

# EXAMEN SUR L'EQUIPEMENT A FONDRE LA NEIGE PAR L'ARROSAGE DE L'EAU SUR LE PAVE ASPHALTEUX A DRAINAGE

Toshikatsu HIRA\*, Satoshi IZUMI\*, Youichi YOSHIKAWA\*, Goichi AZECHI\*,  
Hiroshi MATSUDA\*\*, et Shinichi HOMMA\*\*

\*Département de la construction et la surveillance des autoroutes,  
Bureau du Hokuriku, La Régie Autonome des Autoroutes du Japon  
170, Jinno-machi-Higashi, Kanazawa-shi, Ishikawa 920-0365 Japon  
Téléphone: +81-76-249-8868 / Télécopie: +81-76-249-9152

E-mail: Toshikatsu\_Hira@gw.japan-highway.go.jp, Satoshi\_Izumi@gw.japan-highway.go.jp,  
Youichi\_Yoshikawa@gw.japan-highway.go.jp, Goichi\_Azechi@gw.japan-highway.go.jp

\*\*Section du conseil sur la neige et la glace, Kokusai-Kogyo Co., Ltd.  
3-6-1, Asahigaoka, Hino-shi, Tokyo 191-0065, Japon  
Téléphone: +81-42-583-3611 / Télécopie: +81-42-583-3787  
E-Mail: hiroshi\_matsuda@kkc.co.jp, shinichi\_homma@kkc.co.jp

## 1. Abstrait

Dans la fonte de neige par l'arrosage, l'eau pour fondre la neige coulait sur la surface du pavé à denses grains jusqu'ici, mais il est supposé que l'eau coule dans le pavé à haute fonction, et que les effets des deux types du pavé soient bien différents.

Concernant la fonte de neige sur le pavé à haute fonction, nous avons procédé les investigations de degré en degré, c'est-à-dire, l'essai intérieur, l'essai extérieur, et les travaux sur le lieux à l'essai, et nous avons vérifié l'effet de la fonte de neige par l'arrosage sur le pavé à haute fonction. En conséquence, il s'est révélé que l'effet de la fonte de neige par l'arrosage sur le pavé à haute fonction est presque le même que celui sur le pavé à denses grains.

## 2. Préface

A partir de 1998, la Régie autonome des autoroutes du Japon utilise totalement le pavé à la haute fonction<sup>1)</sup> (le pavé à drainage) qui est efficace pour la sécurité de la conduite à la chute de pluie et pour la diminution de bruit. Avec cela, il faut vérifier si l'équipement à fondre la neige utilisé jusqu'ici pour le pavé à denses grains est aussi efficace pour le pavé à la haute fonction. Concernant la fonte de neige par l'arrosage sur le pavé à haute fonction, un rapport par Kojima et Maruyama (1997) dit que la montée de la température est probable par le passage de l'eau dans l'intérieur du pavé à haute fonction. Mais il reste des problèmes qui attendent l'élucidation, par exemple, si la fonte de neige par l'arrosage est vraiment efficace sur le pavé à haute fonction, et si oui, jusqu'au quel niveau. Donc nous avons vérifié l'effet de faire fondre la neige en procédant des essais variés. Ce rapport est le résumé de l'essai du spécimen à l'intérieur, de celui à l'extérieur, des travaux à l'essai sur l'autoroute actuelle, et la vérification de l'effet de fondre la neige. La figure 1 montre le courant de l'investigation entière.

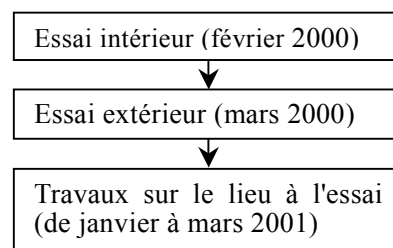


Figure 1 Courant de l'investigation

<sup>1</sup> La Régie autonome des autoroute du Japon appelle le pavé à drainage "le pavé à haute fonction" parce qu'elle considère le pavé est efficace non seulement pour le drainage, mais aussi pour la prévention du bruit, de l'orniérage, etc.

### 3. L'essai intérieur

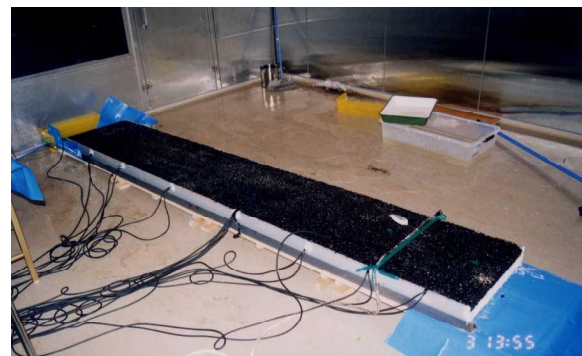
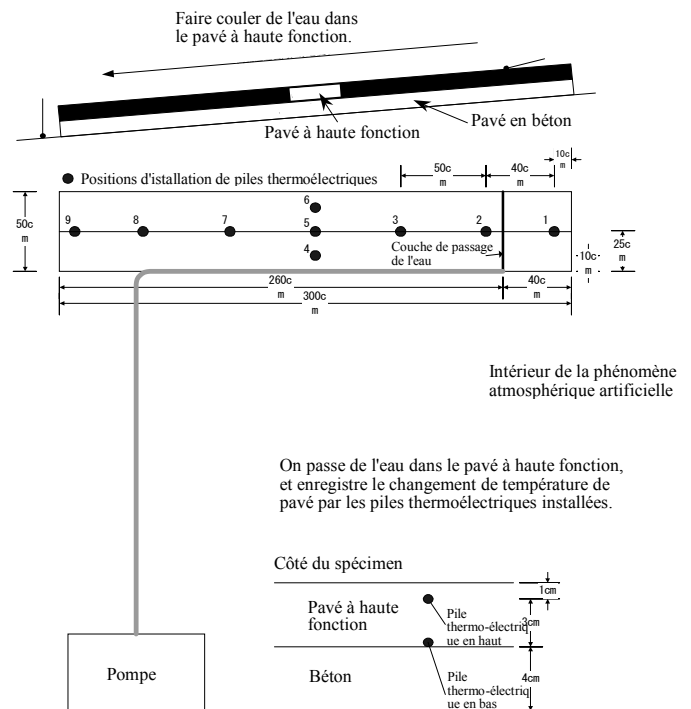
Nous avons produit un spécimen dans lequel 9 détecteurs de température ont été installés, et enregistré le changement de la température de la surface quand de l'eau était passée sur le pavé à haute fonction. La pente du spécimen a été de 2 pour cent. La figure 2 donne l'aperçu de l'essai. Nous avons procédé l'essai intérieur sous les conditions de température montrées dans la Table 1.

**Tableau 1 Types des essais**

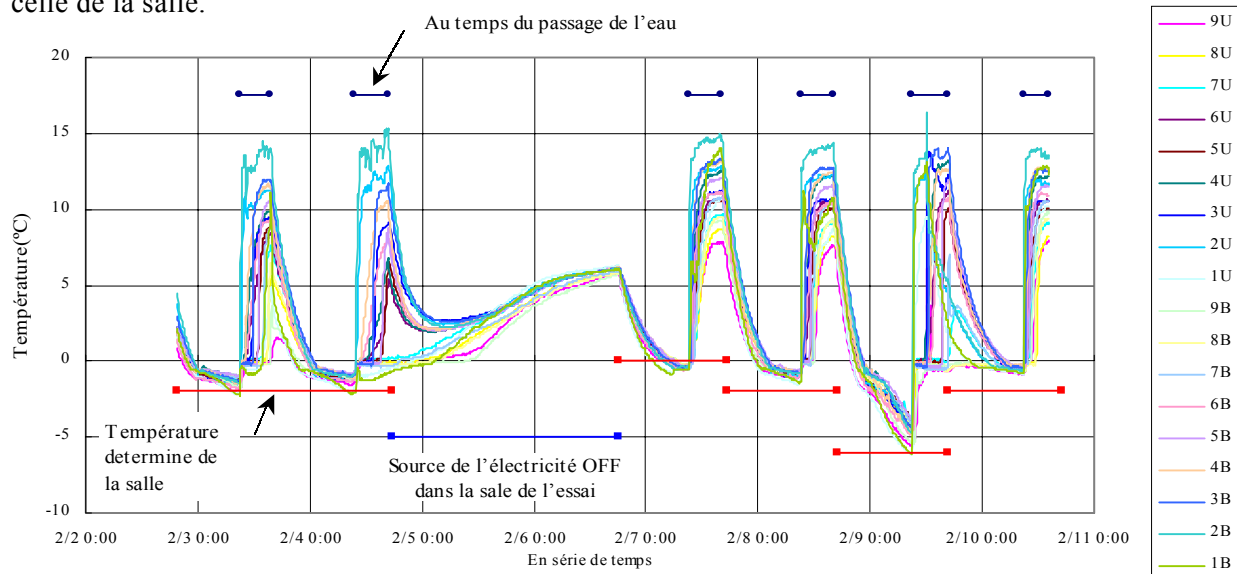
Quantité du passage de l'eau	Température		
	0°C	-2°C	-6°C
Sans passage de l'eau	○	○	○
250 [ml/min·m]		○	
600 [ml/min·m]		○	
1000 [ml/min·m]	○	○	○
1500 [ml/min·m]		○	

La figure 3 montre le changement de température donné par tous les détecteurs de cet essai.

Au moment de l'essai (le passage de l'eau), la température est montée à cause de l'offre de la chaleur par de l'eau. Au contraire, la température s'est baissée dans l'état où il n'y avait pas de passage de l'eau, et où la chaleur n'était pas offerte de l'extérieur. Dans les conditions où la température était plus haute que celle de la salle, la chaleur rayonnait du spécimen qui était froidi à la même température que celle de la salle.



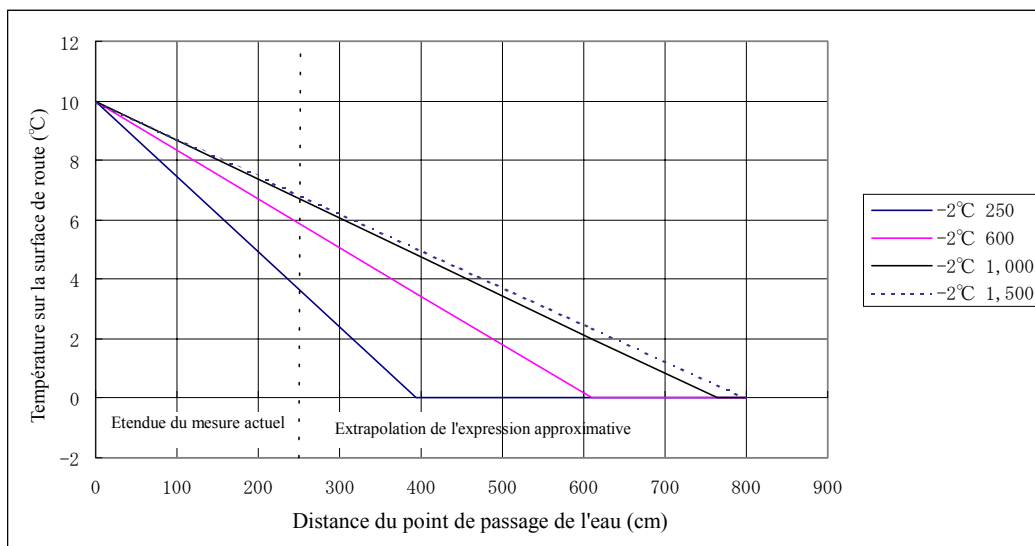
**Figure 2, Photo 1 L'aperçu de l'essai**



**Figure 3 Changement en série de temps des détecteurs de température dans le spécimen**

Graphique qui résume les températures montrées par toutes les détecteurs  
Il se voit que la température monte quand de l'eau est passée.

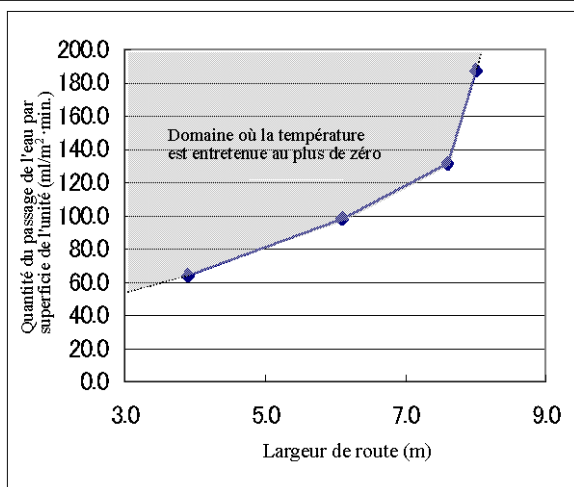
Après un certain temps, la surface de route a montré de certaines valeurs de température en fonction de la distance de l'arrosage. La figure 4 montre le changement de la température de la surface de route et de la distance par chaque quantité de l'eau coulant à -2°C dans la salle. Les températures initiales de l'arrosage étaient un peu variées selon les dates d'essais, mais celles sur la figure sont uniformisées et indiquées à 10°C.



**Figure 4** Relation entre la quantité de passage de l'eau et la température sur la surface de route (Basée sur l'expérience à -2°C à l'intérieur)

**Tableau 2** Quantité du passage de l'eau pour entretenir la température au plus de zéro

Quantité du passage de l'eau dans l'expérience (ml/m <sup>2</sup> ·min.)	Largeur maximale de route pour entretenir la température au plus de zéro (m)	Quantité du passage de l'eau par superficie de l'unité (ml/m <sup>2</sup> ·min.)
250	3.9	64.1
600	6.1	98.4
1000	7.6	131.6
1500	8.0	187.5



**Figure 5** Relation entre la quantité du passage de l'eau et la largeur de la route pour entretenir la température au plus de zéro

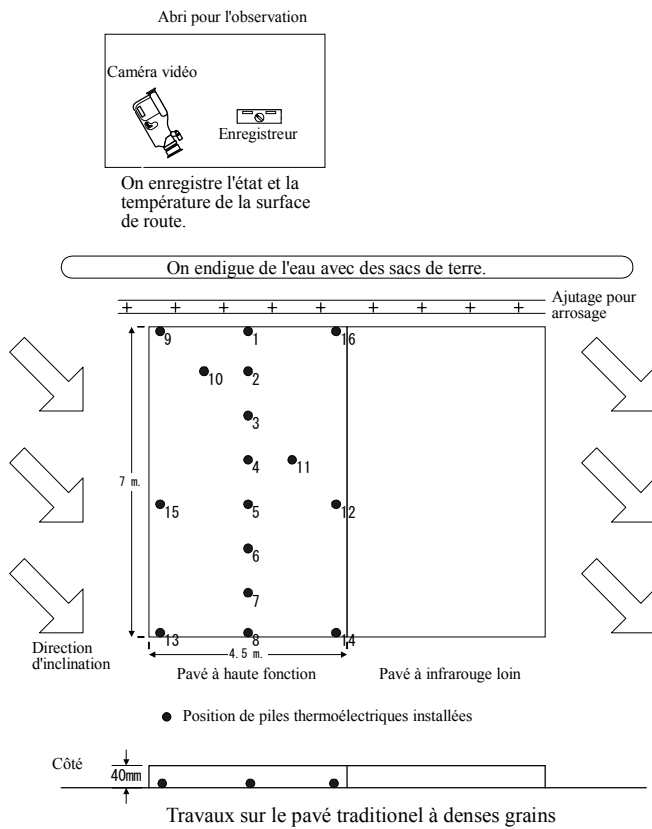
La température se baisse selon la distance du point de passage de l'eau, et le taux du baissement de la température dépend sur la quantité de l'eau. Pour entretenir la température de la route de la largeur de 7m au côté de plus entièrement, il faut presque 1,000 ml/min. de l'eau. Basé

sur ce résultat, le tableau 2 et la figure 5 montrent la relation de la largeur et la quantité de l'eau passée par superficie d'unité. D'après cela, il est connu que la quantité de l'eau dans la partie à maille dans la figure est nécessaire pour entretenir la température de la surface de route au plus sous l'état de -2°C. La quantité de l'eau nécessaire est environ 120ml/m<sup>2</sup> · min. par superficie d'unité quand la largeur de la route est supposé d'être 7 m.

Une investigation du passé<sup>2)</sup> a fait rapport que un temps assez long est

requis jusqu'à ce que l'unité thermogène elle-même a la chaleur même si la commande de chauffage soit mise à ON pour le chauffage de charge sur le câble de chauffage généralement utilisé. D'autre part, dans l'essai du passage de l'eau de cette fois, l'eau avec une température coule directement dans le spécimen. Donc au bout de 5 minutes du commencement du passage de l'eau, le bas (4cm de la surface) du pavé a la chaleur dépassant 10°C et on peut dire que l'augmentation de la température est très vite.

#### 4. Essai extérieur



**Figure 6** Aperçu du lieu de travaux à l'essai



**Photo 2** Paysage de l'essai à l'extérieur (Image de vidéo accéléré)

Dans l'essai intérieur, nous avons mis un accent sur la température de la surface de route. Mais, dans le contrôle de routes, l'effet de fondre la neige est plus important. Puisque l'essai concernant la fonte de la neige est difficile à l'intérieur, nous avons fait des essais concernant la fonte de neige à l'extérieur. Le tableau 3 montre le résumé des essais.

**Tableau 3** Conditions de l'essai extérieur

Lieu	Tsuchitaru PA, Autotoute Kannetsu
Taux de void dans le pavé	20%
Quantité de l'arrosage	0.3 l/m <sup>2</sup>
Température de l'eau arrosée	8~12°C
Exécution de l'essai	Mars 2000
Observation de l'état de la surface de route	On a utilisé le vidéo accéléré
Observation de température sur la surface de route	On a installé 16 détecteurs de température.

Nous avons arrosé de l'eau pendant 7 jours, c'est-à-dire, le 25, le 26, le 27 de mars, le 11, le 15, le 16, et le 17 d'avril entre l'ajustation de la quantité de l'arrosage et l'enlèvement de l'équipement de mesure.

Le 25 mars, nous avons fait une observation par personnel et acquis les données y compris la température de la surface de route, de diverses données atmosphériques, et des données d'images thermiques de la route. La figure 7 montre le graphique résumant l'état du jour. La température moyenne de la surface de route dans la figure est divisée aux températures aux bords et dedans

Au jour de l'investigation, il neigeait de la matin et on a arrosé de l'eau. Mais, puisque la neige s'est accumulée à cause de la grande chute de 3cm/hr vers 11 heures, on en a enlevé à 12:40. La chute de neige et le changement de l'état de la surface de route sont montrés au-dessous.

1 La neige ne s'accumulait pas sur la surface de route bien qu'il y eût une chute d'environ 0.5cm/hr vers 14:00.

2 Nous avons arrêté l'arrosage à 14:40. La neige ne s'accumulait pas bien qu'il y eût une chute de neige d'environ 0.5cm/hr après. Pendant ce temps-là, la température dans la route au pavé à haute fonction était entre 3 et 6 °C, et il est supposé que la neige soit fondue par la chaleur du pavé.

3 L'état de la surface de route a changé soudainement par la chute de neige qui a commencé vers 17:40. L'enneigement a été 3cm pendant 20 minutes. Pendant ce temps-là, l'arrosage n'a pas fondu la neige sur le pavé à haute fonction, mais la neige sur le pavé à denses grains situé auprès était fondue presque complètement.

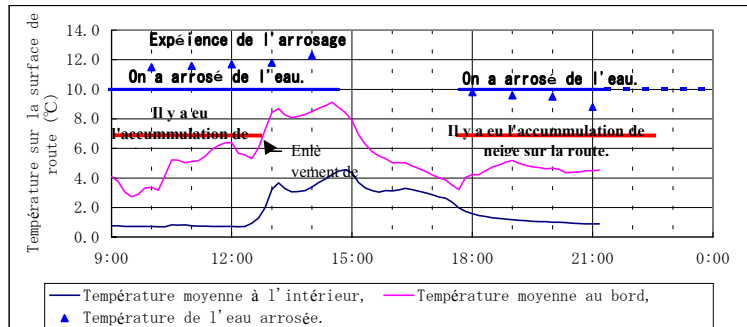
4 L'accumulation de neige sur le lieu mesuré à 19:35 a été 0.5cm à côté de l'ajutage (en amont) et 2cm au bout du pavé (en aval), montrant une différence. L'enneigement total pendant 2 heures de 17:40 à 19:40, quand la neige accumulée était regardée sur la route, a été 4.5cm. En supposant que cet enneigement eût totalement changé à l'accumulation de neige, l'effet de fondre la neige a été 2cm/hr en amont de l'ajutage (la fonte de neige de 4cm et pendant 2 heures) et 1.2cm/hr en aval (la fonte de neige de 2.5cm pendant 2 heures).

Selon l'enregistrement de vidéo du 16 et du 17 avril, nous avons confirmé que la neige sur la route totalement accumulée par l'enneigement d'environ 1cm/hr a pu être fondue jusqu'à l'état légèrement couverte en résultant de la fonte de la neige de 2cm pendant 2 heures. D'après le susmentionné, il est supposé que l'arrosage de  $0.3 \text{ l/m}^2 \cdot \text{min.}$  de l'eau souterraine puisse fondre la neige sur la route à la largeur de 7m, si l'enneigement est environ 1cm/hr.

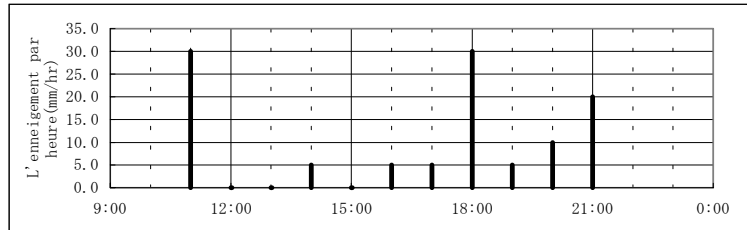
## 5. Travaux sur le lieu à l'essai

Avec le résultat des sections au-dessus, nous nous sommes mis aux travaux sur le lieu à l'essai dans les routes actuellement circulées.

8 points sous le contrôle de la succursale du Hokuriku, sur l'Autoroute Hokuriku et sur l'Autoroute Tokai-Hokuriku.



La température moyenne du bord est le moyen des thermomètres installés au bord de la route (No 1, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50). Le moyen intérieur montre la valeur moyenne des autres thermomètres. Puisqu'il y a eu des différences entre les températures de bord et de l'intérieur, elles sont indiquées séparément.



**Figure 7 Etat du jour de l'investigation sur le lieu (le 25 mars)**

Pour savoir la différence des températures à la surface de route entre la côté en amont de l'arrosage et au bout du courant quand la neige est faite fondue par l'arrosage, nous avons mesuré les températures de la surface de route. Nous avons installé des détecteurs (résisteurs de platine pour mesure la température) entre la couche de surface du pavé et celui de fondation. Les valeurs observées sont enregistrées par un enregistreur à l'intervalle de 10 minutes à partir de la première décade de janvier jusqu'à la première décade de mars.

Nous avons aussi fait l'investigation sur le lieu trois fois aux jours de neige pendant cette période. Dans l'investigation sur le lieu, une personne a été postée à chaque point d'observation pour observer l'état de la route et l'état atmosherique, y compris l'enneigement et la température. L'état de la route a été divisé à la partie ornière et celle non-ornière, et enregistré par 11 types montrés dans le tableau 4. La partie ornière est la partie où des pneus roulent, et la partie non-ornière est d'autre partie de la route.

**Tableau 4 Classification des états de la surface de route**

Type de l'état de route	Définition de l'état de la route
Sécheresse	L'état où il n'y pas d'eau sur la route
Humidité	L'état où la surface de la route est humide.
Membrane de l'eau	L'état où il y a une membrane de l'eau sur la route.
Sorbet	La glace est fondue et devenue liquide. L'état où la surface de la route se voit
Sorbet blanc	La neige est accumulée au dessus du sorbet, et la surface de la route se voit
Neige fraîche, neige poudreuse	La neige poudreuse justement après la chute. L'état où la neige s'envole par le passage de voitures.
Neige en grains	La neige est poudreuse. La neige est à grains cause de mélange par voitures ou par le produit chimique répandu. L'état où la neige ne s'envole pas après le
Neige pressée	L'état de planche. L'état où la neige est pressée par le passage de voitures.
Membrane de glace	Membrane de l'eau glacé.
Planche de glace	L'état de planche. La neige a pénétré dans la neige pressée et elle s'est glacée.
Planche de glace sous la couche de neige	L'état où la neige est accumulée sur la planche de glace.

Sèche- resse	Humi- dité	Membrane de l'eau	Sorbet	Sorbet blanc	Neige fraîche, neige poudreuse	Neige en grains	Neige pressée	Membrane de glace	Planche de glace	Planche de glace sous la neige	
Côté de la sécurité											Côté de la risque

Partie d'ornière	:	La partie sur laquelle des pneus des voitures passent.
Partie non-ornière	:	L'autre partie de la route

Photo 3 montre l'état de la fonte de neige par l'arrosage. Une différence remarquable se voit entre les parties arrosée et non-arrosée concernant l'accumulation de neige sur la surface de la route, ce qui montre que l'arrosage est efficace.





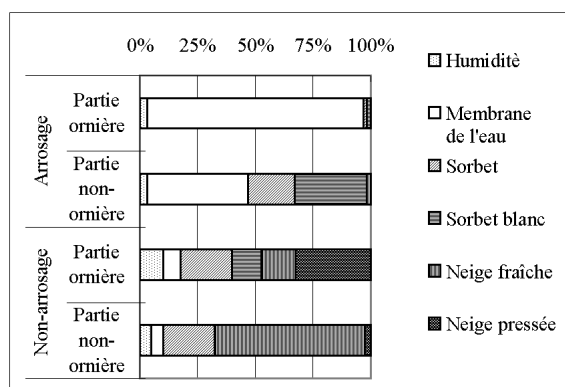
Fonte de la neige par l'arrosage à l'entrée du tunnel Kibuse sur la route montante



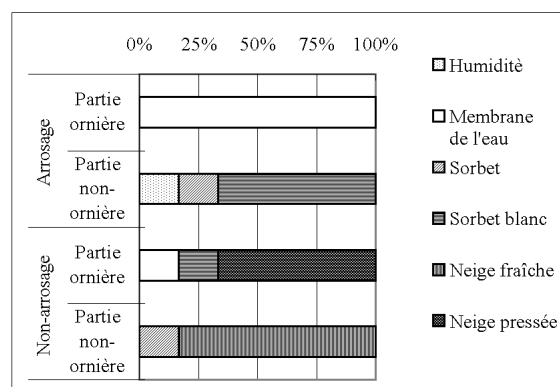
Fonte de la neige par l'arrosage à l'entrée du tunnel Kanayama sur la route descendante

**Photos 3 Etats de la fonte de la neige par l'arrosage**

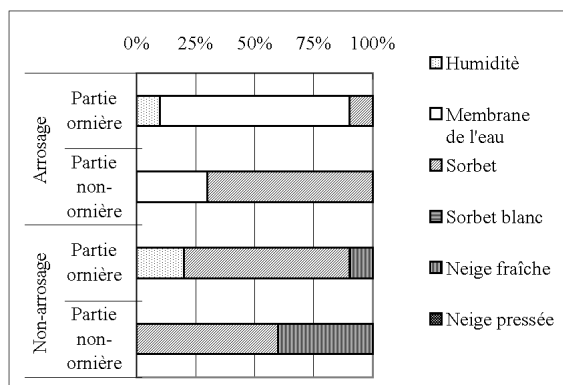
La figure 8 montre le résumé de l'état des parties arrosée et non-arrosée de route, fait du résultat de l'état de la surface de route observé dans l'observation sur le lieu.



Total

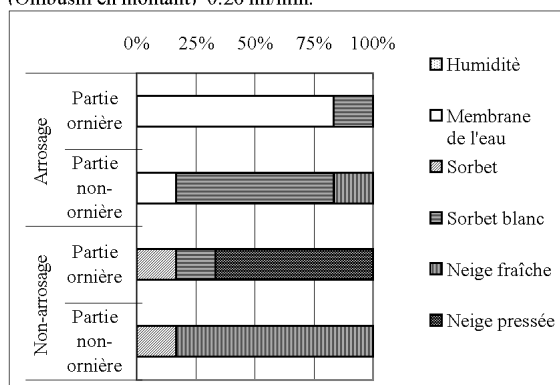


Quantité de l'arrosage sur la pavé à haute fonction (Onibushi en montant) 0.26 ml/min.



Quantité de l'arrosage sur la pavé à haute fonction (Takabatake) 0.26 ml/min.

Onibushi et Takabatake sont les noms de lieux d'observation



Quantité de l'arrosage sur la pavé à denses grains (Onibushi en descendant) 0.26 ml/min.

**Figure 8 Comparaison des états de la surface de route aux parties arrosée et non-arrosée**

La figure 8 montre le taux d'apparition de chaque type sur la route. La plus part de la partie ornière sur la surface est devenue une membrane de l'eau. Dans la partie non-ornière, le sorbet et le sorbet blanc sont restés sur plus de la moitié de la surface arrosée, donc on peut dire que seul l'assosage n'était pas suffisant pour fondre toute la neige sur la surface de route. Mais, l'état de la surface arrosée était meilleur que celle non-arrosée.

Concernant le pavé de l'entrée du tunnel Noh, la route montante est pavé à haute fonction, et la route descendante est du pavé à denses grains.

Les Photos 4 qui montrent l'état de la surface ont été prises en même temps du même jour, quand l'arrosage pour fondre la neige a été opéré. Ces deux photos montres qu'il n'y a pas de différence entre les états de deux surfaces arrosées.



A l'entrée du tunnel Noh en montant  
Pavé normal à haute fonction

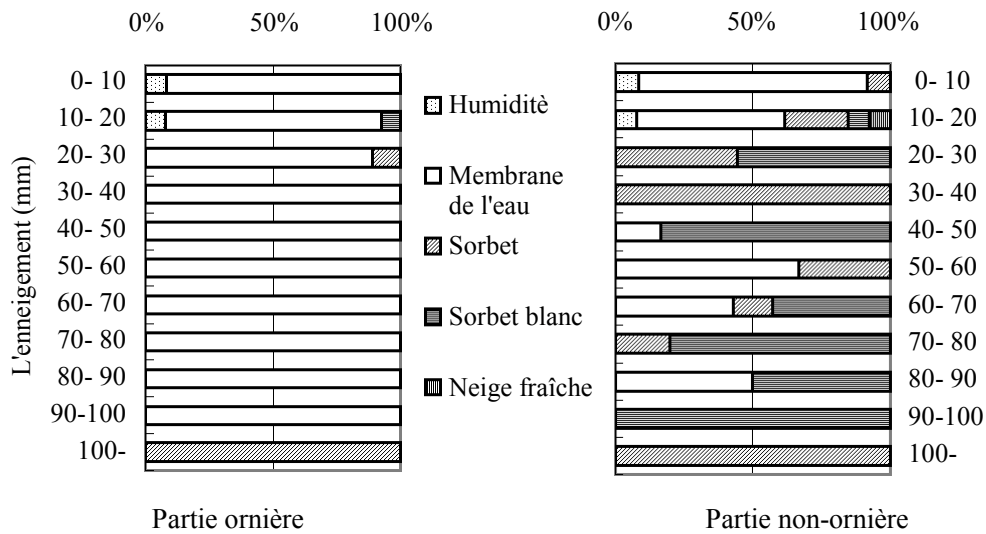


A l'entrée du tunnel Noh en descendant  
Pavé à denses grains

**Photo 4 La condition superficielle de route d'un arrosage mettant en application jour**

La figure 9 montre le résumé des états la surface de route quand l'eau a été arrosée.





**Figure 9 Etats de l'accumulation de neige sur la surface de route par le niveau de l'enneigement au temps de l'arrosage**

Puisque des autres travaux de neige et glace ont été faits en même temps, l'effet n'est pas seulement de la fonte de neige par l'arrosage. Cependant, on peut dire que la couche de neige reste sur la partie non-ornière si l'enneigement dépasse 20mm/hr et qu'elle reste à la partie ornière si l'enneigement dépasse 100mm/hr.

D'après cette investigation sur le lieu, il y a eu peu de différence entre les états de surfaces arrosée et non-arrosée du pavé à denses grains et du pavé à haute fonction. Donc on peut dire que la fonte de neige par l'arrosage sur le pavé à haute fonction est aussi efficace que sur le pavé à denses grains.

## 6. Considération

Le résumé des résultats de chaque essai est comme suit:

- L'essai intérieur: Il est bien probable que la température augmente au pavé à haute fonction.
- L'essai extérieur: L'effet de la fonte de neige sur le pavé à haute fonction est plus petit que sur le pavé à denses grains, mais la neige jusqu'à l'enneigement de 1cm/hr peut être fondue.
- Travaux à l'essai: L'effet de la fonte de neige sur le pavé à haute fonction a été presque le même que sur le pavé à denses grains.

Le principe de la fonte de neige par l'arrosage sur le pavé à haute fonction est différent de celui sur le pavé traditionnelle à denses grains. Sur le pavé traditionnel à denses grains, on fait fondre la neige ou la faire couler en utilisant l'énergie de chaleur et la vitesse du courant de l'eau arrosée sur la surface de route. Mais, sur le pavé à haute fonction, la neige est fondue en chauffant le pavé avec l'énergie de chaleur de l'arrosage comme la source de chaleur. Il est supposé que la perte de chaleur dans ce processus diminue l'effet de fondre la neige. D'après cette raison, il a été prévu au début que l'effet de la fonte de neige sur le pavé à haute fonction est plus petit que celui sur le pavé à denses grains.

Dans l'essai extérieur, l'effet de faire fondre la neige a été plus petit que celui sur le pavé à denses grains, mais dans les travaux sur le lieu à l'essai, l'effet de faire fondre la neige sur le pavé à haute fonction a été presque la même que celui sur le pavé à denses grains.

En regardant l'état de la fonte de neige par l'arrosage sur le lieu, l'eau qui avait été prévue à couler dans le pavé à haute fonction semblait avoir coulé actuellement sur la surface du pavé. Ce qui est semble être le plus grand facteur de l'effet de faire fondre la neige par l'arrosage. La cause que l'eau à faire fondre la neige coule sur la surface du pavé est prévue que la neige tombant ou fondant est faite pressée et mis dans la partie vide du pavé par les pneus de voitures, et la fonction de la pénétration de l'eau est baissée. D'après, l'acquisition de ces données et l'investigation de plus sont restées.

Cette fois-ci, nous pouvons avoir montré l'efficacité de la fonte de la neige par l'arrosage sur le pavé à haute fonction dans la Région du Hokuriku, en faisant l'essai intérieur, l'essai extérieur, et les travaux sur le lieu à l'essai. Il est nécessaire désormais de collecter et vérifier les données.

### Référence

- 1) Hironobu KOJIMA et Teruhiko MARUYAMA, 1997: L'étude sur le contrôle de baissment de la température sur le pavé à drainage par l'eau souterraine. Thèse pour la maîtrise, l'Université de la Technologie de Nagaoka.