

V-228 コンクリート舗装のすべり摩擦係数の低下要因についての一考察

北海道開発局 留萌開発建設部	豊田 義明
北海道開発局 開発土木研究所	正会員 高橋 守人
	正会員 池田 浩康
	正会員 森 一宏

1. まえがき

車両のタイヤと路面との間のすべり摩擦係数は、車両走行の安全性に対して最も重要な要素である。北海道の道路におけるコンクリート舗装区間のうち、海岸沿いのトンネル及び覆道内の出入口付近においてすべり摩擦係数が低下している傾向が見られた。

そのため、このような箇所における舗装の表層面におけるすべり摩擦係数の測定や表面採取試料の分析等を行い、化学的または物理的性状を把握し、すべり摩擦係数の低下の要因を検討することとした。

その結果、カルサイトの生成・再結晶がすべり摩擦係数低下の一要因として考えられる事が解った。

2. 調査・試験内容

日本海側の道路におけるトンネル及び覆道内のコンクリート舗装を調査対象とした。

現地では、すべり摩擦係数（DF テスター）、レーザセンサによる路面のセンサきめ深さを測定した。室内試験用の試料として、粗骨材の露出していない箇所の表面 0.5mm 以内を削り取り、コアの採取も行った。

また、室内試験では、以下の試験を行った。

- ① X線回折（削り取り試料の結晶鉱物組成を確認）
- ② 酸抽出分析（含有成分及び海水の影響を把握）
- ③ 表面断面顕微鏡観察（表面の断面構造の観察）

3. 現地調査（すべり摩擦係数）結果

- 1) 海岸部の普通路面（トンネル・覆道以外の直接雨にあたる路面）は、すべり摩擦係数は高い（ $\mu > 0.7$ ）が、トンネル内では、普通路面の約 40～75% に低下している（図-2）。

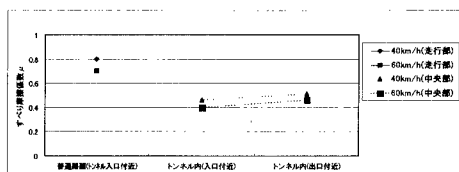


図-1 現地調査したすべり摩擦係数の一例

- 2) トンネル毎の差はあるが、タイヤ走行部より摩擦の少ない中央部ですべり摩擦係数が低下している場合がある。
- 3) 海岸から約 2 km 離れた山間部に位置するトンネルでも、海水の影響をほとんど受けないにもかかわらず、すべり摩擦係数は、 $\mu = 0.5$ 前後であった。

4. 室内試験結果

表面採取試料のX線回折で検出された結晶鉱物は、石英、長石、雲母、カルサイト（方解石）、塩化ナトリウム、石膏（硫酸カルシウム）であった（図-3）。コアボーリングで採取した内部コンクリート粉のX線回折では、カルサイトは検出されておらず、カルサイトが生成されるのは、コンクリ

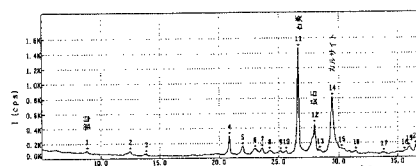


図-2 X線回折チャート一例

キーワード（コンクリート舗装、すべり摩擦係数、カルサイト）

連絡先（住所：〒062-0931 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目 TEL:011-841-1111 FAX:011-841-9747）

ート表面部分で、空気中の二酸化炭素による中性化の現象である。

酸抽出分析結果では、すべり摩擦係数が低い傾向を示す地点で、石灰(CaO)が20%前後の高い値を示した(図-3)。海岸から離れたトンネルや普通路面では、コンクリート内部と表面は同程度だった。酸化マグネシウム(MgO)も石灰(CaO)と同様の傾向を示した。

断面顕微鏡観察の結果では、表面モルタル部に結晶性がみられ、内部と比べて変色している箇所は、表面が光沢をもち平坦であった。

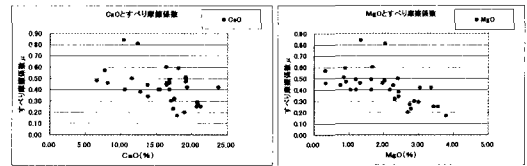


図-3 酸抽出分析試験結果 (CaO, MgO)

5. すべり摩擦係数低下の一考察

測定した値がすべり摩擦係数にどのように影響しているかを統計的手法の一つの主成分分析法を用いて解析した。

分析結果とすべり摩擦係数との相関を分類すると、図-4、5のようになり、固有ベクトル第1主成分とすべり摩擦係数間に相関係数0.7995($R^2=0.6393$)の高い相関があった。

現地の状況と試験結果から、海岸沿いのトンネル・覆道内のコンクリート舗装表面にカルサイト(炭酸カルシウムの結晶で石灰岩と同じ)が生成している。

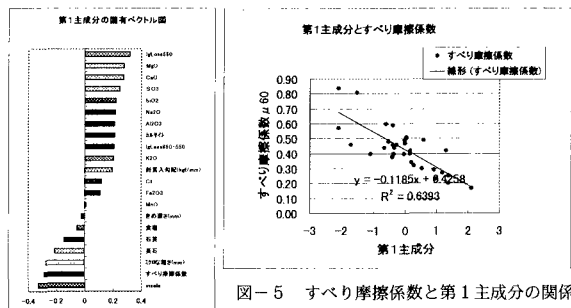


図-5 すべり摩擦係数と第1主成分の関係

普通路面では、カルサイトは溶出しても降雨により流出しやすく路面にはほとんど残らないのであるが、トンネル・覆道内は濡れる程度で一旦溶出したカルサイトは、蒸発・濃縮により再結晶化する。この再結晶化は、海水の影響を受けることにより、海水中に多く含まれているマグネシウムを取り込みより厚く生成しやすい。再結晶化に伴い、ミクロの粗さが補修され平滑になるものと推測される。

図-4 第1主成分固有ベクトル

また、骨材が露出したとしても、再結晶化は骨材表面をカルサイトの薄膜でコーティングするため、本調査地点のように交通量の少ない路面では、表面に残っている可能性が大きい。

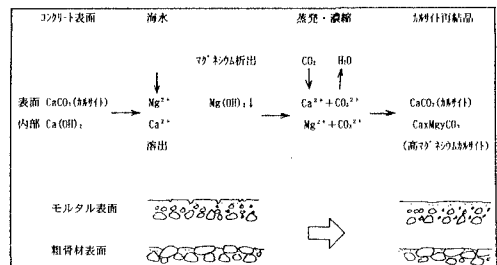


図-6 舗装面のカルサイト再結晶模式(推測)図

6. あとがき

トンネル・覆道内のコンクリート舗装のすべり摩擦係数が低下する要因としてコンクリート表面のカルサイトの生成・再結晶化が大きく関与していると考えられる。長期間の供用で粗骨材が露出している箇所でも、交通量の少ない場合にはカルサイトの再結晶化によりすべり摩擦係数は低下すると思われる。

今後は、配合(骨材の性状も含む)と表面の粗面化の両面からすべり防止対策の検討をするとともに、走行車両への安全走行を喚起していきたい。