

# フィラーの物理化学的性状と混合物の強さについて

— 指定したアスファルト、骨材に適應するフィラーの究明 —

正 員 宮 内 一 光\*  
正 員 ○太 田 政 一\*\*

## 1. 目 的

道路舗装用合材に含まれるフィラーはアスファルト混合物の流動特性、安定度、品質の改善に大きく影響するのでその選択は重要である。この研究は、一種類のアスファルト及び骨材を指定してフィラーのみ種類を変えて混合物の強さを調べ、フィラーの効果を認めてそれがこの条件のもとにどのような物理化学的な性状から得られるか、すなわち以上のように材料を指定した場合にそれに混合するフィラーには最もよく適應する種類がある筈であり、これを力学的試験を行なう以前において適正な強さが得られるようにアスファルト、骨材の化学的性状を調べて、これに適應できるような物理化学的に調べられたフィラーがあらかじめ予想されて選択できるかどうかということについて、材料の相関性を究明する目的で実験研究を行なったものである。

## 2. 使用材料

アスファルト： アジア石油 KK 製、針入度 8~100

細 骨 材： 函館市近郊久根別産、粒度シートアスファルトの標準配合に近い図-1のもの

フィラー： 市販品として次の5種を用い実験の均

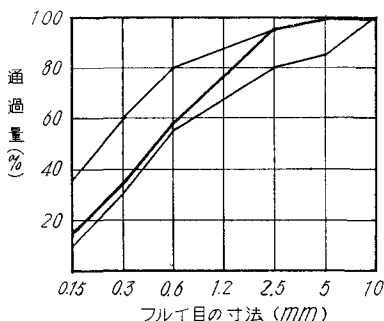


図-1 細骨材粒度

一性を考慮して 0.074 mm 通過のものをフィラーとした。

| 種 類     | 比重   |
|---------|------|
| 生 石 灰   | 3.28 |
| 消 石 灰   | 2.27 |
| 普通セメント  | 3.12 |
| B フィラー  | 2.71 |
| フライアッシュ | 2.14 |

## 3. 実験方法、結果

### 1) フィラー5種について混合物としての強さ (引張、曲げ、圧縮) の測定

標準配合としてシートアスファルトを参考とし、フィラー5種について配合設計を砂の単位容積重量 1.67 t/m<sup>3</sup>、空隙量 34.7% を実測、フィラーの各比重によって Nellensteyn-Lomann の方法によりフィラー 80%、アスファルト 20% として計算、配合をきめた。

引張試験に用いられる王裂試験 (Brazilian Test) は弾性材料に適用されるのでアスファルト混合物を低温においてこれを用いた。

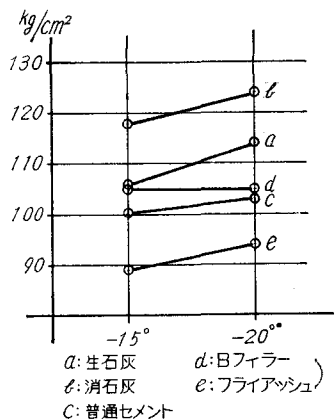


図-2 曲げ強さ

\* 函館工業高等専門学校 助教授

\*\* 函館工業高等専門学校 技 官

測定条件    混合温度    150°~160°  
                  測定温度    -15°, -20°  
                  载荷速度    10 mm/min

実測結果を 図-2, 3, 4 に示す。

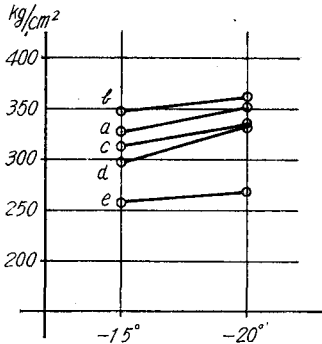


図-3 圧縮強さ

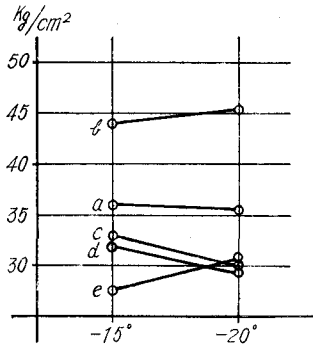


図-4 引張強さ

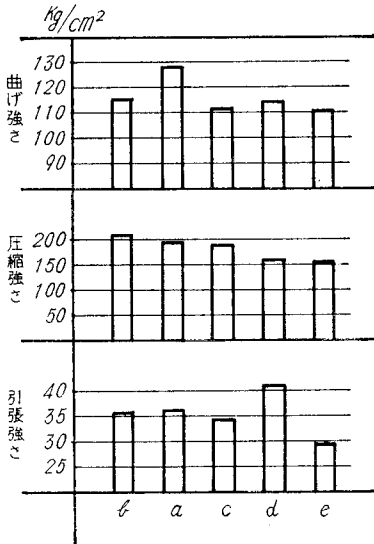


図-5 フィラービチューメンの強さ (-20°)

## 2) フィラー5種についてフィラービチューメンの強さ (引張, 曲げ, 圧縮) の測定

同上の条件で細骨材を抜いたフィラービチューメンの強さを測定した結果は 図-5 の通りである。別に針入度, 伸度, 脆化破壊点の結果を 図-6, 7, 8 に示す。

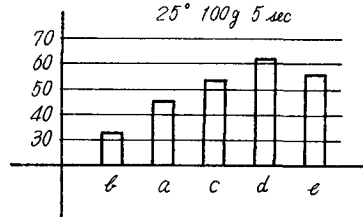


図-6 針入度

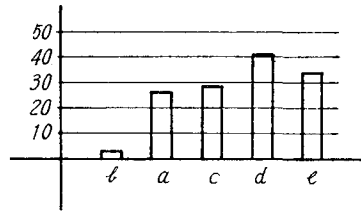
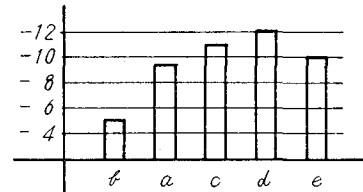


図-7 伸度 (15°)



a: 生石灰      d: Bファイラー  
 b: 消石灰      e: フライアッシュ  
 c: 普通セメント

図-8 脆化破壊点

## 3) 電位差滴定法による中和価試験 (中和価は酸価, 塩基価の総称)

アスファルト, 細骨材及びフィラー5種について上記方法で中和価を求め, これらが混合物の性質に及ぼす影響。

フィラーの化学的性質のうちでとくに酸価, 塩基価はアスファルトとの付着性に影響し, 一般にわずかの酸性を有するアスファルトは微アルカリ性のフィラーとよく付着すると考えられている。この場合フィラービチューメンと骨材間の中和価についてはあまり明らかにされていない。また骨材もその表面の化学的性質によってくっつきやすいものとそうでないものがあり, 歴青材に対して親和性の大きい骨材は一般に石灰岩, 玄武岩, 白雲石等で, 逆にくっつきにくく水の作用によって歴青材がはがれやすい親水性の骨材に珪酸質の石英などがある。

従って骨材, フィラーの化学的性質が混合物の強さに及ぼす影響がどの程度のものかを調べるためアスファルトを

含め用いた材料全部について中和価を測定した。pH でなく中和価を採用したのは、アスファルトの pH は求める方法として石油製品の電位差滴定法による中和価測定法よりないためアスファルトの中和価をこの方法で求め、他のフィラー、細骨材も同一条件と均一性を考慮してこれに準じた方法によってそれぞれの中和価を測定した。

中和価の測定は電位差滴定によって、実測により滴定曲線を図-9, 10, 11 のように求めて曲線の終点判定によって次式で求めた。

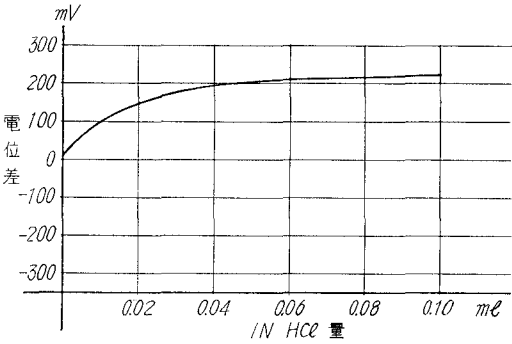


図-9 細骨材滴定曲線

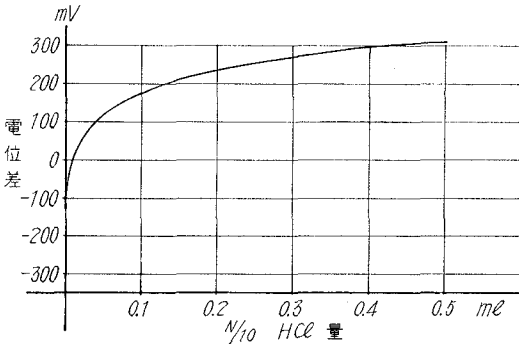


図-10 アスファルト滴定曲線

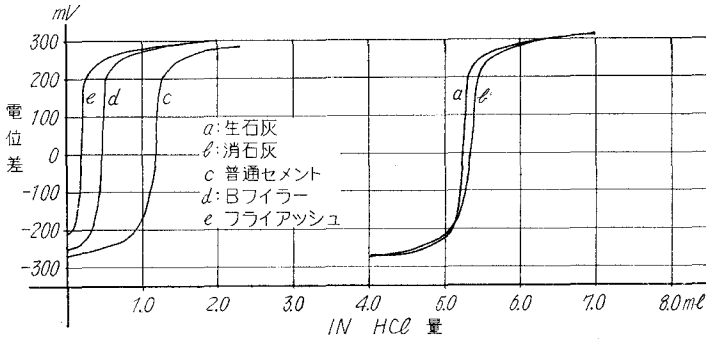


図-11 フィラーの滴定曲線

表-1 中和価試験

| フィラー | アスファルト | 細骨材  | 生石灰    | 消石灰    | セメント  | Bフィラー | フライアッシュ |
|------|--------|------|--------|--------|-------|-------|---------|
| 全酸価  | —      | 0.34 | —      | —      | —     | —     | —       |
| 全塩基価 | 0.53   | —    | 294.53 | 297.33 | 64.52 | 25.25 | 9.54    |

表-2 フィラーの化学成分

|         |                         |                                     |                                    |          |         |     |  |
|---------|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|----------|---------|-----|--|
| 生石灰     | 主成分 CaO                 |                                     |                                    |          |         |     |  |
| 消石灰     | 主成分 Ca(OH) <sub>2</sub> |                                     |                                    |          |         |     |  |
| 普通セメント  | SiO <sub>2</sub> 22.9   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5.6  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3.0 | CaO 64.0 | MgO 1.3 | その他 |  |
| Bフィラー   | SiO <sub>2</sub> 2.9    | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.8  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0.7 | CaO 51.8 | MgO 1.2 | その他 |  |
| フライアッシュ | SiO <sub>2</sub> 56.0   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 27.9 | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 4.9 | CaO 5.0  | MgO 1.7 | その他 |  |

滴定曲線をみるとフィラーは図のように右の方へ塩基性を示している。

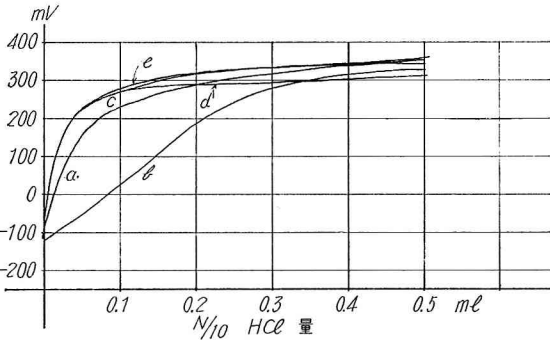
またフィラーの化学成分は表-2 のようである。

4) フィラーピッチューメンの中和価測定による細骨材との結合作用の有無

上記の個々の中和価を求めても混合物の強さに関連がう  
すい場合を考えて、フィラーピッチューメンと骨材間の中和  
価の影響を調べるためフィラーピッチューメンの中和価を求  
めた。

表—3 フィラーピッチューメンの中和価

|       | 生石灰  | 消石灰  | セメント | B フィ<br>ラー | フライ<br>アッシュ |
|-------|------|------|------|------------|-------------|
| 全 酸 価 | —    | —    | —    | —          | —           |
| 全塩基価  | 0.34 | 1.04 | 0.17 | 0.11       | 0.17        |

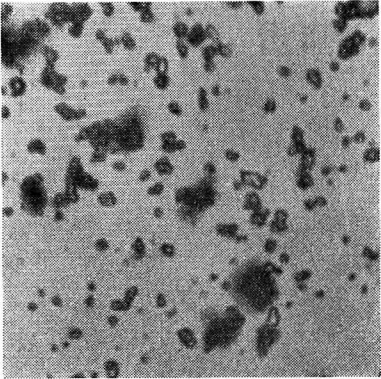


図—12 フィラーピッチューメン滴定曲線

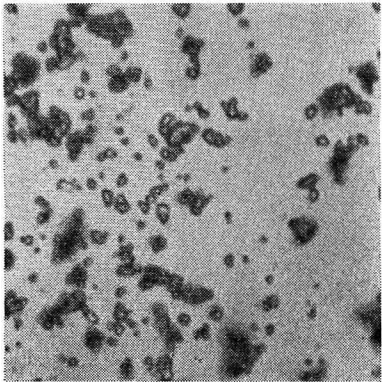
5) フィラー5種について顕微鏡による粒子の形,粗滑,偏平性,不規則稜角等の観測及び比表面積測定

フィラーの評価で問題となるのは比重,粒径,表面構造,化学的性質などの基本的性質およびこれから二次的にき  
まってくる表面積,空隙率などであるが,フィラーがアス  
ファルトと混ざり一体となってマスチックとして結合材の  
作用をなすものと考え、この真の作用を単に力学的に  
みるか,あるいはフィラーピッチューメンという組成の結合  
材の成分とみるかは問題となる所であり,これがためフ  
ィラーの表面組織を顕微鏡により観測して上記の物理的な  
性質を調べ,別々にこれらフィラーについての表面積を測  
定算出した。顕微鏡観察は写真-1, 2, 3, 4, 5に示されて  
いるが生石灰,消石灰については球型のもの,いくらか角ば  
ったもの大小混入している。B フィラーも大同小異である

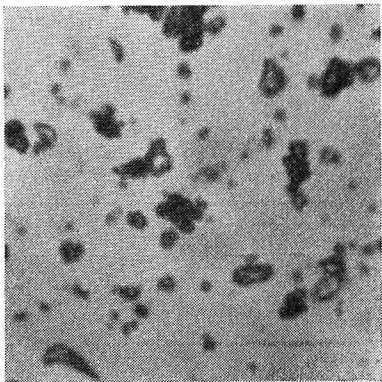
が,セメント球型が少なく全体に角ばったもの大小まじっ  
て稜角のものもみられる。フライアッシュは殆んど大小の  
円型粒で角ばっているものはあまり見られないが,これが



写真—1 生石灰



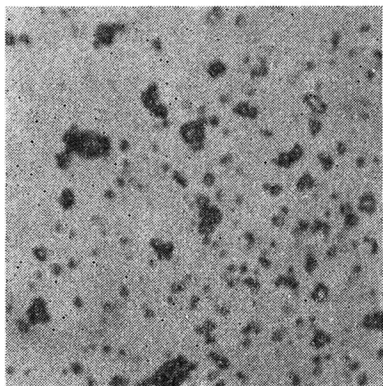
写真—2 消石灰



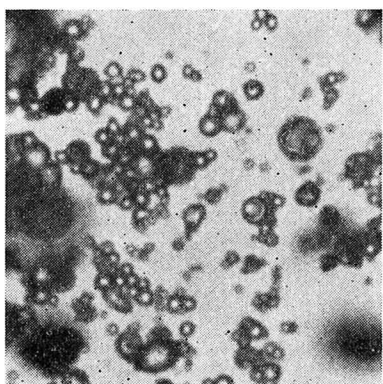
写真—3 普通セメント

表—4 フィラーの比表面積,表面積

|      | 生石灰  | 消石灰  | セメント | B フィ<br>ラー | フライアッシュ |                    |
|------|------|------|------|------------|---------|--------------------|
| 比表面積 | 5742 | 9475 | 3510 | 6513       | 3096    | cm <sup>2</sup> /g |
| 表面積  | 6580 | 9398 | 4099 | 6299       | 3340    | cm <sup>2</sup> /g |



写真—4 B フィラー



写真—5 フライアッシュ

後述する混合物の強さの弱点になっていると思われる。

混合物の強さへの影響を見るため比表面積を実験から求め実際に配合した重量を考慮してアスファルト 1g に対する表面積をも表-4 のように求めた。

#### 4. 考 察

1) 混合物の引張、曲げ、圧縮強さと構成材料の中和価からフィラーの全塩基価が大なる程強さは全般的に大きくなっている。普通セメント、B フィラーは化学成分の含有量の多少の違いがあっても、その成分構成が大体似ているためと、約半量が CaO であるため接近した値となっている。フライアッシュの低い値はむしろ粒子の表面構造が写真のように球型粒のためと更に表面積が最も少ないことも関与していると考えられる。

2) フィラービチューメンの強さの測定からは曲げ、圧縮、引張においてはアスファルトとフィラーの中和価の影響は判然としないが、混合物とした場合にその強さに明らかな差異が表われることは、フィラービチューメンと細骨材の間に中和価についての相関性が存在すると考えられる。5 種のフィラーの中和価はそれぞれ表のように強塩基価、弱塩基価を示してそれらの間にかなりの差はあるが、

これらが弱塩基価（中性に近い）を示すアスファルトに加熱混合されて両者の化学作用によりフィラービチューメンの中和価が当初のアスファルトとフィラーのものと違った値になり、5 種のフィラービチューメン間にはその差が少なくなつて全般的に弱塩基価を示す傾向になる。これが弱酸価を示す細骨材と付着しやすい状態を示すのではないかと考えられ、消石灰、生石灰のビチューメンの全塩基価が高いことからみても混合物の強さがその中和価の順序に表われる傾向になる。

フィラー表面積の影響はフィラービチューメンには概して表面積の大きいものが強さに表われてフライアッシュはその値の小さいことから最低になっている。

3) 引張、曲げ、圧縮の強さの上下限を見ると、フィラービチューメンと混合物の曲げがそれぞれ  $100 \sim 130 \text{ kg/cm}^2$ ,  $94 \sim 125 \text{ kg/cm}^2$  位でありこのことは曲げ強さが低温においては細骨材が関与していないことを示し、フィラービチューメンの中和価によってそれぞれの強さが異なってくるようである。引張強さも  $30 \sim 42 \text{ kg/cm}^2$  と  $29 \sim 46 \text{ kg/cm}^2$  のフィラービチューメン、混合物の範囲から同様であり、混合物の強さはフィラービチューメンの中和価順に変わっている。

4) 引張強さは低温時のひびわれ発生に関係があるが、消石灰が混合物としてこの実験では上位に表われてもフィラービチューメンの針入度、伸度、脆化破壊試験からは最低の値で硬さ、付着力に欠陥があることを示し、このことは消石灰が比表面積の大なることからアスファルト量の不足を来すことによって考えられることである。

5) 以上のことから次のようにのべることができる。

低温における混合物の強さは引張、曲げにおいてはフィラービチューメンに支配され、これが細骨材の混入によって中和価順に強さが変動する。すなわち混合物の強さはアスファルトと細骨材との関係よりも、フィラービチューメンと細骨材との結合能力の程度がアスファルトそのものの付着力の外に両者間の中和価にも影響されているということに帰着される。このことから骨材が酸価を示す場合は、フィラービチューメンが塩基価を示すようにアスファルトの酸価、塩基価を調べ、それに適するように弱塩基価、強塩基価のフィラーをえらぶのがよいということになる。

比表面積の過大なるフィラーはアスファルトを多量に必要とするので配合に留意しなければならないこと及び比表面積の著るしく小さいものは混合物の強さに好結果を得られないことから適正な範囲をとる必要があろう。この実験からは生石灰、普通セメント、B フィラーがよい結果を与えている。顕微鏡観察によるフィラーの表面構造からは、球型粒の粒子を含むものより角ばったもの、稜角のものの方がこれまでのように力学的強さには全般的に好結果を与えている。

## 5. む す び

この研究では、一種類のアスファルト及び骨材を指定して5種のフィラーについて調べたが、使用材料を物理的に観測により、化学的には使用材料とフィラーピチューメンの中和価を調べることによりある程度適応できるものを予想し選択することができると考えられる。逆にフィラーを指定した場合のアスファルト、細骨材の種類及び火山灰などの酸価傾向のフィラーを使用する場合などの問題が提起されるが、これについても更に中和価を中心として今後追究を進めてゆきたい。

## 参 考 文 献

- 1) 内田・針貝・木村・湯村：「アスファルト混合物におけるフィラーと粗骨材の影響について」．土木学会論文集，昭和42年，第142号．
- 2) 吉本 彰：「アスファルト混合物におけるフィラーの役割」．道路建設，1967，232号．
- 3) 谷藤正三： 歴青舗装の設計と施工．理工図書．
- 4) 平野四蔵： 工業分析化学実験．共立出版．
- 5) JIS： 電位差滴定法，K 2502．