

# ETUDE DU DEPASSEMENT SUR CHAUSSEE GLISSANTE A DEUX VOIES

Ken-etsu UCHIDA\*, Sei-ichi KAGAYA\*\* et Kei-ichi SATOH\*\*\*

\*Ecole Supérieure de l'Université  
d'Hokkaido  
North 13 West 8, Sapporo, Hokkaido  
060-8628 Japon  
Téléphone +81-11-706-6213 / Télécopie  
+81-11-706-6211  
E-mail : uchida@eng.hokudai.ac.jp

\*\* Ecole Supérieure de l'Université  
d'Hokkaido  
North 13 West 8, Sapporo, Hokkaido  
060-8628 Japon

Téléphone +81-11-706-6210 / Télécopie  
+81-11-706-6211  
E-mail : kagayas@eng.hokudai.ac.jp

\*\*\* Ecole Supérieure de l'Université  
d'Hokkaido  
North 13 West 8, Sapporo, Hokkaido  
060-8628 Japon  
Téléphone +81-11-706-6209 / Télécopie  
+81-11-706-6216  
E-mail : kkaku@eng.hokudai.ac.jp

## 1. Résumé

En hiver, les chaussées deviennent glissantes dans les régions froides comme Hokkaido. Sur ces routes, la distance de freinage est supérieure à celle sur route sèche. Par conséquent, la loi sur les infrastructures routières stipule qu'il faut calculer la distance de freinage sur chaussée glissante en tenant compte de la diminution du coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée.

Les véhicules ont aussi plus de difficultés à accélérer et décélérer sur les chaussées glissantes ; ainsi, le calcul de la distance de visibilité de dépassement sur chaussée glissante doit tenir compte de la diminution du coefficient de frottement. Toutefois, la loi sur les infrastructures routières ne stipule rien à ce sujet. En outre, il faut procéder à une analyse poussée de l'interruption du dépassement due à l'erreur de perception de l'automobiliste sur les routes à deux voies.

Dans cette étude, on développe un modèle de dépassement et un modèle d'interruption du dépassement qui tiennent compte de la chaussée glissante. Les conclusions suivantes se sont dégagées. La longueur du véhicule dépassé, la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement et le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée ont un effet considérable sur la distance de visibilité de dépassement, alors que la pente de la route n'a aucun effet. La vitesse du véhicule qui effectue le dépassement et le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée ont un effet considérable sur le rapport de sécurité pour l'interruption du dépassement, qui indique la difficulté d'interrompre le dépassement, mais la pente de la route et la longueur du véhicule n'ont aucun effet.

## 2. Introduction

En hiver, les chaussées deviennent glissantes dans les régions froides comme Hokkaido. Sur ces routes, la distance de freinage est supérieure à celle sur route sèche. Par conséquent, la loi sur les infrastructures routières stipule qu'il faut

calculer la distance de freinage sur chaussée glissante en tenant compte de la diminution du coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée.

Dans cette étude, on a développé un modèle de dépassement tenant compte de la faible adhérence de la chaussée. Pour calculer l'accélération du véhicule, on a utilisé à la fois le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée et la courbe de performances du véhicule. La longueur du véhicule, le temps de réaction du conducteur et la pente de la route ont été inclus dans le modèle. Selon l'hypothèse que les conducteurs font des erreurs de perception sur la vitesse du véhicule arrivant en face et la distance de visibilité de dépassement, on développe aussi un modèle d'interruption du dépassement qui définit la distance de sécurité pour interrompre le dépassement. On définit le rapport entre la distance de sécurité pour interrompre le dépassement et la distance de visibilité de dépassement comme le rapport de sécurité pour l'interruption du dépassement et le modèle a analysé l'interruption du dépassement.

### 3. Modèle de dépassement (2)

#### • Accélération maximale du véhicule

Lorsque la force motrice du véhicule  $T$  est supérieure à la résistance à l'avancement  $R$ , c'est-à-dire quand  $T - R > 0$ , le véhicule accélère. Dans ce cas, on calcule l'accélération maximale  $a_{MAX}$  [m/s<sup>2</sup>] à l'aide d'Eq. 1.

$$a_{MAX} = g \cos \theta (T - R) / (W + \Delta W) \quad [\text{m/s}^2] \quad 1$$

où  $W$ ,  $\Delta W$ ,  $g$  et  $\theta$  désignent respectivement le poids du véhicule, le poids du train roulant du véhicule (pneus, roues, essieu), l'accélération de la pesanteur et la pente ( $i\%$ ). On calcule l'accélération maximale  $a_{SUP}$  [m/s<sup>2</sup>] à l'aide d'Eq. 2 car il y a dérapage lorsque  $T - R > \mu_t W_R$ .

$$a_{SUP} = g \cos \theta \mu_t W_R / (W + \Delta W) \quad [\text{m/s}^2] \quad 2$$

où  $\mu_t$  et  $W_R$  désignent le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée et le poids partiel de la roue motrice. Lorsque la pente est faible, on peut supposer que  $g \cos \theta \doteq g$ . Il est possible de calculer  $a_{MAX}$  et  $a_{SUP}$  par approximation à l'aide d'Eq. 3 et Eq. 4 respectivement.

$$a_{MAX} = g (T - R) / (W + \Delta W) \quad [\text{m/s}^2] \quad 3$$

$$a_{SUP} = g \mu_t W_R / (W + \Delta W) \quad [\text{m/s}^2] \quad 4$$

On suppose que  $\Delta W / W = 0,08$ , d'après la méthode des Japanese Industrial Standards (JIS) (Normes industrielles japonaises). En conséquence, on calcule l'accélération maximale tenant compte du coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée  $a_{max}$  [m/s<sup>2</sup>] à l'aide d'Eq. 5.

$$a_{max} = \min(a_{MAX}, a_{SUP}) \quad [\text{m/s}^2] \quad 5$$

On calcule la force motrice du véhicule  $T$  à l'aide d'Eq. 6 (1).

$$T = \frac{270}{V_m} H \eta \left\{ 1,1 - 1,1 \left( \frac{V}{V_m} - 0,7 \right)^2 \right\} \quad [\text{kg}] \quad 6$$

où  $H$  [PS],  $V$  [km/h] et  $V_m$  [km/h] désignent la puissance utile maximale du véhicule, la vitesse du véhicule et la vitesse du véhicule au régime moteur maximal. On obtient ces valeurs à partir de la courbe de performances du véhicule.

On suppose que la résistance à l'avancement  $R$  se compose de la résistance de l'air, de la résistance au roulement et de la résistance due à la pesanteur. Eq. 7 exprime la résistance à l'avancement  $R$ .

$$R = W \sin \theta + W \cos \theta \mu_r + \lambda S V^2 \quad [\text{kg}] \quad 7$$

où  $\mu_r$ ,  $S$  et  $\lambda$  désignent respectivement le coefficient de résistance au roulement, la surface avant du véhicule et le coefficient de résistance de l'air. Lorsque la pente est faible, on peut supposer que  $\sin \theta \cong i/100$  et  $\cos \theta = 1,0$ . Eq. 8 permet de calculer  $R$  par approximation.

$$R = (W/100) i + W \mu_r + \lambda S V^2 \quad 8$$

#### • Développement du modèle de dépassement

Les cinq hypothèses suivantes sont prises pour le calcul de la distance de visibilité de dépassement.

- (1) Au début du dépassement, le véhicule qui effectue le dépassement roule sur une route à deux voies, à la même vitesse que le véhicule dépassé.
- (2) Le véhicule qui effectue le dépassement accélère jusqu'à la vitesse de dépassement quand il commence à dépasser.
- (3) Il faut saisir la longueur du véhicule qui effectue le dépassement et la longueur du véhicule dépassé.
- (4) Il faut saisir le temps de réaction du conducteur.
- (5) Il faut saisir la distance de sécurité entre les véhicules.

La distance de visibilité de dépassement ( $PSD$ ) comprend les quatre distances suivantes et est exprimée (en mètres) par Eq. 9 (Fig. 1).

$$PSD = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad 9$$

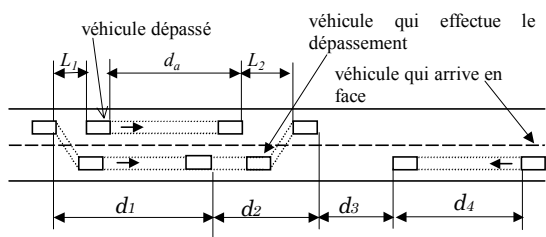


Figure 1. Distance de visibilité de dépassement

$d_1$  : distance parcourue entre le point où l'automobiliste qui dépasse estime le dépassement possible et passe sur la voie de sens contraire pour accélérer et le point où la vitesse du véhicule

qui effectue le dépassement atteint la vitesse de dépassement.

$d_1$  se calcule à l'aide d'Eq. 10.

$$d_1 = (1/3,6)V_0(t_1 + \varepsilon_1) + (1/2)at_1^2 \quad 10$$

où  $V_0$  [km/h],  $a$  [m/s<sup>2</sup>],  $\varepsilon_1$  [sec] et  $t_1$  [sec] désignent respectivement la vitesse du véhicule dépassé, l'accélération moyenne du véhicule qui effectue le dépassement, le temps de réaction de l'automobiliste qui dépasse et la durée de l'accélération.

$d_2$  : distance parcourue entre le point où le véhicule qui effectue le dépassement atteint la vitesse de dépassement et le point où le véhicule qui effectue le dépassement revient sur la voie normale à une distance de sécurité par rapport au véhicule dépassé.  $d_2$  se calcule à l'aide d'Eq. 10.

$$d_2 = (1/3,6)Vt_2 \quad 11$$

où  $V$  [km/h] et  $t_2$  [sec] désignent respectivement la vitesse de dépassement et la durée de la vitesse de dépassement.

$d_3$  : distance de sécurité entre le véhicule qui effectue le dépassement et le véhicule arrivant en face quand le dépassement est terminé. On détermine la valeur de ces distances d'après la méthode de la loi sur les infrastructures routières (tableau 1) (1).

**Tableau 1. Distance de sécurité**

vitesse du véhicule qui effectue le dépassement (km/h)	80	60	40
vitesse du véhicule dépassé (km/h)	65	45	30
distance de sécurité (m)	60	40	25

$d_4$  : distance parcourue par le véhicule arrivant en face jusqu'à ce que le véhicule qui effectue le dépassement termine le dépassement.  $d_4$  se calcule à l'aide d'Eq. 12.

$$d_4 = (1/3,6)V(t_1 + t_2 + \varepsilon_1) \quad 12$$

Sur la figure 1,  $L_1$  et  $L_2$  désignent la distance de sécurité pour l'arrêt dans notre modèle. On suppose qu'Eq. 13 exprime  $L_1$  et  $L_2$ .

$$S_m = l + \frac{v}{3,6} + \frac{v^2}{2g\mu_1 * 3,6^2}$$

$$L_1 = L_2 = S_m \quad \text{sur revêtement sec}$$

$$L_1 = L_2 = \min(S_m, 70) \quad \text{sur revêtement glissant} \quad 13$$

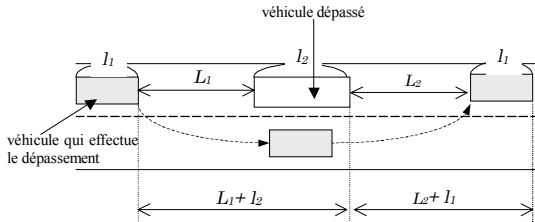
où  $S_m$  [m],  $l$  [m] et  $v$  [km/h] désignent respectivement l'espacement de sécurité entre les véhicules, la distance sur laquelle le véhicule suivant peut s'arrêter en toute sécurité si le véhicule de tête s'arrête brusquement (fournie par la loi sur les infrastructures routières) et la vitesse du véhicule suivant (1). Lorsqu'on tient compte de  $L_1$  et  $L_2$  dans le modèle,  $t_2$  et  $d_2$  se calculent respectivement à l'aide d'Eq. 14 et Eq. 15.

$$t_2 = 3,6(d_4 + L_1 + L_2 - d_1)/(V - V_0) \quad 14$$

$$d_2 = (1/3, 6) V t_2 \quad 15$$

où  $d_a$  désigne la distance parcourue par le véhicule dépassé pendant  $t_1 + t_2 + \varepsilon_1$  et est exprimée par Eq. 16.

$$d_a = (1/3, 6) V_0 (t_1 + t_2 + \varepsilon_1) \quad 16$$



**Figure 2. Espacement réel tenant compte de la longueur des véhicules**

Soient  $l_1$  [m] et  $l_2$  [m] la longueur du véhicule qui effectue le dépassement et la longueur du véhicule dépassé. Dans ce cas, les espacements réels entre les véhicules  $L_1^*$  et  $L_2^*$  se calculent respectivement à l'aide d'Eq. 17 et Eq. 18 (Fig.2).

$$L_1^* = L_1 + l_2 \quad 17$$

$$L_2^* = L_2 + l_1 \quad 18$$

#### 4. Modèle d'interruption du dépassement (2)

##### • Décélération maximale du véhicule

On suppose que la décélération maximale du véhicule  $d_{max}$  [m/s<sup>2</sup>] est déterminée par le poids du véhicule, le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée et la pente.  $d_{max}$  se calcule à l'aide d' Eq. 19 dans ce modèle.

$$d_{max} = (g \mu_t W \cos \theta + W \sin \theta) / (W + \Delta W) \doteq (g \mu_t W + Wi/100) / (W + \Delta W) \quad [m/s^2] \quad 19$$

##### • Modèle d'évitement du dépassement

On prend les cinq hypothèses suivantes.

- (1) Il y a une erreur de perception de la part de l'automobiliste qui dépasse : la PSD perçue par l'automobiliste qui dépasse est inférieure à la PSD réelle et la vitesse du véhicule arrivant en face perçue par l'automobiliste qui dépasse est inférieure à la vitesse réelle.
- (2) Il faut saisir la longueur du véhicule qui effectue le dépassement et la longueur du véhicule dépassé.
- (3) Il faut saisir le temps de réaction de l'automobiliste.
- (4) Il faut saisir la distance de sécurité entre les véhicules.
- (5) Il faut saisir la vitesse minimale du véhicule qui effectue le dépassement.

Prenons le cas de l'automobiliste qui dépasse qui commence à arrêter le dépassement  $t_a$  [sec] après avoir commencé à dépasser. On suppose que le temps de réaction de l'automobiliste qui dépasse est  $\varepsilon_2$  [sec] et l'espacement entre le véhicule qui effectue le dépassement et le véhicule dépassé après  $(t_a + \varepsilon_2)$  [sec] est  $x_a$  [m].  $x_a$  a une valeur positive quand le véhicule dépassé est devant le véhicule qui effectue le dépassement. Il faut étudier  $x_a$  et la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement à l'instant  $V_a$  dans deux cas : celui où le véhicule qui

effectue le dépassement accélère (figure 3) et celui où il n'accélère pas (Fig. 4). Eq. 20 et Eq. 21 expriment  $x_a$  et  $V_a$  dans chaque cas, où  $V_{min}$  sur les figures 3 et 4 désigne la vitesse minimale du véhicule qui effectue le dépassement et est fixée par hypothèse à 20 [km/h].

$$\text{quand } \varepsilon_1 < t_a + \varepsilon_2 \leq \varepsilon_1 + t_1, x_a = L_1 + l_2 - 0,5a(t_a - \varepsilon_1 + \varepsilon_2)^2$$

$$V_a = V_0 + 3,6a(t_a - \varepsilon_1 + \varepsilon_2) \quad 20$$

$$\text{quand } t_a + \varepsilon_2 > \varepsilon_1 + t_1, x_a = L_1 + l_2 - [0,5at_1^2 + \{(V - V_0)/3,6\}(t_a - \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - t_1)]$$

$$V_a = V \quad 21$$

La durée  $t_c$  [sec] désigne l'intervalle compris entre le moment où l'automobiliste qui dépasse commence le dépassement et le moment où l'espacement entre le véhicule arrivant en face et le véhicule qui effectue le dépassement est égal à 0. Eq. 22 exprime  $t_c$  avec l'hypothèse que l'erreur de perception relative à la PSD et à la vitesse du véhicule arrivant en face est respectivement  $\Delta d$  [m] et  $\Delta v$  [km/h] (Fig. 5).

$$t_c = (PSD - \Delta d - L_1 - l_2) / \{(V_0 + V + \Delta v) / 3,6\} \quad 20$$

On suppose que l'interruption du dépassement doit être terminée au moment où l'espacement entre le véhicule arrivant en face et le véhicule dépassé est égal à 0, c'est-à-dire que l'automobiliste qui dépasse a une durée  $t_c - (t_a + \varepsilon_2)$  pour interrompre le dépassement. L'intervalle  $adt$  [sec] nécessaire au véhicule qui effectue le dépassement pour décélérer jusqu'à la vitesse minimale se calcule à l'aide d' Eq. 23.

$$adt = (V_a - V_{min}) / (3,6a_d) \quad 23$$

où  $ad$  désigne la décélération du véhicule qui effectue le dépassement.  $d_f$  et  $d_s$  désignent respectivement la distance parcourue par le véhicule qui effectue le dépassement et la distance parcourue par le véhicule dépassé pendant l'intervalle  $t_c - (t_a + \varepsilon_2)$ . Il faut prendre en compte ces distances dans deux cas : celui où le véhicule qui effectue le dépassement doit décélérer jusqu'à la vitesse minimale et celui où le véhicule qui effectue le dépassement ne doit pas décélérer jusqu'à la vitesse minimale. Ces valeurs se calculent respectivement à l'aide d'Eq. 24 et Eq. 25.

$$\text{quand } t_c - (t_a + \varepsilon_2) > adt \quad d_f = \{(V_a - 3,6a_d \cdot adt) / 3,6\}(t_c - t_a - \varepsilon_2) + 0,5a_d \cdot adt^2$$

$$d_s = (V_0 / 3,6)(t_c - t_a - \varepsilon_2) \quad 24$$

$$\text{quand } t_c - (t_a + \varepsilon_2) \leq adt \quad d_f = \{(V_a - 3,6a_d(t_c - t_a - \varepsilon_2)) / 3,6\}(t_c - t_a - \varepsilon_2) + 0,5a_d(t_c - t_a - \varepsilon_2)^2$$

$$d_s = (V_0 / 3,6)(t_c - t_a - \varepsilon_2) \quad 25$$

Dans les deux cas, la condition d'achèvement de l'interruption du dépassement en toute sécurité, avec la prise en compte de la longueur des véhicules, s'exprime à l'aide d'Eq. 26 (Fig. 6). où  $L_3$  désigne la distance de sécurité exprimée par Eq. 27.

$$x_a + (d_s - d_f) - (L_3 + l_2) \geq 0 \quad 26$$

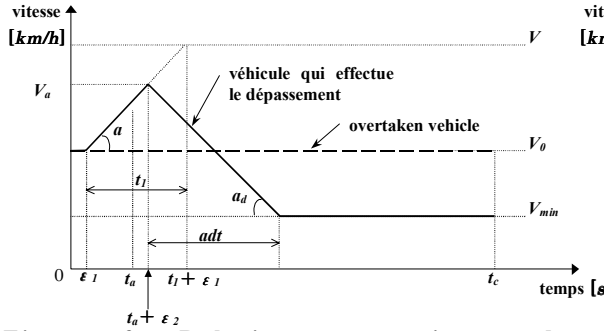


Figure 3. Relation temps-vitesse de l'interruption du dépassement lorsque le véhicule qui effectue le dépassement accélère

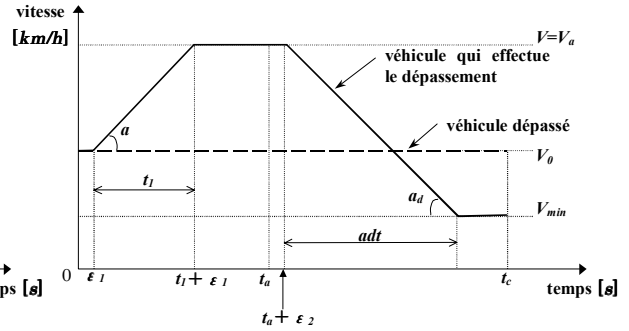


Figure 4. Relation temps-vitesse de l'interruption du dépassement lorsque le véhicule qui effectue le dépassement roule à la vitesse de dépassement

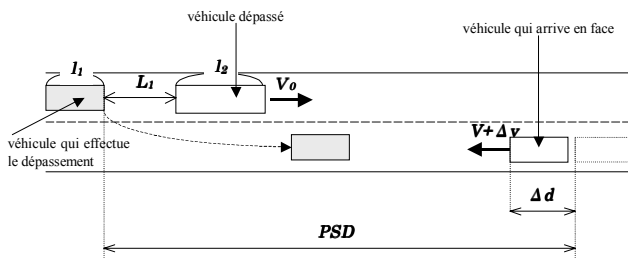


Figure 5. Relation entre le véhicule qui arrive en face et le véhicule qui effectue le dépassement

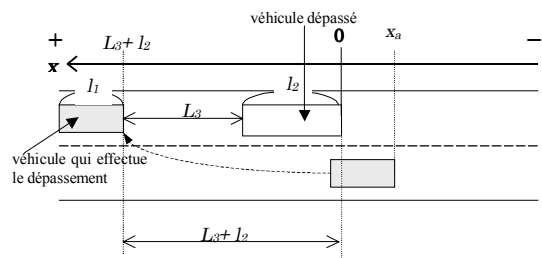


Figure 6. Distance relative lorsque l'interruption du dépassement se termine

$$L_3 = \min(L_1, 70) \quad 27$$

$t_a^{max}$  désigne la durée maximale satisfaisant aux conditions d'Eq. 24. Nous définissons la distance de sécurité pour l'interruption du dépassement comme  $D_a$  [m] et le rapport de sécurité pour l'interruption du dépassement comme  $D_R$  [%].  $D_a$  désigne la distance parcourue par le véhicule qui effectue le dépassement pendant l'intervalle  $t_a^{max} + \epsilon_2$ . Eq. 28 et Eq. 29 donnent respectivement  $D_R$  et  $D_a$ .

$$D_R = D_a / PSD \quad 28$$

$$\text{quand } t_a^{max} + \epsilon_2 \leq t_1 + \epsilon_1, D_a = (V_0/3,6)(t_a^{max} + \epsilon_2) + 0,5a(t_a^{max} - \epsilon_1 + \epsilon_2)^2$$

$$\text{quand } t_a^{max} + \epsilon_2 > t_1 + \epsilon_1, D_a = (V_0/3,6)(t_1 + \epsilon_1) + 0,5a(t_1 - \epsilon_1)^2 + (V/3,6)(t_a^{max} + \epsilon_2 - t_1 - \epsilon_1) \quad 29$$

$D_R$  indique que plus  $D_R$  diminue, plus il est difficile d'interrompre le dépassement.

## 5. Simulation par ordinateur

### • Paramètres

Des simulations par ordinateur ont été effectuées pour trois états de la surface de la chaussée : sec, enneigé et verglacé. Le tableau 2 (2) donne les coefficients de frottement correspondants. Le tableau 3 montre les valeurs utilisées pour calculer la résistance à l'avancement du véhicule qui effectue le dépassement.

Tableau 2. Coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée

état de la surface	sec	enneigé	verglacé
coefficient de frottement	0,7	0,3	0,2

**Tableau 3. Valeurs utilisées pour calculer la résistance à l'avancement**

poids du véhicule (t)	coefficient de résistance au roulement	coefficient de résistance de l'air	surface avant du véhicule (m <sup>2</sup> )
1,235	0,013	0,0017	1,97

Les tableaux 4 et 5 montrent les valeurs maximales de l'accélération et de la décélération du véhicule qui effectue le dépassement, calculées respectivement à l'aide d'Eq. 5 et Eq. 19, avec les valeurs des tableaux 2 et 3. On prend comme hypothèse que les décélération maximale du véhicule qui effectue le dépassement sur revêtement sec sont égales à 60 % de la valeur calculée à l'aide d'Eq. 19, pour donner une marge de sécurité. Ces accélérations et décélération ont été utilisées dans la simulation par ordinateur.

**Tableau 4. Accélération maximale du véhicule qui effectue le dépassement [m/s<sup>2</sup>]**

pente	état de la surface	variation de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement: $V_0 \rightarrow V_a$ (km/h)		
		30→40	45→60	65→80
0 %	sec	1,730	1,889	1,135
	enneigé	1,342	1,342	1,135
	verglacé	0,895	0,895	0,895
3 %	sec	1,462	1,622	0,867
	enneigé	1,342	1,342	0,867
	verglacé	0,895	0,895	0,867
6 %	sec	1,195	1,354	0,600
	enneigé	1,195	1,328	0,600
	verglacé	0,895	0,895	0,600

**Tableau 5. Décélération maximale du véhicule qui effectue le dépassement [m/s<sup>2</sup>]**

pente	sec	enneigé	verglacé
0 %	3,74	1,60	1,07
3 %	3,76	1,62	1,09
6 %	3,77	1,64	1,10

**Tableau 6. Autres paramètres**

temps de réaction : $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ [s]	longueur du véhicule [m]		erreur de perception	
	véhicule compact	véhicule long	$\Delta d$	$\Delta v$
0,2	4,0	10,0	0,1PSD	0,1V

Le tableau 6 montre la longueur des véhicules et les erreurs de perception prises comme hypothèses.

### • Résultats

Les tableaux 7 et 8 montrent la PSD lorsque la pente est de 0 % pour le véhicule dépassé compact et pour le véhicule long respectivement. Les tableaux 9 et 10 montrent la PSD et  $D_R$  avec l'hypothèse selon la quelle le véhicule dépassé est respectivement un véhicule compact et un véhicule long. La case supérieure et la case inférieure pour chaque état de surface dans le tableau 10 correspondent respectivement à la différence de la PSD et  $D_R$ . Le tableau 11 montre les différences entre les valeurs des tableaux 9 et 10 (Tableau 10 – Tableau 9).

D'après le tableau 11, l'effet de la longueur du véhicule sur la PSD est important. Lorsque les variations de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement sont 30→45 [km/h], 45→60 [km/h] et 65→80 [km/h], les différences de la PSD sont 48 [m], 48 [m] et 64 [m] et ces valeurs ne sont pas influencées par



**Table 7. PSD (véhicule dépassé compact)**

	pente: 0%								
	sec ( $\mu=0.7$ )			enneigé ( $\mu=0.3$ )			verglacé ( $\mu=0.2$ )		
V (km/h)	80	60	40	80	60	40	80	60	40
V0 (km/h)	65	45	30	65	45	30	65	45	30
a (m/s <sup>2</sup> )	1.135	1.889	1.73	1.135	1.342	1.342	0.895	0.895	0.895
t1+ $\epsilon$ 1 (sec)	3.9	2.4	1.8	3.9	3.3	2.3	4.9	4.9	3.3
t2 (sec)	20.2	12.3	11.7	33.7	19.1	16.4	33.2	24.7	20.1
t1+t2 + $\epsilon$ 1(sec)	24.0	14.7	13.5	37.6	22.4	18.6	38.1	29.6	23.4
L1* (m)	46	28	17	74	43	24	74	56	30
d1 (m)	78	35	17	78	48	22	97	70	32
d2 (m)	448	205	130	749	319	182	738	412	223
L2* (m)	46	28	17	74	43	24	74	56	30
d3 (m)	60	40	25	60	40	25	60	40	25
d4 (m)	534	245	150	835	374	207	846	493	260
PSD=d1+d2+d3+d4 (m)	1119	524	323	1721	780	435	1740	1015	540

**Table 9. PSD and DR (véhicule dépassé compact)**

pente	surface	variation de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement		
		30-40	45-60	65-80
0%	sec	323	524	1119
		21.0%	24.3%	29.4%
	enneigé	435	780	1721
		19.1%	21.5%	27.0%
verglacé	540	1016	1741	
	18.3%	20.4%	23.8%	
3%	sec	326	530	1142
		21.2%	24.4%	29.7%
	enneigé	435	780	1744
		19.1%	21.6%	27.2%
verglacé	540	1016	1744	
	18.4%	20.6%	24.0%	
6%	sec	330	537	1185
		21.4%	24.6%	30.0%
	enneigé	438	781	1787
		19.3%	21.7%	27.6%
verglacé	540	1016	1787	
	18.4%	20.7%	24.5%	

**Table 11. PSD and DR (différences entre les valeurs des tableaux 9 et 10)**

pente	surface	variation de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement		
		30-40	45-60	65-80
0%	sec	48	48	64
		0.0%	0.1%	0.2%
	enneigé	48	48	64
		0.2%	0.3%	0.2%
verglacé	48	48	64	
	0.2%	0.3%	0.3%	
3%	sec	48	48	64
		0.0%	0.2%	0.1%
	enneigé	48	48	64
		0.2%	0.2%	0.2%
verglacé	48	48	64	
	0.2%	0.3%	0.3%	
6%	sec	48	48	64
		-0.1%	0.1%	0.1%
	enneigé	48	48	64
		0.1%	0.2%	0.1%
verglacé	48	48	64	
	0.2%	0.2%	0.2%	

ont un effet sur l'espacement entre les véhicules (Eq. 17 et Eq. 18) ; toutefois, cet effet est supprimé par l'espacement entre les véhicules quand l'interruption du dépassement est terminée (Eq. 26). Comme nous l'avons dit plus haut, la longueur du véhicule influence la PSD mais cet effet est une constante déterminée par la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement. La longueur du véhicule a peu d'effet sur DR. Pour cette raison, nous utilisons des véhicules compacts dans l'analyse ci-après.

L'effet de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement sur la PSD est important, comme le montre le tableau 9, ce qui est principalement dû à la distance de sécurité entre véhicules. L'effet de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement sur DR est également important : plus la vitesse de dépassement est grande, plus DR est élevé. Cela ne signifie pas que plus la vitesse de dépassement est grande, plus il est facile d'interrompre le dépassement mais que plus la

**Table 8. PSD (véhicule dépassé long)**

	pente: 0%								
	sec ( $\mu=0.7$ )			enneigé ( $\mu=0.3$ )			verglacé ( $\mu=0.2$ )		
V (km/h)	80	60	40	80	60	40	80	60	40
V0 (km/h)	65	45	30	65	45	30	65	45	30
a (m/s <sup>2</sup> )	1.135	1.889	1.73	1.135	1.342	1.342	0.895	0.895	0.895
t1+ $\epsilon$ 1 (sec)	3.9	2.4	1.8	3.9	3.3	2.3	4.9	4.9	3.3
t2 (sec)	21.6	13.7	13.9	35.1	20.6	18.5	34.6	26.2	22.2
t1+t2 + $\epsilon$ 1(sec)	25.5	16.1	15.7	39.0	23.9	20.8	39.5	31.0	25.5
L1* (m)	52	34	23	80	49	30	80	62	36
d1 (m)	78	35	17	78	48	22	97	70	32
d2 (m)	480	229	154	781	343	206	770	436	247
L2* (m)	46	26	17	74	43	24	74	56	30
d3 (m)	60	40	25	60	40	25	60	40	25
d4 (m)	566	269	174	867	388	231	878	517	284
PSD=d1+d2+d3+d4 (m)	1183	572	371	1785	828	483	1804	1063	588

**Table 10. PSD and DR (véhicule dépassé long)**

pente	surface	variation de la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement		
		30-40	45-60	65-80
0%	sec	371	572	1183
		21.0%	24.4%	29.6%
	enneigé	483	828	1785
		19.3%	21.8%	27.2%
verglacé	588	1064	1805	
	18.5%	20.7%	24.1%	
3%	sec	374	578	1206
		21.2%	24.6%	29.8%
	enneigé	483	828	1808
		19.3%	21.8%	27.4%
verglacé	588	1064	1808	
	18.6%	20.9%	24.3%	
6%	sec	378	585	1249
		21.3%	24.7%	30.1%
	enneigé	486	829	1851
		19.4%	21.9%	27.7%
verglacé	588	1064	1851	
	18.6%	20.9%	24.7%	

l'état de la surface et la pente, ce qui indique la difficulté de dépasser les véhicules longs. A l'inverse, l'effet de la longueur du véhicule sur DR est faible, c'est-à-dire que DR est peu influencé par la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement, l'état de la surface et la pente (informations fournies par Eq. 17, Eq. 18 et Eq. 26). Lors du calcul de la PSD, les différences de longueur des véhicules

vitesse de dépassement est grande, plus la  $PSD$  est élevée. Toutefois, étant donné que la décélération est supérieure à l'accélération, la distance que doit parcourir le véhicule qui effectue le dépassement pour terminer l'interruption du dépassement est courte par rapport à la  $PSD$ .

L'état de la surface a des répercussions à la fois sur la  $PSD$  et sur  $D_R$ , comme le montre le tableau 9. Cela indique que le dépassement et l'interruption du dépassement deviennent plus difficiles sur revêtement glissant, principalement à cause de la diminution de l'accélération et de la décélération du véhicule qui effectue le dépassement.

La pente influence à la fois la  $PSD$  et  $D_R$ . Toutefois, les différences ne sont pas très fortes, comme le montre le tableau 9. Ces résultats s'expliquent si l'on tient compte du fait que l'accélération et la décélération du véhicule qui effectue le dépassement varient en fonction de la pente ; toutefois, les différences entre la durée de l'accélération et la durée de la décélération du véhicule qui effectue le dépassement sont insuffisantes pour provoquer des différences significatives de la  $PSD$  et de  $D_R$ .

## 6. Conclusions

Cette étude a permis de développer un modèle de dépassement tenant compte de la chaussée glissante. L'accélération est calculée à l'aide du coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée et de la courbe de performances du véhicule. La longueur du véhicule, le temps de réaction du conducteur et la pente ont été intégrés au modèle. Avec l'hypothèse d'une erreur de perception du conducteur au sujet de la vitesse du véhicule arrivant en face et de la  $PSD$ , un modèle d'interruption du dépassement définissant la distance de sécurité pour l'interruption a été également mis au point. Le rapport distance de sécurité de l'interruption sur  $PSD$  a été défini comme le rapport de sécurité pour l'interruption du dépassement.

Les conclusions suivantes ont été tirées. 1) La longueur du véhicule dépassé, la vitesse du véhicule qui effectue le dépassement et le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée ont un effet considérable sur la  $PSD$ , alors que la pente n'a aucun effet de ce type. 2) La vitesse du véhicule qui effectue le dépassement et le coefficient de frottement entre le pneu et la surface de la chaussée ont un effet considérable sur le rapport de sécurité pour l'interruption du dépassement, alors que la pente et la longueur du véhicule n'ont aucun effet de ce type.

## Références

- 1) Operation and interpretation of the Road Structure Act (en japonais).
- 2) Ken-estu UCHIDA et al: Study on Overtaking Behavior on the Slippery Road, Infrastructure Planning Review Vol. 17, pp. 957-966, 2000 (en japonais).