

# 舗装材料劣化の新しい評価手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平21～平22

担当チーム：新材料チーム

研究担当者：西崎 到、谷口 聡

## 【要旨】

本研究は、舗装材料の劣化を評価する手法としてX線CTを取り上げ、土木材料への適用について文献調査を行うとともに、舗装材料への適用性について検討を行った。文献調査の結果、X線CTは砂や粘土等の土系材料、コンクリートやスラグ等の無機系材料、アスファルトやプラスチック等の有機系材料の品質、劣化評価に適していることが明らかとなった。また、アスファルト混合物の骨材の形状や空隙の分布等の可視化及び密度と相関が高いCT値によってアスファルト混合物の組成の定量化を行うために有効であることが明らかになった。以上より、アスファルト舗装の新しい品質評価手法、劣化評価手法として有望であることを示すことができた。

キーワード：X線CT、アスファルト舗装材料、品質評価(QC/QA)、劣化評価

## 1. はじめに

舗装材料については、平成13年の道路構造令改正、車道及び側帯の舗装の構造の基準に関する国道交通省令の制定及び舗装の構造に関する技術基準が通達されたことにより、仕様規定から性能規定へ移行し、またアスファルトコンクリート及びセメントコンクリート以外の材料も基準を満たせば使用することが可能となった。しかし、舗装用新材料の劣化の評価技術が確立されていないため、新材料の導入が進まないという実態がある。これらの新材料を評価する手法として、X線CT等最新技術を適用することを検討し、舗装用新材料の安全性及び信頼性の向上、品質管理技術の高度化、コスト縮減を図る必要がある。

そこで、本研究では材料の劣化評価に威力を発揮すると考えられるX線CTについて、新材料の品質及び劣化評価手法としての適用可能性を検討することを目的とし、その初期段階として、既存のアスファルト系材料への適用を試みた。

なお、これに先立ち、アスファルト舗装以外の様々な建設材料へのX線CTの適用性についても文献調査により調査を行った。

を実施し、既にX線CTの適用事例のある土木材料である土系材料、コンクリート材料及びアスファルト舗装材料等への応用可能性についての既存研究についてとりまとめた。また、X線CTの適用事例がない土木材料についても、材料の密度等に基づいて適用可能性を検討した。

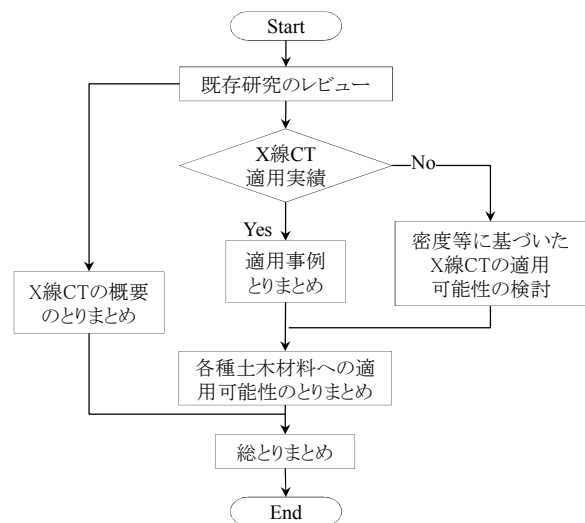


図-1 文献調査のフロー

## 2. X線CTの適用事例に関する文献調査

### 2.1 研究方法

21年度にX線CTの概要及び建設材料に対する適用事例について文献調査を実施した。文献調査のフローを図-1に示す。調査にあたっては、舗装材料のみならず、広く土木材料全般まで範囲を広げて調査

### 2.2 研究結果

#### (1)X線CTの概要

##### ①X線CTの原理

X線CTの原理は、様々な方向から「影絵」を測定し、PCでデジタル処理を施すことにより、供試体内

部の各点のX線吸収係数(単位長さあたりのX線吸収量)を求め、それを画像の濃淡で表示することにある<sup>1)~3)</sup>。X線CTの撮影方法及び立体画像を構成する最小要素であるボクセル(voxel)の概念を図-2に示す。

一般に、X線は供試体を通過する際に強度が減衰し、供試体通過前のX線強度を $I_0$ 、減衰したX線の強度を $I$ 、X線の供試体透過長を $W$ 、X線吸収係数を $\mu$ とすると、式(1)が成立する。

$$I = I_0 \exp(-\mu W) \quad (1)$$

X線吸収量の算出原理を図-3に示す。X線吸収量は、検出器があらゆる方向から受けたX線透過量をPCで演算することによって求めることができる<sup>3)</sup>。X線吸収係数は密度の高い材料ほど大きく、密度の低い材料ほど低い傾向がある。これを数値化した指標としてCT値が用いられる。ボクセル(voxel、立体画像を構成する最小要素)のCT値は式(2)で表すことができる。

$$CT値 = K \frac{\mu - \mu_w}{\mu_w} \quad (2)$$

ここに、

$\mu_w$  : 水のX線吸収係数

$K$  : 定数(通常 $K=1,000$ )

CT値は、密度が大きいほど大きく、密度が小さいほど小さくなることから、材料を評価するうえで有力な評価指標となりうる。

一例として、アスファルト混合物のCT値算出の概念を図-4に示す。アスファルト混合物のCT値は、X線の減衰をもとに算出され、減衰量は骨材、アスファルト+石粉、空隙の構成比によって変化する。すなわち、骨材の量が多ければX線の減衰は大きく、CT値も大きくなり、空隙の量が多ければX線の減衰量は小さく、CT値も小さくなる。

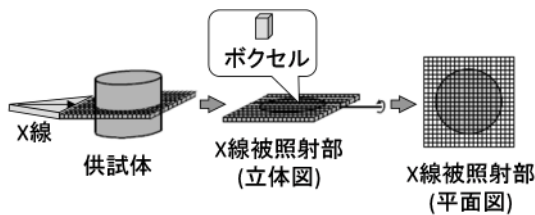


図-2 X線CTの撮影方法及びボクセルの概念



図-3 X線CTの算出原理

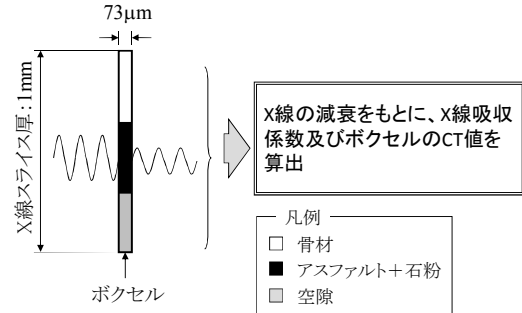


図-4 アスファルト混合物のCT値算出の概念

## ②出力画像

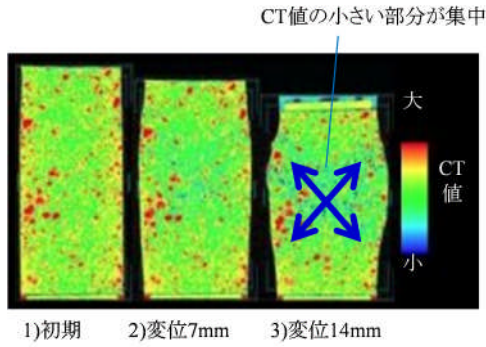
X線CTの出力画像は、ボクセルが持つCT値等といった情報から、通常、256階調のグレイスケールとして変換される。一般に、CT値の高い領域(高密度領域)では白く、低い領域(低密度領域)では黒く表示される。

## (2)建設材料に対するX線CTの適用事例

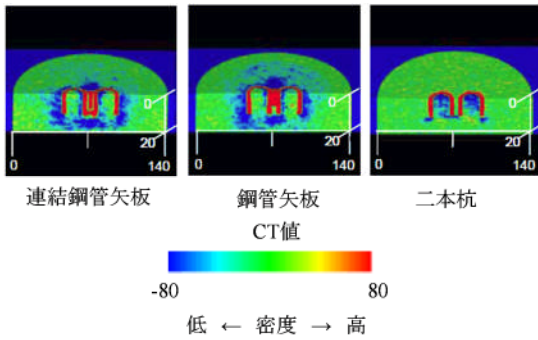
土木分野におけるX線CTの適用事例を調査した結果、土系材料38編、セメントコンクリート19編、アスファルト舗装13編、その他1編が抽出された。

土系材料については、1996年に熊本大学<sup>2)</sup>、2003年に港湾空港技術研究所<sup>3)</sup>、2007年に京都大学<sup>4)</sup>に導入される等、X線CTに関する研究が最も盛んに行われている分野である。また、砂及び粘土の可視化のみならず、X線CTスキャナ用三軸圧縮試験機<sup>5)</sup>が開発され、土系材料の破壊メカニズム解明に寄与している(図-5(a))。さらに、H連結鋼管矢板(図-5(b))<sup>6)</sup>や鋼管杭<sup>7)</sup>の貫入、トンネルの切羽崩壊のシミュレーション<sup>8)</sup>を行うに至っている。

セメントコンクリートの分野では、モルタルの破壊、水和反応によるカルシウム溶脱といった化学的現象等についてX線CTが適用されている<sup>9)</sup>。また、X線CTにより出力されたモルタルの平均CT値から水セメント比を求めるモデルが提案されている<sup>10)</sup>。セメントコンクリートのX線CT画像及び水セメント比とモルタルの平均値の関係を図-6に示す。このようにセメントコンクリートの分野においても、品質評価及び劣化メカニズムの解明にX線CTが広く適用されていることが明らかとなった。



(a) 三軸圧縮試験におけるCT値の分布<sup>5)</sup>

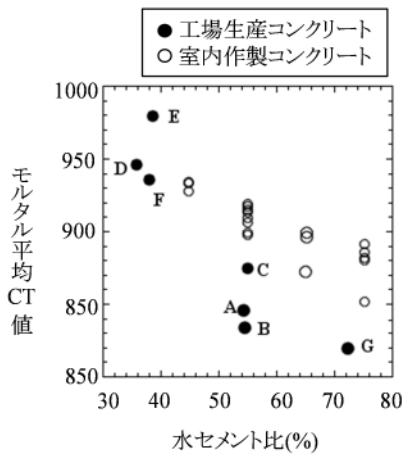


(b) H連結鋼管矢板の貫入<sup>6)</sup>

図-5 土系材料への適用事例



(a) セメントコンクリートのX線CT画像



(b) 水セメント比とモルタルの平均値の関係

図-6 セメントコンクリートへの適用事例<sup>10)</sup>

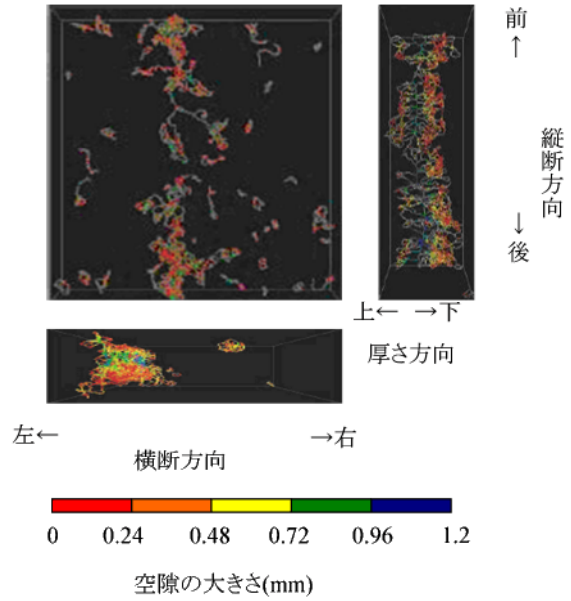


図-7 アスファルト舗装の亀裂への適用事例<sup>12)</sup>

アスファルト舗装については、米国で1988～92年に実施された新道路研究計画(SHRP)において医療用X線CTが適用された例があった<sup>11)</sup>。近年では骨材形状、亀裂等について分析する事例が報告されている。一例として、アスファルト舗装の亀裂について分析した事例(図-7)があった<sup>12)</sup>。

### (3) 土木材料のX線CTの適用可能性

式(1)で示されるように、X線の透過量は供試体の大きさと密度によって決定される。このようなことから、土木材料への適用性については以下のとおりまとめることができる。

#### i) 金属材料(軽金属除く)

金属材料の場合には、高いX線エネルギーを有する特殊なX線CTを用いなければならない。一方、H連結鋼管矢板の貫入(図-5(b))<sup>6)</sup>で示したように、模型実験で行うのであれば、X線CTの利用は有効である。

#### ii) 軽金属、無機系材料、有機系材料

アルミニウムのような軽金属、セラミックやスラグ等の無機系材料、プラスチック等の有機系材料については、密度が低いことからX線CTによって比較的効率的に品質及び劣化の評価が可能である。

## 3. X線CTのアスファルト混合物への適用

### 3.1 研究方法

21年度はアスファルト混合物及びこれを構成する各素材(粗骨材、細骨材、石粉、アスファルト)につ

いてX線CT試験用の供試体を作成するとともに、素材及び基準供試体(No.7、アスファルト量=5.5%)について、X線CTスキャナ(写真-1)を用いて試験を実施した<sup>1)</sup>。

22年度はNo.5~9についてX線CT試験を実施し、アスファルト量の違いによるCT画像を比較したうえで、品質及び劣化評価の可能性について検討を実施した<sup>13)</sup>。

以下、供試体の作成、X線CT試験、材料構成の定量化方法、断面平均CT値の計算方法について示す。



写真-1 X線CTスキャナ(熊本大学)

### ①供試体の作成

アスファルト混合物のX線CT試験を実施するための素材(粗骨材、細骨材、石粉、ストレートアスファルト)供試体を写真-2に示す。素材については、内径50mmのポリカーボネート瓶に高さ55mmまで充填した。

アスファルト混合物供試体を写真-3に示す。アスファルト混合物供試体の直径は101.6mm、高さは68.7mmであり、アスファルト量の異なる最大粒径13mmの密粒度アスファルト混合物の供試体(写真-2)を作成した。供試体のアスファルト混合物を構成する素材の体積比は表-1、各素材の密度は表-2、アスファルト混合物の密度は表-3のとおりとなった。

### ②X線CT試験

X線CT試験は表-4に示すとおり、管電圧300kV、スライス厚を1mmとして試験を行った。また、図-8に素材及びアスファルト混合物のX線照射位置を示した。素材については底面から10, 25, 40mmの位置でX線を照射し、アスファルト混合物については、底面から10.0, 21.5, 34.3, 46.4, 56.7mmの位置でX線を照射した。



(a)粗骨材 (b)細骨材 (c)石粉 (d)ストレートアスファルト

写真-2 アスファルト混合物用素材

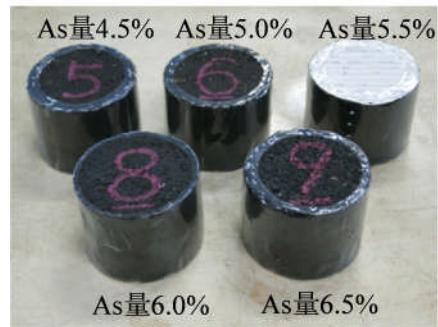


写真-3 アスファルト混合物供試体

表-1 アスファルト混合物供試体体積百分率

供試体 No.	粗骨材	細骨材	石粉	アスファルト	空隙
5	47.2	32.2	4.0	10.1 (4.5)	6.5
6	47.0	32.1	4.0	11.3 (5.0)	5.6
7	47.2	32.2	4.0	12.6 (5.5)	4.0
8	47.1	32.3	4.1	13.9 (6.0)	3.6
9	47.0	32.1	4.1	14.9 (6.5)	1.9

カッコ内はアスファルト量(単位: %)

表-2 素材の密度

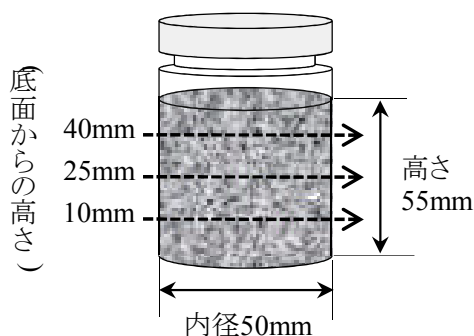
素材	密度(g/cm <sup>3</sup> )
粗骨材	2.692
細骨材	2.686
石粉	2.770
ストレートアスファルト	1.041

表-3 アスファルト混合物の密度

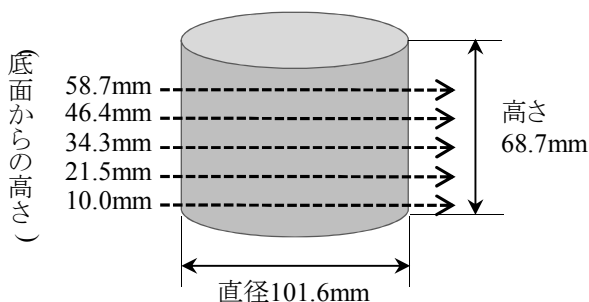
供試体No.	密度(g/cm <sup>3</sup> )
5	2.349
6	2.360
7	2.388
8	2.393
9	2.398

表-4 撮影条件

管電圧	300kV
スライス厚	1.0mm
撮影領域	φ150mm
画像構成マトリクス数	2,048 x 2,048
ボクセルサイズ (解像度)	0.073 x 0.073 x 1.0mm



(a) 素材供試体



(b) アスファルト混合物供試体

図-8 X線照射位置

### ③材料構成の定量化方法

アスファルト混合物の品質や劣化を評価するためには、骨材の形状、アスファルト及び空隙の分布についても把握しなければならない。出力画像から素材の構成を定量化するためには、CT値のしきい値を設定する必要がある。本研究においてはPタイル法(Percentile method)<sup>14)</sup>を用いた。

図-9にPタイル法の方法を示す。この方法では、はじめに対象物の面積 $S_0$ と対象物以外の面積 $S_1$ から、画像全体の面積 $S$ と面積比率 $P$ を求める。次に、CT値の低い方または高い方から頻度値を積算していき、対象物の面積が画像全体の面積に対して $P$ の割合となるところのCT値よりしきい値 $T$ を得る。この手法は、本研究のように体積率が既知のものについて非常に有効である。

本研究においては空隙、アスファルト+石粉、細骨材、粗骨材の4種類に区分するため、3つのCT値のしきい値を求め、4値化を行った。なお、ストアス+石粉としたのは、石粉がアスファルトと一体となって骨材の空隙を充填し、混合物の安定性や耐久性を向上させる役割があること<sup>15)</sup>、また、石粉は約80%が0.075mm以下の粒子であり、X線CT画像の空間分解能( $0.073 \times 0.073 \times 2.0\text{mm}^3$ )では粒子として判断できないためである。

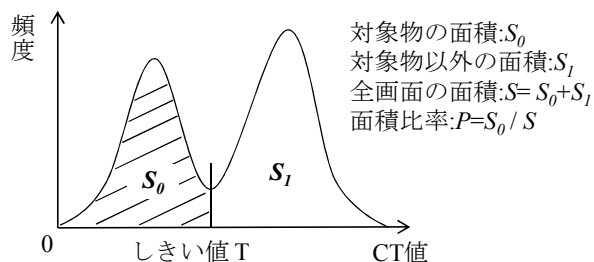


図-9 Pタイル法の方法

### ④断面平均CT値の計算

CT値が $i$ の時の頻度を $n_i$ 、総ボクセル数を $N$ とした場合、照射された断面の断面平均CT値( $CT_{ave}$ )は式(3)で表される。

$$CT_{ave} = \frac{\sum i \times n_i}{N} \quad (3)$$

## 3. 2 研究結果

### (1)素材のX線CT試験結果

#### ①粗骨材

粗骨材のCT画像及びCT値ヒストグラムを図-10に示す。CT値ヒストグラムから双峰性を示していることが確認できる。これは粗骨材間に充填する材料がなく、大きな空隙が多数存在することによるものであると考えられる。またCT画像からも、粗骨材と空隙が顕著に現れていることが確認できる。CT値が-1000前後の範囲が空隙、1500前後の範囲が粗骨材を表している。なお、CT値が-1000~1500での頻度が100程度となっているが、これは1つのボクセル内に粗骨材と空隙の両方が存在していることによるものである。

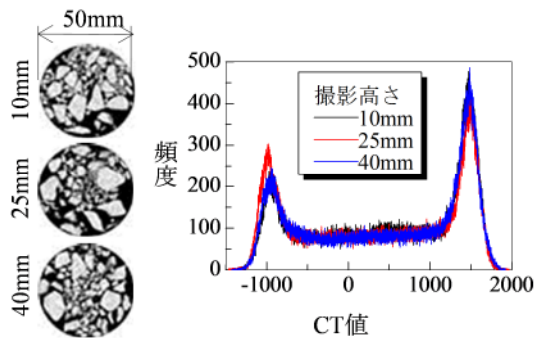


図-10 粗骨材のCT画像及びCT値ヒストグラム

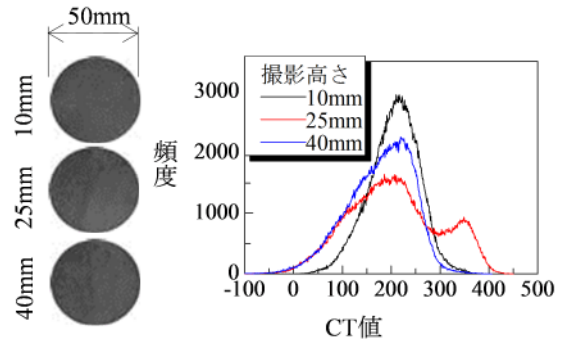


図-12 石粉のCT画像及びCT値ヒストグラム

②細骨材

細骨材のCT画像及びCT値ヒストグラムを図-11に示す。CT画像から、小さな粒子が大きな粒子の間隙を充填していることが確認できる。また、CT値ヒストグラムは粗骨材とは異なり単峰性を示している。これは、X線CT画像の空間分解能が $0.073 \times 0.073 \times 1.0\text{mm}^3$ であるのに対し、細骨材の大部分が粒径 $2.0\text{mm}$ 以下であり、多くのボクセル内で細骨材と空隙の部分が存在しているからであると考えられる。そのため、細骨材は粗骨材と密度がほぼ同じであるにも関わらず、空隙に影響されCT値が低くなっていると考えられる。

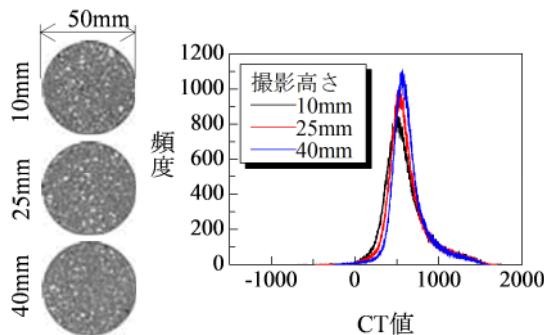


図-11 細骨材のCT画像及びCT値ヒストグラム

③石粉

石粉のCT画像及びCT値ヒストグラムを図-12に示す。石粉のCT値ヒストグラムは他の材料と異なり均一なグラフを示していない。これは石粉の粒径が非常に小さく、大部分が $0.075\text{mm}$ 以下の粒子で占めているため、X線CT画像の空間分解能で判別することができなかったためと考えられる。そのため、1つのボクセル内に含まれる石粉の粒子が多ければCT値が高く、少なればCT値は低くなる。よって、石粉の場合は撮影断面によってCT値ヒストグラムにばらつきがみられたと考えられる。

④アスファルト

ストレートアスファルトのCT画像およびCT値ヒストグラムを図-13示す。CT画像は3断面ともほとんど同じであり、CT値ヒストグラムも線が重なっている。これはアスファルト内の空隙が存在しておらず、アスファルトを1つの塊とみなしているからであると考えられる。また、CT値のピークは-15付近であった。

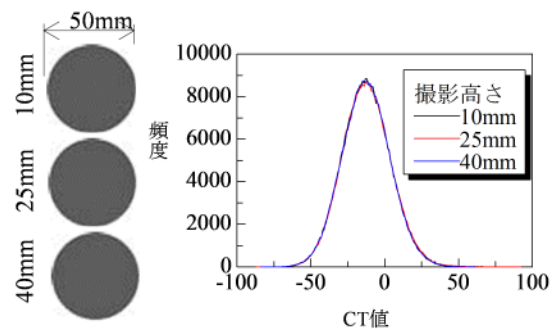


図-12 アスファルトのCT画像及びCT値ヒストグラム

(2)アスファルト混合物のX線CT試験結果

アスファルト混合物のCT画像を図-14に示す。ここから粗骨材の形状や空隙の分布を確認することができる。また、アスファルト量が増加するに伴って、色の濃い部分、すなわち空隙が徐々に減少している傾向にあることが確認できる。

各アスファルト混合物供試体の中央断面（撮影高さ $34.3\text{mm}$ ）におけるCT値ヒストグラムを図-15に示す。これより、アスファルト量の増加に伴って、双峰性が明確に現れることが確認できる。また、CT値が約 $500 \sim 1000$ の部分ではアスファルト量の増加に伴ってそれぞれのCT値の頻度が小さくなる傾向にあることが確認できる。

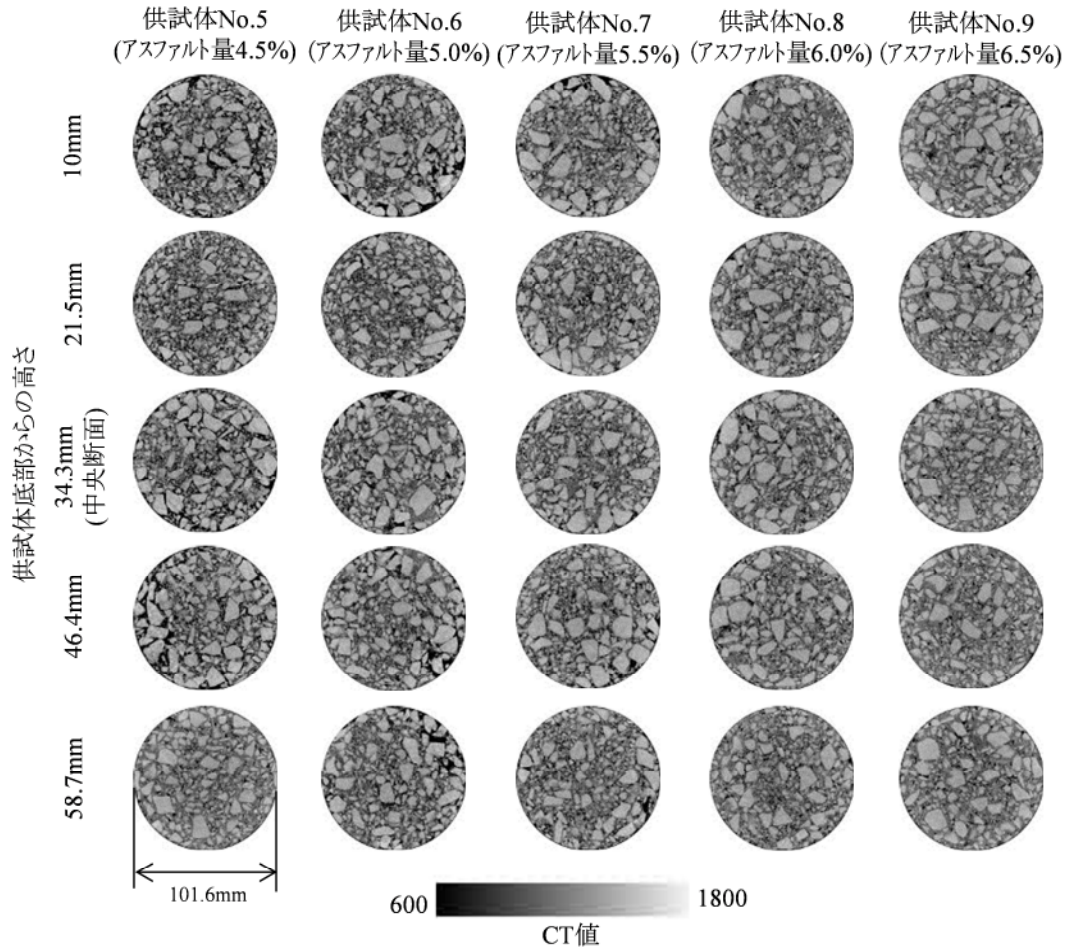


図-14 アスファルト混合物のCT画像

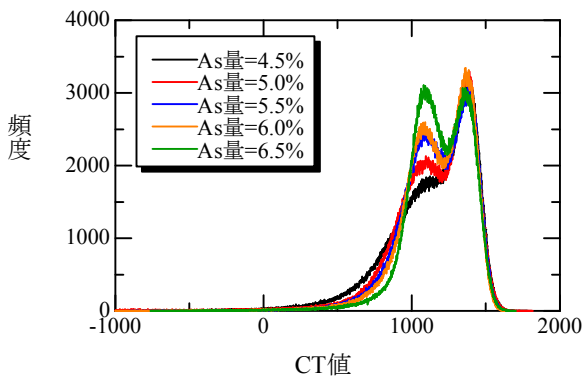


図-15 中央断面におけるアスファルト混合物CT値のヒストグラム

### (3)アスファルト混合物の材料構成の定量化

アスファルト混合物供試体のX線CT撮影で得られたCT値ヒストグラムから各構成材料がとるCT値範囲を決定するにあたり、しきい値を求める必要がある。そこで、2.2で述べたPタイル法を用いてしきい値を算出した。しきい値はCT値ヒストグラムに基

づき、CT値の低い方から面積比率を求め、空隙、アスファルト+石粉、細骨材、粗骨材の体積率と等しくなったCT値をしきい値とした。以下、空隙とアスファルト+石粉のしきい値をしきい値1、アスファルト+石粉と細骨材のしきい値をしきい値2、細骨材と粗骨材のしきい値をしきい値3とする。5断面のしきい値1~3の平均値を図-16に示す。

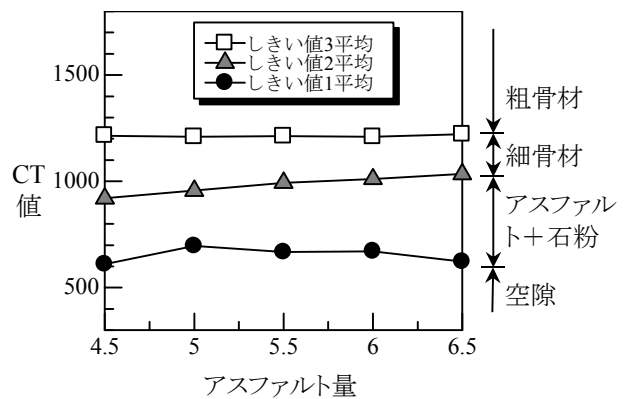


図-16 アスファルト量としきい値1~3の関係

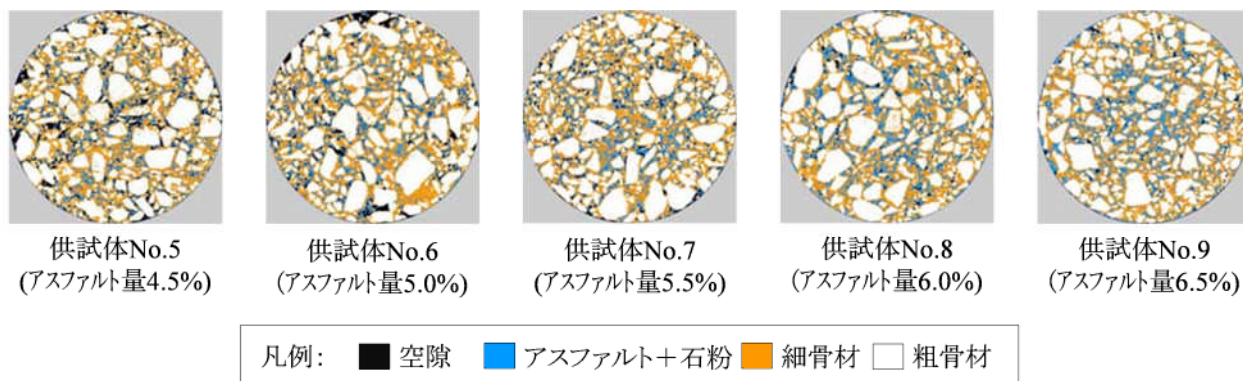


図-17 アスファルト混合物の4値化画像

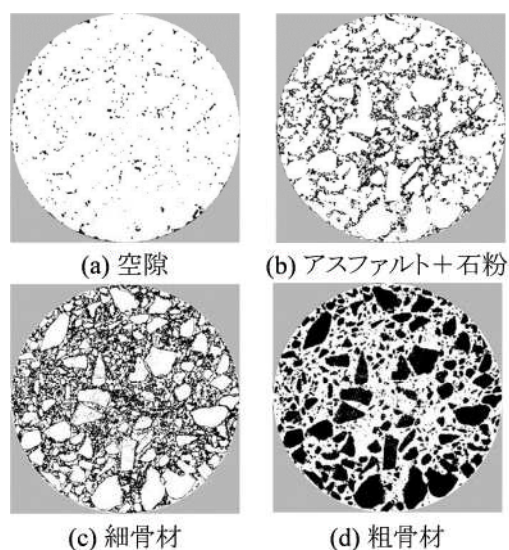


図-18 各素材の抽出画像(供試体7)

しきい値1以下の領域は空隙、しきい値1と2の間はアスファルト+石粉、しきい値2と3の間は細骨材、しきい値3以上の領域は粗骨材を示す。

しきい値1はアスファルト量による明確な傾向は見られなかった。しきい値2はアスファルト量が増大するに従って増大する傾向が見られた。しきい値3はアスファルト量によらずほぼ一定の値を示した。

これは、骨材の間の空隙にアスファルトが満たされていくにつれ、アスファルトの影響が反映されるためにしきい値2の値が高くなるものと考えられる。一方、しきい値3については粗骨材と細骨材の体積率がほぼ一定であることから、大きな変化がなかったものと考えられる。

このしきい値に基づいて、供試体5～9の中央断面における4値化画像を図-17に示す。これによって、アスファルト量が増加するに従い、空隙の部分の面積が小さくなり、アスファルト+石粉の部分が大き

くなるのがわかる。また、供試体7の中央断面における各素材の抽出画像を図-18に示す。これにより、骨材の噛み合わせ状況、アスファルトモルタルの充填状況、空隙の状況等を確認することができる。

#### (4)アスファルト混合物の断面平均CT値

アスファルト混合物各供試体の断面平均CT値(5断面平均)と密度の関係を図-19に、断面平均CT値と密度の関係を図-20に示す。

図-19は断面平均CT値と密度の相関は高く、線形性が成立していることを示している。また、最小二乗法による線形近似式は式(4)で表され、寄与率( $r^2$ )は0.943である。このことから、図-21のように、アスファルト混合物の基準供試体の密度とCT値をあらかじめ求めておき、現場のコアをCT撮影することによって締固め度を求めることができる可能性があることを示している。

$$d = 8.847 \times 10^{-4} CT + 1.356 \quad (4)$$

ここに、

$d$ : アスファルト混合物の密度

$CT$ : 断面CT平均値

同様に、図-20は断面平均CT値とアスファルト量の相関は非常に高く、最小二乗法による指数近似式は式(5)で表される。寄与率は0.994である。このことから、現場のコアをCT撮影することによって、断面平均CT値を用いてアスファルト量を予測できる可能性があることを示している。

$$AS = e^{6.075 \times 10^{-3} CT - 5.319} \quad (5)$$

ここに、

$AS$ : アスファルト量(%)



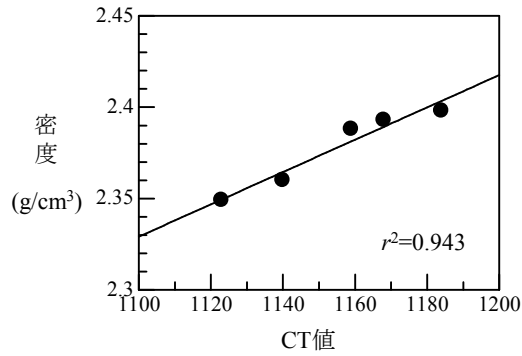


図-19 断面平均CT値と密度の関係

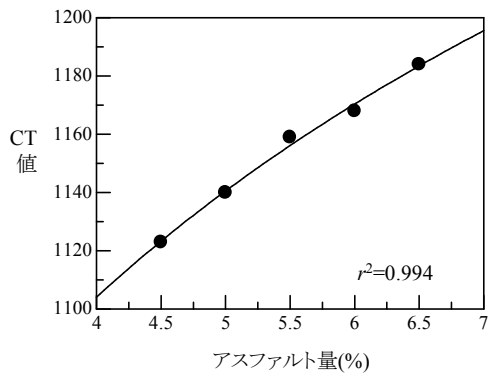


図-20 断面平均CT値とアスファルト量の関係

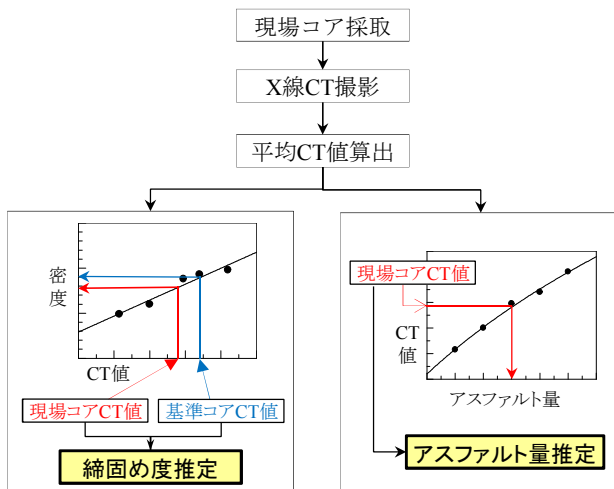


図-21 X線CTを用いた新たな品質評価手法の提案

#### 4. まとめ

本研究では、はじめにX線CTの概要及び建設材料に対する適用事例について文献調査を実施した。その結果以下のことが明らかとなった。

(1) 土系材料は、国内外において研究が盛んに実施され、三軸圧縮試験による破壊メカニズムの解明、

模型を用いた破壊シミュレーションが行われる等、基礎分野から応用分野へと研究が展開している。

- (2) セメントコンクリートは、X線CT試験の結果から水セメント比を評価する等、品質評価への適用が見られた。
- (3) アスファルト舗装は、骨材形状、亀裂等について分析する事例が報告されているが、品質評価や破壊のシミュレーションまでには及んでおらず、研究としては、端緒についた段階である。
- (4) その他の材料についても、材料の密度が比較的低い材料(軽金属、セラミックス、プラスチック等)で、比較的効率的にX線CTの品質・劣化評価への適用の方向性を見出すことができた。

次に、アスファルト混合物の円柱供試体を用いてX線CT試験を実施した結果、以下の結論を得ることができた。

- (5) X線CTをアスファルト混合物に適用することにより、空隙、アスファルト、骨材等の分布状況を把握することができた。特に、アスファルト量の違いによる空隙及びアスファルトの分布の違いを明確に示すことができた。
- (6) X線CT画像の濃淡や密度の違いを表すCT値はアスファルト混合物を評価するうえで非常に有効な指標であることが明らかとなった。
- (7) 断面平均CT値は密度やアスファルト量を相関が高く、X線CTを用いた新しい評価手法を提案することができた。

一方、今後の課題として以下の事項が挙げられる。

- (1) 本研究は一つの混合物についてのみの検討に留まっており、実現場における品質管理・品質保証(QC/QA)に耐えうるものとするためには、さらにデータを蓄積していかなければならない。
- (2) 実現場でのアスファルト舗装では、密粒度アスファルト混合物のみならず、ポーラスアスファルト混合物等の混合物が用いられる。また、近年では、アスファルト混合物、セメントコンクリートだけでなく、多くの種類の材料が舗装に用いられていることから、これらの材料に対してもX線CTを適用していかなければならない。
- (3) FRP等、アスファルト以外の有機系材料に対してもX線CTは有効であることから、これらの材料に対するX線CTについても試みていく必要がある。

## 参考文献

- 1) 谷口聡、大谷順、西崎到：X線CTを用いたアスファルト舗装材料の新しい評価手法に関する研究、舗装工学論文集第15巻、土木学会舗装工学委員会、平成22年12月
- 2) 大谷順、菅原勝彦：X線CTの応用技術総論、資源・素材2000(秋季大会)、資源・素材学会、2000.
- 3) 菊池喜昭、水谷崇亮、永留健、畠俊郎：マイクロフォーカスX線CTスキャナの地盤工学への適用性の検討、港湾空港技術研究所資料第1125号、2006
- 4) 佐藤朋哉、澤田茉伊、佐名川太亮、肥後陽介、木元小百合、岡二三生：マイクロフォーカスX線CTによる土材料内部の可視化、土木学会関西支部年次学術講演会、2008
- 5) 大谷順、渡邊陽一、Lenoir Nicolas：X線CTデータに基づく異なる拘束圧下での三軸圧縮下における砂のひずみの特性、土木学会第63会年次学術講演会講演概要集、3-208、2008
- 6) 八田直己、大谷順、平井卓、萩原敏行、木村亮：X線CTを用いたH連結鋼管矢板の鉛直支持力特性の解明、第40回地盤工学研究発表会、地盤工学会、pp.1431-1432、2005
- 7) 菊池喜昭、佐藤宇紘、森川嘉之：開端杭貫入時の杭先端周辺地盤の変形挙動の観察、港湾空港技術研究所資料第1177号、2008
- 8) 大谷順、永谷英基、高野大樹：X線CTを用いたトンネル切羽崩壊機構の評価、土木学会論文集C、第62巻第4号、pp.814-824、2006
- 9) 人見尚、三田芳幸、斉藤裕司、竹田宣典：高輝度X線CTを用いたコンクリートのカルシウム溶脱の評価、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集、第5巻、pp.223-228、2005
- 10) 天明敏行、堤知明、村上祐治、尾原祐三：X線CT法によるコンクリート供試体の非破壊検査、コンクリート工学年次論文集、Vol.25, No.1, 2003
- 11) Synolakis C.E. Leahy R.M., “Singh M.B., Zhou Z., and Song S.M.: Development of an Asphalt Core Tomographer”, SHRP-A-656, National Research Council, 1993
- 12) Satoshi Taniguchi, Itaru Nishizaki and Akihiro Moriyoshi : “Three-Dimensional Diagnosis of Pavement Damage using CT Scanner”, The 6th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control (MAIREPAV6), Politecnico di Torino - Italy, July 8-10, 2009
- 13) 小川慧一郎、谷口聡、大谷順：X線CTを用いた配合の異なるアスファルト混合物の新しい評価手法に関する研究、第66回土木学会年次学術講演会講演概要集、2011(投稿中)
- 14) 高木幹雄、下田陽久：新編画像解析ハンドブック、東京大学出版会、2001
- 15) 日本道路協会：舗装施工便覧、2009

## NEW EVALIATION METHOD OF PAVEMENT DETERIORATION

**Budged** : Grants for operating expenses General account

**Research Period** : FY2009-2010

**Research Team** : Material and Geotechnical Engineering  
Research Group (Advanced Materials)

**Author** : NISHIZAKI Itaru, TANIGUCHI Satoshi

**Abstract:**

This study deals with X-ray CT to evaluate the asphalt concrete deterioration. First we studied application of X-ray CT for the construction materials including pavement materials. As a result of surveying literatures and documents, X-ray CT is effective to evaluate the quality and deterioration of soil materials such as sand and clay, inorganic materials such as cement concrete and slag, and organic materials such as asphalt and plastic. Then, it is concluded that X-ray CT is able to grasp the distribution of aggregate, asphalt mastic and void in the asphalt mixture, and CT value is the index to quantify the composition of asphalt mixture. Therefore X-ray CT shows the possibility of quality control and quality assurance (QC/QA), and deterioration evaluation.

**Keywords:** X-ray CT, materials for asphalt pavement, quality control and quality assurance (QC/QA), evaluation of deterioration