

STRUCTURE DE TROTTOIR DE DRAINAGE EN CONSIDÉRANT L'ENTRETIEN DE LA COUCHE DE SURFACE EN HIVER

Takayoshi KOMAI*, Hiroshi TAKEDA*,
Masakatsu MIYAJIMA**, Toshikazu IKEMOTO**

* Service des Travaux publics
de la préfecture d'Ishikawa
Tél.+81-76-223-9290/Fax+81-76-233-9465

** Faculté de technologie de
l'Université de Kanazawa
Tél.+81-76-234-4656/Fax.+81-76-234-4644

1. Résumé

Cette étude se concentre sur une structure optimale de trottoir de drainage. Dans la Préfecture d'Ishikawa, on procède activement depuis l'année fiscale 1996 à la pose de revêtements routiers évacuateurs dans les zones à forte concentration d'habitat. C'est ainsi que jusqu'à l'année fiscale 2000 l'on avait déjà effectué la conversion de quelque cinquante kilomètres de routes relevant de la gestion préfectorale. Un trottoir de drainage a de bons et négatifs points. Au-dessous de ont été indiqués en tant que points positifs. Ils sont réduction d'hydroplaner, soulagement à l'éclaboussure accompagnée d'amélioration de la visibilité du gestionnaire, soulageant la réflexion d'un phare sur une couche de surface, pendant une pluvieuse nuit, augmentation de visibilité pour des poteaux de signalisation et pluvieux jour, diminution de bruit du trafic et ainsi de suite. D'autre part, plusieurs points négatifs ont été précisés particulièrement dans une saison de neige. Il est facile accumuler la neige, facile rester la neige sur le trottoir de drainage et Il est difficile d'enlever la neige comprimée. Los efectos del anticongelante en arrosage pour de fonte la neige semblent être réduits par le trottoir de drainage.1)

Le papier actuel essaye de proposer une structure optimale de trottoir de drainage pour résoudre les problèmes dans une saison de neige. Premièrement, effets de taille de grain maximum et taux vide des matériaux sur la perméabilité d'un trottoir et l'exécution dans une saison de neige ont été étudiés dans un laboratoire. De prochains, nouveaux matériaux d'un trottoir de drainage ont été examinés. Des essais en laboratoire ont été effectués en utilisant le remplisseur contenant le chlorure comme antigel, et agrégats durs, et puces en caoutchouc comme mortier de résine. En outre, trottoirs d'essai de drainage en utilisant généralement les matériaux avec différentes conceptions de mélange et nouveaux matériaux mentionnés ci-dessus ont été construits et l'exécution dans une saison de neige a été étudiée.

2. Introduction

Le schéma 1 montre un organigramme de la présente étude. Cette étude est divisée en deux parts, c'est-à-dire, matériaux généraux dans la conception différente de mélange et nouveaux matériaux de trottoir de drainage. Les essais en laboratoire et des essais sur le terrain ont été effectués en chaque matériel.

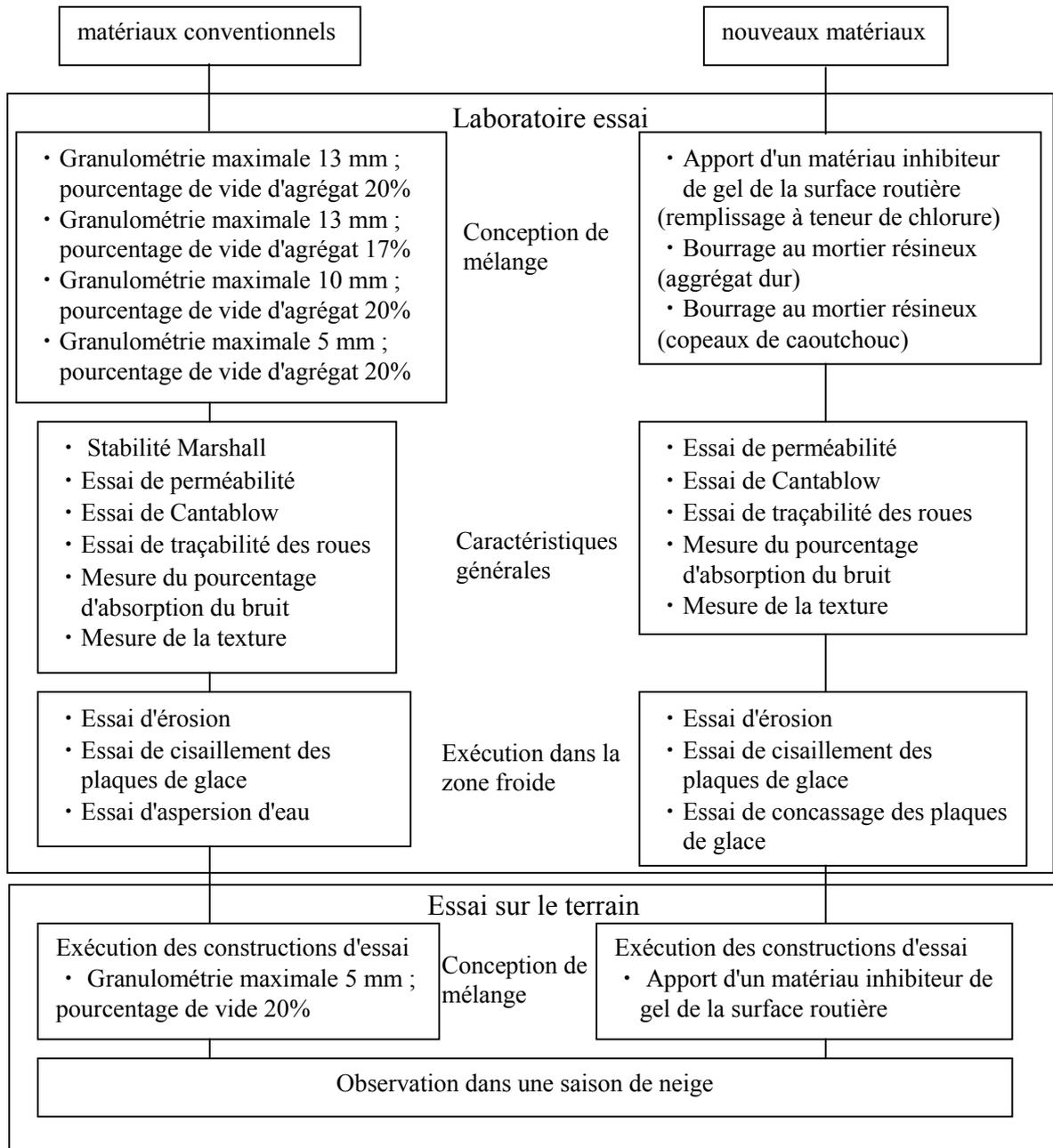


Figure.1 Organigramme de l'étude

3. Essais en laboratoire des matériaux généraux

3,1 Taux de mélange des matériaux généraux Les effets maximum de la taille de grain et videz le taux des matériaux sur l'exécution d'un trottoir de drainage a été étudié. Quatre échantillons avec le taux différent de mélange des matériaux ont été utilisés dans les essais. Le tableau 1 énumère la taille de grain maximum, le taux vide et le taux de mélange de chaque échantillon. le 13mm20%. est une conception typique de mélange au Japon. le 13mm17%. est recommandé pour la zone froide par Contrôlée par l'Etat Highway Japon Corporation. No. 6 la pierre écrasée a été employée pour faire la taille de grain maximum 10mm dans le “10mm20%” et No. 7 la pierre écrasée a été employée pour faire la taille de grain maximum 5mm dans le “5mm20%” L'épaisseur du trottoir de drainage de “10mm20%” et “5mm20%” pourrait être réduit à 30mm et à 20mm, respectivement. Une vue générale de chaque échantillon est montrée dans Photo.1.

Appellation courante		13 mm 20%	13 mm 17%	10 mm 20%	5 mm 20%
Granulométrie maximale (mm)		13	13	10	5
Pourcentage de vide (%)		20	17	20	20
Mélange %	Pierre concassée No 6	85.0	80.0		
	Pierre concassée réduite à l'unité No. 6 (10-5 mm)			84.0	
	Pierre concassée No. 7				76.0
	Sable grossier	9.5	15.0	10.5	19.0
	Criblage	5.5	5.0	5.5	5.0
	Fibre végétale (longueur de sécante)	0.1	0.1	0.1	0.1
Asphalte réformée à haut coefficient de viscosité(%)		5.3	5.5	5.1	5.0

(a) 13 mm 20%



(b) 13 mm 17%

(c) 10 mm 20%



(d) 5 mm 20%

Photo 1 Aspect général du revêtement évacuateur des eaux

(cotes des pièces pour tests de performance et essais 30 × 15cm)

3.2 Méthode d'essais

Six types d'essai comme montrés dans le tableau 2 ont été conduits pour clarifier des caractéristiques générales de chaque échantillon. Chaque essai et sa référence sont énumérés dans le tableau 2.

Tableau 2 Rubriques d'essais des caractéristiques générales et méthodes d'essais utilisées			
Rubriques	Désignation de l'essai	Méthode d'essai	Résumé
Caractéristique de résistance	Essai de stabilité Marshall	Manuel des méthodes d'essais des revêtements	
Caractéristiques de drainage et de perméabilité	Essai de perméabilité du mélange d'asphalte perméable	Manuel des méthodes d'essais des revêtements	
Caractéristiques de résistance à la dispersion	Essai de Cantablow	Appendice au Manuel des méthodes d'essais des revêtements	Température de conservation 20°C, -20°C
Capacité de résistance au fluage	Essai de traçabilité des roues	Manuel des méthodes d'essais des revêtements	
Caractéristiques d'absorption des bruits	Mesure du pourcentage d'absorption des bruits	JIS A 1405	
Caractéristiques de texture	Mesure de la texture	Au laser	

En outre, suivant trois types d'essai ont été faits pour vérifier l'exécution exigée dans la zone froide. Le premier essai effiloche l'essai référé par un manuel d'essai de trottoir. La résistance à l'usure due à la chaîne de pneu est semble être examinée par cet essai.

Le deuxième essai est un essai de cisaillement de glace-panneau. Cet essai a été effectué dans une température de 10°C et la vitesse de chargement était 1mm/min. Un échantillon de 100mm x 100mm a été attaché sur le panneau de glace de l'épaisseur de 30mm. Photo. 2 expositions une vue de cet essai.

En conclusion, l'essai d'arroseuse a été réalisé pour clarifier l'effet de fondre la neige sur une route. L'échantillon avec 2% d'une pente qui coïncide avec une pente transversale de route réelle a été arrosé pour contrôler l'eau sur l'échantillon. La strate imperméable a été placée sur le bas de l'échantillon et le volume de l'échantillon était épaisseur de 150mm x de 300mm x dans chaque cas. L'eau arrosée était volume mesuré quand assez d'eau pour la neige de fonte est restée sur la surface de l'échantillon. Photo.3 montre une vue de cet essai.



Photo 2 Vue d'essai de cisaillement de glace-panneau

Photo 3 Vue d'essai d'arroseuse

3.3 Résultats d'essai et discussions

Les résultats des essais en laboratoire sont énumérés dans le tableau 3.

Tableau 3 Résultats d'essai des matériaux généraux

Appellation	Norme		Petit vide		Granulométrie et épaisseur réduites				Valeurs cibles des spécifications particulières
	13 mm 20%		13 mm 17%		10 mm 20%		5 mm 20%		
Épaisseur de la construction normale	40		40		30		20		
Stabilité Marshall (kN)	6.88	○	6.19	○	6.16	○	6.55	○	Plus de 3,5
Coefficient de perméabilité k15 (cm/sec)	3.37×10^{-1}	○	1.31×10^{-1}	○	2.71×10^{-1}	○	7.00×10^{-2}	△	Plus de 10^{-2}
Pourcentage de perte de Cantablow (%)	Température normale 20°C	6.9	○	4.3	◎	6.4	○	5.8	◎
	Température basse -20°C	19.6	○	12.1	◎	21.4	○	14.7	◎
Degré de stabilité dynamique (fois/mm)	10200	○	6200	○	7600	○	7900	○	Trafic B plus de 1.500, trafic C plus de 3.000
Taux d'absorption acoustique d'incidence perpendiculaire moyenne	0.23	○	0.17	△	0.27	○	0.33	◎	
Variance moyenne de profondeur de texture (mm)	1.93	-	1.52	-	1.42	-	0.57	-	
Qté d'usure par érosion (cm ²)	Chaînes latérales, -10°C	0.91	○	0.93	○	1.12	△	1.37	△
Résistance au cisaillement des plaques de glace (N/mm ²)	-10°C	0.52	○	0.47	◎	0.52	○	0.65	△
Quantité d'eau nécessaire pour provoquer de la stagnation sur la pièce de tests de performance et seesis (cc/mm)		98	○	83	○	118	○	19	◎

Évaluation : "◎", pour meilleur que l'ordinaire, "○", pour environ le même niveau que l'ordinaire (13 mm/20%); "...." est moins bon que l'ordinaire, et "....." ne satisfait pas aux valeurs cibles des spécifications particulières.

Nous présentons ci-dessous les connaissances auxquelles nous ont permis d'aboutir les résultats des essais en laboratoire :

- 1) Chacune des espèces de mélanges examinés a donné des résultats qui satisfaisaient amplement aux valeurs visées par les objectifs des spécifications particulières.
- 2) On a constaté que, avec le 13 mm 17%, comparé aux valeurs conventionnelles (13 mm 20%), si l'effet de réduction du bruit s'en trouvait quelque peu diminué, par contre nous avons relevé de remarquables qualités de résistance à la dispersion de l'aggrégat et à l'aisance de l'élimination de la congélation en surface de la route lorsqu'il y avait de la neige compactée.
- 3) Toutes les propriétés relevant de la formule 10 mm 20% donnaient des résultats pratiquement du même ordre que la formule conventionnelle de 13 mm 20%.
- 4) On a pu établir que si sur les points de la perméabilité, de la résistance à l'abrasion, ainsi que de l'aisance de l'élimination de la congélation en surface de la route lorsqu'il y avait de la neige compactée, la formule 5 mm 20% laissait quelque peu à désirer, comparée à la formule conventionnelle de 13 mm 20%, en revanche elle se montrait étonnamment performante dans ses effets de réduction du bruit et de nivo-dissolution par aspersion d'eau.

4. Essais en laboratoire de nouveaux matériaux.

4.1 Introduction de nouveaux matériaux

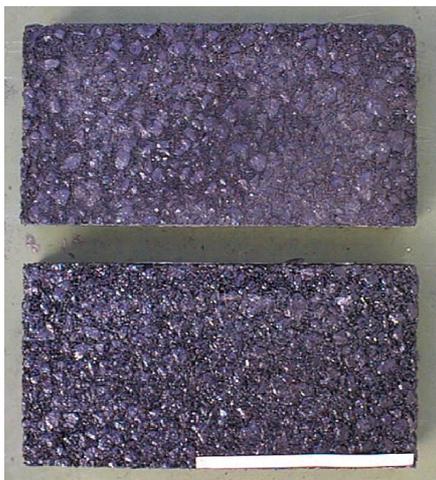
Comme problèmes à résoudre, bloquant un vide de trottoir avec la terre et le sable, écrasement du vide par un poids d'automobile, dispersion d'un agrégat à une intersection de route, etc.. sont précisées. Entretien dans une saison de neige telle que l'enlèvement de neige sur une route et une dispersion de l'antigel devrait être également considéré simultanément avec les problèmes mentionnés ci-dessus dans une zone froide telle que la préfecture d'Ishikawa. Par conséquent, de nouveaux matériaux ont été examinés pour résoudre les problèmes en ce chapitre. Un d'eux est remplisseur contenant le chlorure. Ceci est utilisé pour le béton à haute densité d'asphalte comme antigel. Une possibilité de son application à un trottoir de drainage a été étudiée ici. Autre est un mortier de résine qui inclut une puce dure d'agrégat ou en caoutchouc. Effets du renforcement de la couche de surface et un effet physique d'antigel du mortier de résine ont été examinés. Tables 4 and 5 list mixture ratios of filler containing chloride and resin mortar, respectively. Une vue générale de chaque échantillon est montrée dans la photo 4.

Tableau 4 mélange la proportion de nouveaux matériaux en utilisant l'antigel

Mélange %	Pierres concassées No 6	85.0
	Gros sable	9.5
	Matériau supprimeur du gel de surface de la route	4.7
	Fibre végétale (proportion)	0.1
	Asphalte amélioré à haut coefficient de viscosité	5.3

Tableau 5 mélange la proportion de nouveaux matériaux en utilisant le mortier de résine

		Agrégat rigide	Copeaux de caoutchouc
Mélange %	Résine d'époxyde	15vol%	20vol%
	résine: durcisseur = 2:1		
	Aggrégat rigide/Copeaux de caoutchouc	100	



(a) Mortier de résine (Agrégat dur)

(b) Mortier de résine (Agrégat dur)

Photo 4 Vue de trottoir de drainage en utilisant le mortier de résine (300mm×150mm)

4.2 Méthode d'essai

Cinq types d'essai comme montrés dans le tableau 2 ont été conduits pour clarifier des caractéristiques générales de chaque échantillon. Marshall l'essai a été omis ici. En outre, suivre trois types d'essai ont été exécutés pour vérifier l'exécution de condition dans la zone froide. L'essai d'effilochage et l'essai de cisaillement de glace-panneau correspondent ceux mentionnés avant. L'essai final est essai de rupture de glace-panneau. Une roue voyage sur un échantillon pour la traçabilité des roues l'essai avec le glace-panneau de 3mm dans l'épaisseur et on a observé visuellement le changement de la condition extérieure. Photo 5 montre une vue de cet essai.



Photo 5 Vue de l'essai de rupture du glace-panneau

4.3 Résultats d'essai et discussions

Les résultats des essais en laboratoire sont énumérés dans le Tableau 6.

Tableau 6 Résultats d'essai de nouveaux matériaux

indiqué nom		Drainage		Antigel		Résine (agrégats)		Résine (caoutchouc)		Valeurs à atteindre dans le cahier des charges spécial
		13 mm 20%		13 mm 20%		13 mm 20%		13 mm 20%		
standard épaisseur(mm)		40		40		40		40		
Stabilité Marshall (kN)		6.88	○	-	-	-	-	-	-	Plus de 3.5
Coefficient de perméabilité k15 (cm/sec)		3.37×10^{-1}	○	2.74×10^{-1}	○	2.11×10^{-1}	○	2.09×10^{-1}	△	Plus de 10^{-2}
Perte de cantabro (%)	20°C	6.9	○	7.0	○	-	-	-	-	—
	-20°C	19.6	○	20.0	○	-	-	-	-	—
dynamique stabilité (cycle/mm)		10200	○	10800	○	8300	○	8300	○	Trafic B plus de 1500, trafic A plus de 3000
taux insonorisant moyen pour l'incident perpendiculaire sur le panneau		0.22	○	-		0.23	○	0.19	○	—
Variance moyenne de profondeur de texture (mm)		1.93	-	-	-	0.79	-	0.64	-	—
abrasion d'effilochage (cm ²)	latérale chaîne, -10°C	0.91	○	0.79	○	0.37	⊙	0.74	⊙	—
résistance au cisaillement de glace-panneau (N/mm ²)	-10°C	0.52	○	0.31	⊙	0.32	⊙	0.34	⊙	—
État d'une couche de glace après le chargement de roue		Aucun change	○	Fonte	⊙	Aucune charge	○	Fente	⊙	—

Evaluation : "⊙", pour meilleur que l'ordinaire, "○", pour environ le même niveau que l'ordinaire (13 mm/20%); "... " est moins bon que l'ordinaire, et "....." ne satisfait pas aux valeurs cibles des spécifications particulières.

Les résultats suivants sont tirés de la table.:

- 1) les résultats de tous les échantillons ont satisfait les valeurs à atteindre du cahier des charges spécial. Les caractéristiques générales de l'échantillon avec de nouveaux matériaux ne sont pas inférieures à ceux des matériaux généraux.
- 2) depuis la surface du glace-panneau avec l'antigel a fondu dans l'essai de rupture, le trottoir de drainage avec l'antigel semble être avantageux dans la zone froide. Ceci s'appelle en tant qu'effet chimique d'antigel de chlorure en cet article.
- 3) abrasion d'effilochage la résistance au cisaillement de glace-panneau de ánd des échantillons avec le mortier de résine sont supérieure à ceux des matériaux généraux. Le mortier de résine semble, donc, améliorer la congélation et l'usure de friction dues à la chaîne de pneu.
- 4) e chargement de l'automobile peut rompre une glace sur la surface du trottoir with resin mortar of rubber chip. En cet article, ceci s'appelle l'effet physique d'antigel de la puce en caoutchouc.

5. Essais sur le terrain

Constructions d'essai en utilisant les matériaux généraux avec la petite taille de grain et les nouveaux matériaux ont été faits dans un domaine. D'abord, le trottoir de drainage du 5mm20%. a été construit. L'épaisseur du trottoir de drainage était 20mm. Des matériaux bruts avec 20mm de la taille de grain maximum ont été étendus sous le trottoir de drainage. Son épaisseur était 70mm. La longueur de la route était 60m et sa largeur était 7m. Le résultat de l'essai de perméabilité dans le domaine était 1003ml/15sec. Cette route a l'installation de l'eau pulvériser d'une conduite d'eau sous la route pour fondre la neige. Photo.6 montre l'état des routes avec le trottoir de drainage du 13mm20%. et du 5mm20%. dans la saison de neige. Selon cette photographie, il y a plus d'eau sur la route avec le trottoir de drainage que cela avec le trottoir général et les lignes blanches sont visibles en cas de trottoir de drainage. Les effets du jet d'eau pour fondre la neige sur le trottoir de drainage ont été donc vérifiés.



(a) Trottoir de drainage de 5mm20%.
(2001,2,15 7:00am)



(b) Trottoir de drainage de 13mm20%.
(2001,2,15 7:00am)

Photo 6 État de route de trottoir de drainage de “5mm20%” et de “13mm20%”

Ensuite, le trottoir de drainage avec l'antigel au lieu de la poudre en pierre a été construit. L'épaisseur du trottoir de drainage était 40mm. Des matériaux bruts avec 20mm de la taille de grain maximum ont été étendus sous le trottoir de drainage. Son épaisseur était 70mm. La longueur de la route était 60m et sa largeur était 6m. Le résultat de l'essai de perméabilité dans le domaine était 1039ml/15sec. Photo.7 montre l'état des routes avec le trottoir de drainage avec l'antigel et avec la conception typique de mélange dans la saison de neige. Selon cette photographie, il n'y a aucune différence substantielle entre deux types de trottoirs, mais la neige comprimée sur le trottoir de drainage est quelque peu molle.



(a) Trottoir de drainage avec l'antigel
(2001,2,15 0:00am)



(b) Trottoir de drainage de 13mm 20%.
(2001,2,15 0:00am)

6.Remarques De Conclusion

Cet article s'est concentré sur la structure du trottoir de drainage dans une zone froide. Effets de taille de grain maximum et videz le taux des matériaux sur la perméabilité d'un trottoir et l'exécution dans une saison de neige ont été étudiées et de nouveaux matériaux d'un trottoir de drainage ont été examinés dans un laboratoire. Trottoirs d'essai de drainage en utilisant généraux les matériaux avec la conception différente de mélange et de nouveaux matériaux ont été construits et l'exécution dans une saison de neige a été étudiée. Les conclusions suivantes peuvent être tirées de l'étude.

En cas de matériaux généraux avec 5mm de la taille de grain maximum, effets de réduire le bruit du trafic, et le jet d'eau pour fondre la neige ont été améliorés, bien que la perméabilité, résistance à l'usure et le déplacement de la neige comprimée sur une route étaient inférieur à ceux de la conception typique de mélange. La perméabilité, cependant, a satisfait les valeurs à atteindre montrées dans technique la directive du trottoir de drainage(ébauche) émis par association de route du Japon par gouvernement prefectural d'Ishikawa. Les effets du jet d'eau pour fondre la neige sur le trottoir de drainage ont été également vérifiés dans les essais sur le terrain. Puisque le coût initial d'un trottoir pourrait être réduit parce que l'épaisseur du trottoir est devenu petit dans ce cas-ci, davantage d'étude devrait être continuée.

Les nouveaux matériaux proposés ici ont montré la bonne exécution dans les circonstances dans la zone froide. Le trottoir de drainage avec l'antigel semble être avantageux dans froide la zone parce que l'effet chimique d'antigel du chlorure a été vérifié. Le mortier de résine semble améliorer la résistance à l'usure de congélation et due à la chaîne de pneu. Le chargement de l'automobile peut rompre la glace sur la surface du trottoir avec le mortier de résine des puces en caoutchouc. L'effet physique d'antigel de la puce en caoutchouc a été vérifié en cet article.

Davantage d'étude est nécessaire sur de nouveaux matériaux, un taux optimum de mélange, effets de vieillissement de la construction d'essai et ainsi de suite. L'exécution de coût du point de tout le coût devrait être considérée à l'avenir.

Référence

1) Makoto, TAMAKI: Entretien de route en hiver et technologie de trottoir dans le bureau régional de construction de Hokuriku, Trottoir Vol. 3, Numéro 9, 2000.