

ファイバー光学系を用いた超高速撮影

High-speed Photography with an uncoupled objective lens by fiber-optics

■はじめに

Introduction

爆発現象の研究において、その現象を捉え解析する手段として、従来から高速撮影が用いられています。このような爆発現象の撮影の多くは爆発にともなう破片の飛散、衝撃波、轟音を防ぐため、専用の密閉型の爆発ピットで行われるため、現象の撮影はピットに開けられた観察窓を通して行うのが一般的です。しかし、大規模爆発実験を行うピットでは、安全面の配慮から観察窓を持たない場合もあり、現象の確認が難しい理由ともなっています。

今回、このような爆発ピット内の現象を撮影するための手法として、ファイバー光学系を用いてカメラヘッドと撮影レンズを分離して、ピット内にはレンズだけ導入したシステムによる事例を紹介します。使用した高速度ビデオカメラ「HyperVision HPV-2 形」(Fig.1 に外観を示す) は、最高撮影速度 100 万コマ/秒という

超高速撮影を、312×260 ピクセルの高解像度で行うことが可能であるため、爆発現象のような超高速現象の研究に最適です。



Fig.1 島津高速度ビデオカメラ HPV-2 形 外観
Overview of SHIMADZU High-speed video camera Model HPV-2.

■観察実験系

Experimental set-up for observation

爆発ピット内で使用するファイバー光学系の先端対物レンズには、比較的安価で種類も豊富な C マウントレンズを使用しました。先端対物レンズを通して得

た像は、オプティカルファイバーで伝達され、タンデムレンズを介してカメラ本体の撮像素子に結像します。(Fig.2 参照)

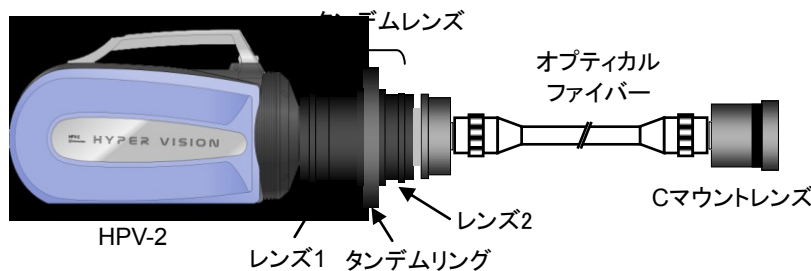


Fig.2 ファイバー光学系を用いた超高速撮影システムの概略
Schematic diagram of the Ultra high-speed photography by the fiber optics.

オプティカルファイバーは可とう性(比較的柔軟に曲げることができる)を有し、Fig.3 に示す応用例(今回の実験例の模式図)のように、自由な光学経路の取りまわしとピット外でのカメラ本体の配置が可能となります。

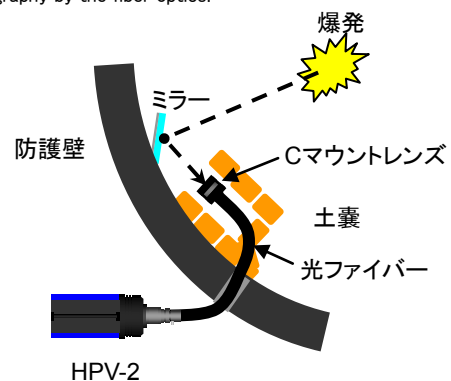


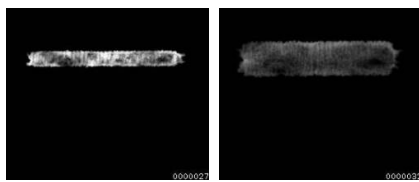
Fig.3 爆発ピットでのシステム応用例
Example of applying system in explosion pit.

■ 観察結果

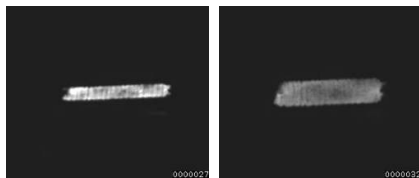
Result of observation

まず、金属細線に大電流を流したときに生じる細線爆発を 100 万コマ/秒で撮影した画像を、ファイバー光学系使用/非使用の比較例として Fig.4 に示します。

Fig.4 において、①はカメラ本体に直接レンズを取り付けた通常の撮影画像(ファイバー光学系非使用)、また②はファイバー光学系を用いて撮影した画像です。いずれの画像でも爆発によって生じたガスが高速に広がっていく様子が明瞭に捉えられており、ファイバー光学系を用いた場合も通常の撮影方法によるものと遜色ない画像を得ることができることがわかります。



① ファイバー光学系非使用 (直接レンズ取り付け)



② ファイバー光学系使用

Fig.4 金属細線爆の撮影画像(27 μ s, 32 μ s)
Images of the metal wire explosion. (at 27 μ s and 32 μ s)

一般に、ファイバー光学系を用いた超高速撮影は露光時間が短いことと、ファイバーによる減光が大きいため、撮影時には高感度なカメラが必要となりますが、その点からも HPV-2 の高感度性能が適していると言えます。

次に、このファイバー光学系システムを用い、金属ライナーに爆薬を充填した LSC(Fig.5)の爆発を 100 万コマ/秒で撮影した画像を Fig.6 に示します。

ここでは、爆発によって生成されたジェットが超高速で広がっていく様子が克明に捉えられており、これらの画像を解析することにより LSC ジェットの速度は約 2.7km/sec と求めることができます。

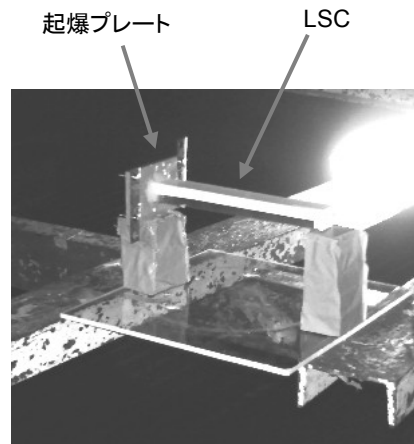


Fig.5 LSC のセットアップ
Set up of the LSC.

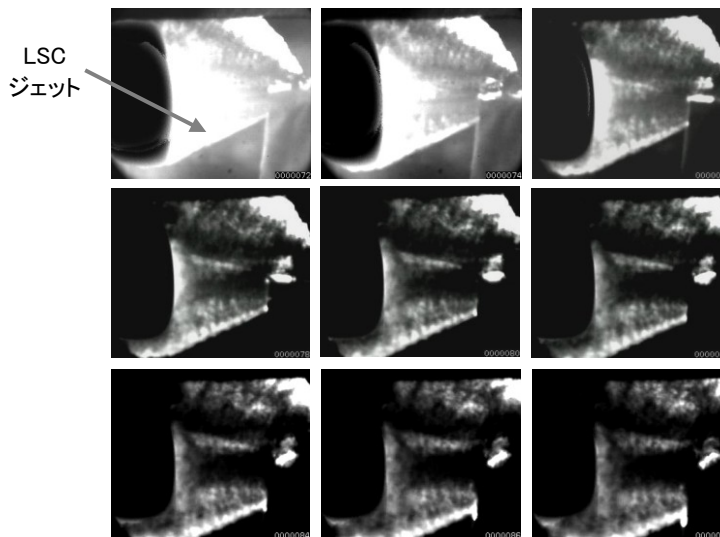


Fig.6 LSC の爆発の連続画像(72 から 88 μ s): 撮影速度 100 万コマ/秒
Time-lapse images of the LSC explosion from 72 to 88 μ s. : Recording speed 1,000,000 frame/s

※ 撮影協力：中国化薬殿，熊本大学 波多先生

初版発行:2009年5月

島津製作所 分析計測事業部
応用技術部

アプリケーション開発センター

●東京
●京都

TEL (075)823-1153

※本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。改訂版は下記の会員制 Web Solutions Navigator で閲覧できます。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>

会員制情報サービス「Shim-Solutions Club」にご登録下さい。
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>
会員制 Web の閲覧だけでなく、いろいろな情報サービスが受けられます。