

舗装表面用粗骨材のポリッシングについて

正員 加 来 照 俊*

学生員 ○山 崎 正 則**

正員 板 倉 忠 三***

1. ま え が き

近年、自動車交通の飛躍的な増加により、交通事故の件数も急激にふえてきている。その中で、路面のすべりが原因となって生じる事故は道路が改良され、自動車交通が高速化するにつれて大きな問題となってきた。

舗装表面のすべり抵抗を支配する因子は数多くあるが、最終的には舗装に使用されている粗骨材の性質である。このうち、まだ我国ではほとんど問題にされていないが、欧米各国では粗骨材のポリッシング性状について研究が行われ、実際にその結果を現場に使用しはじめている。

このポリッシングとは舗装表面の粗骨材が自動車タイヤと路面上の微細な砂によって次第にポリッシュされることを言い、その結果、路面のすべり抵抗は減少してゆく。

粗骨材がポリッシュされる程度はその粗骨材の種類によって非常に異なっている。この粗骨材のポリッシング作用を人工的に作り出そうとする実験が1960年に英国道路研究所によって規格化され（以後旧規格と称する）、さらに改訂された規格（新規格）が1967年に作られて現在に至っている。本研究はその英国規格（B.S.812）の新旧両規格に基づいて行った結果を報告し、主に新規格による試験値に対して考察を行い、さらにポリッシングの機構について述べるものである。

2. 試験方法（B.S.812:1967）の概要

(1) 概説

この試験の目的は骨材の *PSV* (Polished-stone value) を決めるためのものであって、その値は舗装表面の中の種々の骨材が交通によってポリッシュされる程度の相対的な尺度を決定するものである。この試験の結果は比較的目的のみに用いられるものであり、現段階ではいかな

る特定の状況の組み合わせによっても限界値を求めることができない。

この試験は

i) 石の試料を特殊な試験機（促進ポリッシング試験機）で促進ポリッシュ作用を受けさせる。

ii) ポリッシュされた試料をポータブル・スキッドレジスタンス・テスターによって測定する。

という二段階の実験から成り立っている。

(2) 試験装置

a 促進ポリッシング試験機（写真—1）

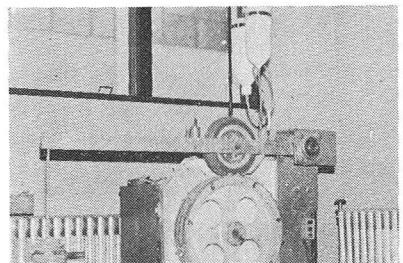
これは次のものを備える。

i) 平らな周縁を有し、14個の供試体をその周縁上に締めつけて石の粒子の連続した表面を形成し、毎分320回転するような道路車輪。

ii) 40kgの総荷重を道路車輪の石の表面上に直径20cmの平滑タイヤをつけた車輪の表面で押し付け、道路車輪の回転とともに自由に回転する装置。

iii) 規定された粒度をもつ36番金剛砂（旧規格では砂と水を一定の割合で供給する装置。

iv) 規定された粒度をもつ金剛砂粉末と水を一定の割合で供給する装置。



写真—1 促進ポリッシング試験機

b 摩擦試験機

ポリッシング用の別のスケールおよびスライダーを

* 北海道大学工学部 助教授

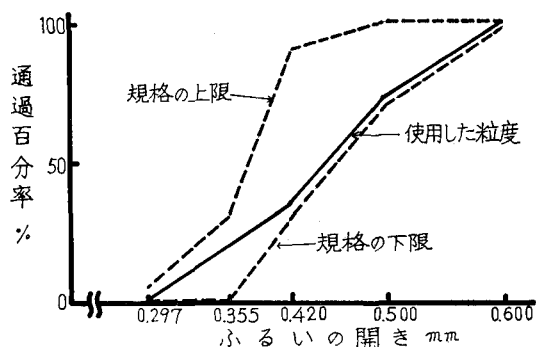
** 北海道大学大学院 工学研究科

*** 北海道大学工学部 教授

有する ポータブル・スキッド・レジスタンス・テスター。

(3) 促進ポリッシング試験の方法

供試体を道路車輪に取り付けて、最初に粗ポリッシングを行う。新規格では図一1に示すような粒度をもつ36番金剛砂を毎分20～35gと同重量の水を供試体表面と空気タイヤ車輪の間に2時間連続的に供給し、機械を停止させて使用した金剛砂を水で洗い落とし、さらに1時間機械を回転させ金剛砂と水を供給する。その後機械を停止し、供試体の表面や粒子の間に入りこんだ金剛砂を洗い落す。



図一1 36番金剛砂の粒度曲線

(4) 摩擦試験の方法

はじめに供試体を固定型枠の上にのせ、長手方向7.6 cmの長さにならって巾3.2 cmのスライダーの一边が接触するようにポータブル・テスターを調節する。その後供試体とスライダーの表面を多量の水でぬらし、1個の供試体につき5回スイングを行い、最後から3つの読みの平均をPSVとする。1種類の骨材から4個の供試体を作り、その4つのPSVの平均が「実験室で決定されたPSV」となる。

3. 試験に用いた粗骨材

今回の試験に用いた粗骨材の産地および岩石名を表一1の左欄に示す。

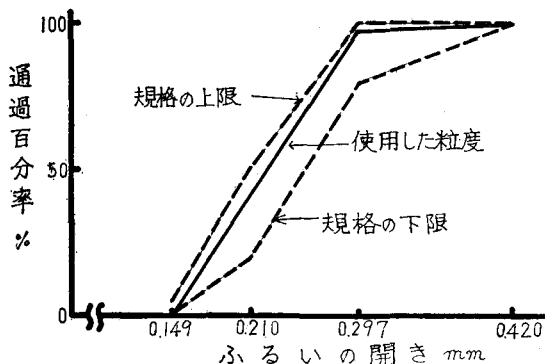
4. 試験結果とその考察

12種類の骨材について新規格および旧規格による試験の結果を表一1に、PSVの大きい順にならべたものを図一3、図一4に示す。

今回、B.S.には示方されていないが実験によって骨材がポリッシュされた量を数量的に表現するために、促進ポリッシング試験の前に摩擦試験を行ない、初期のPSV“Pi”を求め、ポリッシング後の最終のPSV“Pf”

次に細ポリッシングを行う。これは0.053 mmふるいを100%通過する、空気浮選した金剛砂粉末を毎分2～4gと毎分4～8gの水を3時間連続的に供給する。その後金剛砂粉末を洗い落して供試体を道路車輪からはずし、およそ2時間20℃の水中に保存して摩擦試験にそなえる。

旧規格では粗ポリッシングにおいて図一2に示すような砂を毎分12gの水を3時間供給し、完全に洗い落して金剛砂粉末を毎分2g、水を毎分5g供給する細ポリッシングを3時間行う。今回は粗ポリッシングに用いる砂として標準砂を使用した。



図一2 標準砂の粒度曲線

との比 P_i/P_f を残留抵抗という表現で示し、百分率で表わした。

ここで注意すべきことは、以上のようにして決定されたPSVは道路上で決定された横すべり抵抗係数や縦すべり抵抗係数ではなく、骨材がポリッシュされる程度の相対的な尺度として意味を持つものであるということである。また、試験条件は必ず規定されたように整えなければ意味を持たない。これらの試験値はその試験条件に特有のものであり、同一材料で異なる条件で得られた値は、たとえそれが非常に近似した値であっても厳密には比較し得ないものであるからである。

(1) ポリッシングの機構について

ポリッシングに用いる研磨材が骨材表面に対してどのように作用するかを調べるために、

i) 粗ポリッシングおよび細ポリッシングをそれぞれ2時間延長して行う。

ii) 細ポリッシング終了後、再び粗ポリッシングを行う。

これら2つの試験を行なって、1時間ごとにPSVを測定した。その結果は図一5、図一6に示す。

i) の試験によって、粗ポリッシング、細ポリッシングともに開始から約2時間のうちにPSVは減少し、そ

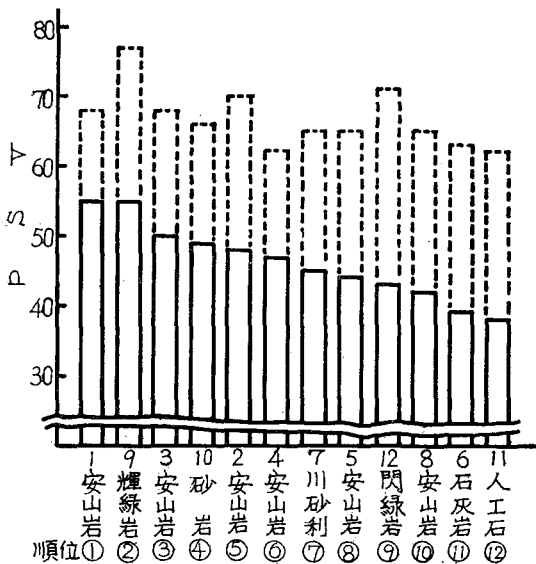
表一 試 験 結 果

上段：初期 $PSV "P_i"$

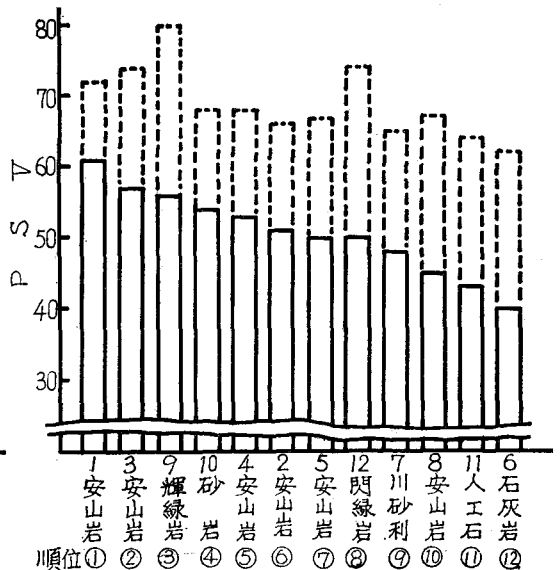
中段：最終 $PSV "P_f"$

下段： $P_f/P_i \times 100 \%$

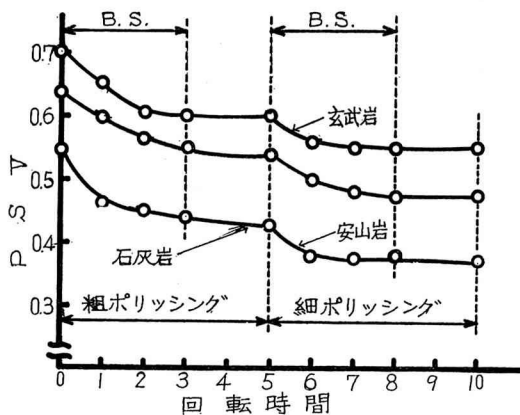
番号	供 試 体 岩 石 名	産 地 地 名	新 規 格 PSV					旧 規 格 PSV		
			I	II	III	IV	平均	I	II	平均
1	安山岩	札幌の沢	68 53	69 58	69 55	67 54	68 55 80.5	69 59	74 62	72 61 84.6
2	玄武岩質 安山岩	網走 ボンモイ	69 47	70 51	68 48	70 46	69 48 69.6	72 50	80 51	76 51 66.4
3	玄武岩質 安山岩	常呂町 2区	68 50	68 50	68 49	68 50	68 50 73.5	74 55	73 58	74 57 76.9
4	玄武岩質 安山岩	札幌 幌盤	61 46	62 48	61 46	62 48	62 47 75.8	67 52	68 54	68 53 78.5
5	安山岩	余市 市丘	65 45	65 45	65 43	65 42	65 44 67.4	67 48	67 51	67 50 73.9
6	石灰岩	上磯	63 40	63 42	63 38	63 36	63 39 61.9	62 40	61 40	62 40 65.0
7	川砂利	白老	65 47	62 43	65 42	67 47	65 45 69.1	65 48	64 48	65 48 74.4
8	安山岩	虻田 豊浦	60 42	62 41	67 42	71 44	65 42 65.1	64 44	70 46	67 45 67.2
9	輝緑岩	虻田 豊浦	75 53	73 53	79 57	79 57	77 55	80 55	80 57	80 56 70.0
10	砂岩		66 50	63 47	68 50	67 48	66 49 73.9	73 53	62 54	68 54 79.3
11	人工石		58 37	60 38	61 37	67 38	62 38 61.0	58 44	69 42	64 43 67.7
12	閃緑岩		68 43	71 42	72 43	72 45	71 43 61.2	73 50	74 50	74 50 68.0



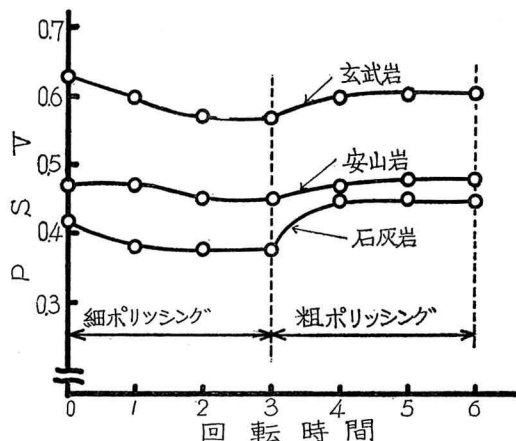
図一3 新規格 PSV の順位(点線は初期 PSV)



図一4 旧規格 PSV の順位(点線は初期 PSV)



図—5 時間による PSV の変化



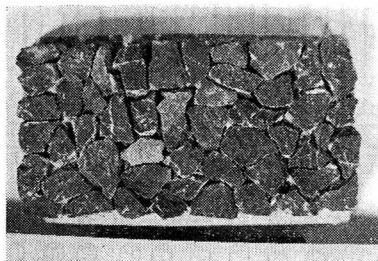
図—6 粗, 細ポリッシング後, 再び粗ポリッシングを行なったときの PSV の変化

の後は一一定した値を保つことがわかり, またii) の試験から, 再び粗ポリッシングに供すると PSV は上昇し, その後一定した値をとるということがわかった。これによってポリッシングの機構は次のように考えることができる。

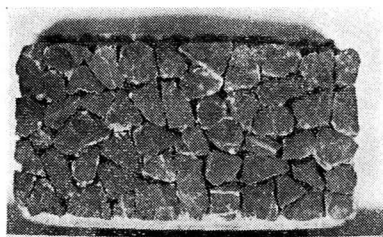
粗ポリッシングにおいては, 最初の約2時間のうちに供試体作製時の骨材粒子表面に存在する不規則な凸凹を取り去り, ポリッシング作用に供する前の状態と較べて, より平滑に近い状態となる。しかしその後は無限に平滑化してゆくのではなく, 供試体作製時の自然な粗さが取り去られたのちは金剛砂によって多くのキズがつけられ, その直後に平滑化するという過程の繰返しによって一定の状態に平衡すると考えられる。

細ポリッシングでは, 粗ポリッシングでつけられた荒いキズを最初の約1時間半のうちに金剛砂粉末が取り去り, その後粗ポリッシングと同じような過程を経て, 粗ポリッシングより, 小さな規模の, 細かいキズの状態で平衡すると考えられる。

ポリッシング試験の前後における石灰岩の供試体の状態を写真—2, 写真—3に示す。



写真—2 ポリッシング試験前の供試体



写真—3 ポリッシング試験後の供試体

(2) 初期および最終 PSV のばらつきについて

初期 PSV と最終 PSV を比較すると, 初期 PSV は非常にばらついている。これに反して, 最終 PSV はかなり近接している。これは供試体作製時における個々の粒子の自然状態の粗さが供試体によってばらついているため初期 PSV はばらつき, ポリッシング後には前節に述べたように平滑化し, 一定のキズが骨材表面にできた状態で測定されるため最終 PSV は近接した値をとるためと考えられる。

従って, Pf/Pi (残留抵抗) は骨材の示すポリッシング特性がタイヤによるポリッシング作用でどの程度減少するのかわかるとい意味しか持たない。この試験では最終 PSV を比較することが目的であるので Pi を測定することはそれ程重要ではない。B.S. に規格化されていないのは以上の理由によるものであろう。

(3) 使用骨材の PSV が異なる原因について

最終 PSV を支配するのは細ポリッシングの金剛砂粉末である。金剛砂粉末の粒径は 0.053 mm 以下に規定されている。 $0.05\text{ mm} \sim 0.02\text{ mm}$ 程度の金剛砂粉末が骨材表面上のいかなる組織に作用するかを調べるために岩石の薄片 (thin section) を作製し, 顕微鏡写真を撮影した。

写真の長辺は約0.7mm、短辺は0.5mmの薄片の部分を示している。

その結果、供試体番号6・石灰岩、8・安山岩などのPSVの低い骨材は写真-4のように造岩鉱物が均一な質玻璃質(glassy)をしており、反対にPSVの高い、1・安山岩(写真-5)、3・安山岩、9・輝緑岩などは顕著な斑状組織または樹枝状に入り組んだ組織を示し、不均一な組織をしていることがわかった。不均一な組織の骨材はひとつひとつの鉱物が多様に他の鉱物と接しており、硬度の分布もそれに伴ってばらついている。従って、金剛砂粉末によって種々の鉱物の硬軟の部分に0.02mm程度の、微小ではあるがかなり深い凹凸が多量形成されていると考えられる。

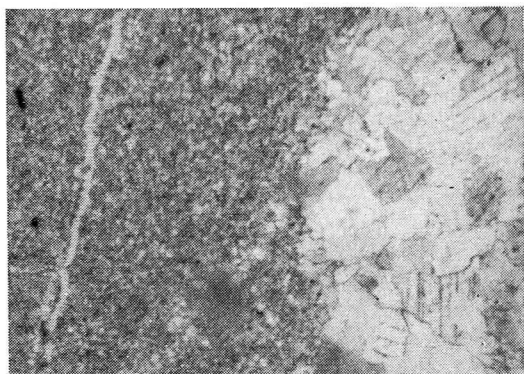


写真-4 石灰岩の顕微鏡写真

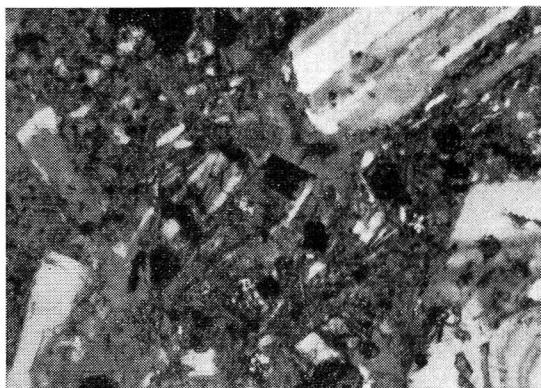


写真-5 安山岩の顕微鏡写真

一方、均一な組織を持つ骨材は金剛砂粉末がキズをつける範囲以上にわたって均質であるために、キズがつけられてもすぐ平滑化し不均一な組織の骨材が示すような深い凹凸が形成されない。

以上に述べた骨材表面組織の性状の差がPSVの大小を支配すると考えられる。

今回、供試体番号7・川砂利、10・砂岩、11・人工石を除いた9種類の骨材について顕微鏡写真を撮影して

たが、上に述べたように考察するとおおむねPSVの相違を説明することができた。

(4) 試験に使用した骨材のPSVの比較

新旧両規格に基づくPSVの大きいものからならべた図-3、図-4によると石灰岩および人工石(Synopal)のPSVは使用骨材中、最低位に属する。これは従来経験的に知られていた、石灰岩、人工石は表層用骨材として好ましくないという事実をよく表わしている。他方、供試体番号1および3の安山岩は高いPSVを示している。しかし同じ安山岩であっても供試体番号8の安山岩は低いPSVを持っている。従って、岩石の名称のみによってすべり抵抗の大小を判断することは危険であると考えられる。

使用した骨材の中で中位のPSVを持つ供試体番号2・安山岩、4・安山岩、10砂岩などはPSVが近接しているのでこのデータのみからは相互の大小を判断することはできない。なぜならポータブル・テスターによる5以内の値の差は有意であるとみなせないからである。

5. あとがき

今回、路面のすべりに及ぼす骨材の性質を調べるための1つの取り組み方としてB.S.に基づいたポリッシング試験を行なって一応の成果をあけることができた。

今後、さらに多種の骨材について試験行なうとともに、実際の道路で使われている骨材のPSVを求めてゆくことが必要であろう。またその結果より実際の路面におけるすべり抵抗、およびすべりに起因する事故などとの間の対応関係が見い出されるようになれば、このB.S.によるポリッシング試験はわが国でも採用すべきであろう。

さらに今後、

- i) ポリッシングの機構に関して、今回の研究では推測の域を出なかったが研磨材が作用したとき骨材表面の性状はどのように変化するのか。
- ii) 結合材が加わったときのポリッシング性状はどのようなになるか。

などの課題について研究を進める必要がある。

参考文献

- 1) B.S.812:1967
- 2) D.J. Maclean and F.A. Shergold 「The Polishing of Roadstone in Relation to the Resistance to Skidding of Bituminous Road Surfacing」 Road Research Technical Paper No. 43, Road Research Laboratory, 1958
- 3) J. R. Hosking 「Factors affecting the results of

- polishd-stone value tests」R. R. L. Report
LR 216, 1968
- 4) 斎藤和夫「すべりに関する基礎的研究」1966年北海道大学工学研究科修士論文
- 5) 山崎正則「道路用碎石の Polishing に関する研究」1969年北海道大学土木工学科卒業論文
- 6) 市原 薫・越 正毅「路面の滑り」交通工学シリーズ21, 技術書院
- 7) 福富忠男「建設と岩石」ラティス社