

## 耐候性試験機器の遠隔監視に関する研究

石田 聡\*<sup>1</sup> 井村俊彦\*<sup>2</sup>

### Study on remote monitor of weatherproof examination machinery

ISHIDA Satoshi\*<sup>1</sup>, IMURA Toshihiko\*<sup>2</sup>

#### 抄録

オゾン劣化試験機等の耐候性試験機器の外部にデジタルカメラを設置し、インターネット回線を用いて外部のパソコンからデジタルカメラを遠隔操作することにより試験画像の取得を可能とした。セキュリティ面では遠隔監視システムへのアクセスはパスワード保護とし、インターネット回線を遠隔監視システム専用を用意した。また、画像を解析するソフトを開発し、取得画像から試験状況の把握を可能とした。これにより、試験中の任意の時間における遠方からの試料劣化度の分析が可能になった。

キーワード：遠隔監視，画像処理，インターネット，耐候性試験

## 1 はじめに

ここ数年の企業経営合理化の流れにより多くの企業では個人にかかる仕事の割合が大きくなっており、より効率的なワークフローが求められている。一方でオゾン劣化試験機、人工気象室などの耐候性試験機器においてはその利用が長期間に渡ることがあり、企業にとって試料の変化を確認するために当センターに来場するのに費やされる時間は大きな負担となっている。また、自社に戻った後も必要な時に様子を確認したいという要望もある。

この解決方法として、遠隔地での試験状況の確認を可能とすることで、利用企業の人的負担を軽減するとともに時系列での試験データの解析ができるようにすることや、オゾン劣化試験機などの耐候性試験機の外部にカメラを設置し、インターネット回線を用いて利用企業のパソコンから試験

状況のリアルタイム映像を閲覧できるようにする<sup>1,2)</sup>こと、セキュリティ面から既存の回線とは別にインターネット回線を用意することを試みた。

さらに、利用者のインターネット回線の帯域を想定し、試料の劣化状況解析に必要な解像度を得られる画像取得方法を検討・評価した。

## 2 研究方法

### 2.1 遠隔監視システムの概要

遠隔監視システムは、試料の撮影を行うデジタルカメラ、カメラを操作し撮影画像を保存するサーバ、インターネット回線へ接続するルータで構成される。図1に遠隔監視システム概念図、図2に外観を示す。

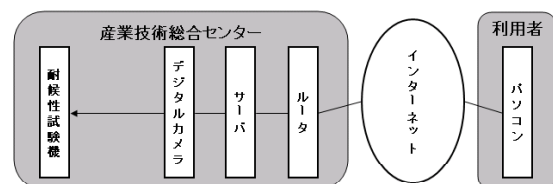


図1 遠隔監視システム概念図

\*<sup>1</sup> 電子情報技術部

\*<sup>2</sup> 環境技術部

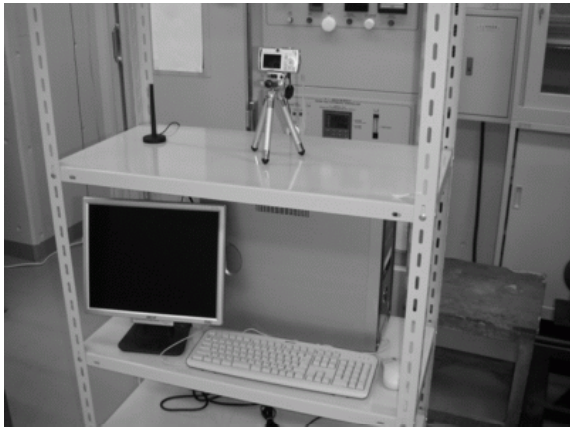


図2 遠隔監視システムの外観

## 2.2 各装置の仕様

### 2.2.1 デジタルカメラ

デジタルカメラは、鮮明な画像の取得とサーバからリモート操作が可能なることを必要条件として選定し、有効画素数 500 万画素、フラッシュ及び光学 3 倍ズーム付とした。

サーバとカメラ間はワイヤレス接続である。カメラ付属の専用ソフトでサーバからリモート操作する。無線規格は IEEE802.11b で、セキュリティとして伝送データは WEP により暗号化されている。また、アドホックモードにより互いに相手の IP アドレスを指定して接続するため、サーバとカメラ間の通信は盗聴できない仕組みになっている。カメラで撮影された画像は、撮影後自動的にサーバに転送されるよう設定した。

### 2.2.2 サーバ

サーバの OS は WindowsXPpro (SP2) を使用した。HDD を RAID1 (ミラーリング) とし、データの信頼性を確保している。

サーバへは OS のリモートデスクトップ機能で外部からログイン可能とした。ログインの際のパスワードは試験毎に変更するため、以前システムを利用したことのある利用者がログインできてしまう危険はない。

### 2.2.3 ルータ

本システムで使用するルータにはサーバクライアント機能が搭載されている。利用者側からは、まずルータを 1 次サーバと見てログインし、続い

てサーバを 2 次サーバと見てログインする必要がある。ルータへのアクセスは VPN で行う。

また、固定 IP アドレスを取得してルータに割り当てている。

このように、固定 IP アドレスの指定及び ID パスワードの 2 重化により、高度なセキュリティを実現している。

本システムで使用するインターネット回線は当センターの内部の LAN とは完全に独立している単独回線のため、情報漏洩等のセキュリティに関しても確保されている。

## 2.3 画像解析ソフト

カメラで撮影した画像から試料の状況把握を行う。このため、撮影した画像を解析するアプリケーションソフトを開発した (図 3)。

試料を試験機器の外部から撮影するため、画像にノイズが発生してしまう。このままの画像では試料の状態が判別しづらい場合もある。このノイズをソフトのフィルタ処理により除去する。

また、ゴムのオゾン劣化試験では、劣化により試料表面に亀裂が発生することがわかっている。本ソフトではこの亀裂を特徴量として検出する。亀裂の上限及び下限を設定することで、任意の大きさの亀裂のみ検出する。

この画像処理ソフトはサーバにインストールされ、遠隔から使用可能である。



図3 画像処理ソフト

開発ツールはVisual Basic6.0 (以下VB) 及びVisual C++6.0 (以下VC++) を使用した<sup>3),4)</sup>。VB及びVC++はWindowsXP以前のバージョンのOSでも動作するため、汎用性が高い。

本ソフトで解析できる画像の最大サイズはVGAサイズ (640×480) で、JPEG画像とBitmap画像に対応している。画像サイズを大きくするとソフトの処理速度が遅くなるため、実用性を考慮しVGAサイズとした。解析はモノクロ濃度値で行うため、新規画像がカラーの場合、YIQ変換して使用する。この変換は新規画像の読込時に自動で行われる。

本ソフトはフィルタ機能、スキャン機能、画像読込保存機能で構成される。

フィルタ機能では、画像の状況を確認しながら任意の処理を施すことが可能になっている。また、直前処理取消や全処理取消もできる。主な機能としてメディアンフィルタ、2値化 (固定閾値、可変閾値)、膨張、収縮を使用する<sup>5)</sup>。処理の経緯も記録として必要になることを考慮し、処理履歴を時系列で表示させている。

スキャン機能にはパターンマッチングと特徴量検出がある。

パターンマッチングは予め用意したテンプレートで画像をスキャンする。閾値の調整によりテンプレートと厳密に一致してない場合にも検出が可能である。

特徴量検出は画像内の線分を特徴量として検出する機能である。検出の前処理として2値画像の細線化処理を行う必要がある。検出する線分の長さを上限下限で設定可能とした。

本ソフトの機能のうち、2値化 (可変閾値) とパターンマッチングについてはVC++で作成したDLLを用いている。これにより、処理時間の短縮を図っている。

### 3 結果と考察

#### 3.1 遠隔監視システムの有用性の検討

本システムにおけるカメラとサーバの接続は認証率が低く、接続の際に認証に失敗することが多

かった。必要な時に即時撮影するためにはカメラとサーバを常時接続状態で使用する必要がある。

また、インターネット経由でサーバにログインし、カメラをリモート操作するという構成上、利用者側パソコンに映されるファインダー画像と実際の映像ではタイムラグが発生するため、試料が動いている場合、撮影のタイミングが難しい。

産業技術総合センター側のインターネット回線は高負荷時のサービス低下防止のため光ファイバー回線を使用しているが、利用者側のインターネット回線は必ずしも十分な回線速度を確保しているとは限らない。本システムはこの回線負荷の問題を回避するため、動画配信ではなく静止画配信とした。これにより、回線速度 600kbps 付近においても実用上問題なく動作することを確認した。

本システムのカメラにはパンチルト機能は付いていないため、一度位置決めした後は撮影方向の調整が遠隔ではできない。実際の使用方法としては、最大ズームアウト状態で試料全体が撮影できる位置に設置し、必要に応じてズームインを行い詳細な画像を撮影した。

#### 3.2 実施例

オゾン劣化試験機に天然ゴムの板を入れ、24時間のオゾン暴露後、表面の状態を撮影した。撮影のタイミングにより画像がぼやけたりコントラストが得られない場合があったが、数回撮影したもののうち、画像が鮮明なものでは亀裂の状態が確認できた (図4)。

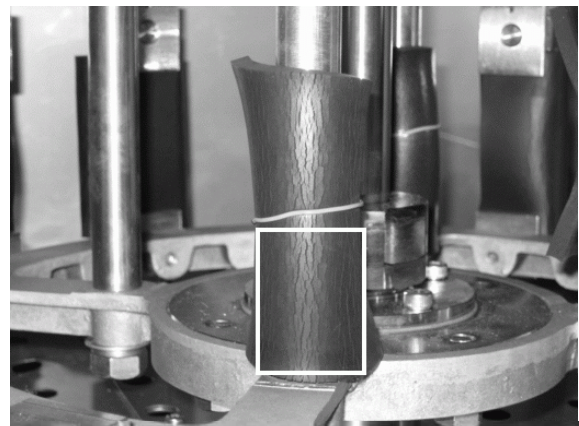


図4 取得画像

図4の白枠部分を拡大し(図5)、フィルタ処理を行い(図6)、続けてスキャン処理を行った(図7)。この結果、必要とする長さの亀裂の検出に成功した。

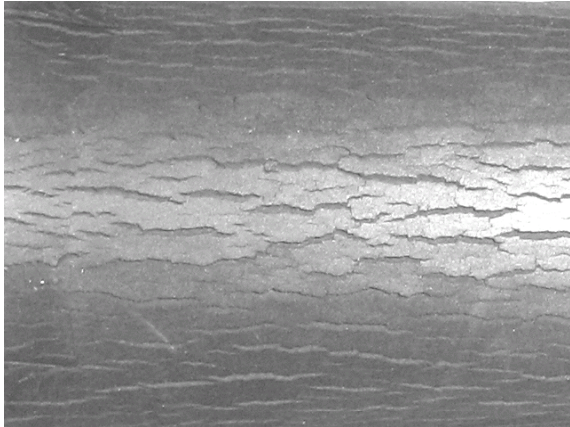


図5 白枠部分拡大画像

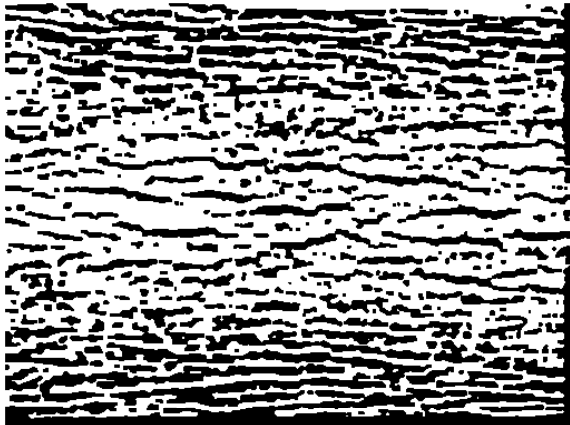


図6 フィルタ処理後の画像

図5に2値化、メディアンフィルタ、収縮、膨張を施したものの。

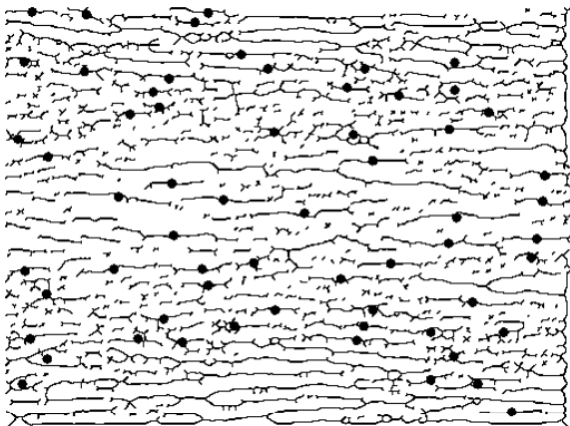


図7 亀裂検出処理後の画像

図5を細線化した後、下限 70pixel、上限 250pixel で亀裂検出をした画像。検出された亀裂の中心に●がマーキングされる。

#### 4 まとめ

本研究にて構築した遠隔監視システムでは、高いセキュリティを保った上で遠方から試料の状態を確認できた。また、回線速度が1 Mbpsに満たない場合でも実用上問題なく動作することが確認できた。

##### (1) 特徴

- ・ログインを2重化することで高いセキュリティを確保している。
- ・インターネットに接続できる環境があれば時間と場所に制限されず遠隔監視ができる。
- ・回線負荷が小さいため高価な高速回線を用意しなくてよい。
- ・画像処理ソフトにより撮影した画像から必要な情報を取得できる。

##### (2) 応用

本研究では耐候性試験機器としてオゾン劣化試験機を対象としたが、遠隔監視装置は可搬性があるため他の試験機器の遠隔監視にも利用できる。また、サーバのHDDにファイルを置くことで画像以外の資料も利用者側から閲覧可能である。

#### 参考文献

- 1) 岩瀬敏広：カメラ撮影システム，特願2003-166732
- 2) 古川達也，相知政司，倉垣健治：インターネットを援用した遠隔操作可能な動画・計測データ配信システムの構築，電学論 C，125巻7号，(2005)1077
- 3) 酒井幸市：デジタル画像処理入門，CQ 出版社，(2002)
- 4) 安居院猛，長尾智晴：C 言語による画像処理入門，昭晃堂，(2000)
- 5) 谷口慶治：画像処理工学—基礎編—，共立出版，(1996)