

# PERFORMANCE AMÉLIORÉE DU CHASSE-NEIGE ROTATIVE

Makoto NUNOBE\* et Youichirou KAWASAKI\*\*

\*TCM Corporation, Development Department  
3, Ryugasaki City, Ibaraki Prefecture, Japon  
Tel:+81-297-62-5046/ Fax:+81-297-64-5563  
E-mail:m\_nunobe@mail.tcm.co.jp

\*\*TCM Corporation, Development Department  
3, Ryugasaki City, Ibaraki Prefecture, Japon  
Tel:+81-297-62-5046 / Fax:+81-297-64-5563  
E-mail:y\_kawasaki@mail.tcm.co.jp

## 1. Généralités

La force d'entraînement du moteur de la roue à chasse-neige rotative est distribuée en trois forces: force de déplacement, force de tarière et force de soufflante de l'unité de contrôle de puissance. La force d'entraînement de l'unité de contrôle de puissance dépend largement des conditions de chasse-neige. Malgré que quelques résultats ont été rapportés jusqu'ici de certaines études qui ont prévu la force d'entraînement de l'unité de contrôle de puissance, les résultats de notre examen expérimental sur la force d'entraînement de travail d'une roue à chasse-neige rotative, un de nos produits, ne manifestent aucune bonne coïncidence avec les résultats de prévision rapportés. Ceci nous a suggéré une nécessité d'obtenir à titre d'essai une formule de relation qui nous permet de prévoir la force d'entraînement de l'unité de contrôle de puissance à partir des conditions de chasse-neige.

Cet article concerne la rénovation d'une unité de contrôle de puissance pour une petite roue à chasse-neige rotative en une charrue à neige à deux étages pour essayer d'examiner la performance de chasse-neige. Les unités de tarière, soufflante et déplacement peuvent être mises en opération individuellement et indépendamment. Le nombre de tours par minute et le couple de la tarière et de la soufflante ont été mesurés sous certaines conditions d'essai (environ 60 conditions des données d'essai). Basé sur les données de mesures, a été effectuée une analyse par régression multiple qui est une sorte d'analyse à multi-variables. Par conséquent, ceci nous a permis de représenter par une formule de relation à haute précision d'estimation, le couple et le volume de neige chassée pour la tarière et la soufflante, qui constituent des éléments importants pour connaître la performance de chasse-neige, comprenant les conditions de travail (vitesse de véhicule, largeur et hauteur de chasse-neige), le nombre de tours de tarière et de soufflante, les conditions de neige (densité et dureté), le pas et le nombre de lames en hélice du ruban de tarière et le nombre de lames de tarière.

Nos conclusion sont les suivantes:

- (1) L'augmentation en dureté de neige implique une augmentation en couple de la tarière.
- (2) Le nombre diminué de tours de la tarière signifie le couple de tarière augmenté.
- (3) L'augmentation en volume de neige chassée a une relation avec une augmentation en couple de la soufflante.
- (4) L'accroissement du pas de rubans de tarière augmente le couple de tarière et de soufflante mais l'influence sur le couple par le nombre de lames en hélice du ruban de tarière et le nombre de lames de soufflante est limitée.

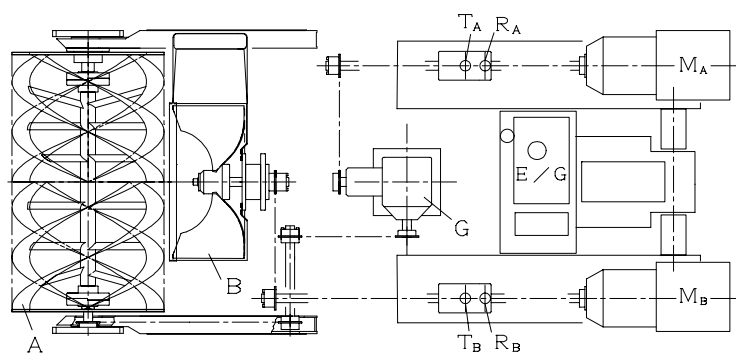
## 2. Introduction

L'unité de contrôle de puissance (échelle : 1/3) de la roue à chasse-neige rotative 180 kW a été fabriquée pour examiner à titre d'essai la performance de chasse-neige afin d'améliorer la performance de la roue à chasse-neige. L'équipement est une charrue à neige du type ordinaire à deux étages constitué par une tarière et une soufflante, dont les unités de tarière, soufflante et déplacement peuvent être mises en opération par leur force d'entraînement individuelle qui sont indépendante de l'une de l'autre. L'essai a été exécuté dans une large gamme de conditions de neige (densité et dureté), de la neige fraîche à celle à sucre cristallisé, changeant des conditions de chasse-neige (vitesse de véhicule, largeur et hauteur de chasse-neige) ainsi que le nombre de tours (tr/m) de la tarière et de la soufflante afin de mesurer les conditions de neige et de chasse-neige ainsi que le nombre de tours et le couple de tarière et de soufflante. Une analyse par régression multiple, qui est une sorte d'une analyse à multi-variables, a été exécutée sur les données ainsi mesurées. Le pas de rubans et le nombre de lames en hélice ont été changés pour la tarière, et le nombre de lames pour la soufflante, afin de comparer la performance.

## 3. Equipement et Méthode d'Essai

### 3-1 Equipement d'Essai

L'essai a été exécuté à l'aide d'une unité de travail du type à deux étages, qui a été rénovée à partir d'une petite roue à chasse-neige disponible sur le marché. La Fig. 1 illustre cet équipement d'essai.



**Fig. 1 Schéma de l'Equipement d'Essai**

La sortie maximum du moteur de la petite roue à chasse-neige est de 6 kW. Avec l'entraînement HST, l'étage de vitesse d'embrayage est de 2. En principe, une vitesse étant utilisée pour le travail de chasse-neige, la vitesse de véhicule peut être contrôlée suivant les conditions de chasse-neige.

La tarière (A) et la soufflante (B) ont été entraînées par un moteur à réducteur de vitesse à engrenage (sortie : 2.2 kW/1400 min, rapport de réduction : 1/2). Deux unités de moteur ont été prévues sur les deux côtés du moteur pour l'entraînement indépendant. La force d'entraînement pour les moteurs a été alimentée à partir d'une source extérieure de

générateur (200 V).

La tarière et la soufflante peuvent être tournées par un mécanisme d'entraînement constitué de chaînes et d'arbre d'entraînement. Leur nombres de tours par minute ont été contrôlés par un inverseur de moteur.

La tarière et la soufflante utilisées dans l'essai ont été fabriquées à une échelle de 1/3 de l'unité de contrôle de puissance de la roue à chasse-neige rotative 180 kW. Le pas et le nombre de lames en hélice ont été changés pour la tarière prévue pour l'essai et le nombre de lames pour la soufflante (Voir Tableau 1).

**Tableau 1 Configuration Géométrique pour la Tarière et la Soufflante**

Tarière (dia.ext.: 430 mm)			Soufflante (dia.ext.: 430 mm)	
No. Tarière	Nombre de lames en hélice de tarière	Pas de rubans de tarière	No. Soufflante	Nombre de lames de Soufflante
1	4	350 mm	1	4
2	4	570 mm	2	5
3	4	775 mm	3	6
4	4	955 mm		
5	3	462 mm		
6	3	868 mm		

### 3-2 Méthode d'Essai

Le nombre de tours par minute et le couple respectif pour la tarière et la soufflante ont été mesurés à l'aide de couplemètres (Na, Ta, Nb, Tb) incorporées sur les arbres d'entraînement en parallèle à deux côtés du moteur. Les données mesurées ont été enregistrées sur l'enregistreur de données, dont la sortie a été imprimée sur le papier d'enregistrement sous une forme d'onde afin de vérifier le nombre de tours et le couple en valeur numérique.

Dans le but d'éliminer l'influence de la résistance de déplacement sur les deux bords latéraux de la tarière, les sections de mesure ont été façonnées en parallélogramme rectangulaire dont la largeur de chasse-neige est comprise dans la largeur de tarière, et la chenille de véhicule a été conçue de manière à se mettre en contact avec la terre pour prévenir tout glissement durant le déplacement (conditions d'essai pour la neige à sucre cristallisé).

Le volume de neige chassée a été obtenu en mesurant la distance entre les sections de mesure, la largeur et l'hauteur de neige et en comptant à l'aide d'une montre-chronographe le temps depuis le commencement de chasse-neige jusqu'à son achèvement.

La densité de neige a été vérifiée par la méthode de mesure de poids, et la dureté de neige par la méthode KINOSITA. La dureté de neige a été mesurée sur les trois faces de couche : près de la face de neige, la couche intermédiaire et près de la terre. Les valeurs ainsi obtenues ont alors été calculées pour représenter en moyenne.

## 4. Resultats d'Essai

### 4-1 Conditions d'Essai

Le tableau 2 montre la gamme des conditions d'essai de chasse-neige (vitesse de véhicule, largeur et hauteur de chasse-neige), le nombre de tours par minute pour la tarière et la

soufflante et les conditions de neige (densité et dureté).

**Tableau 2 Conditions d'Essai**

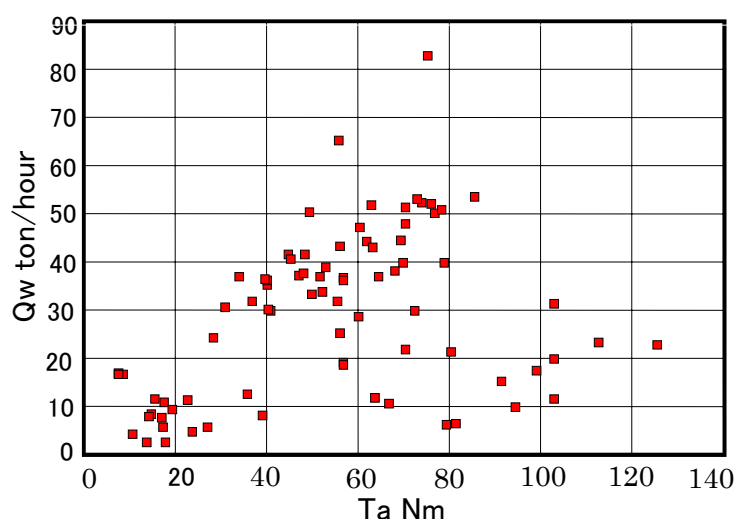
		Neige à sucre cristallisé	Neige fraîche
Nombre de tours par minute de tarière	min <sup>-1</sup>	250~350	250
Nombre de tours par minute de soufflante	min <sup>-1</sup>	350~500	500
Vitesse de véhicule	km/heure	0.06~0.5	3.0
Largeur de chasse-neige	cm	58~73	90
Hauteur de chasse-neige	cm	16~43	6.2
Densité de neige	g/cm <sup>3</sup>	0.4~0.57	0.11
Dureté de neige	g/cm <sup>2</sup>	410~5,100	10.0

La qualité de neige ayant une grande influence sur la performance de chasse-neige, une large gamme des conditions d'essai a été couverte durant toute la journée, c'est-à-dire le matin, le midi et le soir lorsque le volume physique (dureté en particulier) de neige change de la neige fraîche à celle à sucre cristallisé.

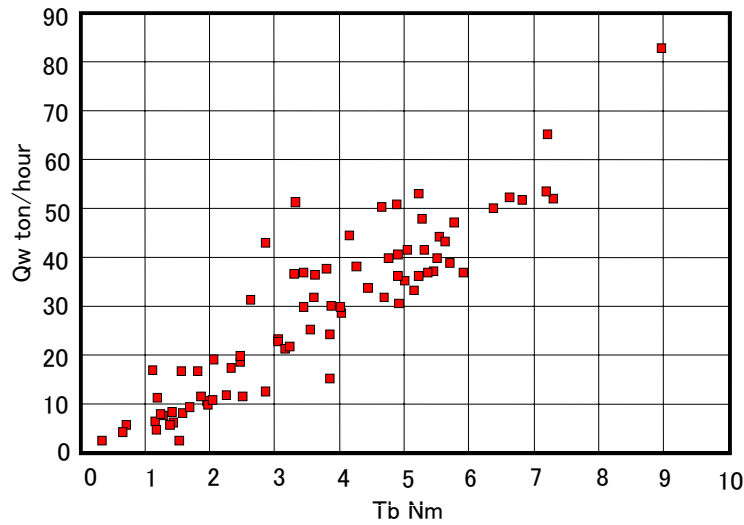
Les conditions d'essai dans cette étude s'élèvent à 60 environ.

#### 4-2 Couple et Volume de Chasse-Neige pour la Tarière et la Soufflante

A part de la force d'entraînement pour le déplacement, la force d'entraînement de chasse-neige est consommée comme une force pour la destruction et le transport de neige, générée par l'égratinage de la tarière et une force de transport jusqu'à l'injection de neige par la soufflante. Les figures 2 et 3 montrent la relation du volume de chasse-neige avec le couple de tarière et de soufflante, valeurs mesurées de la force d'entraînement. Le couple dans ce cas est un couple net sans couple généré à vide.



**Fig.2 Relation entre le Couple de Tarière et le Volume de Chasse-Neige**



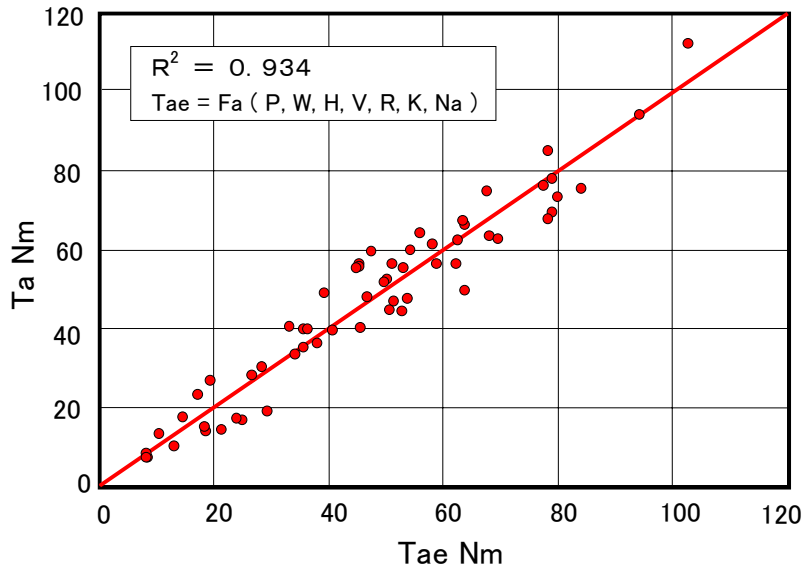
**Fig.3 Relation entre le Couple de Soufflante et le Volume de Chasse-Neige**

Pour la tarière (Fig. 2), le volume de neige chassée variant largement en fonction de la forme géométrique (pas et nombre de lames en hélice) et des conditions d'essai, il n'y a aucune corrélation claire constatée entre le couple de tarière et le volume de neige chassée. Ceci peut être principalement dû à l'influence vive des conditions de neige. Pour la soufflante (Fig. 3), il n'y a pourtant pas autant de relations avec la forme géométrique (nombre de lames) de la soufflante, ni avec les conditions d'essai. Il y a une relation quasi positive entre le couple de soufflante et le volume de neige chassée. Ceci suppose que les conditions de neige vis-à-vis de la tarière jouent un rôle important pour la performance de chasse-neige.

#### **4-3 Estimation par l'Analyse par Régression Multiple**

Les données collectionnées comme information sur le site de travail de la roue à chasse-neige, comprennent les conditions de chasse-neige (largeur de chasse-neige, hauteur de chasse-neige, vitesse de véhicule), le nombre de tours par minute du moteur (nombre de tours pour la tarière et la soufflante à rapport de réduction constant à tenir en compte) et les conditions de neige (densité et dureté). Si nous pouvons obtenir une formule de calcul qui prévoit le couple de tarière et de soufflante ainsi que le volume de neige chassée sur la base de ces données, nous pourrions connaître la performance de chasse-neige sous les conditions de travail de chasse-neige. Basé sur les données de 60 sortes des conditions d'essai, nous avons exécuté l'analyse par régression multiple, qui est une sorte de l'analyse à multi-variables, afin d'obtenir une formule d'estimation par régression pour le couple de tarière et de soufflante et le volume de neige chassée.

A la suite de la régression multiple du couple de tarière suivant le pas de rubans de tarière, le nombre de tours par minute de tarière, les conditions de chasse-neige et de neige (densité et dureté), nous avons pu régressé avec un coefficient de contribution de 0,934 (carré du coefficient de corrélation:  $R^2$ ). La formule de régression est la suivante :



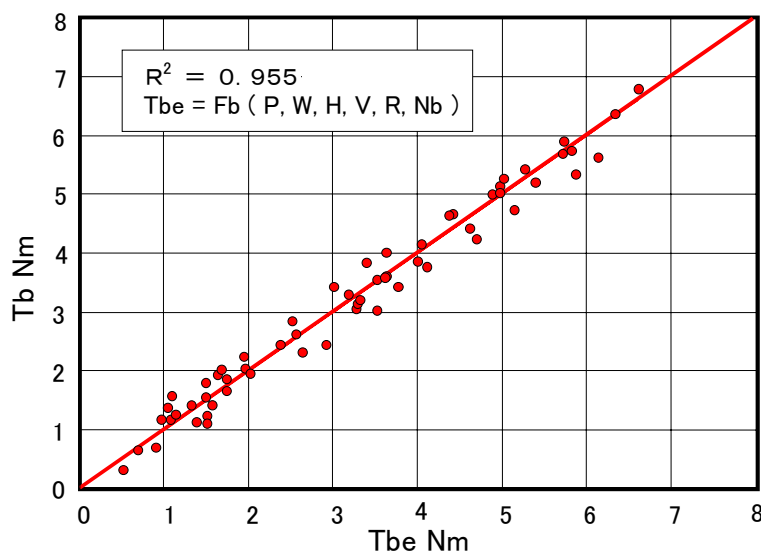
**Fig. 4 Analyse par Régression Multiple du Couple de Tarière**

$$Tae = Fa ( P, W, H, V, R, K, Na )$$

$$= e^{-7.196} - Pa^{0.588} - W^{1.172} - H^{0.67} - V^{0.897} - R^{0.287} - K^{0.41} - Na^{-0.728} \dots\dots\dots(1)$$

Où, Tae: Couple estimé de tarière (Nm), P: Pas de rubans de tarière (mm), W: Largeur de chasse-neige (cm), H: Hauteur de chasse-neige (m), V: Vitesse de véhicule (km/h), R: Densité de neige (g/cm<sup>3</sup>), K: Dureté de neige (g/cm<sup>2</sup>), Na: Nombre de tours par minute de tarière (/min<sup>-1</sup>) et e: Constant exponentiel.

Le couple de tarière a pu être multi-régressé avec le pas de rubans de tarière, le nombre de tours par minute de soufflante, les conditions de chasse-neige et de neige (densité) et le couple de tarière, et il en est résulté un coefficient de contribution de 0,955 indiqué dans la Fig. 5. La formule d'estimation de régression est la suivante:



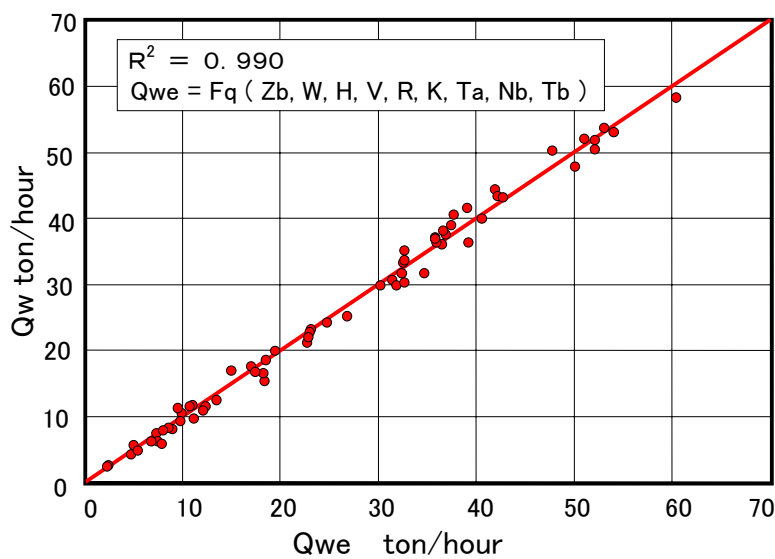
**Fig. 5 Régression Multiple du Couple de soufflante**

$$Tbe = Fb (P, W, H, V, R, Nb)$$

$$= e^{-15.187} - Pa^{0.297} - W^{1.066} - H^{1.259} - V^{0.857} - R^{0.682} - Nb^{-0.449} \dots\dots\dots(2)$$

Où, Tbe: Couple estimé de soufflante (Nm), Nb: Nombre de tours par minute de soufflante (/min<sup>-1</sup>)

A la suite de la régression multiple du volume de chasse-neige suivant le nombre de lames de soufflante, le couple de tarière, le nombre de tours par minute de soufflante, le couple de soufflante, les conditions de chasse-neige et de neige (densité et dureté), nous avons pu régressé avec un coefficient de contribution de 0,990 comme indiqué dans la Fig. 6. La formule d'estimation de régression est la suivante:



**Fig. 6 Régression Multiple du Volume de Chasse-Neige**

$$Qwe = Fq (Zb, W, H, V, R, K, Ta, Nb, Tb)$$

$$= e^{2.058} - Zb^{-0.284} - W^{0.971} - H^{0.515} - V^{0.649} - R^{0.604} - K^{0.071} - Ta^{-0.16} - Nb^{-0.028} - Tb^{0.468} \dots\dots\dots(3)$$

Où, Qwe: Volume estimé de neige chassée (ton/h), Zb: Nombre de lames de soufflante, Ta: Couple de tarière (Nm) et Tb: Couple de soufflante (Nm).

Le volume estimé de neige chassée peut être obtenu en remplaçant le couple estimé de tarière et de soufflante obtenu à partir des formules (1) et (2) par la formule (3).

**5. Conclusions**

Nous avons pu représenter par une formule de régression à précision suffisamment élevée, le couple de tarière, le couple de soufflante et le volume de chasse-neige, qui sont des éléments importants pour connaître la performance de chasse-neige vis-à-vis de 60 sortes des données des conditions d'essai. Nos conclusions sont les suivantes:

- (1) L'augmentation de la dureté de neige signifie le couple augmenté de tarière.

- (2) Le nombre diminué de tours de tarière et la profondeur accrue de coupage du ruban de tarière, augmentent le couple de tarière.
- (3) Le pas agrandi de tarière est en relation avec le couple augmenté de soufflante et de tarière.
- (4) Le volume augmenté de neige chassée est en relation avec le couple augmenté de soufflante.
- (5) La variation du nombre de lames en hélice du ruban de tarière et du nombre de lames de soufflante a peu d'impact sur le couple de tarière ou de soufflante.