

(財) 阪神高速道路管理技術センター 正会員 ○横田 慎也
 (財) 阪神高速道路管理技術センター 正会員 久利 良夫
 近畿大学 理工学部 正会員 竹原 幸生
 鹿島道路 (株) 技術研究所 正会員 鎌田 修
 鹿島道路 (株) 技術研究所 正会員 坂本 康文

1. はじめに

アスファルト混合物（以下、アスコン）に、交通荷重が作用する時間は通常ごく短時間である。粘弾性体に近いアスコンは、温度と荷重の載荷時間に大きな影響を受けると同時に、その挙動は複雑なものと考えられる。このため、ごく短時間に受ける荷重により発生するアスコンの微小挙動を可視化することを目的に、筆者らは、毎秒100万枚まで撮影できる超高速カメラを用いた計測を試みた。本報は、超高速カメラを用いた画像解析により、アスコンの微小挙動を把握する方法を検討するとともに、解析精度を検証するため、ひずみゲージにて測定したアスコンのひずみと比較した結果を報告するものである。

2. 検討方法

2.1 試験方法 試験状況を写真-1に、試験条件を表-1に示す。試験は一軸圧縮試験とし、試験に用いた供試体は密粒度アスコン13（ポリマー改質アスファルトⅡ型使用）とした。なお、画像解析には色調の濃淡が重要であることから、ホイールトラッキング供試体から切出した円柱コアを採用した。また、超高速カメラによる撮影速度は5msecとした。今回用いた超高速カメラは、連続143枚の画像撮影が可能であることから、撮影時間は0.715secとなる。そのため、微小挙動を正確にとらえるためには撮影タイミングが重要となることから、本研究では供試体に貼付けたひずみゲージをトリガーとして用いた。トリガーは、アスコンに100 μ のひずみが生じた瞬間に働くように設定し、画像は、予備試験結果から、荷重載荷前の状態から撮影できるトリガー前100枚、トリガー後43枚を保存させることとした。

2.2 画像解析方法 画像解析は、流体の流れ場などを可視化することを目的に開発されたPIV（Particle Image Velocimetry）¹²⁾を用いた。PIVより得られたごく短時間載荷での供試体の微小挙動を、ひずみゲージの値と比較することにより計測の妥当性を検証した。なお、PIVを用いた解析では、画像相関法により、変位ベクトルを面的に多点で表すことが可能となる。画像は、載荷試験前あらかじめ撮影した画像と載荷試験中に撮影した画像を用いた。

PIV時の画像サイズは720×413Pixel、濃淡表現は8ビットである。

本研究では、解析精度を検証するため、供試体の全体を撮影する方法（以下、標準撮影）および供試体の中心部のみを拡大して撮影する方法（以下、拡大撮影）について実験を行った。その際の1Pixelの長さは、前者が0.23mm、後者が0.07mmである。



写真-1 試験状況

表-1 試験条件

項目	水準	
試験方法	一軸圧縮試験	
載荷速度	50mm/min	
混合物	密粒度アスコン13 (ポリマー改質AsⅡ型)	
供試体形状	$\phi 10 \times h 10$ cm	
試験温度	15 $^{\circ}$ C	
カメラ設定	撮影速度	5msec (200枚/秒)
	トリガー	ひずみ100 μ
	撮影枚数	トリガー前100枚 トリガー後43枚
	撮影方法	標準、拡大

Shinya YOKOTA, Yoshio HISARI, Kohsei TAKEHARA, Osamu KAMADA, and Yasufumi SAKAMOTO

yokota@tech-center.or.jp

3. 試験結果

PIVにより解析した変位ベクトル解析結果を写真-2に示す。標準撮影、拡大撮影ともに、载荷に伴い载荷方向のベクトルが現れており、供試体の変形挙動をとらえていることがわかる。

図-1、図-2に、ひずみゲージの長さの位置で画像解析によって算出されたひずみ（以下、 ϵ_c ）と、ひずみゲージから得られたひずみ（以下、 ϵ_g ）の測定結果を示す。ただし、計測誤差か解析誤差かの原因は特定できていないが、 ϵ_c と ϵ_g とでは载荷開始時間のずれが見られることから、図中では両者の時間をあわせている。なお、図中のひずみは圧縮方向を負として表示している。

この結果、標準撮影、拡大撮影ともに ϵ_c と ϵ_g は良く一致する結果であった。このことから、超高速度カメラで撮影した画像を用いPIVにより解析することで、
 ①アスコン内の挙動を面的にとらえることができる
 ②ごく短時間の载荷中に生じている変化を、時間とともに見ることができ
 ことがわかった。

また、 ϵ_c と ϵ_g の関係を図-3に示す。これより、標準撮影、拡大撮影ともに相関係数は $R^2=0.9$ 以上を示しており高い相関を示す結果であった。しかしながら、標準撮影では ϵ_c と ϵ_g はほぼ同じ値であるのに対し、拡大撮影では ϵ_c の方が 100μ 程度大きな値となった。また、ひずみが微小な範囲（载荷0.3秒程度以下）では、 ϵ_g が 0μ 程度であるにもかかわらず ϵ_c にひずみが発生する結果となり、両者に若干の乖離が認められた。この要因としては、①相関法によるPIVの解析に際して、変位量が極めて小さいことにより ϵ_c の解析値に誤差が生じる、②使用した試験機の精度上の問題、等が考えられる。

4. まとめ

本研究より、超高速度カメラによってアスコンの微小挙動を可視化できることがわかった。今後は、上述したような微小ひずみの誤差要因の究明や、高速域で安定した計測を可能とする手法の検討、3次元FEM解析を用いた精度の確認、さらには、超高速度カメラでの3次元計測により、ポアソン効果も含めたアスコンの挙動把握も行っていきたいと考えている。

[参考文献]

- 1) 可視化情報学会編：PIVハンドブック，森北出版，pp.328，2002
- 2) <http://lrcf.tam.uiuc.edu/downloads.html>

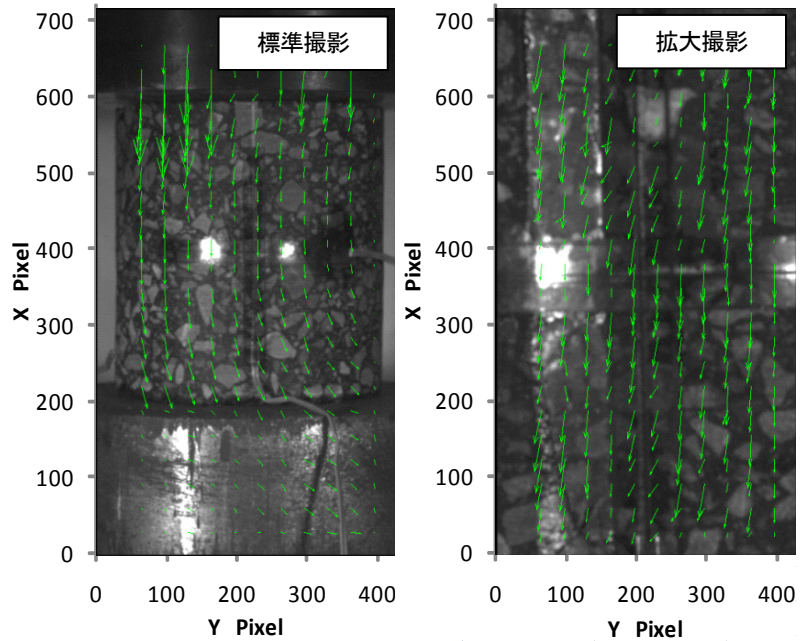


写真-2 変位ベクトル解析結果（载荷 0.705 秒時）

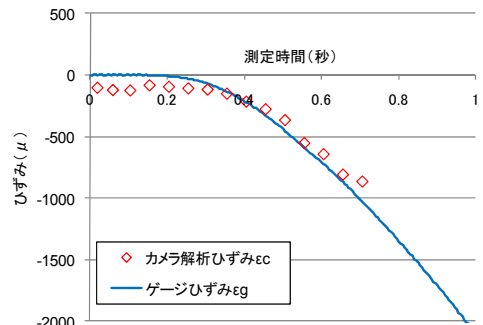


図-1 ひずみ測定結果（標準撮影）

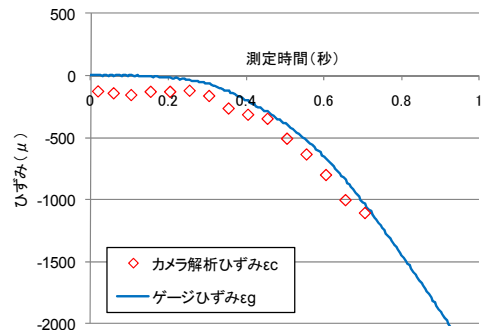


図-2 ひずみ測定結果（拡大撮影）

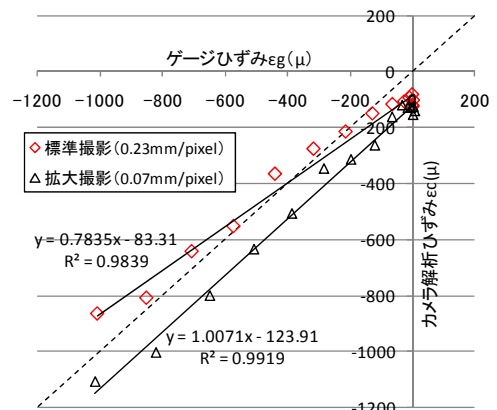


図-3 ϵ_c と ϵ_g の関係