

V-1

ポーラスアスファルト混合物の間隙分布特性に関する研究 (第2報)

北海道大学工学部 学生員 荒井芳孝  
 正員 上島 壯  
 正員 姫野賢治  
 正員 高橋 將

1 はじめに

ポーラスアスファルト混合物の間隙に着色したエポキシ樹脂を充填し可視化するという試みについて報文1、2で最初の報告を行ない、本報告と同じ標題の報文3でさらに解析を進めた。以上の研究では、ポーラスアスファルト混合物3種を含む4種のアスファルト混合物のブロック供試体を図1のようにスライスした3mm間隔の断面群について、可視化された間隙イメージのピクセル単位の集計処理を行い、舗装体内部における間隙の分布状態を統計的に解析してきた。

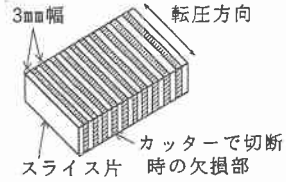


図1 供試体切断図

ところで、この混合物断面画像には混合状態、間隙の性質などに関する有用な情報が多く含まれている。これを解析するには図形の輪郭を追跡し、画像から、骨材粒子、間隙単位、などを一つ一つの図形として抽出する必要がある。上記の報告以後、画像から図形を抽出する解析を行ってきたが複雑な図形はまだ処理しきれなかった。ようやく今回の解析において、画像の輪郭線追跡手順が改善され、骨材粒子図形、

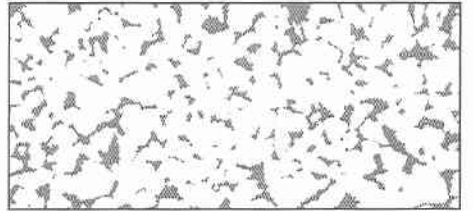


図2 試料断面の画像例

充填相、間隙図形の3相が複雑に入り組んだ図形を抽出できるようになった。本報告は、このプログラムを用いて取出した図形を対象に、混合物の同質と思われる部分における図形の分布のバラツキの度合と、異種の混合物間の画像情報の差異について、骨材粒子、細粒充填相との関係を背景に解析する。

表1 混合物配合一覧表

混合物名	ポーラス30	ポーラス25	ポーラス15	粗粒アスコン
記号	30N	25N	15N	10N
20-13	5.0%	0.8%	0.1%	10.0%
13-10	23.2	14.8	14.7	9.0
10-5	60.8	66.2	47.3	26.0
5-2.5	3.0	0.6	14.1	20.0
スリニングス	0.8	0.6	4.4	4.9
2.5-1.2	0.6	3.5	2.9	4.6
1.2-0.6	1.6	4.8	3.0	8.5
0.6-0.3	0.5	3.0	4.5	6.0
細目砂	0.5	1.7	4.0	5.5
石粉	4.0	1.7	5.0	5.5
合計	100.0	100.0	100.0	100.0
アスファルト配合率	5.0	5.0	5.0	4.4

2 試料混合物の種類

試料混合物の配合一覧表を表1に示す。ここで「ポーラス30」とは目標空隙率30%のポーラスアスファルト混合物の意味である。アスファルトにはポーラスアスファルト混合物用熱可塑性高粘度バインダーを使用した。

Geometical characteristics of void distribution in porous asphalt mixture II  
 by Yositaka Arai, Tsuyoshi Kamijima, Kenji Himeno and Masaru Takahashi

### 3 供試体の作成手順

研究方法は、転圧して作成した混合物ブロックの連続間隙に、オレンジ色に着色したエポキシ樹脂を真空で封入固化させ、カッターで切断して破断面を観察するというものである。3mm幅のダイヤモンドカッターを用い6mm間隔に供試体を切断した。この時、カッターでの欠損部が3mmとなるため厚さ3mmの供試体のスライス片となる。この両面を画像として取り込むことにより、供試体を3mmの等間隔で解析することができる。本研究は文献1、2、3で作成した画像データを継承して用いているが、このうち中央部の連続した試料片を解析の対象とした。

### 4 画像解析の手法と手順

#### 4-1 画像の測定

画像データの作成にはEPSON製スキャナーGT6000を用い、原稿台に直接試料を置いて測定した。イメージは8色で採取したが、間隙相、骨材粒子、細粒充填相の3種に分類した。なお、骨材粒子と細粒充填相の区別に特に基準は設けていない。

#### 4-2 図形の透過性に関する約束

用いた図形処理プログラムは、対角に接しているドットを原則的につながっているものとみなす。この場合、3種のイメージに平等な性質を与えると、複雑に交差している状態では互いに透過しあう矛盾があり、また、プログラムも正常に動作しない。そこで、3種のイメージに次のように透過性の序列を与えた。

間隙相>細粒充填相>骨材粒子

#### 4-3 ノイズ処理

画像の作成の過程でいろいろな原因でノイズが含まれる。これを除去する手法の、メディアンフィルター、サブ局所領域分割法、収縮処理・膨張処理などをテストして見たが、これらの標準的方法はいずれも、混合物断面画像に適用するには程度の差はあるが作用が強すぎるようであり画面の雰囲気が変わる。そこで、方法としてはプリミティブであるが、完全に孤立した微小領域を周囲イメージで置き換える方法や、にじみと思われる傾向の処理など、限定した操作をくり返し適用する方法を用いた。

#### 4-4 画像の修正

ノイズ処理後の画像について、隣接した図形の接合、大きなよごれの除去のために、作成した画像エディターで修正を行なった。

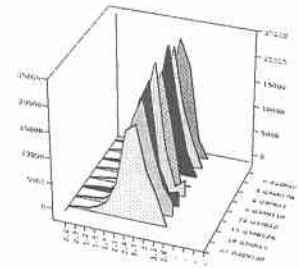
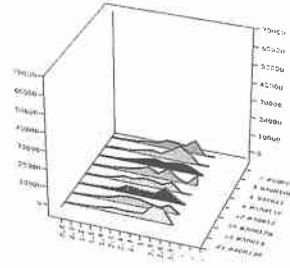
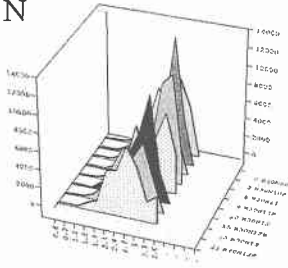
#### 4-5 解析用データの作成

同質と思われる部分の変動を解析するため、供試体ブロックの中央部の連続する4スライス8面(10Nは7面)の画像を用いた。前記の画像操作の結果、処理後の画像は交差状態などで微小図形が比較的多く残っているので、解析データでは1および2ピクセルの図形は除外した。また、方向性の解析には20ピクセル未満の図形を除外した。除外データの集計結果を表2に示す。混合物(10N 15N)の図形と(25N 30N)の図形は作業者が異なる。なお、本報告では、断面周辺部の露出している図形を区別せず用いた。

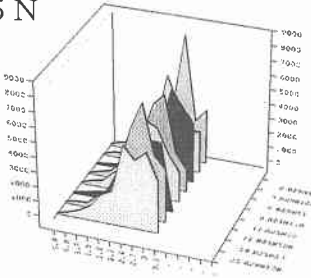
表2 断面画像に含まれる微小図形の平均個数

	図形種類					
	細粒充填相		骨材		間隙	
配合	1dot	2dot	1dot	2dot	1dot	2dot
10N	118.1	39.6	251.1	139.1	19.7	15.4
15N	214.9	95.7	126.2	58.9	19.4	11.9
25N	74.6	1.4	8.4	1.0	0.6	3.2
30N	235.6	1.6	12.9	1.8	0.6	2.0

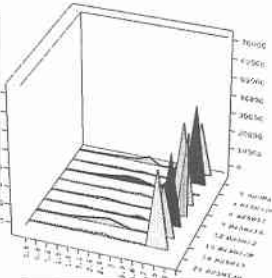
30N



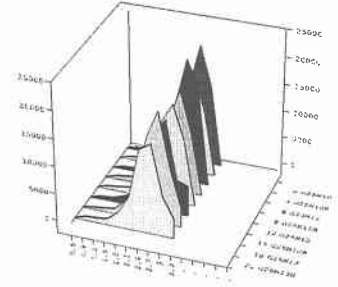
25N



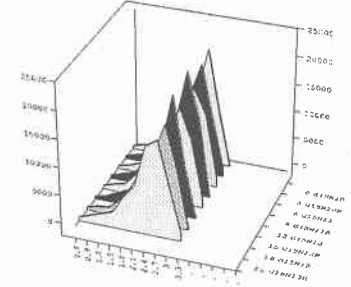
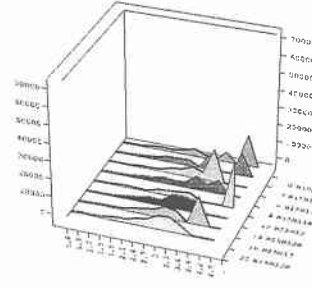
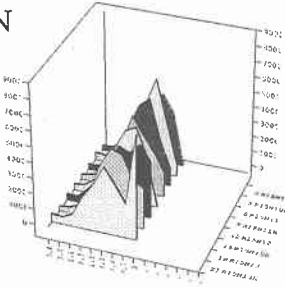
レベル合計面積



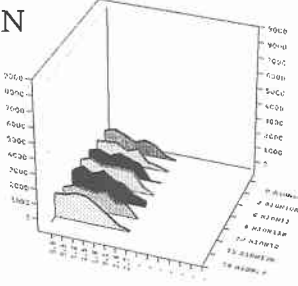
図形の面積 (対数)



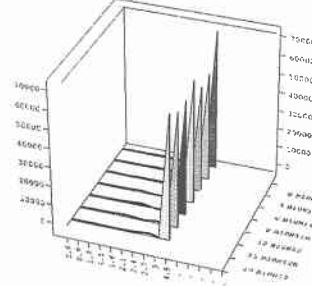
15N



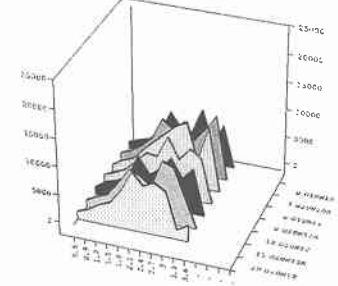
10N



間隙



細粒充填相



骨材粒子

図3 配合別、イメージ別図形の大きさの分布 (レベル合計面積)

## 5 解析の結果

### 5-1 図形の大きさの分布

図3に配合別、イメージ別図形の大きさの分布を示す。縦軸は、レベル合計面積、奥行は、隣接する各断面の特性である。間隙の分布についてみれば、ポーラスアスファルトの3種と粗粒アスコンの特性に明らかな違いがある。細粒相の分布については、粗粒アスコン10Nは、充填相が、一体になっていることを示している。同じ傾向が、ポーラスアスファルト25Nにもみられる。骨材粒子についても、ポーラスアスファルトの3種と粗粒アスコン10Nには、分布特性に明瞭な区別がある。各配合内においては、各断面の骨材粒子の分布特性は一定している。

### 5-2 図形の異方性

図4は、骨材及び間隙図形の長軸方向の分布を極座標で表わしたものである。個数の集約は、15度間隔で行なっている。図は、配合別にグラフの右に骨材の傾きの分布、左に間隙の主軸を逆表示した。もし図形に方向性がなければ、グラフはそれぞれ半円を描く。図より明らかに骨材粒子には方向性があり、水平を中心に分布している。間隙図形については、明らかな方向性はみられなかった。

## 6 まとめ

- (1) ポーラスアスファルト混合物の配合による分布特性の違いを明らかにした。
- (2) 各断面の画像情報のバラツキは小さく、その混合物固有の分布を示している。
- (3) ポーラスアスファルト混合物の状態を間隙および細粒相の幾何学的分布により表わした。
- (4) 骨材粒子および間隙の方向性を解析し、その違いを明らかにした。

## 引用文献

1. 元木、姫野、増田、高橋、ポーラスアスファルトの間隙分布特性の視角化に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集 平成4年度
2. 池崎、姫野、増田、上島、ポーラスアスファルトの間隙分布形状に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集 平成4年度
3. 長原、姫野、上島、増田、ポーラスアスファルト混合物の間隙分布特性に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集 平成5年度

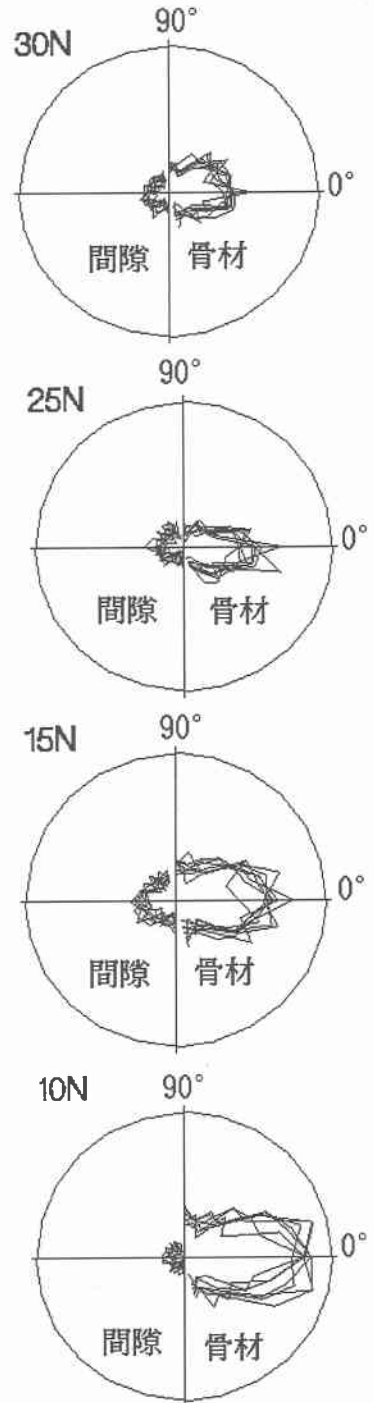


図4 図形の長軸方向の分布  
(左：間隙 右：骨材粒子)