

X線CTを用いた種類の異なるアスファルト混合物の工学特性の評価に関する研究

熊本大学大学院

学生会員

○小川

慧一郎

土木研究所

正会員

谷口

聡

熊本大学大学院

正会員

大谷

順

1. はじめに

アスファルト舗装の施工の際に配合設計と品質管理を行う必要があるが、品質管理には複雑な試験項目が多数あり、多大な時間を要してしまうといった問題点が挙げられる。この問題を解決するため、谷口ら¹⁾は物体の内部を非破壊で可視化することを可能とするX線CT法を、主に表層材料として一般地域で用いられる密粒度アスファルト混合物に適用させ、品質管理や検査における新たな評価手法の提案を試みている。その成果として、アスファルト量の異なるアスファルト混合物にX線CT法を適用し、しきい値、断面平均CT値を用いた新たな評価手法の提案を行った。しかし、アスファルト混合物は粒度範囲の違いにより様々な種類に分けられ、基層用材料や排水性材料など施工場所で要求される性能にあったアスファルト混合物が選定され用いられる。そのため、X線CT法を品質管理や検査に適用するためには、アスファルト混合物の種類やアスファルトの種類を変化させた場合の検討を行う必要がある。そこで、本研究の目的は混合物の種類及びアスファルトの種類を変化させた場合のアスファルト混合物供試体にX線CT法を適用し、混合物及びアスファルトの種類の変化によるCT画像及びCT値ヒストグラムなどの違いを把握するとともに、混合物及びアスファルトの種類の変化を考慮した新たな評価手法を検討することである。

2. 試験概要

本研究で使用したアスファルト混合物の種類としては、アスファルト舗装の表層材料として用いられる密粒度アスファルト混合物（以下、密粒度）、ポーラスアスファルト混合物（以下、ポーラス）及び基層材料として用いられる粗粒度アスファルト混合物（以下、粗粒度）の3種類である。アスファルトの種類としては、粗粒度はストレートアスファルト、密粒度はストレートアスファルト及びポリマー改質アスファルトⅡ型、ポーラスはポリマー改質アスファルトH型が混入されている。密粒度においてはアスファルトの種類の変化を考慮するために2種類をそれぞれ混入している。各アスファルトの密度はストレートアスファルトが1.041t/m³、ポリマー改質アスファルトⅡ型が1.029t/m³、ポリマー改質H型が1.031 t/m³である。供試体の作製にあたり、「舗装調査・試験法便覧」²⁾に基づきアスファルト量が5%のアスファルト混合物供試体を4個準備した。密粒度及び粗粒度の供試体のサイズは直径101.6mm、高さ68.7mmであり、ポーラスは101.6mm、高さ61.2mmである。各アスファルト混合物供試体はそれぞれ骨材配合率が異なっており、表1に各アスファルト混合物供試体の骨材配合率及び空隙率を示す。作製した各アスファルト混合物供試体は、密粒度及び粗粒度においては供試体底部から10mm、21.5mm、34.3mm（中央断面）、46.4mm、58.7mmで、ポーラスは10mm、20.3mm、30.6mm（中央断面）、40.9mm、51.2mmのそれぞれ5断面でX線CT撮影を行った。なお、表2はX線CT撮影条件を示している。

3. 実験結果および考察

3.1 アスファルトの種類の違いに伴うCT値ヒストグラムの形状変化

図1にアスファルトの種類の異なる密粒度アスファルト混合物供試体の中央断面におけるCT画像を示す。これより、粗骨材等の分布形状には大きな変化は見られない。しかしながら、図2に示すCT値ヒストグラムからではピークに若干の差異が生じていることが確認できる。

表1 各アスファルト混合物の骨材配合率及び空隙率

混合物の種類	粗骨材	細骨材	石粉	空隙率
密粒度	56.5%	38.5%	5.0%	5.4%
粗粒度	72.0%	23.0%	5.0%	4.6%
ポーラス	84.0%	11.0%	5.0%	18.8%

表2 X線CT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	2048mm×2048mm
ボクセルサイズ	0.073×0.073×1.0mm ³

キーワード アスファルト、骨材配合率、粗粒度、ポーラス、密粒度、X線CT

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号

これはアスファルトの密度の差から生じたものであると考えられる。

3.2 混合物の種類の違いに伴うCT値ヒストグラムの形状変化

図3に混合物の種類の異なる各アスファルト混合物の中央断面におけるCT画像を示す。これより、密粒度、粗粒度、ポーラスの順に空隙が多く存在していることを確認することができるが、混合物の種類が変化した際の特性を明確に把握することは困難である。そこで図4に示すCT値ヒストグラムを用いて検討を行った。これより、密粒度、粗粒度、ポーラスの順にCT値がおおよそ700以下の部分では頻度が大きくなり、CT値がおおよそ700から1300の部分では頻度が小さくなる傾向にあることを確認することができる。これは、細骨材の配合率の減少に伴い、ボクセル内に空隙と細骨材を含む平均化されたCT値の頻度が少なくなったためであると考えられる。またCT値が-1000（空隙部）付近に着目すると、粗粒度及びポーラスにおいてはピークが発生している。これは粗骨材の配合率が高くなるにつれ、空隙が多く存在しているために生じたものであると考えられる。以上より、CT値が-1000～1300までの範囲でCT値ヒストグラムにおいて、混合物の種類の変化に伴う傾向を把握することが可能である。

4. おわりに

本研究では、混合物及びアスファルトの種類の異なるアスファルト混合物供試体にX線CT法を適用し、混合物及びアスファルトの違いを考慮するためCT画像及びCT値ヒストグラムから把握を行った。得られた結論は以下のとおりである。

- ・アスファルトの種類が変化した際、CT値ヒストグラムには若干の差異があるものの大きな変化は見られない。
- ・粗骨材の配合率の増加に伴い、粗粒度及びポーラスのCT値ヒストグラムにおいてCT値が-1000付近（空隙）でピークが発生することを確認できた。

今後はX線CT法を用いた品質管理手法及び検査手法の提案に向け、各アスファルト混合物の全断面撮影を行い、検査に必要な断面数の決定や外部空隙の影響を除くための検査対象直径について統計的に分析を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 谷口聡：X線CTを用いたアスファルト舗装材料の定量的評価に関する研究，舗装工学論文集第16巻，土木学会舗装工学委員会，2011.11
- 2) 日本道路協会：舗装調査・試験法便覧，2007.6

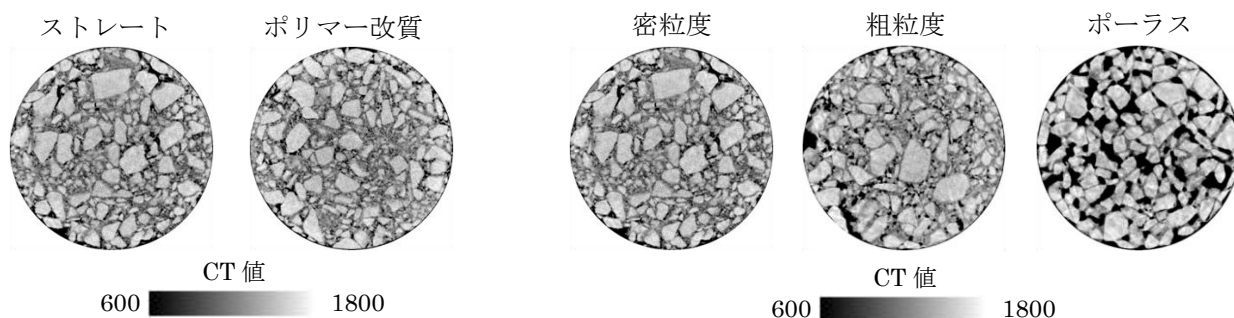


図1 アスファルトの種類の変化によるCT画像

図3 混合物の種類の変化によるCT画像

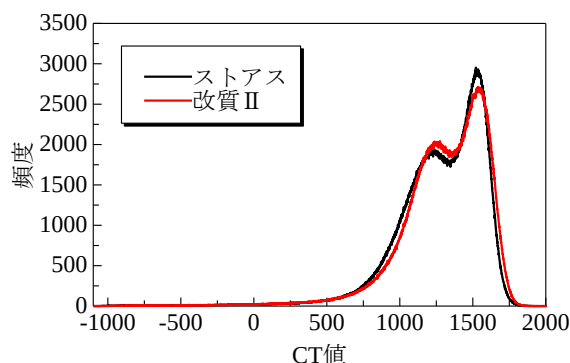


図2 CT値ヒストグラム（アスファルトの種類の変化）

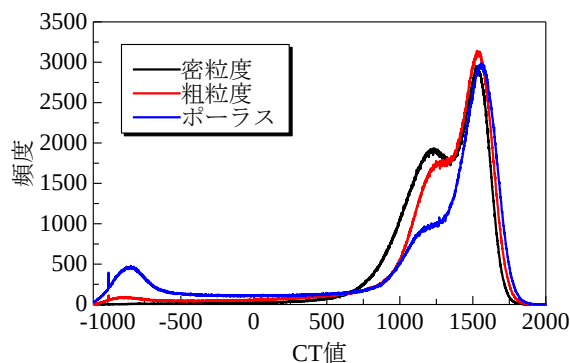


図4 CT値ヒストグラム（混合物の種類の変化）