

正会員 犬塚 雅生 (北海道工業大学工学部)
 〇正会員 堀口 敬 (北海道工業大学工学部)

1. まえがき

近年の交通量の急激な増加等に伴い、積雪寒冷地地方における冬期間の道路の摩耗現象は大きな問題となっている。このような摩耗現象は一般に路面が積雪状態の時よりもむしろ路面が融雪状態の時に顕著に起り、今後除雪作業の行きわたった状態にある高速道路等の増設に伴い増々大きな問題となるであろう。スライクタイヤの使用の是非をも含め深く検討する必要があると思われる。本研究はコンクリート舗装における耐摩耗性の改善の一方法として鋼繊維補強コンクリート(以下SFRCと記す)の適用を考え、摩耗試験機によりSFRCの摩耗性状を普通コンクリートと比較しつつ究明することを目的としている。

2. 試験概要

2-1 試験用供試体

摩耗試験用の供試体として、40cm(9寸)×15cm(3寸)×5cm(2寸)の寸法の供試体を製作し、使用材料は、細骨材(富士川産,比重2.61,吸水量2.08%,FM2.70)、粗骨材(川王子産,比重2.66,吸水量0.65,FM6.30)、セメント(普通ポルトランドセメント)及び鋼繊維(NKKサニゴ「テスサ5530」、0.5×0.5×30mm)である。

2-2 供試体の配合

供試体の配合は、表-1に示すように、SFRC及び普通コンクリートともに同一配合とし、普通コンクリートは本配合から鋼繊維を抜いている。なおスランジア量、空気量の実際値は、SFRCでスランジア5.5cm、空気量4.0%、普通コンクリートではスランジア20cm、空気量5.8%であった。

表-1 供試体の配合

最大寸法 (mm)	空気量 (%)	W/C (%)	S/a (%)	単位数 (Kg/m ³)				
				W	C	S	G	鋼繊維
13	4±1	44.5	60	196	400 CSA 40	979	666	150

2-3 摩耗試験機(写真-1)

本試験に使用した摩耗試験機は、密閉された円筒型の容器内に、毎分432回転する供試体部と載荷荷重22kgのタイヤ部(写真-2)とから構成される試験機が入っており、集じん装置により、供試体の摩耗粉が採取できる。また本試験に使用したタイヤは市販のスライクタイヤ(520-10,スライク数68本)である。

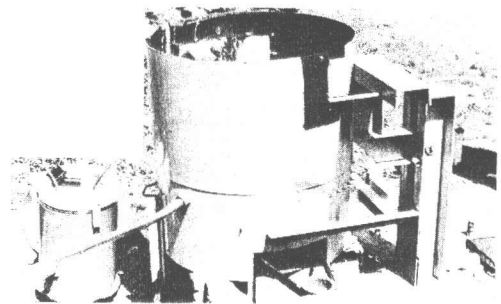


写真-1

2-4 摩耗量の測定

本試験では、供試体の仕上げ面の差異をも検討する意味で供試体作成時における上面及び、下面の2種類の実験を行い、前者を表面、後者を裏面と称した。供試体表面における摩耗試験では、No.1~No.3のSFRC及び、No.4~No.6の普通コンクリートともに約5万回及び、約10万回にわたる摩耗試験を、同じく供試体裏面では約7.8万回及び、約15万回の摩耗試験を行った。また摩耗試験により得られた結果を以下の式により摩耗損失量として定義した。

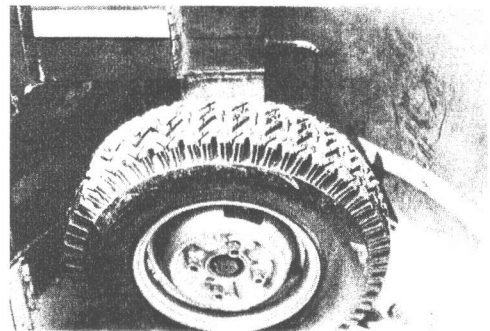


写真-2

$$\text{重量損失率}(\%) = (A - B) \times 100 / A$$

前頁の式でAは摩耗試験前の供試体重量、Bは摩耗試験後の供試体重量である。

2-5 摩耗損失物の成分分析

摩耗試験による損失物は、2-3で述べた方法により採取し、これを次の2種類の方法により成分の基礎的な分析を行った。

(1) 摩耗損失物のふるい分け試験

ふるい分け試験は、JIS A 1102に規定されている試験方法に準じてこれを行った。フルイは、JIS Z 8801による標準フルイ 0.088, 0.15, 0.3, 0.6, 1.2, 2.5, 5.0, 10.0 mmフルイを使用した。

(2) 摩耗損失物の分類とその形状の観察

摩耗損失物の分類を行うため、磁石による鋼繊維の採取と次殿法によるその他の物質の分類を行った。また主として鋼繊維の摩耗物と思われる損失物は顕微鏡写真によって観察を行った。摩耗損失物全体の比重は、上述した概略の分類の後、Helium-Air Pycnometerにより測定し、次に摩耗損失物が、鉄分(鋼繊維及びスパイクタイヤのスパイク等の摩耗物)、ゴム分(主としてスパイクタイヤのタイヤの摩耗物)及びコングリート分(供試体のコングリートの摩耗物)の三要素により構成されているものと仮定した場合の三要素の構成されている割合を計算した。

3. 試験結果

3-1 摩耗量の測定

(1) 供試体表面について

摩耗試験による供試体表面の摩耗量を測定すると図-1に示すようになる。No.3の供試体については、5万回測定時に供試体と摩耗試験機の締結部に破損がみられた。この部分は本来の摩耗量とは全く異なる重量損失量であるのでこの部分の損失量を補正すると、図中に示すNo.3'になる。図中の実線で示したNo.1~No.3, No.3'がSFRCの供試体による重量損失率であり、破線で示したNo.4~No.6が普通コンクリートによるものである。

(2) 供試体の裏面について

供試体の裏面についても同様な方法で摩耗試験の結果を整理すると図-2のようになる。

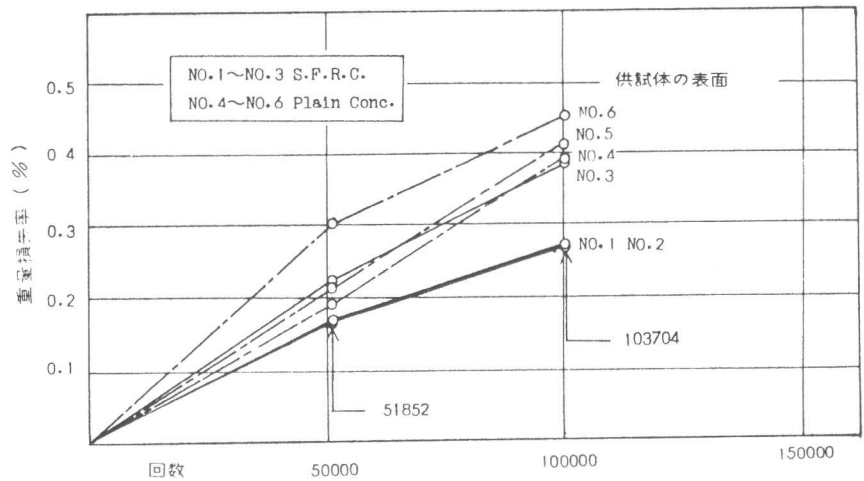


図-1 供試体表面の摩耗量

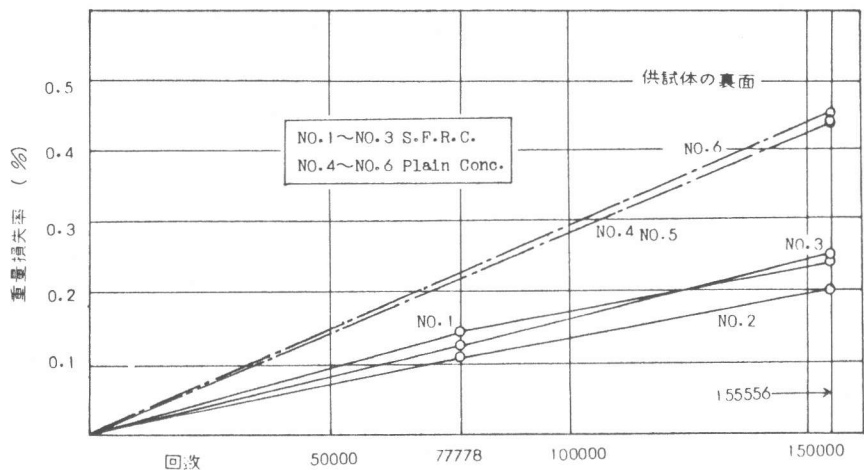


図-2 供試体裏面の摩耗量

3-2 ふるい分け試験

摩耗試験によって得られた摩耗損失物を集じん機により採取し、これをふるい分けすると、図-3, 図-4に示すような結果となる。図-3は、供試体の表面における摩耗試験の結果得られた摩耗損失物のふるい分け試験の結果であり、それぞれの値はすべて3種の供試体の平均値である。同様に、供試体の裏面における摩耗損失物のふるい分け試験の結果が、図-4である。

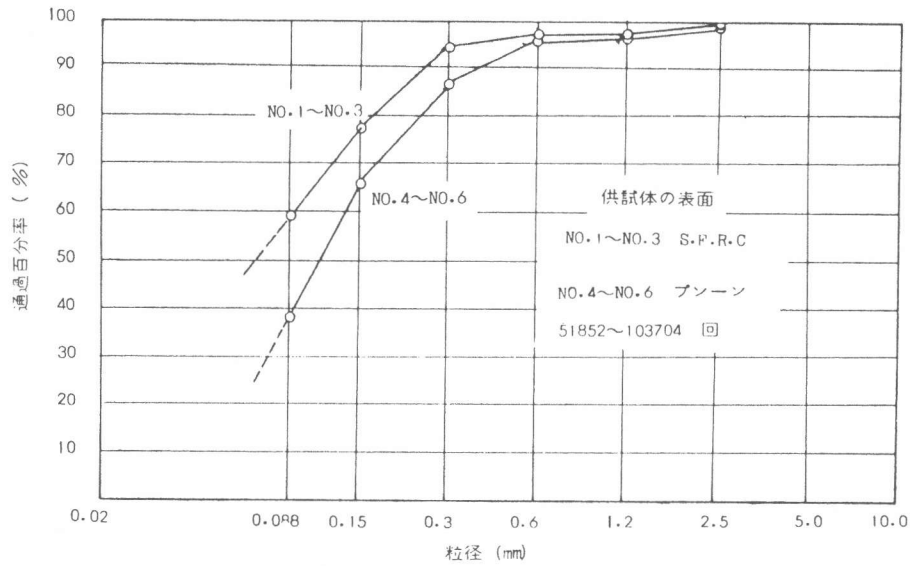


図-3 供試体表面のフルイ分析曲線

3-3 摩耗損失物の分類

摩耗試験により得られた損失物を磁石あるいは、硫酸法により分類した後、これらの損失物の比重を測定した。表-2に示すように、SFRCに関しては、重量百分率ゴム分(比重1.15とした)は15.6%、鉄分(比重7.9)は6.9%となり、コンクリート分(比重2.3)は77.5%となった。普通コンクリートに関しては、ゴム分は22.7%、鉄分は1.4%及びコンクリート分は75.9%程度の値となった。又各サンプルの比重とサンプル量との積をサンプル量で除いた統計の平均値を平均比重として求めたが、SFRCの供試体による摩耗損失物の平均比重は2.51、普通コンクリートの供試体によるものは2.12となった。

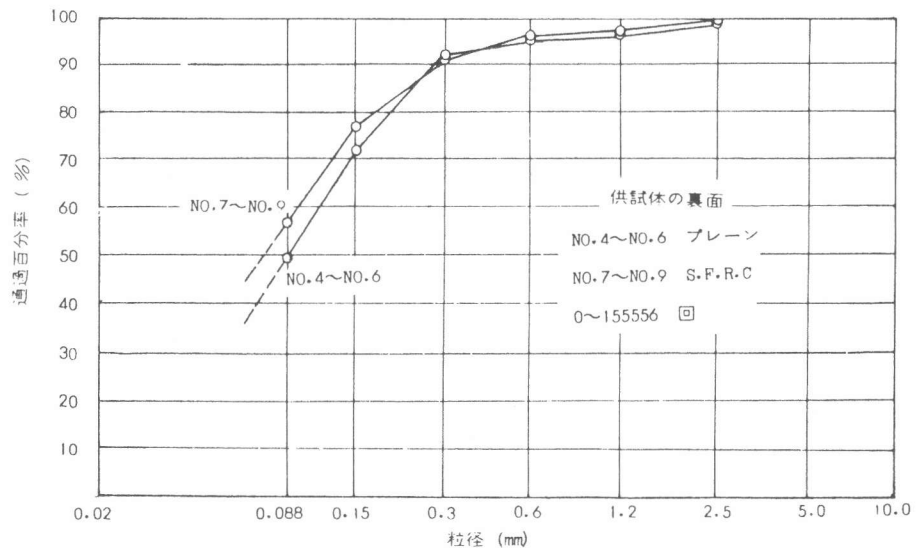


図-4 供試体裏面のフルイ分析曲線

表-2 摩耗粉の比重及び成分

種類	平均比重	ゴム分	コンクリート分	鉄分
S.F.R.C.	2.509	15.60%	77.50%	6.90%
Plain Conc.	2.117	22.72%	75.87%	1.41%

3-4 鋼繊維の摩耗物の性状

SFRC供試体の摩耗損失物の中で、磁石により採取した鉄分の顕微鏡写真が、写真-3, 写真-4である。これらの写真を用いて各々の平均粒径(=√(Aπ × 30 × 4/π))を求め、この平均粒径と度数との関係を



写真-3

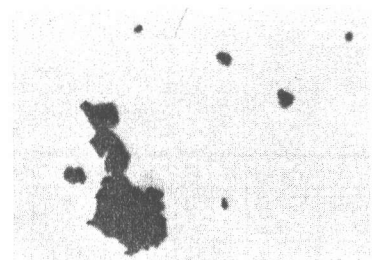


写真-4

ヒストグラムで示すと、図-5の如くなる。また、今回の試験に関しては鋼繊維の引抜けはみられず、採取された摩耗損失物の中で、使用した鋼繊維長の約3/4程度のものが数本あった。

4. まとめ

今回の試験により得られた結果をまとめてみると以下のようになる。

a) SFRCは普通コンクリートに比し耐摩耗性に優れており、重量損失率で比較すると、普通コンクリートの供試体の損失率を100%とする時、SFRCの場合は、供試体表面では、約5万回時で72.0%、約10万回時で64.8%、又供試体裏面では、約7.8万回時で59.0%、約15万回時では51.9%となった(図-1, 図-2)。

b) 供試体の表面と裏面の摩耗量を比較すると、SFRC及び普通コンクリート共に表面の摩耗量の方が大きな値となる。また摩耗量のデータのバラツキの程度も供試体裏面による試験の値の方が小さいようである(図-1, 図-2)。

c) 今回の試験に関する限り、摩耗量と回転回数との関係は、約15万回程度までは定常状態はみられず、直線的な関係にあり、その勾配は、SFRCに比較して普通コンクリートの方が著しく大きな値となった(とくに図-2)。

d) 摩耗損失物の粒度に関しては、SFRCの摩耗粉は普通コンクリートに比較して粒径が小さいものが多い、その傾向は0.3mm以下の粒径に関して特に顕著である(図-3, 図-4)。この結果は、鋼繊維の摩耗粉の粒径が、図-5にみられるように0.044mm~0.3mmの範囲を中心にほぼ正規分布の形状を示している事ともよく一致している。

e) 摩耗損失物の平均比重は、SFRCで2.509、普通コンクリートでは2.117となり、これは鋼繊維の摩耗粉の有無による差が大きな原因と思われる。

最後に本研究は、大林道路株式会社及び札幌市役所に協力いただいた。また一部は昭和53年度文部省科学研究費の補助を受けて実験を行ったものである。付記して謝意を表します。

(参考文献)

- 1) 大塚, 堀口他「鋼繊維補強コンクリートの摩耗について」(土木学会全国大会概要集, 昭53, 9)
- 2) 大塚, 堀口他「鋼繊維補強コンクリートの摩耗性状」(土木学会北海道支部論報, 昭54, 2)
- 3) 戸川, 小柳「タイヤチェーンによるモルタル, コンクリートの摩耗特性に関する基礎的研究」(土木学会論文報告集, 昭51, 4)
- 4) 三和「コンクリート舗装のすりへり抵抗に関する室内試験」(日本道路公団試験所報告, 昭45~)

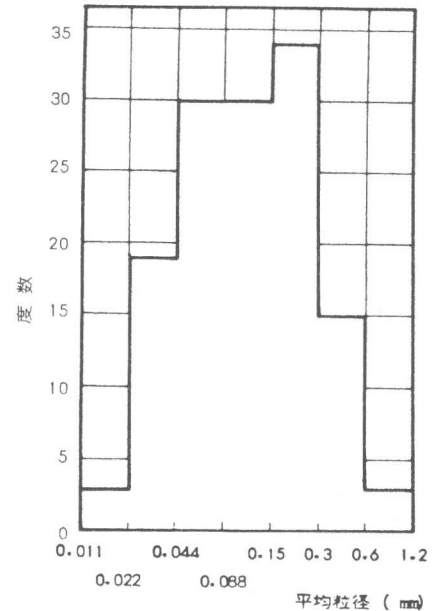


図-5 鋼繊維の平均粒径のヒストグラム