

59. 画像処理技術による粒度測定

日 工(株)：松島 雅也

まえがき

近年、舗装工事の規模の多用化や、アスファルト混合物の製造と現場に於ける施工との業務の分離などに伴い、より合理的、効率的な品質管理の必要性が高まっている。

現在アスファルトプラントに於ける骨材の配合管理は、試料採取から配合粒度計算まで人により行われ、試験装置自体も機械式振動篩い機にて篩い分け試験を行っているのが常で、この方法では、砂等、特に細粒分の多い試料については、長時間の作業を要し、骨材粒度の変動が生じた場合にリアルタイムに対応する事が困難となっている。

そこでリアルタイム処理という内容を重要なポイントとして考えた場合に画像処理技術による解析が最適ではないかと考え、アスファルトプラントに於ける品質管理の省力化、効率化をはかる為の方法として、画像処理技術を用いて粒度管理の可能性について研究を行ったのでここに報告します。

研究の目的

本研究は、加熱アスファルトプラントに於ける混合物の自動粒度管理装置の開発を行う為の基本的な調査として、特にアスファルト混合物の品質に大きな影響を与える砂の粒度について画像処理による測定と、機械式篩い機による篩い分け試験との相違を見極めると共に、ホットピン内の砂の粒度を画像処理装置にて、連続的に測定し管理するシステムの実用化を研究した。

研究方法

単粒度試験による調査方法

1. サンプル砂(2.5mm~0mm)をロータップ篩い機により、篩い網のサイズ毎に篩い分け、図-1の通りターンテーブル上に試料を設置し、そのターンテーブルの左右斜め上方より照明装置により照射し、画像データ採取用として、試料の真上よりCCDカメラにて撮影し、粒度測定を行った。

【サンプル砂のサイズ】

	サンプル砂1	サンプル砂2	サンプル砂3	サンプル砂4
サイズ mm/m	2.5~1.2	1.2~0.6	0.6~0.3	0.3~0.15

合成粒度試験による調査

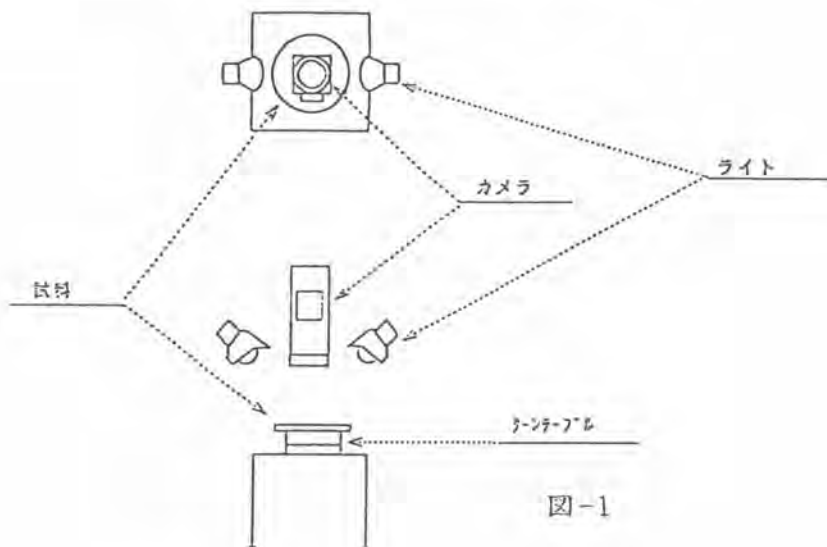
1. サンプル砂(2.5mm~0mm)をロータップ篩い機により、篩い網のサイズ毎に篩い分け、予め決定した配合量(重量配分)にて混合したものを図-1の通りターンテーブル上に試料として設置し、そのターンテーブルの左右斜め上方より照明装置により照射し、画像データ採取用として、試料の真上よりCCDカメラにて撮影し、粒度測定を行った。

【サンプル砂のサイズ】

単粒度試験に使用したものと同一

【配合量】(通過重量百分率%)

種類 サイズ	サンプル砂A	サンプル砂B	サンプル砂C	サンプル砂D
5 mm	100.0	100.0	100.0	100.0
2.5 mm	100.0	100.0	100.0	100.0
1.2 mm	75.0	70.6	85.1	93.2
0.6 mm	50.0	41.2	70.3	86.5
0.3 mm	25.0	14.2	44.4	38.0

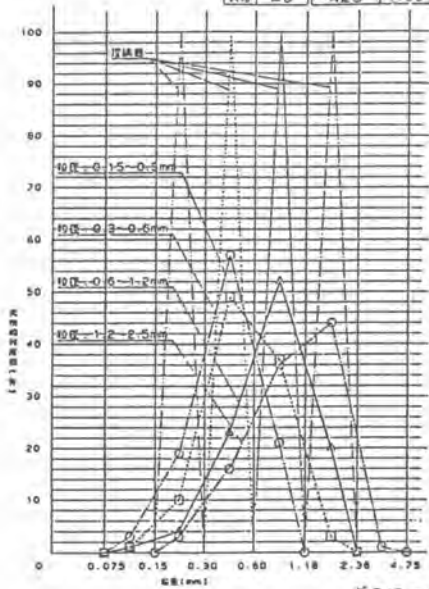


○ ×3 レンズ付 (VerB.3)

絞径-絞径公差 特性
 <単位: μm>

項目	単位	公差1	公差2	公差3
絞り	μm	0.00	1.70	1.00
絞り	μm	0.00	1.70	1.00
絞り	μm	0.00	1.70	1.00

項目	公差値
ズーム	1.4d
スケール	20
フォーカス	1.35
アイリス	0.95



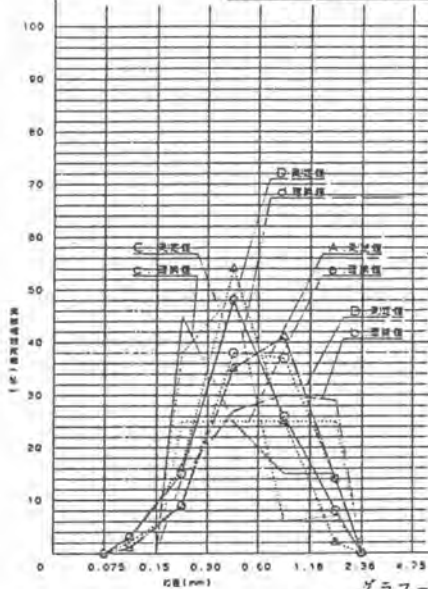
グラフ 1

○ ×3 レンズ付 色収差補正 (VerB.3)

絞径-絞径公差 特性
 <単位: μm>

項目	単位	公差1	公差2	公差3
絞り	μm	0.00	1.70	1.00
絞り	μm	0.00	1.70	1.00
絞り	μm	0.00	1.70	1.00

項目	公差値
ズーム	1.4d
スケール	20
フォーカス	1.43
アイリス	0.85



グラフ 2

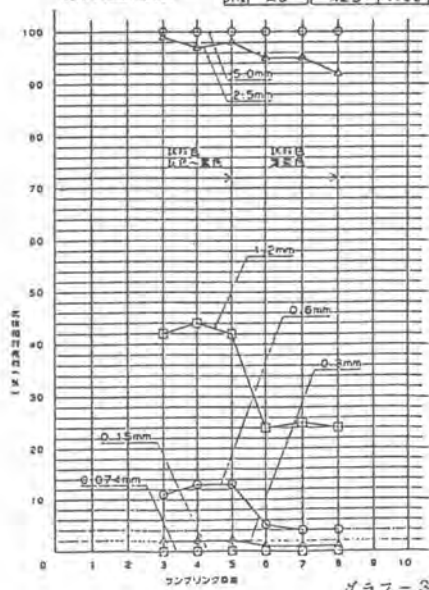
○ ×3 レンズ付 減振式 (VerB.3)

絞径公差による絞径特性 特性

<単位: 単位長 1.2~2.5mm>
 <ベルト速度: 7.02m/min>
 <シャフト速度: 1/250>

項目	公差値
ズーム	1.4d
スケール	20
フォーカス	1.46
アイリス	0.95

項目	公差値
ズーム	1.4d
スケール	20
フォーカス	1.46
アイリス	0.95



グラフ 3

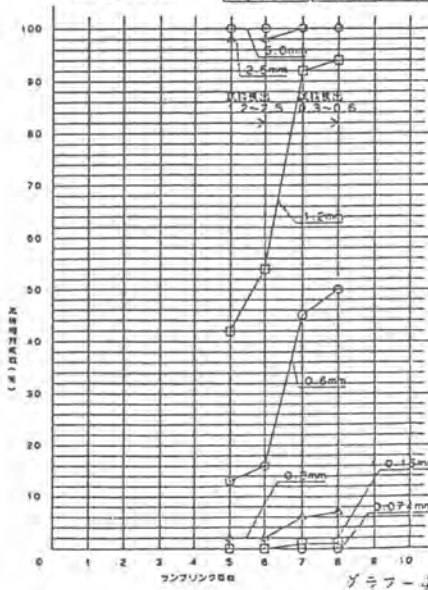
○ ×3 レンズ付 減振式 (VerB.3)

絞径公差による絞径特性 特性

<単位: 単位長 1.2~2.5~0.3~0.8>
 <ベルト速度: 7.02m/min>
 <シャフト速度: 1/250>

項目	公差値
ズーム	1.4d
スケール	20
フォーカス	1.46
アイリス	0.95

項目	公差値
ズーム	1.4d
スケール	20
フォーカス	1.46
アイリス	0.95



グラフ 4

単粒度、合成粒度による調査結果

ある単粒度試料（0.15-0.3mm、0.3-0.6mm、0.6-1.2mm、1.2-2.5mm）の画像処理検出データを各種補正等により篩い分け試験データに合致させたようとした場合、その単粒度範囲内の粒径のもの（例えば、1.2-2.5mm）については、ある程度合致させる事は可能であった。

しかし、その粒径の範囲を外れるもの（例えば、0.6-1.2mm）については、同じ補正值では画像データと篩い分け試験データとは合致せず再度補正值等を修正し直す必要が生じた。

従って、砂の様な広範囲の粒径（2.5mm～0mm）のものを同じ倍率、補正值等にて検出する事は、困難であるという事が明かとなった。

しかしながら、単粒度、合成粒度に拘らず、粒度の細かいものは、細かいデータとして、粗いものは、粗いデータとして得る事が出来た。（グラフ-1、2参照）

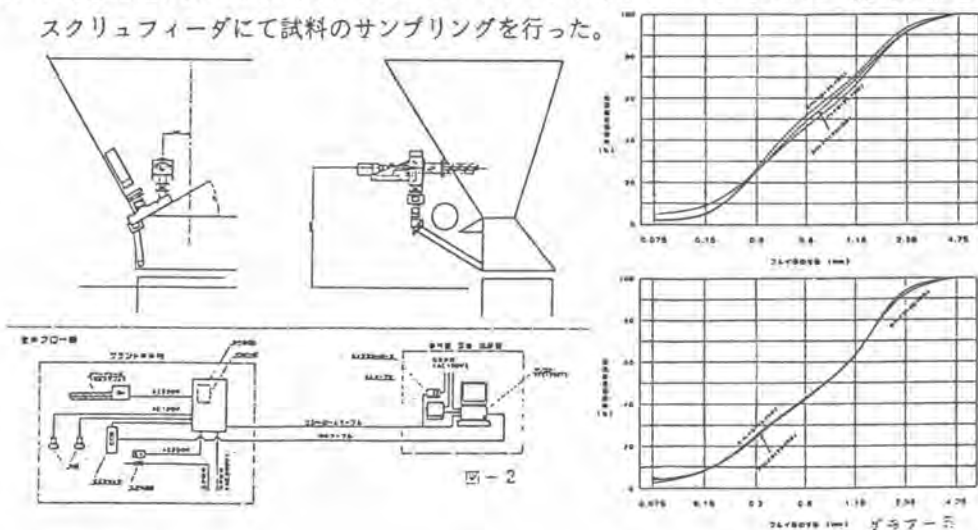
また、画像処理（特にCCDカメラ等を使用）にてデータを検出しようとした場合、試料の受ける照明の調子または、試料の色の違いにより同一粒径の試料でも全く違う試料の画像データとして検出してしまうのも大きな特徴である。（グラフ-3参照）

又、連続粒度変化に対するデータとしてペルコン上に粒度の違う材料を連ねて置き、その粒度変化を確認した。

結果は、やはり、粒度の細かいものは、細かく、粗いものは、粗いデータとして得る事ができた。（グラフ-4参照）

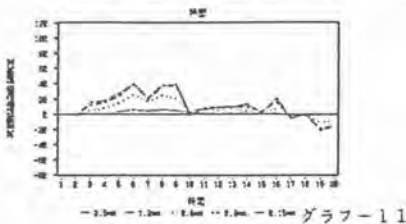
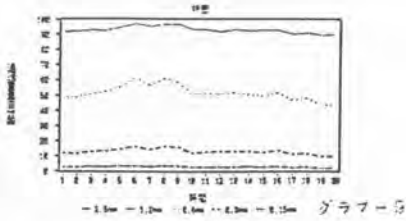
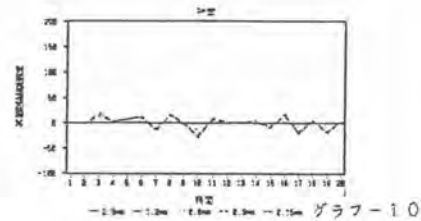
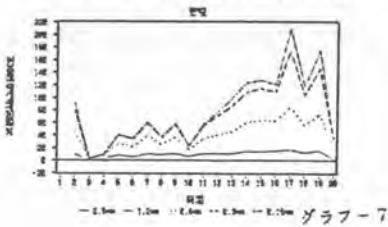
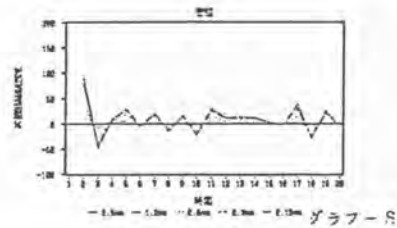
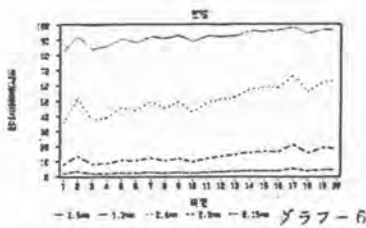
アスファルトプラントによる実運転での調査

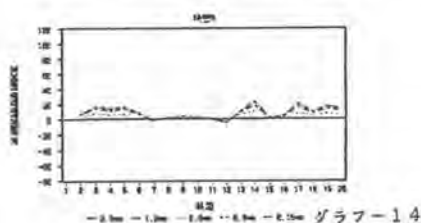
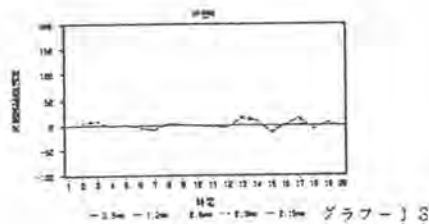
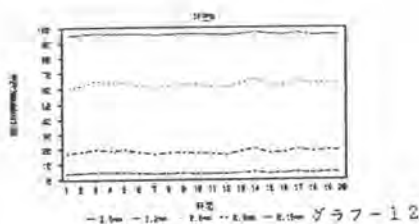
1. 前述のテスト結果を基に実プラント運転でのホットピンの砂の粒度変化の監視を以下の通り行った。
2. 一日のアスファルト合材の出荷業務開始から終業迄の砂計量時に一定時間、画像処理検出データを採取し、時系列変化、対前回増加率、対基準値増加率について調査を行った。
3. 採取方法は、図-2の通り、アスファルトプラントのホットピンの1ピン（砂ピン）よりスクリュフィーダにて試料のサンプリングを行った。



アスファルトプラントによる実運転調査結果

1. 試料砂の連続バッチに於ける粒度変動を、グラフ-5に示す
 ※計量口より採取した試料砂を分析（篩い分け試験等）
 2. 連続した流量に対する砂の粒度変化（時系列変化）状態をグラフ-6、9、12に示す。
 3. 連続した流量に対する対前回増加率の状態をグラフ-7、10、13に示す。
 4. 連続した流量に対する対基準値増加率の状態をグラフ-8、11、14に示す。
- ※2、3、4、は、ホットピンのサンプリング装置より採取した試料砂を分析





以上のグラフ状況より、試料砂の連続バッチに於ける粒度変動としては、篩分け試験データの変動範囲の最大のもので0.6mmサイズの通過重量百分率で5.4%の差であり、毎バッチの各サイズの変動量は少ないといえる。また、2.3.4.の連続した流量に対する増加率である程度、毎バッチの粒度変化を知る事が出来、その結果、毎バッチの変動については、変動量は少ないといえるが、最初採取した試料との差は、広がっていくという結果がでている。

このことからリアルタイムに粒度管理をしていく必要性は充分あり、画像処理システムの発展によって実用化の可能性はあります。

あとがき

現在、アスファルトプラントに於ける品質管理面は、コンピュータを利用しプラントで計量した各材料の計量データより粒度を判定する方法を採用していますが、碎石等については、粒度の範囲が狭い(限定されている)ので安定していますが、砂については、2.5mmアンダーというのみで粒径分布については、ブラックボックスになっている。

この砂の粒度変化をリアルタイムに測定しそれをフィードバックコントロールする事を目的として今回のテーマに取り組んできたが、上記報告の通り画像処理解析の精度の問題等からその域に達し得ない結果となりましたが画像処理での監視装置としては利用できる内容もあり、この分野の開発の参考になることを期待して今回の研究発表とさせていただきます。