

# UNE ETUDE D'ANALYSE POUR UNE SPHERE DU MATERIEL ELASTIQUE EMPLOYE LE PAVE GLACIAL

Masaki KAMIURA\* and Kiyoshi TAKEICHI\*

\* Department du genie civil Faculte du genie  
Hokkai Gakuen University  
South 26 West 11, Chuo-ku, Sapporo 064-0926 Japon  
TEL.: +81-11-841-1161/FAX: +81-11-551-2951  
E-mail: kamiura@cvl.hokkai-s-u.ac.jp and takeichi@cvl.hokkai-s-u.ac.jp

## 1. L'ABREGE

A l'occasion de la surface du pave convert avec la neige, il est dangereux pour les voitures et piétons. Il y a beaucoup de méthodes pour défendre le gel de la surface du pave et briser le gel de la couche. Les méthodes pour défendre le gel sont les méthodes pour employer la chaleur et pour écailler le gel de la surface du pave ou pour briser le gel par le trafic chargé, etc. La méthode pour briser le gel consiste en le matériel élastique construit sur la surface du pave. A l'occasion des voitures passent dans cet pave, le gel en le matériel élastique suis brisé par l'effort de cisaillement et l'effort de la flexion produit par la flexion dans le matériel élastique. Cette méthode pour briser le gel nécessite le plus peu dépenses d'entretien dans les méthodes pour défendre le gel du pave.

Une défaut dans le méthode pour briser le gel est que le gel de la couche se change en épais et le gel est brisé en difficile. Aujourd'hui, il est espéré d'examiner la sphère des méthodes.

Cette étude contient est la suivante.

- [1] Les flexions dans le gel de la couche sont mesurées par un petit FWD (Falling Weight Deflectometer).
- [2] Les flexions dans le gel de la couche sont estimées par la méthode analytique.
- [3] La sphère des méthodes pour défendre le gel est examinée par la méthode de calcul inverse.

3 types des méthodes pour briser le gel dans le bitume pave sont adoptés dans cette étude. Ces types sont la suivante.

- 1) Le rond matériel gomme avec 75mm de diamètre et 21mm d'épaisseur posé sur le pavage.
- 2) Le déchets matériel gomme posé sur l'agglomère.
- 3) La méthode de rainurage avec le matériel en urethane posé sur le pave

Avec l'examen pour cette étude il est conclu que des méthodes sont efficaces pour le gel de la couche avec au-dessous 100mm ou 50mm qui dépendent de la condition glaciale.

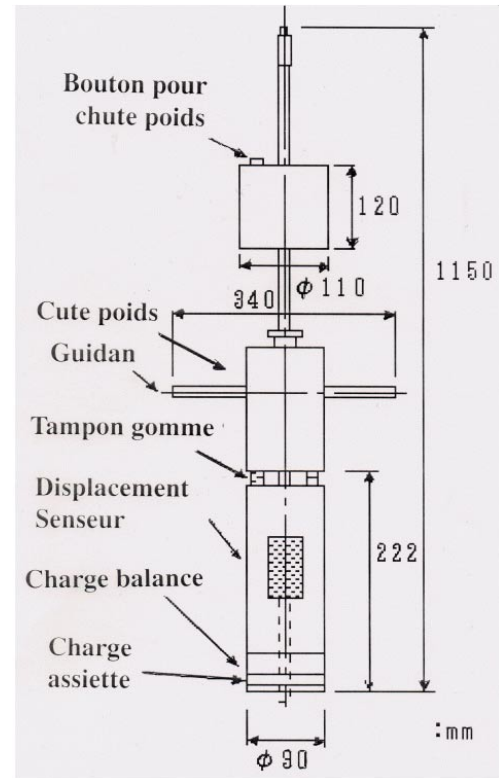
## 2. INTRODUCTION

Les méthodes pour de pour défendre le gel de la surface du pavage ont été proposées dans la région froide au Japon. Mais, il a été quelques études sur l'usage sphère des matériels. Et aussi que la plupart des matériels sont étudiés à la saison hiver, il est nécessaire de étudier les durabilité partout en les surface changements annuels au température, etc.

En cette étude, la usage sphere de ces materiels est examines la elasticite utilisant utilisant un petit FWD mecanisme. Les changements annuels aux durabilites sont etudies utilisant un petit FWD. FWD mecanisme est su au mecanisme pour mesurant la chage et la deformation que sont produit pour l'impact de une chute poids. Cet petit FWD a ete developpe tout comme FWD mecanisme dans le systeme(Fig.1).Un petit FWDpese 15kg. Il faut que le mesure de la deformation et charge ou quelque part. Le tableau montre un petit FWD.

**Table1 Contour de un petit FWD**

Dia.de poids vaisselle (mm)	90,200,300
Chutant poids (kg)	5,8,10 15
Chutant hauteur (mm)	50 - 380
Max.Displacement (mm)	2.0



**Fig.1 Petit FWD**

### 3. ROND MATERIAL GOMME

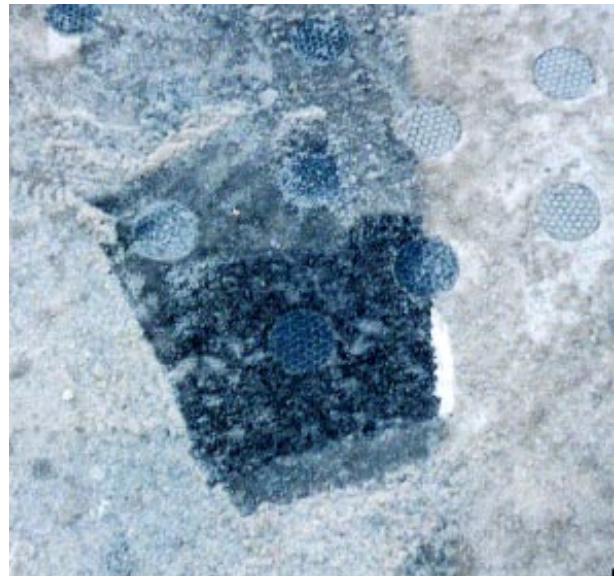
#### 3.1 Materiel

Un rond material gomme avec 75mm de diametre et 21mm d'epaisseur pose sur le vantage: L'adhesif consiste en l'epoxyde lien. La distance entre le sommet des gomme et la surface du pavage est moins que 3mm (Fig.2). Ce materiel excede 160 N/mm dans l'intensite de la tension. Parlant d'une maniere generale, le intervalle dans les materiels gomme est après 150mm de 200mm.

Quand le gomme se retreci avec les voitures et les camions que passent sur le gomme,l'assise de la neige et la glace se courbe sur le gomme et la destruction de l'assise est engender en condition que l'assiser de la neige et la glace est mine (le pelant resultat).Ce materiel est introduit par Sapporo Cite 1996 et il est construit principalement sur les passage cloutes.

#### 3.2 Usage sphere

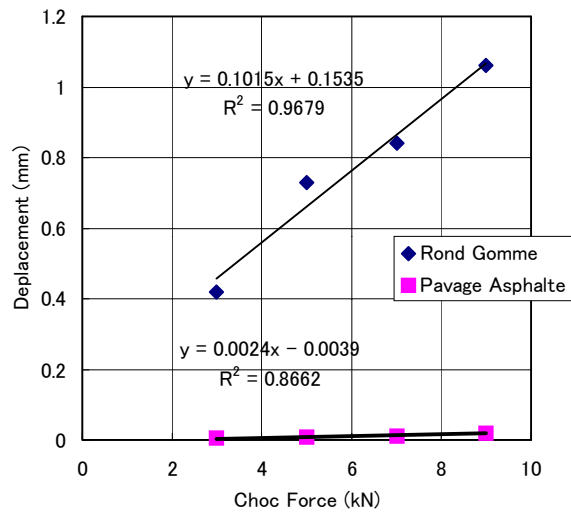
Avec la observation en le pelant resultat pour l'assise de la neige et la glace, il est apparu que ce materiel n'a pas ete effectif plus de 200mm d'epaisseur. Il a ete effectif dans 100mm. De clarifier ce phenomene, la difference dans la elasticite entre la pavage asphalte et emateriel gomme a ete examine de la maruere de la maniere suivant.



**Fig.2 Rond gomme**



**Fig.3 Mesurement au etat gale**



**Fig.4 Mesurement au etat gale de la chaussee sphalte**

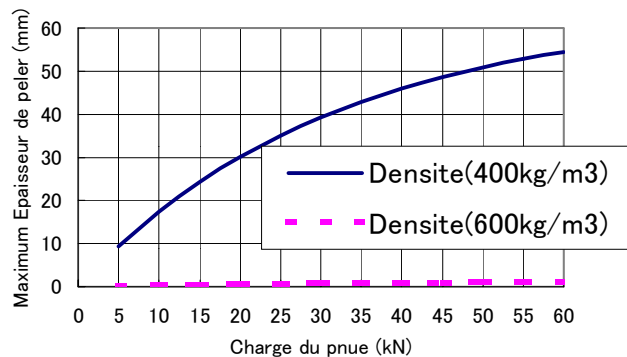
Par donner la choc force a 4 degres (2,3,5,7,9 kN), les placement du pavage asphalte, et le rond gomme sont masure par un petit FWD a condition du pavage gele(Fig.3) La temperature de la surface a ete -3 degres.

Le relation entre la deplacement et le choc force du rond gomme est proportionnel a la charge dans le rond gomme et ce coefficient R est 0.98. Il est de meme dans le pavage asphalte et ce coefficient R est 0.93.

Il est rapporte que le compression facteur dela glace est a peu pres 4 kN en zero degres centigrades<sup>1)</sup>. Le deplacement de la glace mesure par un petit FWD est presque egal au asphalte a condition que le choc force est 9 kN et l'epaisseur de la glace est 50 mm.

Par Fig.4, les deplacement de la rond gomme est 20 fois plus grand que ces deplacements du pavage asphalte et la glace. Il a ete rapporte depuis la observation que la glace sur le gomme est evide en forme du cercle par charge du pneu. Il a ete suppose que l'effort de cisaillement produit par le poids de la roue est plus grand que la force de cisaillement de la glace. C'est a cause que la deformation du gomme est plus grand que cet glace (Fig.4).

L'elucidation comme suit est fait en conformite avec les etude resulats conventinales sur ce phenomene. L'equation suivant est propose sur rapports entre le charge du pneu (P:kN).Le rayon de le pneu r donne sur la terre (a)(r:mm)<sup>2)</sup>.



**Fig.5 Relation entre charge et maximum epaisseur**

$$a = P + 120 \quad (1)$$

La résistance force de la glace pour le charge pour le charge du pneu est estimée à l'expression (2). L'effort de cisaillement de la glace est exprimé de  $S$  (kPa) et l'épaisseur de la glace est exprimé de  $d$  (mm).

Le rayon de la glace est  $r$  (mm).

$$Q = S2\pi rd \quad (2)$$

La force de cisaillement ( $F$ :kN) de la glace produit par le charge du pneu est estimée à l'expression (3).

$$F = P\left(\frac{r}{a}\right)^2 \quad (3)$$

Il a déjà été rapporté que l'effort de cisaillement de la glace est 20 kPa pour la densité 400 kg/cm<sup>3</sup> et 1 Mpa pour la densité 600 kg/cm<sup>3</sup> en zéro degrés ou moins dix degrés centigrades. Quand  $F$  est plus grand que  $Q$ , la glace sur la gomme tombe en écailles.

Fig.5 montre la limite en que l'écailles de la glace est produit. Il en arrive à la conclusion par cette figure que le pavage avec un rond gomme est plus efficace à condition de au-dessous 50 mm d'épaisseur de la glace couche. Au cas où la plus grande force de pneu est 50kN.

#### 4. USE PNEU COLLE SUR UN INTER-LOCKING BLOC

##### 4.1 Matériel

Le pavage gomme est avantageux d'assurer la surface gel la neige et la glace ne collent pas sur le pavage. Mais la résistance du sur la surface se fait mal et l'eau gele. Il est difficile pour la gomme de coller le bloc béton. Cette raison est que le mouvement de la gomme est plus grand que du béton. Le non-clou (stud-less) pneu a existé d'améliorer l'évacuation. Il est couvert de la gomme arature. Il y a autre le point favorable dans le non-clou (stud-less) pneu. Le câble du bfer est contenu dans la gomme qui pu retenir le mouvement intérieur. Ensuite, l'adhérence de la surface s'améliore.

Le gomme du non-clou (stud-less) pneu est adopté pas-que il pu améliorer l'évacuation. Il est mis sur la surface de Inter-locking(IL) bloc. Les figures sont pressées dans la table 2

**Table2** Figure of usure pneu somme colle sur IL bloc (mm)

Inter-locking bloc			Use pneu colle sur IL bloc	
Longueur	largeur	Hauteur	Epaisseur	Drofondeur du rainure
195	95	60	13	5

##### 4.2 Usage Sphere

Fig.6 présente la construction de IL blocs avec la gomme et non gomme.

Une raison est que IL blocs avec la gomme et non gomme ont été construits alternativement et d'avoir l'amélioration de peeler le gale. Encore une raison est d'avoir la protection pour la feuille du déneigement. Il est important de transmettre le charge d'un bloc au bloc avoisin dans le pavage du bloc.

L'équation suivante (4) a été adoptée pour afin d'examiner le degré de la charge transmission.

$$R = \frac{2d_{12}}{(d_0 + d_{12})} \times 100 \quad (4)$$

R: le degre du charge transmission

$d_0$ :le deplacement bas le point de la charge transmission

$d_{12}$ :le deplacement a 12cm distance par le point de charge (mm)



**Fig.6 Pavage de IL bloc**

Les valeurs du degre du charge transmission ont estime par une petit FWD. Le sensor du displacement installe dans ce dispositif principal a mesure les valeurs de  $d_0$  (ce sensor est appele au sensor de  $d_0$ ). Dans l'autre sensor, le value de  $d_{12}$  est mesure par l'autre sensor. (Ce sensor est appele au sensor de  $d_{12}$ ). Fig.7 present la figure du pavage bloc que a ete constructe dans 3 ans. Les values dans cet figure est present dans Fig.7. Le  $d_0$  sensor est pose sur IL bloc avec non gomme (le cadre blanc a Fig.7).

72.4	82.6
76.9	59.7
77.6	95.4
96.7	79.3
56.5	89.0
75.8	67.9

**Fig.7 Load transfer ratio**

Dans l'ensemble, les degres du charge transmission sont la plus grande partie plus de 70%. Le resultat est que le pavage du IL bloc a Fig.7 est en bon etat a en juger par les degres du charge transmission.



**Fig.8 Ete de la glace sur les IL blocs**

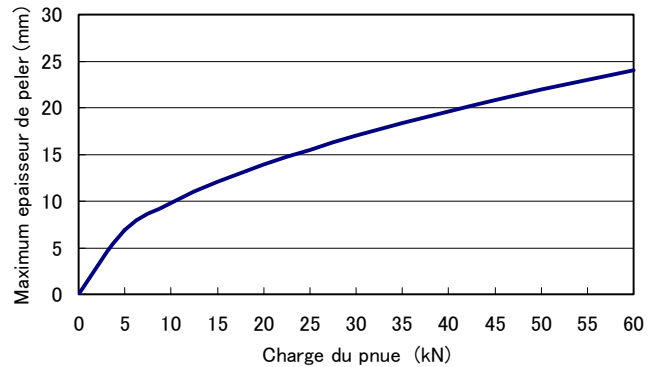
Fig.8 present la neige et la glace de colle aux IL bloc avec gomme. La couche de la neige et la glace ont ete 20 ou 30mm des epaisseur sur IL bloc avec non gomme.

Mais, la neige et glace est decolle pur IL bloc avec le gomme. Il est reporte que IL bloc avec le gomme ont ete plus efficace pour le decollage en la neige et la glace<sup>3</sup>. La methode analytique adopte a troisieme chapitre est appliqué pour la presumption du usage domaine de cette matiere. Le rayon produit par la pneu qui touché te pene(a)(r:mm) est presume par la formule(1). Par la presumption du degre<sup>1</sup>.

du charge transimission, ce pavage avec IL bloc pu etre regarde de continuer. Le modele theoritique est adopte comme couche de la glace sur la gomme est pele pour le stress courbant. Le

plus grand valeur dustress courbanta ete 2.5Mpa quand la temperature est zero degre ou -10 degre celsuis. Fig.9 present la relation avec la plus grand value de peler et force du pneu.

Ce pavage avec IL bloc avec le gomme est efficance dans l'etendue que le couch dela glace est au-dessous de 25mm et la charge du pneu est 50 kN.

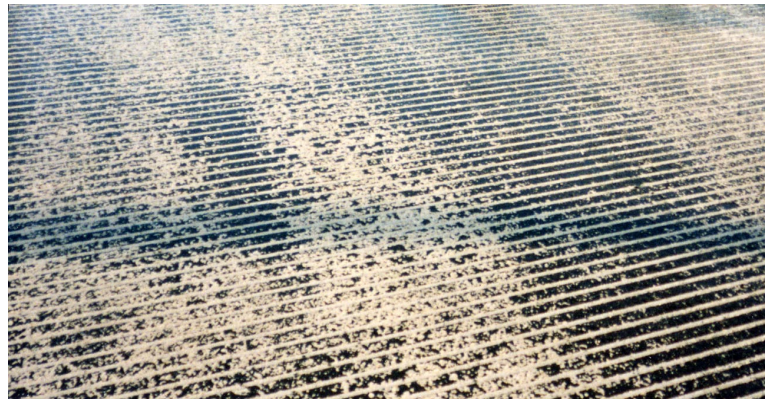


**Fig.9 Relation entre charge et maximum epaisseur**

## 5. CHAUSSEE ASPHALTE RAINANT

### 5.1 Material

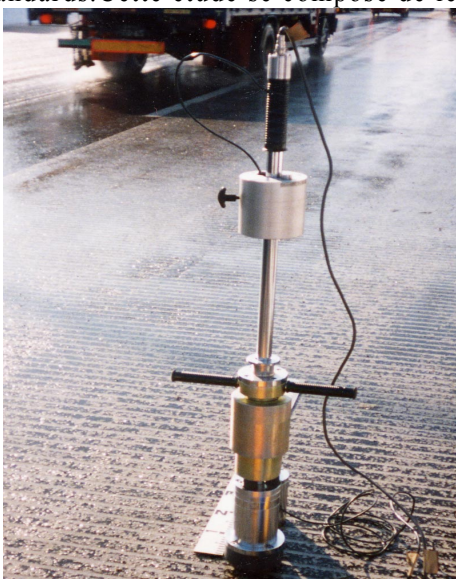
La chaussee rainant est produit pour rainer sur la surface de la chaussee et remplir l'urethane dans les rainires. Il est 10mm du profondeur. Il y a 40mm d'intervalle. Fig.10 present la condition de cet surface. La neige et la glace sont pele.



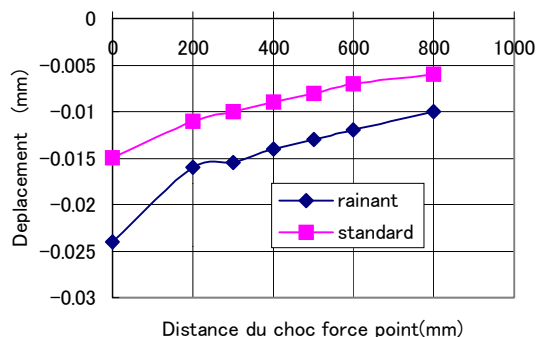
**Fig.10 CHAUSSEE ASPHALTE RAINANT**

### 5.2 Usage Sphere

Le déplacements par les charges des roués sont mesure dans les chaussees asphaltées rainant et standards. Cette étude se compose de les mesures dans la couche de la glace et la chaussee. Fig.11 present une petit FWD sur la chaussee asphaltée rainant. Fig. 12 est un exemple entre le déplacement et la position a des intervalle de le charge point a condition de la charge 50 kN. Dans cette figure, il pu juger que

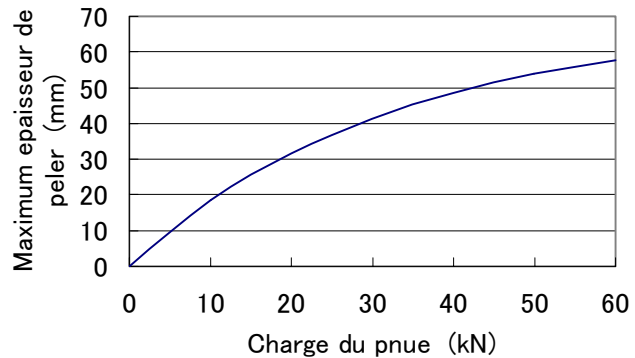


**Fig .11 Mesuse par un petit FWD**



**Fig.12 Déplacements des chaussees asphaltées rainant et standards**

la déplacement dans le chaussée rainant est 1.6 fois plus grand que le chaussée standard. Dans la condition de la couche de la glace sur la chaussée rainant, le moindre déplacement a été présumé par appliquer l'opposé -analyse. Plusieurs résultats sont comme suit; le force du courbure stress de la glace est 2.5MPa quand la température est zéro degrés ou dix degrés au dessous de zéro Celsius. Le courbure stress au fond de la couche de la glace est estimé 0.4 MPa de 50mm d'épaisseur. Le stress au fond est 0.9 de 10mm d'épaisseur. Par les résultats



**Fig.13 Maximum épaisseur de peler (densité: 400kg/m<sup>3</sup>) (chaussée asphaltée rainant)**

mentionnées en réalité, les courbure stress dans la couche de la glace peut être regardé comme plus petit par le courbure stress force. L'épaisseur de la couche de la glace a été examinée pour la méthode semble en cas de la deuxième chapitre. À force analytique, tout l'étendue touchée entre le pneu et la chaussée est adoptée dans la chaussée asphaltée rainant qui est étroite et longueur de 6mm. Fig 13 présente le schéma de la matière (la densité est 400kg/m<sup>3</sup>)

Il en arrive à la conclusion que le maximum épaisseur de peler est environ 50mm pour 50 kN pneu force.

## 6. CONCLUSION

Les déplacements de matériel élastiques pour méthodes décollant ont mesuré pour un petit FWD et ont présumé pour méthodes analytiques. Le usage schéma respectif a été étudié dans 3 types des méthodes décollant dans les pavages.

Sur le maximum d'épaisseur de peler la neige et la glace sur la surface du pavage, il suit de la que:

- 1) le rond gomme est environ 50 mm.
- 2) IL bloc est environ 25mm.
- 3) Chaussée asphaltée rainant est environ 50 mm.

## 7. RÉFÉRENCES

- 1) Noriichi Maeno, 1986, Structure et propriété physique of ice and snow, Kokon-syoin, pp164
- 2) Harumi Takeshita, 1967, Resume d'écrits, pp258
- 3) Norio, Takamiya, Hisashi Takeshita, Tatro Noda, 1999, Pavage Interlocking bloc avec usage pneu pour décoller la neige and la glace. Hosou, p12
- 4) Yoshimutu Kubo 1980, Technique industrielle pour la neige et la glace, Tairyusya, pp40