

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

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
熊本大学	非会員	佐藤 宇絃

1. はじめに

アスファルト舗装の表面に発生する損傷はわだち掘れや縦横断方向の亀裂が主であり、これらは車輛の繰返し荷重によるアスファルト混合物内部の流動や変形により生じるものと考えられている。一般的には流動や変形を確認するためホイールトラッキング（以下、WT）試験が行われている。しかし、WT 試験では供試体表面のみの評価であり、供試体内部の評価は行っていない。そのため近藤ら¹⁾をはじめ、WT 試験用型枠の荷重直角方向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し、その動きから流動特性の検討をしている。しかし、これらの研究では側面のみ評価であり、供試体内部全体の評価を行うことは難しい。そこで、供試体内部を非破壊で評価する 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。近年、我々の研究グループ²⁾により X 線 CT 撮影により得られた画像データをもとに、任意の粒子を追跡する粒子追跡手法（Particle Tracking Velocimetry）が提案されている。この手法では画像データから比較的粒径の大きい粒子を抽出し、その粒子を追跡することで変位ベクトルを得ることができる。そこで、X 線 CT を WT 試験用供試体に適用することで供試体全体における粗骨材の動きを捉えることができると考えられる。

本研究の目的は繰返し荷重をうけた WT 試験用供試体内部の粗骨材の移動を観察し、供試体表面の流動や亀裂の発生メカニズムを解明することである。本報告では、まず X 線 CT 装置を用いて繰返し荷重をうけた供試体における内部変形の評価法の有用性について検討するため、粒子追跡手法より得られた粗骨材の変位ベクトルをもとに粗骨材の動きについて検討を行った。

2. 試験方法

本研究で使用したアスファルト混合物はポーラスアスファルト混合物であり、供試体サイズは幅 150mm×奥行き 300mm×高さ 50 mm とした。まず、荷重を行っていない（以下、initial）供試体の X 線 CT 撮影を実施した。その後、試験温度は 60°C で輪荷重 49kN の繰返し荷重を 600 回（以下、600pass）荷重し、initial と同じ撮影条件及び撮影断面で X 線 CT 撮影を行った。尚、図 1 及び表 1 に撮影断面、荷重面、荷重方向及び X 線 CT 撮影条件を示す。X 線 CT 撮影より得られた各 CT 画像から粗骨材を抽出するための 2 値化処理を行った。2 値化処理を行う上で必要となる粗骨材と粗骨材以外の構成材料のしきい値は p-tile 法³⁾によって決定した。しかし、2 値化処理を施しても連結して表示される粗骨材がいくつか確認されたため、Watershed 法⁴⁾により骨材の分割を行った。以上の画像処理を行って得られた 2 値化画像をもとに、initial 及び 600pass それぞれの平面画像中の粗骨材重心座標を求め、WT 試験前後の粒子の同定により粗骨材の移動量を求めた。

3. 試験結果及び考察

図 2 は initial 及び 600pass の供試体中央断面における CT 画像及び CT 画像に 2 値化処理を施した 2 値化画像を示す。図 3 は initial から 600pass の WT 試験を行った際の移動した距離をベクトル表示したものを示す。図 3 より、荷重直下部を中心に放射上に骨材が移動していることを確認することができる。また、荷重面上ではあまり変化がなくても、内部では荷重直下部付近での粗骨材は側方方向に最大の変位が生じていることが確認できる。以上の検討の結果、X 線 CT を用いて非破壊でアスファルト混合物内部の粗骨材を追跡する粒子追跡法は有用であると考えられる。

4. 終わりに

本研究では、WT 試験用供試体の X 線 CT 撮影を実施し、得られた画像データに粒子追跡手法を適用させた。その結果、粒子追跡手法はアスファルト混合物内部の粗骨材を追跡する上で有用であることが確認できた。また、今後は载荷回数を増やしたケースの検討も行い、粗骨材の動きに伴う粗骨材の接触や亀裂の進展をステップごとに確認したうえで、最終的には供試体表面の流動や亀裂の発生メカニズムの検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) Takashi KONDO : Movement Characteristics of Aggregates in Asphalt Mixtures during the Wheel Tracking Test, Journal of the Japan Petroleum Institute, 46, (3), pp.172-180 , 2003.
- 2) 渡邊陽一, 大谷順, レノアニコラ, 高野大樹 : X 線 CT を用いた三軸圧縮下における砂の 3 次元変位特性の解明, 応用力学論文集, Vol.10, pp.505-512, 2007.
- 3) 高木幹雄, 下田陽久 : 新編画像解析ハンドブック, pp.1520, 東京大学出版社, 2004.
- 4) Soille,P. : Moepological Image Analysis:Principles and Applications, Springer-Vellag Berlin Heidelberg New York, 2002.

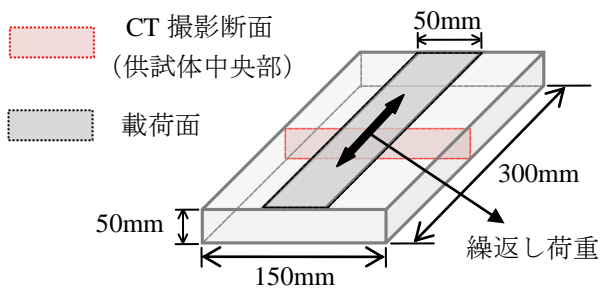


図 1 撮影断面及び載荷面

表 1 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	2048×2048
ボクセルサイズ	0.073×0.073×1.0mm ³

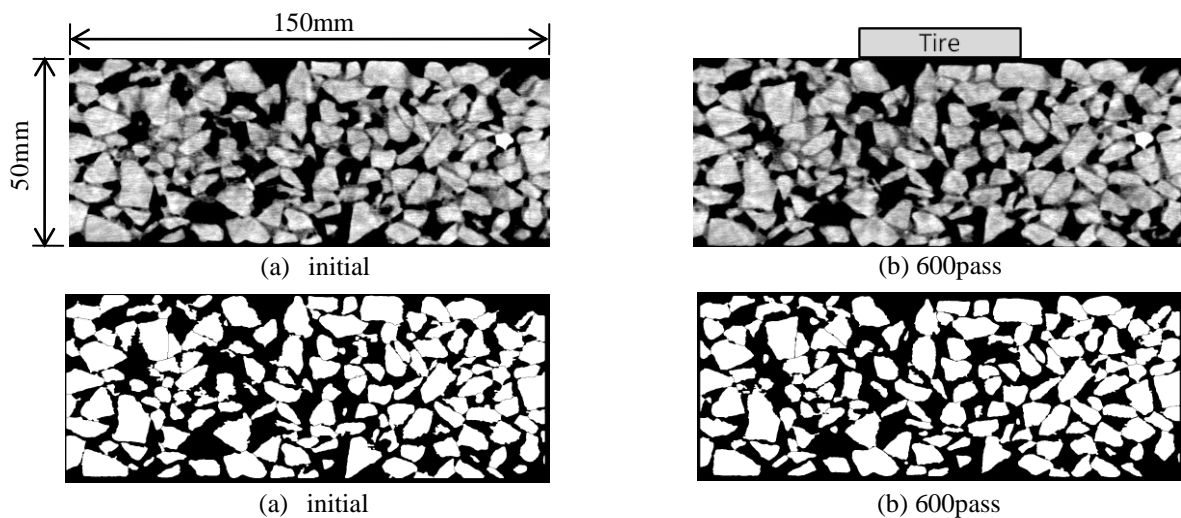


図 2 供試体中央断面の CT 画像及び 2 値化画像

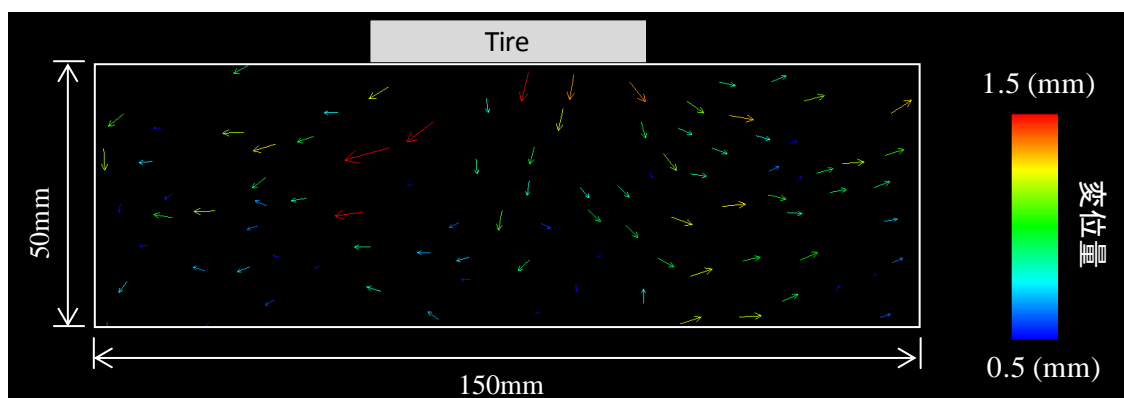


図 3 粒子追跡法によって得られた粗骨材の 2 次元変位ベクトル図