

ホタテ貝殻のスリップ防止材としての応用（第3報）

藤島 勝美*, 赤澤 敏之, 作田 庸一
 富田 恵一, 田中 伸幸**, 佐藤 信一**
 野口 達夫***, 宮下 義孝****, 今田 義明****
 覚知 博之****, 茄子川捷久****, 五十嵐友一****

Application to Non Slip Aggregate of Scallop Shells (Part III)

Katsumi FUJISHIMA*, Toshiyuki AKAZAWA, Youichi SAKUTA
 Keiichi TOMITA, Nobuyuki TANAKA**, Shinichi SATO**,
 Tatsu NOGUCHI***, Yoshitaka MIYASHITA****, Yoshiaki IMADA****,
 Hiroyuki KAKUCHI****, Katuhisa NASUKAWA****, Youichi IGARASHI****

抄 録

本道のホタテ貝の生産量は年々増加し、1995年度の生産量は約37万tである。そのホタテ貝の半分は貝殻であり約19万t産出する。現在、貝殻の利用は、土壌改良材、鶏の餌などに一部使用されている程度である。そこで、貝殻の有効利用を図るため、路面のスリップ防止材としての可能性について検討した。

第1報においては、主に常温で摩擦係数、滑り抵抗を検討した結果、現在使用している散布砂より摩擦係数、滑り抵抗ともに良好であることが認められた。¹⁾第2報においては、低温下における摩擦係数及び滑り抵抗を測定した結果、市販散布砂と同等かそれ以上であることが認められた。²⁾しかし、これまでの報告は、車両がスリップした場合に脱出を図るための砂約4～5kg/m²についての報告である。本報では、圧雪面上及び氷面上へ50～500g/m²に散布した時の摩擦係数及び滑り抵抗を測定した結果、貝殻、散布砂共ほぼ同程度の測定値を示した。また、実車による実用試験の結果、路面の状態、外気温度、路面温度、日射の有無などに影響を受けるため断定はできないが、散布砂と同等かそれ以上の効果も期待される結果を得た。

1. はじめに

北海道の噴火湾地区におけるホタテ貝の養殖は、1970年頃より実施され、現在では地域産業を支える基幹産業として発展してきた。

その間、貝毒の問題、イガイ、ホヤなどの養殖付着物、貝殻、ウロ中のカドミウムなどの廃棄物処理の問題が漁業者をはじめ、漁協、市町村などの各関係機関で協議検討されてきた。1995年度の北海道のホタテ貝生産量は37万tで、ホタテ貝を部分別に分割すると貝柱13%、卵10%、耳9%、ウロ5%、貝殻52%である。したがって、最大の廃棄物は貝殻で約19万tである。その利用状況は、土壌改良材、鶏の餌、海

底改良材などに利用されているが1万tにも満たない量であり、まだ多くの利用拡大が必要である。

これまでの報告、第1報¹⁾及び第2報²⁾において、冬期間に車両がスリップした時、脱出をはかるために砂などのスリップ防止材を4～5kg/m²散布したときの結果について報告した。

本報では、圧雪板、凍結板に500g/m²以下散布した時の摩擦係数と滑り抵抗を測定した結果と実車による実用試験を実施した結果について報告する。なお、北海道ではスパイクタイヤの禁止により、'91年度から'93年度の焼砂の使用量を図1に示した。³⁾スタッドレスタイヤの使用が増加すると共に年度を追って約2から4倍焼砂の使用量が増加している傾向を示している。このような背景により焼砂の量が不足し、価格も高騰している状況にある。

*現(株)富士計器, **未利用資源利用開発協同組合

*** (社)北海道雇用開発協会, ****北海道自動車短期大学

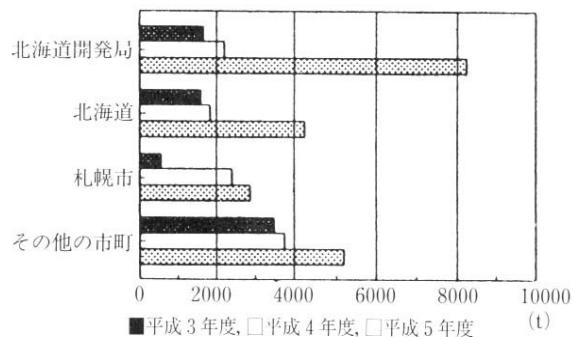


図1 砂，碎石の年度別使用量

2. 実験方法及び試料の調製

2.1 試料の調製

貝殻からのスリップ防止用試料は第1報に報告した通りである。ホタテ貝殻を横型の石うす式粉碎機（植崎製作所製）で粉碎，105℃で3時間乾燥後，8～48meshの試料を調製し試験に供した。なお，前報までは8～100meshの試料についても試験したが，粒子の小さい試料を含むことによる種々の問題点，例えば，散布時の手，衣服などの汚れなどがあり試料を1種類とした。（写真1参照）

又，ホタテ貝殻及び市販散布砂の表面に各氷点降下剤が約15%程度に付着した試料を調製した。その氷点降下剤は次のものを使用した。

- (1) CMA（酢酸カルシウムマグネシウム）
- (2) CaCl₂（塩化カルシウム）
- (3) 尿素
- (4) NH₄NO₃（硝酸アンモニウム）

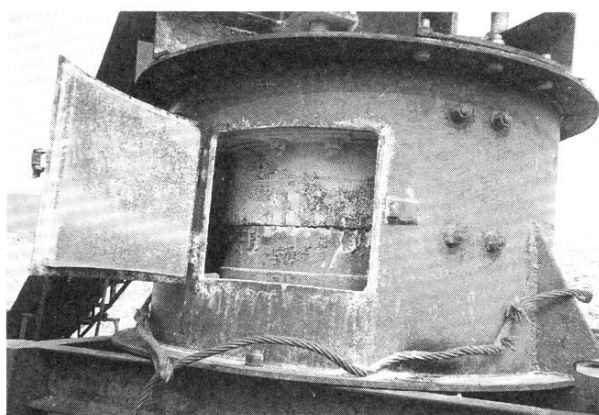


写真1 貝殻の横型粉碎機

2.2 実験方法

2.2.1 摩擦係数

摩擦係数の測定については，第1報¹⁾にて詳細に示してあるが，本実験では，低温室の中へ摩擦係数の測定機を設置し所定の低温下で測定した。なお，移動板は前報までは，新タ

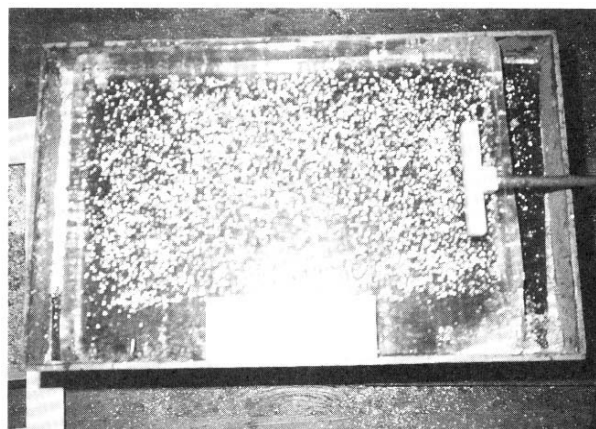


写真2 摩擦係数測定前に氷面上に貝殻を100 g/m² 散布した状態

イヤ，古タイヤ，平ゴム板を用いたが，本報では新タイヤのみにて試験した。又，固定板としては，氷面上及び圧雪板上に貝殻粉砕物の所定量を所定の面積に散布し，静，動摩擦係数を測定した。

なお，前報²⁾と異なるのは，固定板として圧雪板を使用することである。

この圧雪板は，写真3～6に示すように，型の中へ雪を入



写真3 型枠の中へ雪を入れ，プレスにて圧雪している状態



写真4 プレス後型枠より脱型している状況

れ、所定の圧力及び時間で、圧雪板を成形し、低温室の中へ保存し固定板として用いた。更に異なることは、前報までは、車がスリップした時に脱出をはかるために4～5kg/m²散布したが、本報²⁾では、一般路面上に散布することを目的とした



写真5 圧雪板が出来た状況



写真6 低温室内で圧雪板を保存している状況

試験を実施したので、500g/m²以下を散布した。

2.2.2 滑り抵抗値の測定

滑り抵抗値の測定については、第1報¹⁾にて詳細に示した。本報では、写真7のように、低温室の中へ滑り抵抗機を設置し所定の低温下で測定した。なお、固定板については、摩擦係数の測定に使用した氷板、圧雪板を用いた。又、試料の散布量も同様に、一般路面上に散布することを目的として500g/m²以下にして滑り抵抗試験を実施した。



写真7 低温室内ですべり抵抗値を測定している状況

3. 実験結果及び考察

3.1 摩擦係数

3.1.1 氷の面上における摩擦係数

表1に氷の面上における0℃、-5℃、-10℃の温度で50g/m²、100g/m²、及び150g/m²で摩擦係数を測定した結果を示した。この結果については、各温度ごとに考察する。

表1 氷の面上における摩擦係数

| 固定板および 供試料 | 散布量および静摩擦係数 | | | | | | | | | 摘 要 |
|--|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---|
| | 0℃ | | | -5℃ | | | -10℃ | | | |
| | 50g/m ² | 100g/m ² | 150g/m ² | 50g/m ² | 100g/m ² | 150g/m ² | 50g/m ² | 100g/m ² | 150g/m ² | |
| 氷 面 | 0.28 | | | 0.29 | | | 0.24 | | | 散布量： 滑り体の重量：4.5kg " 寸法： 新タイヤ：97m×197m 乾式法 静：静摩擦係数 動：動摩擦係数 |
| 貝 殻 (8～48メッシュ) | 0.35 | 0.40 | 0.39 | 0.32 | 0.33 | 0.32 | 0.25 | 0.27 | 0.27 | |
| 砂 (D-1) | 0.34 | 0.38 | 0.40 | 0.28 | 0.32 | 0.32 | 0.25 | 0.27 | 0.27 | |
| 配合砂 (1:1) | 0.36 | 0.36 | 0.40 | 0.28 | 0.32 | 0.31 | 0.26 | 0.27 | 0.26 | |
| CMA (14%付着) | 0.36 | 0.41 | 0.43 | 0.31 | 0.38 | 0.38 | 0.31 | 0.31 | 0.31 | |
| CaCl ₂ (14%付着) | 0.33 | 0.37 | 0.38 | 0.32 | 0.38 | 0.38 | 0.36 | 0.36 | 0.37 | |
| 尿 素 (14%付着) | 0.35 | 0.38 | 0.36 | 0.32 | 0.35 | 0.33 | 0.33 | 0.32 | 0.34 | |
| NH ₄ NO ₃ (13%付着) | 0.33 | 0.40 | 0.40 | 0.30 | 0.31 | 0.33 | 0.36 | 0.36 | 0.36 | |

(1) 0℃

測定温度0℃で、氷の面上に各試料を50～150g/m²の範囲で散布した時の摩擦係数を測定した結果、各試料について、散布量が増加するにつれて摩擦係数が大きくなる傾向を示した。又、ホタテ貝殻>配合砂=市販散布砂の順に摩擦係数は小さくなる。氷点降下剤の効果では、CMA>ホタテ貝殻>NH₄NO₃>尿素>CaCl₂の順に摩擦係数が小さくなることが認められた。したがって、ホタテ貝殻にCMAを付着することは摩擦係数の向上に効果があることが認められた。

(2) -5℃

測定温度-5℃で、氷の面上に各試料を50～150g/m²の範囲で散布した時の摩擦係数を測定した結果は次の通りである。

散布量50g/m²では、測定温度0℃の時と同様に摩擦係数は小さいが、散布量100～150g/m²では、ほぼ変わらない摩擦係数を示す傾向にある。又、ホタテ貝殻、市販散布砂、配合砂共に摩擦係数に差が認められない。氷点降下剤の効果では、CMA、CaCl₂などその他の降下剤とホタテ貝殻に付着させることは摩擦係数の向上に効果があることが認められた。

(3) -10℃

測定温度-10℃で、氷の面上に各試料を50～150g/m²の範囲で散布した時の摩擦係数を測定した結果は次の通りである。

測定温度が-10℃になると散布量に関係なく、ほとんど同程度の摩擦係数を示すことが認められた。又、ホタテ貝殻、市販散布砂、配合砂と摩擦係数に差がないことが認められた。しかし、氷点降下剤の効果は、顕著に認められ、低温下になるにつれ摩擦係数の向上には効果があることが認められた。

3.1.2 圧雪板の面上における摩擦係数

表2に圧雪板の面上における0℃、-5℃、-10℃の測定温度で各試料の散布量を氷の面上の摩擦係数の結果から、散布

量を100g/m²として実施した結果は次の通りである。

氷の面上と圧雪板の面上の摩擦係数を比較すると圧雪面上が約2倍弱である。各測定温度においては、ホタテ貝殻>配合砂≥市販散布砂の順に摩擦係数は小さい。氷点降下剤の効果については、CMAが各測定温度において有効であることが認められた。

表2 圧雪板の面上における摩擦係数

| 固定板および供試料 | 散布量 (100g/m ²) | | |
|---|----------------------------|------|------|
| | 0℃ | -5℃ | -10℃ |
| 圧雪面 | 0.50 | 0.45 | 0.52 |
| 貝殻 | 0.58 | 0.49 | 0.60 |
| 砂 (D-1) | 0.53 | 0.47 | 0.58 |
| 配合砂 (1:1) | 0.53 | 0.47 | 0.62 |
| CMA (14%付着) | 0.62 | 0.67 | 0.64 |
| CaCl ₂ (14%付着) | 0.56 | 0.53 | 0.58 |
| 尿素 (14%付着) | 0.51 | 0.56 | 0.58 |
| NH ₄ NO ₃ (13%付着) | 0.51 | 0.53 | 0.58 |

3.2 滑り抵抗

3.2.1 氷の面上における滑り抵抗

表3に氷の面上における0℃、-5℃、-10℃の温度で各試料の散布量を50～150g/m²で、滑り抵抗を測定した結果を示した。この結果については、各温度ごとに考察する。

(1) 0℃

測定温度0℃で、氷の面上に各試料を50～100g/m²の範

表3 氷の面上におけるすべり抵抗値

| 固定板および供試料 | 散布量および静摩擦係数 | | | | | | | | | 摘要 |
|---|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------|
| | 0℃ | | | -5℃ | | | -10℃ | | | |
| | 50g/m ² | 100g/m ² | 150g/m ² | 50g/m ² | 100g/m ² | 150g/m ² | 50g/m ² | 100g/m ² | 150g/m ² | |
| 氷面 | 16 | | | 18 | | | 16 | | | 散布面積：150cm ² 乾式 |
| 貝殻 (8~48メッシュ) | 30 | 33 | 33 | 33 | 41 | 43 | 19 | 22 | 23 | |
| 砂 (D-1) | 30 | 38 | 40 | 36 | 39 | 40 | 24 | 24 | 25 | |
| 配合砂 (1:1) | 33 | 40 | 38 | 35 | 39 | 42 | 23 | 25 | 28 | |
| CMA (14%付着) | 25 | 38 | 43 | 25 | 34 | 40 | 20 | 27 | 26 | |
| CaCl ₂ (14%付着) | 26 | 32 | 40 | 27 | 34 | 38 | 20 | 22 | 25 | |
| 尿素 (14%付着) | 24 | 29 | 32 | 24 | 32 | 40 | 20 | 25 | 27 | |
| NH ₄ NO ₃ (13%付着) | 24 | 33 | 35 | 26 | 36 | 40 | 20 | 25 | 25 | |

圃で散布した時の滑り抵抗を測定した結果、各試料とも、散布量が増加すると共にすべり抵抗は大きくなる傾向を示した。又、配合砂>市販散布砂>ホタテ貝殻の順で滑り抵抗が小さくなる。

氷点降下剤のホタテ貝殻への付着効果は、CMA が他の氷点降下剤に比べより効果があることが認められ、この結果は、摩擦係数の結果と同様である。

(2) - 5℃

測定温度-5℃で、氷の面上に各試料を50~150g/m²の範囲で散布した時の滑り抵抗を測定した結果は次の通りである。

測定温度0℃で滑り抵抗を測定した時と同様に、各試料ともに散布量が増加すると共に滑り抵抗が大きくなることが認められた。又、ホタテ貝殻>配合砂>市販散布砂の順に滑り抵抗は小さくなる傾向を示した。氷点降下剤の効果については、その効果が認められず、疑問に思い再試験を実施したが同様の結果であり、その原因については不明である。

(3) - 10℃

測定温度-10℃で、氷の面上に各試料を50~150g/m²の範囲で散布したときの滑り抵抗を測定した結果は次の通りである。

測定温度0℃及び-5℃で滑り抵抗を測定したときと同様に各試料ともに散布量が増加すると共に滑り抵抗が増加することが認められた。又、配合砂>市販散布砂>ホタテ貝殻の順で滑り抵抗が小さくなる傾向を示した。氷点降下剤の効果については、CMA > 尿素 > NH₄NO₂ > CaCl₂ > ホタテ貝殻の順に滑り抵抗が小さくなり氷点降下剤の付着が有効であることが認められた。しかし、測定温度0℃、-5℃に比べ全試料共に滑り抵抗が小さい値を示した。これは、氷の表面が低温になり硬く滑りやすい表面に変化しているものと考えられる。

3.2.2 圧雪板の面上における滑り抵抗

表4に圧雪板の面上における0℃、-5℃、-10℃の測定温度で各試料の散布量を100g/m²として滑り抵抗を測定した結果は次の通りである。

氷の面上と圧雪板の面上の滑り抵抗を比較すると圧雪面は約3倍である。総合的に評価すると、配合砂>市販散布砂>ホタテ貝殻の順で滑り抵抗が小さくなる傾向を示す。又、氷点降下剤の効果については、圧雪板の面上ではあまり有効でないようである。しかし、摩擦係数の結果と同様にCMAが氷点降下剤の中で良好である。

3.2.3 氷の面上における摩擦係数と滑り抵抗に及ぼすCMA添加量の影響

表5に氷の面上における摩擦係数と滑り抵抗に及ぼすCMAの添加量の影響について示した。

測定温度は-5℃で散布砂は100g/m²で測定した結果、ホタテ貝殻、市販散布砂共に摩擦係数及び滑り抵抗ともに同

表4 圧雪板の面上におけるすべり抵抗値

| 固定板および 供試料 | 散布量 (100g/m ²) | | |
|--|----------------------------|-----|------|
| | 0℃ | -5℃ | -10℃ |
| 圧雪面 | 44 | 40 | 41 |
| 貝殻 | 50 | 55 | 43 |
| 砂 (D-1) | 55 | 53 | 45 |
| 配合砂 (1:1) | 56 | 56 | 45 |
| CMA (14%付着) | 48 | 50 | 45 |
| CaCl ₂ (14%付着) | 44 | 41 | 41 |
| 尿素 (14%付着) | 45 | 41 | 43 |
| NH ₄ NO ₃ (13%付着) | 48 | 42 | 42 |

表5 氷の面上における摩擦係数とすべり抵抗におよぼすCMA添加量の影響

| 固定板および 供試料 | -5℃ | | |
|---------------|----------------------------|------|------|
| | 散布量 (100g/m ²) | | |
| | 摩擦係数 | | 滑り抵抗 |
| 静摩擦 | 動摩擦 | | |
| 氷面 | 0.30 | 0.29 | 18 |
| 貝殻CAM5% | 0.30 | 0.29 | 30 |
| " 10% | 0.33 | 0.29 | 35 |
| " 15% | 0.33 | 0.33 | 34 |
| 砂CAM5% | 0.32 | 0.28 | 33 |
| " 10% | 0.31 | 0.30 | 35 |
| " 15% | 0.33 | 0.31 | 35 |

*測定方法：貝殻および砂に粒状CMAの所定量を配合した試料を散布して10分後に測定した。

じような結果を示した。又、CMAの添加量が増加するにつれて摩擦係数及び滑り抵抗値はやや増加する傾向にあるが、CMAの添加量は10%で平衡状態の傾向を示した。

以上の基礎試験の結果に基づき、実車による各種スリップ防止材の評価試験を士別市にある自動車試験コース及び虻田町の洞爺湖温泉街の一般道路にて試験した結果について報告する。なお、この試験については、北海道自動車短期大学の宮下ら4)が主となり共同研究で実施したのでその一部を報告する。

4. 実車による実用試験

4.1 スリップ防止材の種類

試験に使用したスリップ防止材は、次の通りである。

- (1) ホタテ貝殻 (8~48メッシュ)

- (2) ホタテ貝殻と CMA の混合物（15%混合）
 - (3) ホタテ貝殻と砂（市販散布砂）の混合物（重量比 1:1）
 - (4) 市販散布砂
- の 4 種類である。

4.2 試験方法及び条件

(1) 自動車試験コース

士別市にある寒地技術研究会所有の自動車試験コース（写真 8）において、平坦直線の圧雪路、氷盤路、ツルツル圧雪路などで、3×30m（幅×長さ）の面積に各スリップ防止材を散布し試験した。



写真 8 士別自動車氷面試験コース

(2) 虻田町一般道路

胆振管内虻田町洞爺湖温泉街の一般坂道であるおよそ 7% の勾配の圧雪路（写真 9）で試験した。散布面積は、3×30m（幅×長さ）の面積に各スリップ防止材を散布し試験した。以上の試験コース及び一般道路で試験した車は、トヨタの 4 輪駆動車で型式は E-ST 195 AT 車（写真 10）である。

$$\mu = \frac{V^2}{254 \times L} \quad \mu = \text{摩擦係数}$$

制動性能試験のほか、発進性能試験、登坂性能試験、登坂下り制動性能試験などを試験した。以上の試験には、試験車の前側に非接触型速度計のレンズ部（写真 11）で路面に存在する各種のムラを特定の同期信号だけを抽出し、記録部（写真 12）でデジタル処理することにより移動速度、移動距離、移動時間を測定した。

(3) 試験方法

各コースにおいて、指定初速度 30km/h になるように助走し、一定速度に達した地点でロック制動を行い、この時の制動初速度、制動距離、制動時間及び平均減速度（タイヤ面と路面の摩擦係数）を求めた。データは、JIS D1013 の規格に基づいて処理したものである。



写真 9 虻田町洞爺湖温泉街の一般坂道



写真 10 試験車（トヨタ 4 輪駆動車）



写真 11 試験車の前側に非接触型速度計のレンズ部



写真 12 レンズからの信号をデジタル処理する記録部

$$L = L_0 \cdot (V / V_0)^2$$

ただし、L = 補正制動距離 (m)

L₀ = 測定制動距離 (m)

V = 指定初速度 (km/h)

V₀ = 測定初速度 (km/h)

4.2 試験結果及び考察

(1) 士別自動車試験コース

表6に、各種スリップ防止材の圧雪路、氷盤路における制動試験の散布1時間後の結果を示した。

その結果、無散布の0.329を指数100として比較すると、圧雪路では各スリップ防止材には顕著な差が認められなかった。しかし、氷盤路では無散布の摩擦係数0.116を指数100とすると、貝殻は163%、砂は134%となり、各スリップ防止材とも大きな効果が認められた。

特に貝殻に大きな効果があったのは、砂粒子と比較して、タイヤトレッド表面への吸着性がよかったことと、タイヤで

押し込むことより集められた貝殻の細片が氷の表面をひっかくなどの効果が作用したものと判断される。

(2) 虻田町一般坂道

表7に、各スリップ材の下り勾配7%の圧雪路における下り制動試験の結果を示した。

その結果、無散布の摩擦係数を100とした散布路の指数から各種スリップ防止材の散布効果が認められ、砂>貝殻+砂>貝殻+CMA>貝殻の順で良好であった。

このほか、表8に、町職員が一般の道路で手撒き散布している状態(写真13)での性能試験を実施した結果を示した。

その結果、散布量は貝殻は219g/m²で砂は300g/m²であり、容積には、ほぼ同容積を散布している。又、無散布に対して貝殻、砂とも効果が認められたが、貝殻に比べ砂の方がやや効果がある。

表6 士別自動車試験コースにおいて散布1時間後圧雪路、氷盤路の制動性能試験(無散布路の指数を100)

| 路面別 | 圧雪路 | | 氷盤路 | | 備考 |
|------------|---------|-------|---------|-------|----|
| | 摩擦係数(μ) | 指数(%) | 摩擦係数(μ) | 指数(%) | |
| スリップ防止材の種類 | | | | | |
| 貝殻 | 0.340 | 103 | 0.189 | 163 | |
| 貝殻と砂の混合 | 0.353 | 107 | 0.159 | 137 | |
| 貝殻とCMAの混合 | 0.330 | 100 | 0.181 | 156 | |
| 砂 | 0.339 | 103 | 0.156 | 134 | |
| 無散布 | 0.329 | 100 | 0.116 | 100 | |

表7 虻田町一般坂道における勾配7%の圧雪路の制動性能試験(散布1時間後)

| 路面別 | 無散布路 | | 散布路 | | 備考 |
|------------|---------|-------|---------|-------|------------|
| | 摩擦係数(μ) | 指数(%) | 摩擦係数(μ) | 指数(%) | |
| スリップ防止材の種類 | | | | | |
| 貝殻 | 0.294 | 100 | 0.314 | 107 | 下り勾配約7%を制動 |
| 貝殻と砂の混合 | 0.265 | 100 | 0.300 | 113 | |
| 貝殻とCMAの混合 | 0.280 | 100 | 0.306 | 109 | |
| 砂 | 0.237 | 100 | 0.271 | 114 | |

表8 一般手撒きによる性能試験(無散布路の指数を100)

| スリップ防止剤種別 | 制動性能試験 | | 登坂性能試験 | | 備考 |
|-----------|--------|-------|--------|-------|---------------------------|
| | 手蒔き散布 | 無散布 | 手蒔き散布 | 無散布 | |
| 貝殻 | μ | 0.326 | 0.281 | 0.180 | 散布量(219g/m ²) |
| | 指数 | 116 | 100 | 118 | |
| 砂 | μ | 0.289 | 0.239 | 0.165 | 散布量(300g/m ²) |
| | 指数 | 121 | 100 | 123 | |



写真 13 手撒きの状況

5. まとめ

5.1 氷面上、圧雪面上の摩擦係数と滑り抵抗

(1) 氷の面上での静摩擦係数

- ① いずれの散布材とも散布量が増加すると静摩擦係数は大きくなる傾向を示した。
- ② 貝殻粉砕物と市販散布砂ではほぼ同程度の摩擦係数である。
- ③ 測定温度の影響では、 -10°C で測定した静摩擦係数は 0°C より小さい。これは低温下になるにつれて氷の表面が硬くなるため引っかかりが少なくなるためと推定する。
- ④ 貝殻粉砕物の表面に数種の氷点降下剤を添加した結果、未添加のものより静摩擦係数は大きくなる傾向を示した。特に -10°C で低かった静摩擦係数が顕著に大きくなることが認められた。氷点降下剤は塩化カルシウム、CMAが良好である。

(2) 圧雪面上での摩擦係数

- ① 測定温度が -5°C における静摩擦係数がいずれの散布材についても小さい。
- ② 氷点降下剤の添加は効果があり、特にCMAの添加は効果がある。
- ③ 圧雪面上でも貝殻粉砕物は市販散布砂より良好である。

(3) 氷面上での滑り抵抗

- ① 各散布材とも各測定温度において散布量が増加すると滑り抵抗値も大きくなる。
- ② -10°C で測定した滑り抵抗値は小さい。これは静摩擦係数と同様な結果を示し氷の表面硬さによるものと推定する。
- ③ 氷点降下剤の添加は滑り抵抗値を小さくしている。これは氷の表面が氷点降下剤により溶解し表面がぬれているためであると推定するが、更に検討を要する。

(4) 圧雪面上の滑り抵抗

氷の面上で測定した滑り抵抗値と同様に -10°C での滑り抵

抗値は小さく、又、氷点降下剤の添加も滑り抵抗を小さくしている。これは、氷面上の場合と同様に表面がぬれ状態になっているためと推定する。

5.2 実車による実用試験

(1) 士別自動車試験コース

- ① 氷盤路では、無散布を100%とすると、貝殻粉砕物は163%、市販散布砂は134%であり、基礎試験で測定した摩擦係数、滑り抵抗値などと同様に貝殻が良好である。
- ② 時間の経過と共に貝殻とCMAの混合が効果がある。

(2) 虻田町一般道路

- ① 勾配7%の圧雪路における結果では、市販散布砂が114%で、貝殻粉砕物は107%でやや市販散布砂が良好である。
- ② 一般職員による手撒きでは、散布量は貝殻粉砕物で $219\text{g}/\text{m}^2$ 、市販散布砂は $300\text{g}/\text{m}^2$ であるが、容積にするとほぼ同容積である。又、市販散布砂は散布量も多いが、その指数は121%で貝殻粉砕物116%より良好である。以上の如く、貝殻粉砕物は路面の状況及び気象条件にもよるが、市販散布砂と同等かそれ以上の効果も期待できるものと判断される。又、砂あるいは氷点降下剤との混合など、まだ基礎試験も必要である。

実用試験についても、路面の状態、外気温度、路面温度、日射の有無など気候の状況により大きく影響するため、試験を継続する必要がある。又、散布後、雪が融けた後の道路の状態、排水路への影響、粉塵調査など環境調査が必要である。

6. 謝辞

本研究を実施するに当たり、元北海道立工業試験場の川端昇氏、北海道中小企業団体中央会胆振支部事務所金沢良光氏、虻田町役場経済部土木係長三上柄の皆様に種々のご協力を賜ったことに対し、感謝の意を表します。

文 献

- 1) 藤島勝美他、ホタテ貝殻のスリップ防止材としての応用 (第1報) 北海道立工業試験場報告 (No.293) 1994
- 2) 藤島勝美他、ホタテ貝殻のスリップ防止材としての応用 (第2報) 北海道立工業試験場報告 (No.294) 1995
- 3) 宮本修司他、凍結路面対策としてのすべり止め材の利用について 北海道開発土木研究所 道路部交通研究室、1994年9月
- 4) 宮下義孝他、ホタテ貝殻のスリップ防止材としての性能評価 北海道自動車短期大学、1996