

X 線 CT を用いたアスファルト混合物の変形特性の解明に関する研究

熊本大学 学生会員 ○尾方 陽介
土木研究所 正会員 谷口 聡
熊本大学大学院 正会員 大谷 順
熊本大学 非会員 佐藤 宇紘

1. はじめに

アスファルト舗装におけるわだち掘れに対して、アスファルト舗装の耐流動性を評価するため、一般的にホイールトラッキング試験（以下、WT 試験）が行われている。しかし、現在の WT 試験では走行荷重による供試体表面の変形を捉えているにすぎないため、供試体全体としての流動の検討を行ううえでは不十分であり、原因解明や進行過程を考慮した対策を行うことは困難とされている。WT 試験用型枠の一面をガラス板とし、骨材の動きを断続的に写真で撮影することで、流動特性を骨材の動きから検討する試みはなされているものの、これらの研究は側面のみの評価であり、供試体内部を評価したとは言い難い。そこで、供試体内部を非破壊で評価できるメリットを持つ X 線 CT 装置を WT 試験用供試体に適用することが有効であると考えられる。

本研究の目的は、輪荷重直下のアスファルト混合物内部における変形特性を解明し、WT 試験において内部変形の評価法の有用性について検討することである。WT 試験前後に、X 線 CT を用いて荷重下の断面を撮影し、得られた画像を画像解析(DIC)により解析することで、WT 試験供試体の変位とひずみ特性についての評価を試みる。

2. 試験概要

(1)供試体

今回の試験で使用したアスファルト混合物は最大粒径 13mm の密粒度アスファルト混合物（以下、密粒度）及びポーラスアスファルト混合物（以下、ポーラス）である。密粒度にはストレートアスファルト（以下、W1）及びポリマー改質アスファルトⅡ型（以下、W2）を用い、ポーラスにはポリマー改質アスファルト H 型（以下、W3）を用いた。また WT 試験前後の画像を簡便に比較するため、X 線を照射する位置に通常の骨材よりも密度の高い電気炉酸化スラグ骨材（密度=3.697g/cm³）を配置した。

(2) WT 試験

WT 試験は『舗装調査・試験法便覧』¹⁾ に示される方法で実施した(図 1)。試験温度は 60℃、載荷荷重は 49kN である。WT 試験回数は近藤らの文献²⁾を参考に 600 回、2400 回、6000 回とした。

(3)X 線 CT 撮影

撮影断面は図 2 に示す通りで、上部、中央部、底部の 3 か所に分けて撮影している。載荷前(0 回)及びそれぞれの載荷後に X 線 CT 撮影を実施した。X 線 CT の撮影条件は、過去の研究事例を参考に表 1 のように設定した。

(4)DIC

本研究では DIC 用の CT 画像サイズを 135.5mm×52.4mm(1850×715 pixel)で設定した。使用した CT 画像は、先述したスラグ等を参考に最も同一らしい断面を抽出した。

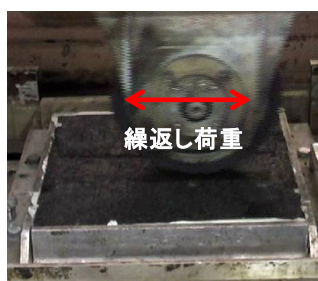


図 1. WT 試験の様子

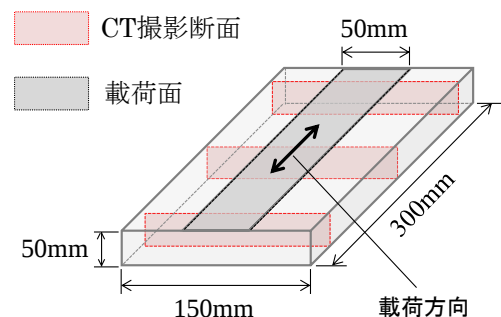


図 2. 撮影断面及び載荷面

表 1. X 線 CT 撮影条件

管電圧	300kV
スライス厚	1mm
撮影領域	φ150mm
画像構成マトリクス数	2048×2048
ボクセルサイズ	0.073×0.073×1.0mm ³

3. 試験結果及び考察

6000 回載荷後の W1 の写真を図 3 に示す。表面上からもわだち掘れが発生していることが確認できる。WT 試験における表面の沈下量は、2400 回までで W1 が 4.18mm、

W2 が 1.55mm, W3 が 1.92mm であった. DIC に用いた CT 画像を図 4 に, DIC で得られた変位画像を図 5 に示す. ここでは密粒度の W1 及び W2 の結果のみ記している.

図 4 において, 輪荷重下で黒い部分が多くなっていくことからタイヤ荷重によるわだち掘れが確認できる. 図 5 は, 鉛直上向き方向の変形量を青色, 鉛直下向き方向の変形量を赤色で示す. (a)は W1 の 0~600pass, (b)は 600~2400pass, (c)は W2 の 0~600pass, (d)は 600~2400pass 時における変位量を示している.

初期載荷においては(a)(c)共に荷重直下部を中心に移動が卓越している. 一方 2400 回載荷時においては(b)と(d)で変形特性の違いが明確に表れ, (d)では全体的な変位量は非常に小さい. これはポリマー改質アスファルトによる所定の強さが発揮されている為と考えられる. また 2400 回時においては(b)(d)ともに上層部で隆起の動きが確認できた. これは 600 回までの圧縮で骨材がかみ合った密な状況になり, 変形の拘束がない表面に盛り上がった為と考えられる. また WT 試験での表面沈下量が(a)において 1.74mm, (c)において 1.01mm であったのに対し, 供試体内部では(a)で 1.8mm, (c)で 1.1mm を超える変位が多数確認できた. このことから内部を考慮した評価法が望まれると言える. 局所的に大きな変位があった箇所は, 主として大粒径の骨材や空隙の影響, また二次元で表している為に載荷方向にずれた骨材もあるが同断面としてみなしている分の誤差などの影響が考えられる.

4. まとめ

本研究は, WT 試験供試体に X 線 CT 及び DIC を適用し, 表面上の WT 試験のみでは分からなかった供試体内部の変形特性を明らかにした. X 線 CT や DIC は効率的にアスファルト混合物内部の状態を把握し定量化できるツールとして非常に有効であることが確認できた.

今後は, 水平方向も含めた変位ベクトル図等を作成し, より

詳細に変形特性の解明を行う. また, 内部で見られた変形特性とわだち掘れやひび割れとの因果関係についての検討や, より実現象に近い多層体や一方向走行での実験を行っていく必要があると考える.

参考文献

- 1) 日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧, pp39-56, 2007
- 2) 近藤崇, 森吉昭博, 吉田隆輝, 高橋正一: ホイールトラッキング試験におけるアスファルト混合物内部の骨材の移動特性, *Journal of the Japan Petroleum Institute*, Vol.46, No.3, p172-180, 2003
- 3) 小川慧一郎, 谷口聡, 大谷順, 佐藤宇紘: 粒子追跡手法を用いたポーラスアスファルト混合物の骨材挙動の解明, 土木学会西部支部研究発表会, V-20, pp.729-730



図 3. 密粒度アスファルト(W1)

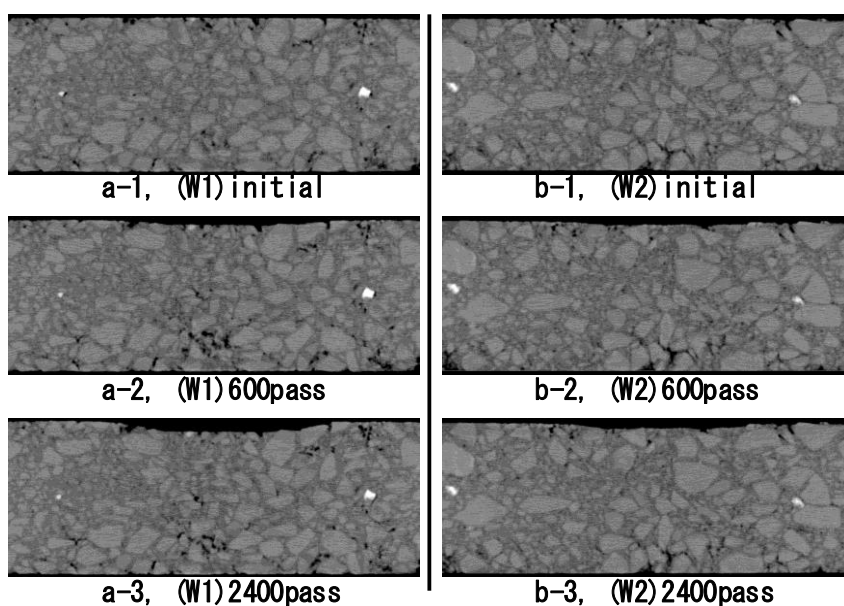


図 4. 密粒度アスファルト混合物の底部における CT 画像

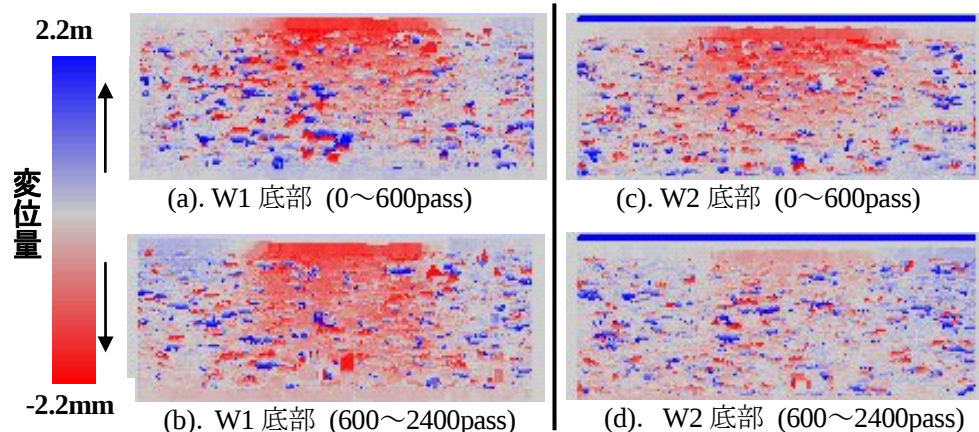


図 5. DIC によって得られた二次元変位画像(鉛直方向)