

# **Raffermissement du sol cimenté à la zone ayant un climat instable et son utilisation sur la route de l'intensité basse**

L'école des ingénieurs et de construction de l'Université des technique et Science

## **Réduction**

On a formulé le résultat de l'expérimentation à la situation de laboratoire et de steppe afin d'ouvrir la possibilité de raffermir le sol par le ciment et de construire des routes de l'intensité basse de circulation (IBC)

Mot-clés; le sol raffermi par le ciment (SRC) ,IBC , la condition instable climatique, congélation –dégivrage, humidité – aridité ,l'usure et la fermeté de surface (FS) ,la qualité du sol raffermi, l'utilisation du sol raffermi.

## **But et contenu**

Dés 1997 ,d'après la demande de la direction routière mongole, L'UTS ,ATD ((?) du Japon ,ont en commun expérimenté le sol aux conditions de laboratoire et des champs en le raffermissant par le ciment.

Le but de recherche est d'étudier la possibilité pour l'utilisation du SRC à la route de l'IBC et à la condition climatique de la Mongolie. Le climat continental est la particularité du climat de la Mongolie et Il se distingue des autres. Par exemple; de grandes variations de température du jour et aussi de 4 saisons de l'année ,le changement de l'humidité et de l'aridité (HA), conformément à cela ,une variation considérable du niveau d'eaux souterraines ,la propagation de la congélation éternelle dans toutes les localités ,la congélation très profonde du sol à la zone décongelée. Le climat mongol a des particularités étendues comme le sol ayant un contenu instable ,C'est à dire une très grande congélation. A cause de ça le sol devient convexe et courbe. C'est pourquoi nous avons pour but de tenir en compte de ces particularités et de faire pénétrer des moyens afin d'utiliser le SRC en Mongolie

Les recherches se composent des travaux suivants

A. Dans le laboratoire

- recherches complètes des matériaux qui seraient raffermis par le ciment, particulièrement la définition de l'indice principal comme la plus grande densité sèche et comme l'humidité agréable.
- étudier l'indice de la solidité du SRC en tenant en compte du contenu du ciment, du teneur du ciment et d'eau et des autres conditions.
- étudier la fermeté du SRC pendant la congélation et le dégivrage.
- étudier la fermeté du SRC pendant l'humidité et l'aridité
- étudier l'usure et la fermeté de la surface supérieure du SRC.

B. Sur la route d'essai, pendant quelques périodes de 4 saisons de l'année

- observer le changement de l'état (de la structure) de surface routière.
- mesurer l'inégalité de surface routière
- fléchissement de la couverture.
- On a réalisé des recherches en mesurant le changement de règle des rechauffrages et d'eau.

Nous avons formulé le dernier résultat principal de recherche, et il s'agit en bas des quelques résultats qui n'ont jamais été publiés.

Qualités du SRC, des facteurs qui lui influent

Quand on raffermi le sol par le ciment, << le silicate du calcium >> -l'élément principal dans la contenu (con) du ciment sera mouillé et il deviendra << le silicate du calcium en eau >> et << l'oxyde du calcium en eau >> qui sont solides. Ces matières-connecteurs améliorent la solidité du sol. SRC se distingue des pâtes en béton et en ciment. Parce que sa matière de remplissage, c'est à dire, la quantité (quan) du fibre du sol dur se trouve dans une espèce large. Ça influe aux procès de l'hydratation, de l'hydrolyse et aux autres réactions chimiques. Cette quan. du fibre les intensifie ou les abaisse. Des facteurs principaux qui influent à cette action sont : le contenu du fibre du sol, le contenu chimique et minéral de la partie dure, le teneur chimique et minéral du ciment, l'ionisation du sol pendant le raffermissement, le teneur en eaux, les contenus des eaux et

ciment, l'origine du sol, le con. organique, le résultat de la matière purulente, la température, le régime de l'humidité, des états des raffermissment et utilisaton etc.

### Congélation et dégivrage (CD) du SRC

On a réalisé une expérimentation (ex) qui se compose de 14 cycles, à la température de 20 degrés au dessous de zero, à l'aide d'un appareil spécial contemporain qui fait une condition humide et la température basse. Pendant l'ex., on a controlé le manque du poids d'alois(MPA) du SRC et la variation de la densité sèche.

MPA augmente pour tous les alois quand la quantité du cycle des CD augmente. Quand le cycle des CD se répète, la surface inégale change de sa forme et de petites parties convexes s'arrachent. Après quelques cycles des CD, la densité sèche de tous les alois baisse par rapport aux premiers. C'est un moyen nécessaire pour trouver la faute d'ex. Le premier tableau montre comment la congélation solide moyenne du serrement dépend de la quan. du cycle. Pendant cette ex. Il y avait des alois ayant des contenus différents du ciment(ci.)

Le tableau 1. Dépendance de la solidité par rapport à la quan. du cycle des CD.

@le contenu du ci.

solidité du serrement, MPA

le cycle des CD

D'après le tableau, la dépendance de la solidité moyenne du SRC s'exprime par la formule suivante. R-a h.....

R- la solidité (sol.) du serrement du SRC, MPA, n-la qualité du cycle des SRC, a1, a2...- espèces du sol, coefficient dépendant du contenu du ciment(CC). Pour le poinçon venu de << Nogon Dov >> du centre administrative << TOV >>, la signification de ces coefficients dépendent du CC.

(le tableau 1)

.....

Le CC

la signification des coefficients

Selon le résultat d'ex, la solidité du SRS baisse pendant des premiers cycles. Mais à partir du 3-ième et 4-ième cycles, la solidité augmente lentement. Et puis elle rebaisse à partir des 11-ième et 14-ième cycles en dépendant du CC. C'est pourquoi le résultat d'ex. montre que le SRC gélé à la température de 20 degrés au dessous de zéro ne perd pas sa solidité jusqu'aux 11-ième et 14-ième cycles des SRC.

### Humidité et aridité(HA) du SRC

Des alois différents contenus du SRC ont été expérimentés dans le fourneau à sécher, à la température de 60 degrés pendant un jour. Puis ils ont été mis dans l'eau de 21 degrés et ils y sont restés 24 heures. C'était une ex. des HA. Le 2-ième tableau montre le résultat des alois (poinçon 2) ayant des contenus de 4,6,8% de ciment. Et il montre aussi la capacité d'endurer les HA

Solidité du serrement

le cycle des HA

Le CC.

2- ième tableau. la dépendance du SRC par rapport à la qualité du cycle des HA  
La solidité du SRC et sa dépendance de la quan. du cycle des HA dépendent du CC. Elles ont de différentes régularités. La dép. devient parabol carré quand le CC atteint 4%.

$$R(4\%) - (2)$$

Si le contenu atteint plus de 4%, cette dep. s'exprime par la formule suivante.

$$R(4\%) - (3)$$

m- la quan. des HA; c1...c8- espèces du sol, coefficient dépendant du CC. La quantité du cycle des HA et la solidité du SRC augmentent simultanément. La limite de cette augmentation est différente en dépendant du CC. Si le CC atteint plus de 4%, l'aug. de la solidité s'arrête après 11-ième et 12-ième cycles et puis baisse. Une grande fermeté du SRC pendant des HA montre qu'il est possible de l'utiliser au climat continental.

## Usure et fermeté de la couche supérieure(CS)

UF de la surface routière donnent de l'importance aux recherches des routes à un prix raisonnable.

On a utilisé un nouvel appareil d'ex. et qui a été construit par la corporation <<Nippon Hodo>> du Japon afin d'étudier l'usure de la surface routière. Des surfaces des alois du SRC ont été frictionnées par la liquide du bitume japonais et par celui mongol. Tous les bitumes ont été chauffés et dilués. Et puis on a étudié l'usure en la comparant aux alois dont des surfaces n'ont pas été élaborées.

Le tuyau en caoutchouc à pied d'appareil est très solide et il endure bien le chargement direct, la force du frolement et perd très peu sa forme. On a examiné la profondeur du creux qui est apparu après des actions fréquentes de l'usure et du manque du poids d'alois. Pendant l'ex. nous sommes arrivés à quelques conclusions.

On voit la baisse considérable du manque global du poids. Ce manque est apparu à cause de l'usure et de sa profondeur. Ce fait ne s'apparaît qu'à la condition que la signification de la pression atteigne 3-5 kg/cm<sup>2</sup>. C'est pourquoi l'élaboration de la surface est utile pour les routes de l'IBC .

A cause de ça, la couche supérieure raffermie par le ciment à condition de l'IBC est capable de pénétrer profondément dans la surface du sol car la liquide du bitume est la meilleure matière pour l'élaboration de cette surface. Si l'on utilisait le liniment en bitume chaud devenant des matériaux élaborés de la surface(S) raffermie par le ciment, la S devrait être séchée au cours de quelques temps, après la production. Quant aux grandes intensités de circulation , la force du frolement de la roue reste toujours très grande. C'est pourquoi il faut réaliser l'élaboration à l'aide d'une pénétration profonde.

### Recherches des champs et les autres ex. au laboratoire

Les résultats de recherche des champs et des autres ex. au laboratoire ont été indiqués autrefois car les résultats principaux vont être indiqués.

### Conclusion et résultat principal

1. D'après des résultats d'ex. au laboratoire de la fermeté du SRC:

-La fermeté(F) du SRC reste assez solide après des actions fréquentes comme CD, HA. Ça montre qu'il est possible d'utiliser cette espèce de sol à la zone ayant une condition instable comme HA, CD, pour la couche supérieure de la route

-Si l'on compare la solidité relative du sol raffermi par l'ex. des HA, et son manque de poids à celle des CD, on peut conclure qu'il y a une relation commune qui ne dépend pas du changement climatique.

-Si l'on compare des étapes de fragilité, les CD sont plus destructifs pour la F du SRC que les HA

-Le changement de la F du SRC influe à la capacité de route, mais elle est plus utile pour la route de l'IBC.

La couche supérieure raffermee par le ciment est capable de s'opposer à l'usure, à condition de l'IBC.

Mais à cette condition d'ex, le liquide du bitume est des matériaux plus correspondants à l'élaboration de la S. Si l'on utilisait le liniment en bitume chaud, la couche supérieure raffermee devrait être séchée au cours de quelques temps, après la production.

1. Recherches réalisées sur les routes d'essai:

En Mongolie, la solidité de la structure routière, l'indice de la déformation routière dépendent du CC, de l'épaisseur raffermee, du contenu de la couverture, de la couche supérieure routière et du régime d'eau et du chauffage.

-A la condition du climat continental de la Mongolie, le ciment en contenu du sol raffermee doit être 4% ou plus de 4%

-Des indices de la qualité routière dépendent du contenu de la couche principale raffermee. Quand l'épaisseur de la couche raffermee se compose de 2 plis ayant un autre CC, ça deviendra la variante la plus résultante d'ex.

-On a aperçu que le régime d'eau et de chauffage(REC) influe extraordinairement aux indices de la fermeté routière. Les CD influent le plus à la qualité solide de la couche principale raffermee(CPR)

-CPR réduit rigoureusement la déformation de la couche supérieure

-Il est tout à fait possible d'améliorer la fermeté routière en choisissant bien le mélange du sol et du ciment, la couverture routière, le contenu de la base, et la meilleure variante du REC

-Il est nécessaire d'expérimenter la mélange du sol et du ciment en le sechant et mouillant à quelques reprises.

Nous sommes finalement arrivés à conclusion qu'il est tout à fait possible d'utiliser le sol raffermi par le ciment au climat continental de la Mongolie, pour la couche principale de la route de l'IBC.

#### Oeuvres utilisées

{1}<<Quelques résultats d'ex. du SRC au laboratoire>>

{2}<<Argument de recherche de l'Université de Techniques>>

{3}<< Quelques résultats de recherche de la route ayant une couche sableuse raffermie par le ciment, à la condition de steppe>>

#### Des auteurs

Zagdiin Binderya: ingénieur de construction.

1962-1972 école secondaire de Gobi –Altai

1972-1977 Université d'Etat mongole(UEM)

1977-1978 spécialiste au Comite.....(Ulsiin DTDMB)

dès 1978 professeur, directrice d'études, vice- décanat et président à l'UEM, l'école supérieure politechnique, Université de Technique

1991 elle a soutenu une thèse de doctorat au Conseil scientifique de l'institut des ingénieurs et de construction à Leningrade, le titre de recherche est << Fondement du bâtiment>>

1994 elle a obtenu un titre de professeur(PhD)

Toroi Momoi: prof. de l'école de Technique à Ashigaka au Japon.

1963 terminée de l'Université de Tokyo, il intègre l'entreprise de <<Nippon Hodo>>

1978 il a obtenu un titre du docteur-ingénieur à l'Université de Tokyo

1992 il travaille comme le prof. à l'école de Technique à Ashigaka, membre de la Commission routière nationale du Japon, constructeur de la couverture de l'Aéroport de, membre de l'organisation chargée d'améliorer la Technique de la route de campagne.

2000 titulé du prof. honoré de l' Université de Technique

**Jinchivdorjiin Davaasuren: ingénieur d'autoroute**

1978-1988 école secondaire de Dornogobi

1988-1993 école supérieure d'autoroute de Kharikov

1993-1997 il travaille aux entreprises d'autoroute

dès 1997 prof dans la faculté d'autoroute et du bâtiment de l'Université de  
Technique

**Samvuugiin Hasnavch: ingénieur du bâtiment**

1977-1987 école secondaire à Oulan-Bator

1987-1994 institut d'autoroute à Moscou, faculté du bâtiment de l'Université de  
Technique

1997-1999 titulé d'une maîtrise au (ZOST) de l'Université de Technique

des 1999 prof. au faculté d'autoroute et du bâtiment de l'UT.

**Buyanhishigiin Bold: ingénieur d'autoroute et d'Aérodrome**

1978-1988 école secondaire à Oulan-Bator

1988-1994 institut d'autoroute à Kharikov, Ukrain, l'Université de Technique

dès 2001 prof au faculté d'autoroute du bâtiment de l'Université des Science et  
Technologie.