

# Application News

## No.i248

材料試験機  
Material Testing System

### スマートフォン用機能性フィルムの 機械強度特性評価

The Mechanical Strength Evaluation of The Functional Film for Smartphone

#### はじめに

Introduction

樹脂フィルムは高分子膜を押出、延伸成型などで薄い膜状の形状に成型したものです。保水性、光反射特性を付加させたものや、特定の物質に対してのみ選択的透過性をもたせたものなど、工業用部品、建築用資材および生活用品として私たちの身の回りに広く普及しています。近年は、複数の機能を付与させた多機能性フィルムの開発が広く行われており、スマートフォンや液晶テレビといった表示部を保護しつつ視認性を向上させるもの、自動車や建築物のガラス部に貼り付けることで断熱性や遮光性および防犯性を高める機能を同時に有する樹脂フィルムが販売されています。

本稿では、スマートフォンなどのタブレット端末の液晶画面用保護フィルムとして使用される、機能性フィルム上の自己修復コーティング膜に対する強度特性評価例をご紹介します。

T. Murakami

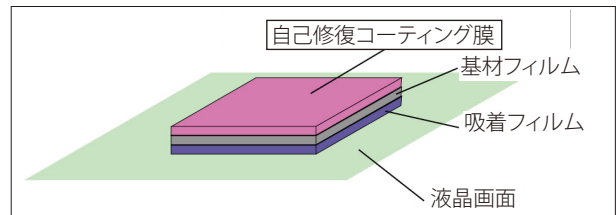


Fig. 2 サンプル構造のイメージ図  
Image of Sample

Table 1 試験条件  
Test Condition

使用装置	マイクロオートグラフMST-I
試験力測定	1 kNロードセル
試験速度	5 mm/min
つかみ具	1 kN用ねじ式平面形つかみ具
つかみ歯	やすり目歯
動画観察	非接触式伸び幅計TRViewX 実体顕微鏡
ソフトウェア	TRAPEZIUM X (シングル)

Table 2 サンプル  
Sample

サンプル (寸法)	幅10 mm 長さ40 mm (短冊状) 厚さ150 μm PET系自己修復フィルム
-----------	--

#### 試験条件

Test Conditions

Fig. 1 に試験風景、Fig. 2 にサンプルの構造について示します。また Table 1 に試験条件、Table 2 にサンプル情報を示します。

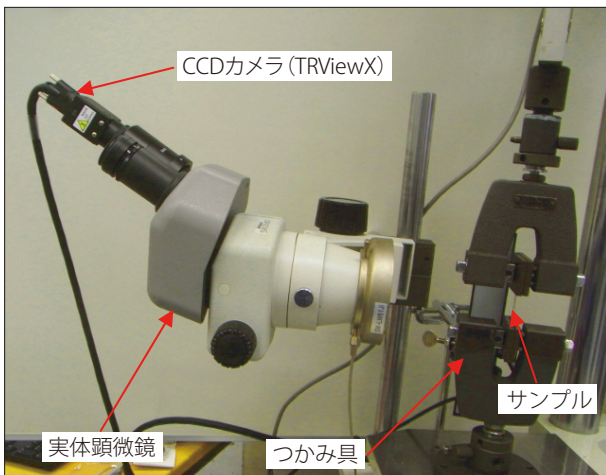


Fig. 1 試験装置  
Test Apparatus

本試験を行うにあたり、試験装置として微小強度評価試験機マイクロオートグラフ MST-I を使用し、マイクロオートグラフのオプション装置である実体顕微鏡に非接触式伸び幅計 TRViewX の CCD カメラを設置することでサンプルの引張負荷にともなう状態変化を観察しました。本試験で評価を行ったサンプルは、スマートフォンの液晶画面の保護フィルムとして使用されるものであり、その構造は最上層の自己修復コーティング膜、中間層の基材フィルム、最下層の液晶画面と保護フィルムを吸着させるための吸着膜で構成されています。

今回使用した非接触式伸び幅計 TRViewX には、引張試験にともなうサンプルの状態変化を動画として記録する機能があり、試験後にその試験動画を参照しながら、サンプルの状態変化が起こった瞬間の試験力や変形量などを容易に「抽出することが可能です (ポイントピッキング機能)」。今回はこのポイントピッキング機能を用いて、3層からなる機能性フィルムサンプルに引張負荷をかけた際、フィルム表層の自己修復コーティング膜に生じる白化現象 (無数の亀裂が発生し透明であった自己修復コーティング膜が白濁したように見える現象) を定量的に評価しました。

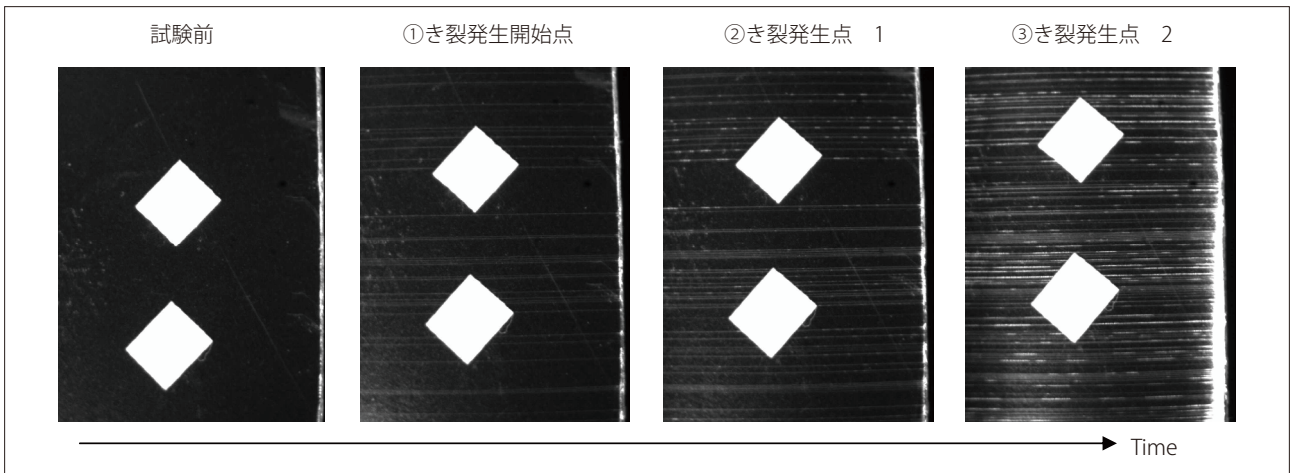


Fig. 3 自己修復コーティング膜の状態  
The Condition of Self Repair Coat on The Sample

## ■試験結果 Results

Fig. 3 に TRViewX の引張試験動画から抽出した、サンプル表層にある自己修復コーティング膜の経時変化を示します。ここではサンプルに引張荷荷を与えた状態写真のうち特徴的なものを示しており、①き裂発生開始点：自己修復コーティング膜の一部にうっすらと微細なき裂が発生、②き裂発生点 1：き裂が明瞭になる、③き裂発生点 2：き裂の数が増加してコーティング膜全体が白化する様子をそれぞれ示しています。

次に、自己修復コーティング膜が①、②、③の状態となった際、サンプルに荷荷されている試験力および変形量を TRViewX のポイントピッキング機能を用いて定量化しました。Fig. 4 に試験力-ストローク線図を示します。試験力-ストローク線図に示されているクロス形状をしたマーク(①、②、③)は TRViewX のポイントピッキング機能を使用して試験力と試験機のストローク値を抽出したポイントを表しており、クロスマークに付与された番号は Fig. 3 に示した①、②、③の状態写真の番号と対応しています。また、Table 3 には試験結果として、ポイントピッキング機能により抽出した各クロスマークにおける試験力とストロークの値をそれぞれ示しています。

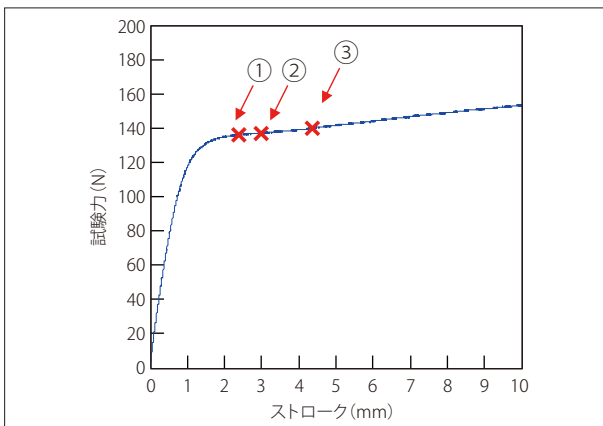


Fig. 4 試験力-ストローク線図  
The Chart of Force -Stroke

Table 3 試験結果  
Test Results

	試験力 (N)	ストローク (mm)
①	135.66	2.38
②	137.25	2.98
③	139.53	4.36

Fig. 4 より、自己修復コーティング膜のき裂は、サンプルが非線形挙動を示した後、つまり塑性領域に到達してから生じていることがわかり、弾性領域で損傷しないような強度特性を自己修復コーティング膜が有していると推測できます。コーティング膜のき裂は 135 N 程度の荷荷がかかったところで発生し、137 N 付近で明瞭化した後、137 N ~ 140 N の試験力の間で急激に増加していることがわかりました。

本試験より、機能性フィルム上にある自己修復コーティング膜の定量的な強度評価が可能となりました。本試験手法は従来困難であった多層構造を有する部材の強度評価方法として幅広く展開が可能であり、機能性フィルムの評価だけでなく、例えば部材表面に塗付された塗膜の特性評価などにも活用できると考えられます。