m/m

総排気量(ℓ) 8.55

実用最大出力 84 HP/1,400 r.p.m.

定格出力 80 HP/1,400 r.p.m.

圧縮比 17:1

燃料噴射ポンプ ボッシュ PE型

ノズル スロットル型

ガバナー 遠心式 オールスピード

制御式

始動方式 セルモーター 24 V-7 HP

ダイナモ 24 V-300 W

M.S.E. 7/24WFR Starting motor  
Characteristic Curves

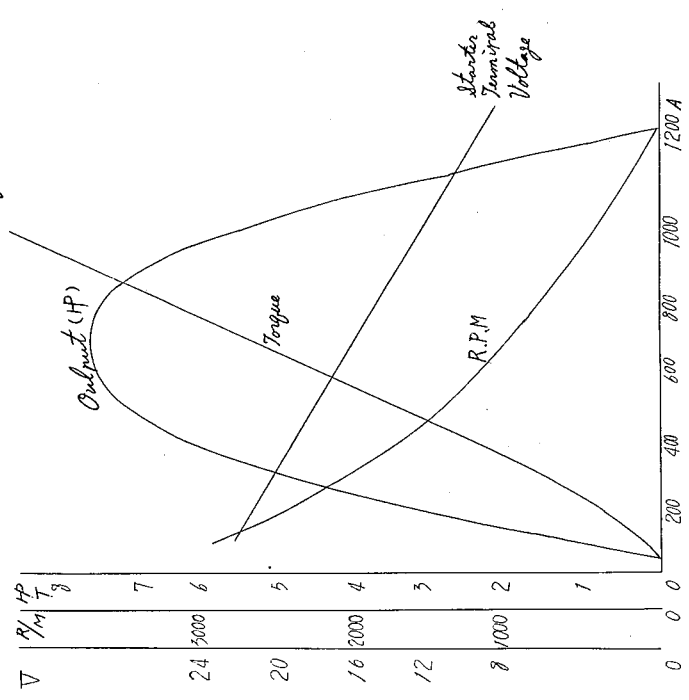


図 44-4 始動電動機について

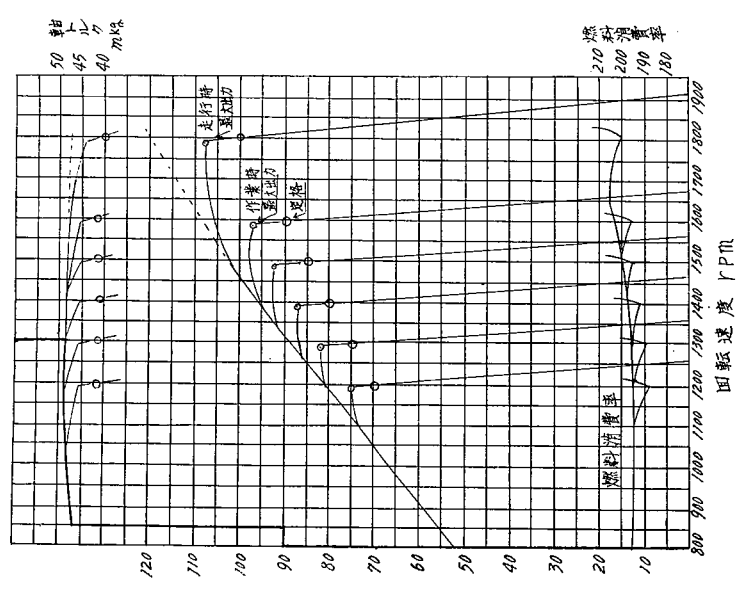


図 44-3 DB7C 型 エンジン性能曲線

燃料フィルター 濾紙式  
 潤滑油フィルター 鋼線巻付および濾紙併用式  
 エアークリーナ オイルバス オイルバスサイクロン併用式

### 5. 機関性能試験について

機関の馬力試験は、東京衡機製水制動力計を用い、試験図は 図 44-3、図 44-4 のとおりである。

### 6. 試験方法

気象に左右され  $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $-8^{\circ}\text{C}$ 、 $-18^{\circ}\text{C}$  の三条件を主とし、図の放電時間を 10 秒（デコンプ 2 秒，コンプレッション 8 秒）とし、30 秒間休止する繰返しクラックを行ない、なお、燃料は無噴射にした。この要領とは別に各温度における最低起動回転数を求めるべく 30 秒間予熱操作を取入れた正規の起動法クラック位置 10m/m 付近を行なつてみた。

### 7. 試験結果 (図 44-5~図 44-9 を参照)

前項目で説明してあるように、繰返しクラックの放電状態をバッテリー電圧、および負荷電流をエンジンにおいては回転計による回転数、およびトルクレンチによるエンジンの静的駆動抵抗を同時に記録した。

使用バッテリーは使用のつど 100% 充電を確認し、使用オイルは温度の状態により SAE 20 W を選んだ。図 44-5 より 図 44-7 まではそれぞれの温度条件におけるクラックの回数と回転速度との関係を示し、図 44-8 は室温油温冷却水とも  $-8^{\circ}\text{C}$  とし、バッテリー液温はそれぞれ  $0^{\circ}\text{C}$  および  $-70^{\circ}\text{C}$  の時の関係図である。図 44-9 はエンジンの回転数とバッテリー温度との関係を示すものであり、主としてバッテリー温度の変化に伴う回転数の変化の状態を示している。

以上のことより考えられることは

(1) 放電端子電圧が 15 V 以下では機関の回転が不能になつた。

(2)  $-10^{\circ}\text{C}$  以上の温度条件では、機関の整備状態バッテリーの性能、および燃料などの始動を左右する要因は多々あるが、機関の整備が良好であり、バッテリーの充電が完全であるならば、SAE 20 W 級のオイル使用で始動困難を感じることはない。

デコンプ	2秒	室 温	$-4^{\circ}\text{C}$
コンプレッション	8秒	オイルパン	$-4^{\circ}\text{C}$
休 止	30秒	冷 却 水	$-4^{\circ}\text{C}$
1マイル 前	40秒	バッテリー	$-3^{\circ}\text{C}$
繰返し放電を行つた場合		液 温	

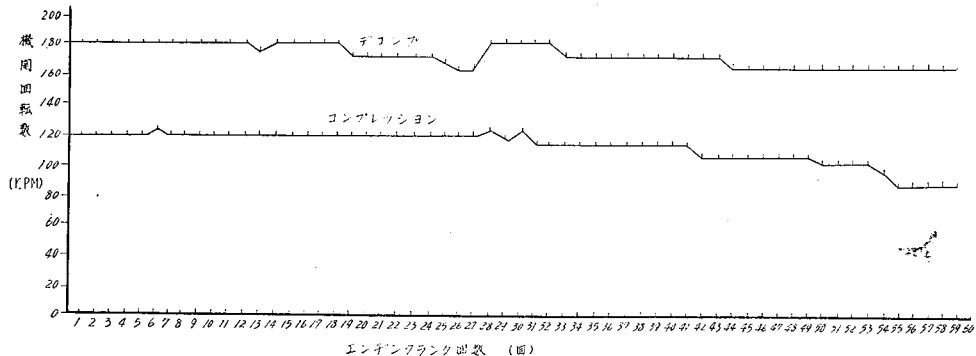


図 44-5 DB 7 型エンジンのクラック回数と回転速度との関係

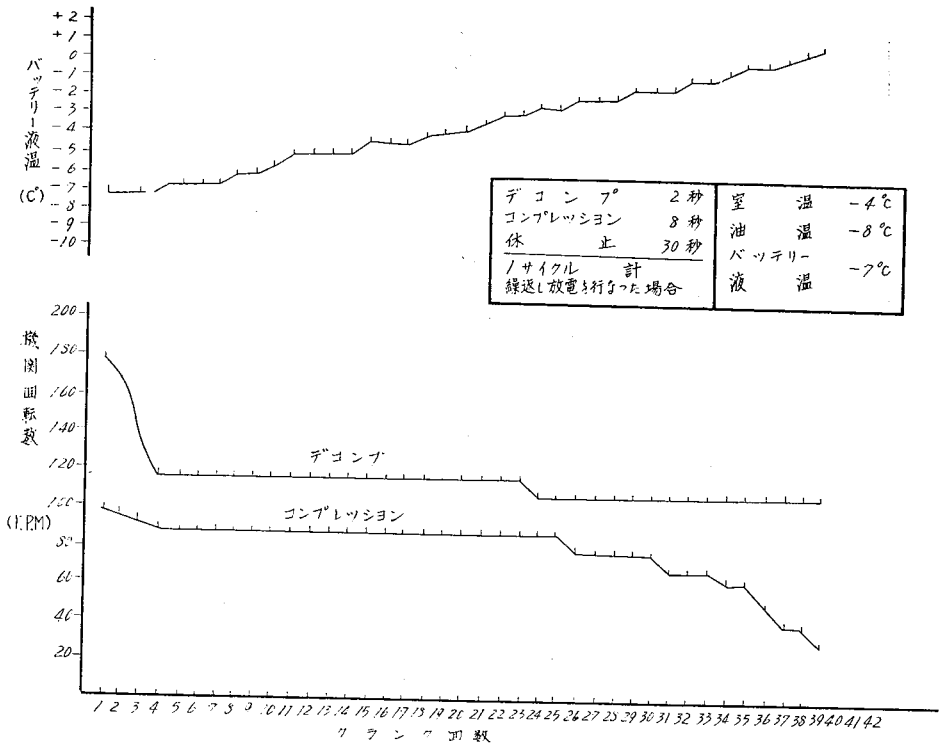


図 44—6 DB7型エンジンのクランク回数と回転速度との関係

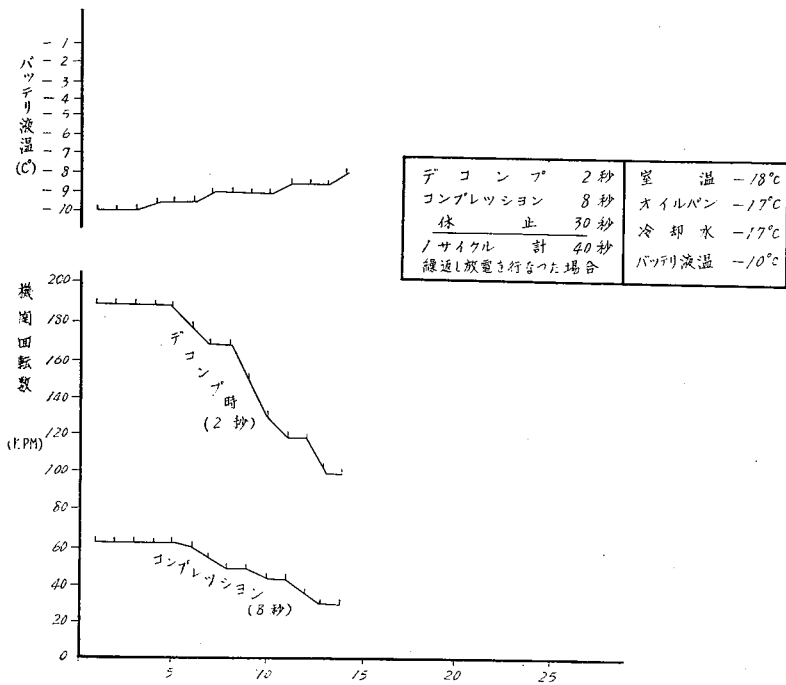


図 44—7 DB7型エンジンのクランク回数と回転速度との関係

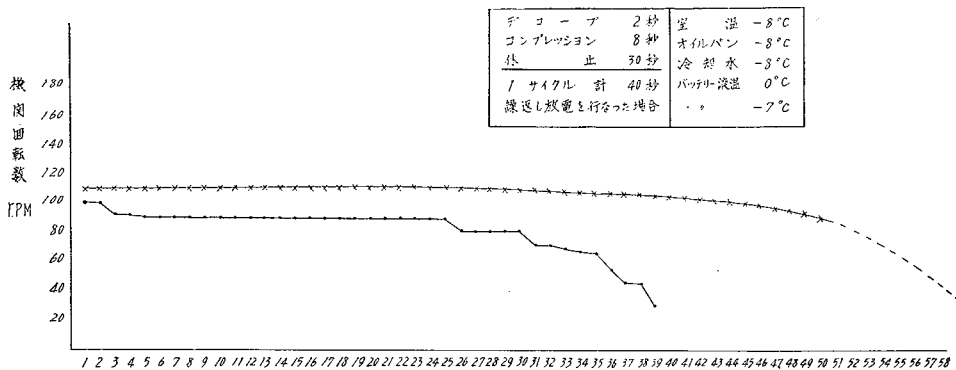


図 44-8 DDT 型エンジンのクランク回数と回転速度との関係

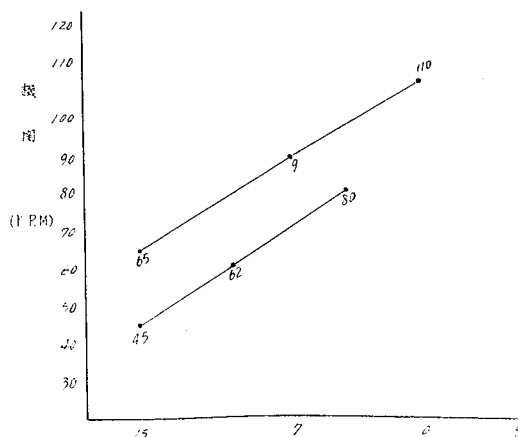


図 44-9 回転数とバッテリー温度との関係  
オイル粘度 SAE 20 W

(3) 前項の場合起動当初において一時的な爆発よりなく、回転を維持するには、2, 3 度要したので予熱装置に疑問を感じ回路に電流計を入れて測定したところ、ヒーターのスイッチを入れたとき、40 A、スタートスイッチを入れたときは 35~38 A を示した。この時の回転数は 90 r.p.Mm. である。

バッテリーの容量の低下とともにエンジンの回転数も低下し、約 60 r.p.Mm. の状態においては、スタート時の予熱電流は、30~35 A に下り、パイロットランプの赤熱の程度が、しばし暗黒色に変わり、始動はできなかつた。

だが、予熱電流をスタート時に 40 A 流し、予熱栓も白赤色に確保した場合は、30~40 r.p.m. で完全に始動することが判つた (寒冷期にはスタート時の予熱電流を 40 A 確保するように、レジスタンスコイルの抵抗を小さくすることは始動を容易にすることになるので、改良することが望ましい。しかし、それによつてセルモーターの負荷電流が減少し、回転数が低下することも考えられるが、予熱栓の電流を保つことが先決問題であり、これが灼けていなければ低温時の始動は困難である)。

(4) 図 44-6 のように油温  $-17^{\circ}\text{C}$ 、バッテリー液温  $-10^{\circ}\text{C}$  のような場合は実際問題として稼働中の車輛はこの実験と同じ整備状態に保つことは、難しく SAE 20 W の使用する場合において起動可能限度と思われる。

だが図 44-8 の関係よりわかるように寒冷期には、バッテリーの温度を下げないことが望まれる。例えば  $-17^{\circ}\text{C}$  付近にエンジンが下がつても、バッテリー温度を  $0^{\circ}\text{C}$  以上に保つていれば始動が比較的容易に行なわれるのをみても理解できるであろう。



その他、バッテリーの低温始動容量が大きいものを使用するか、または機関の摩擦抵抗を減少するため SAE 10 W の使用より方法がない。

(SAE 20 W の  $-17^{\circ}\text{C}$  の粘度は 6,000 セン, 30,000 セイボルト秒, チヌトークス程度である。この時のエンジンの静的駆動抵抗は  $7.2\text{ kg}\cdot\text{m}$  であり,  $-8^{\circ}\text{C}$  前後の粘度は 17,000~20,000 セイボルト秒, 3,500 センチストークスで駆動抵抗は  $6.2\text{ kg}\cdot\text{m}$  であった。

(5) オイルに対する考え方としては,  $-20^{\circ}\text{C}$  以下のときに始動を容易にするため SAE 10 W を採用した方がよいと思う。それ以上粘度を薄くすることは, 正規運転状態では各部の温度上昇により粘度過少となり, 摺動部の油膜形成も不十分となり, 摩耗は増大し, ブローバイも大きくなることオイル消費量の増加ということも考えられる。さらに粘度指数の高いことは絶対必要なことである (SAE 5 W, 10 W 級と SAE 30 級のオイルのエンジン各部の摩耗とオイル消費量比較については後日実績によつて明らかにしたい)。

## 8. 結 び

以上簡単に実験結果を紹介したが, 前述のように今後に残された問題が多く, 関係諸氏の一層の指導と協力をお願いする次第である。

本実験に多大の御協力を賜わつた帯広開発建設部, ならびに古河電池株式会社の関係者に厚く御礼申し上げます。

# 45. ト ラ ッ ク 系 除 雪 車 の 能 力 に つ い て

## 抵抗線式トルクメーター・牽引力計による各種 除雪時抵抗の測定結果の報告

建設機械研究所 井 田 勝 也

### 1. は し が き

除雪車の除雪能力についての報告は, 各種散見するが断片的報告に止り, まだ定量的一連の報告は見当らない。

昭和 32 年度; 開発局機械課が主体となり, 土木試験所・札幌開発建設部・札幌出張所・札幌機械整備事務所・その他関係部局・ならびに北海道ふそう自動車会社の全面的協力を得て除雪速度の向上に伴い, その主力となつてきたダンプトラック系除雪車 (三菱ふそう W 11, 自重 9.5 ton) を取りあげ, その実用面への適用を主眼とし, 測定装置は抵抗線式トルクメーターを採用し, 走行抵抗・プラオ除雪比抵抗・スリップ率を測定し, 抵抗線式牽引力計による最大雪上牽引力試験に基づき, その他各種のトラック系除雪車への拡大適用に成功し実用面も使用できる結果を得たので報告する。なお, 本報告とりまとめならびに結論については, 便宜上とりまとめを担当した筆者の独善的見解のままで, まだ識者の論議を全く経ていないので, 公的見解結論ではないことを念のためお断りする。

### 2. 試験装置および試験結果

#### 1. 抵抗線式トルクメーターによる測定装置および方法

試 験 車; W 11 DB 5 W ダンプトラック, V プラオ, 全輪チェーン装着, 総重量 13.3 ton