

## エンジニアリングプラスチックの残留歪解析 Residual Strain Analysis of Engineering Plastics

安藤 幸也<sup>a</sup>, 田代 孝二<sup>b</sup>, 杉田 英嗣<sup>a</sup>

Yukiya Ando<sup>a</sup>, Kohji Tashiro<sup>b</sup>, Eiji Sugita<sup>a</sup>

<sup>a</sup>(株)デンソー, <sup>b</sup>豊田工業大学

<sup>a</sup>DENSO CORPORATION, <sup>b</sup>TOYOTA TECHNOLOGICAL INSTITUTE.

エンジニアリングプラスチックで自動車部品用途に多用される PPS (poly-*p*-phenylene sulfide) を対象に、X 線回折の  $\sin^2\phi$  法による残留歪測定の可能性を調査した。この結果、ある程度の定量性をもって測定できることがわかった。

キーワード： X 線回折、残留歪、 $\sin^2\phi$  法、PPS

### 背景と研究目的：

自動車の軽量化のために、自動車部品には樹脂が多用されており、その使用比率は増加する一方である。樹脂はクリープしやすく、その耐久特性は応力の違いで大きく異なるため、残留歪の見積もりが甘いと、大事故を招くことになる。残留歪は、成形条件によっても変化するため、それに伴い耐久寿命も変化する。したがって、樹脂の残留歪の高精度測定が必要である。

現状、樹脂の残留歪測定は、歪ゲージに頼っているが、その精度は低く、成形条件の違いによる残留歪の変化まで捉えることはできない。また、測定エリアが広いため、平均化された値しか得られない。このため、金属分野で実績のある X 線回折法により、樹脂の残留歪を高精度に測定する技術を確立させることは、樹脂製品の信頼性向上のためにも極めて重要である。しかしながら、この分野の研究事例はほとんどなく、手法の有効性が確認されれば、様々の点で大きな成果に結びつくと考えられ、CAE (Computer Aided Engineering) の予測精度向上にもつながる。

今回の実験では、自動車部品に多用されている耐熱性の高いエンジニアリングプラスチックである PPS を対象に、 $\sin^2\phi$  法に基づく残留歪測定を試みた。

### 実験：

実験条件および水準を表 1 に示す。

アニーリング処理した PPS 平板試験片を用い、TD (流動直角方向) に歪を負荷し、側傾法で測定した。着目した反射ピークは、(110) 反射、(102) と (200) と (111) の複合反射、および (311) 反射の 3 つとした。歪は、かまぼこ型の治具に沿わせることで負荷した。

表 1 実験条件と水準

	項目	内容	詳細
実験条件	エネルギー	10keV	
	入射光スリット幅	0.5×0.2mm	
	ソーラスリット	0.2°	
	装置	HUBER 多軸回折装置	
水準	材料	PPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・170°C2h アニール処理品</li> <li>・着目ピーク (110) / (102) (200) (111) の複合 / (311)・・・図1に詳細を示す。</li> </ul>
	ψ角	0 / 30 / 45°	側傾法
	歪負荷方向	TD(流動直角方向)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・図2に試験片の詳細を示す。</li> </ul>
	歪	0 / 0.5 / 1.0 / 1.5 / 2.0%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・かまぼこ型の治具に沿わせることで、表面に歪を負荷した。</li> <li>・図3に、治具へ装着した様子を示す。</li> </ul>

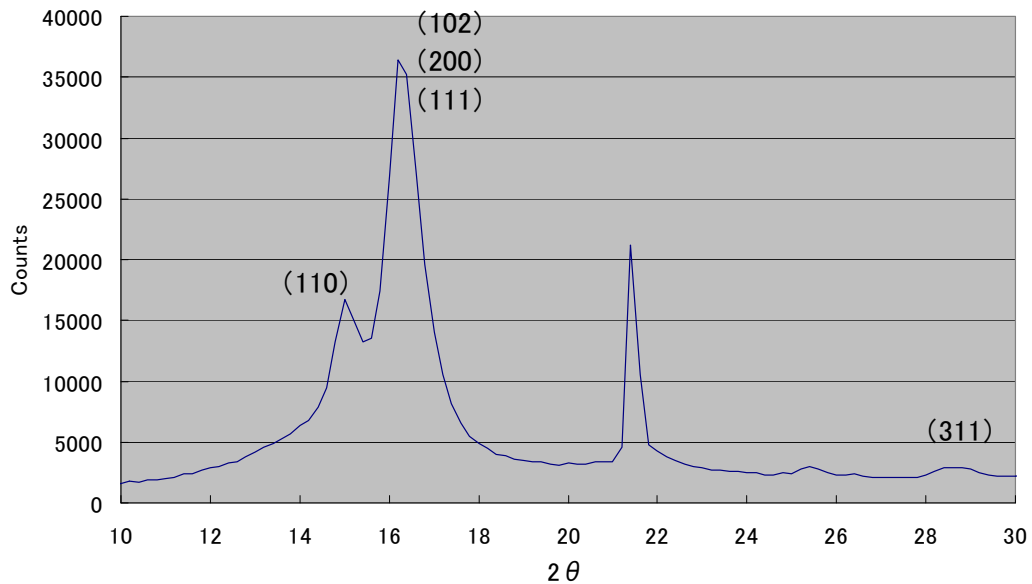


図 1 着目ピーク

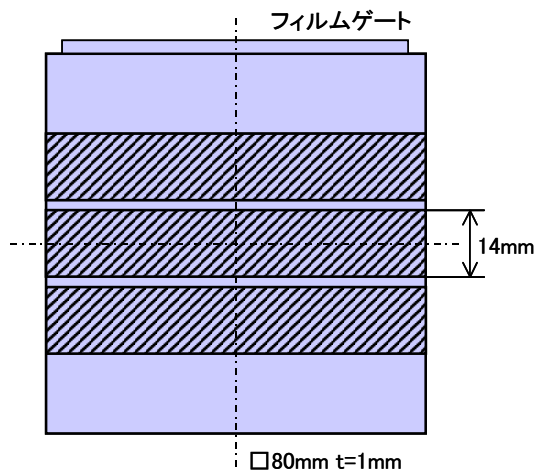


図 2 試験片



図 3 歪負荷治具

測定バラツキを見るため、表 2 の測定 n 数に示すように、複数の試験片と、同一試験片の繰返し測定を行った。

表 2 測定 n 数

歪	試験片 n 数	特記事項
0%	3	うち1枚は、5回連続測定。
0.5%	3	
1.0%	3	うち1枚は、5回連続測定。
1.5%	3	
2.0%	3	

**結果：**

歪と  $\sin^2\phi$  線図の傾きで整理した測定結果を図 4 に示す。各試験片の測定結果については n=3、同一試験片の 5 回連続測定結果については 5 回の測定値の、それぞれ最大値と最小値の範囲を示した。

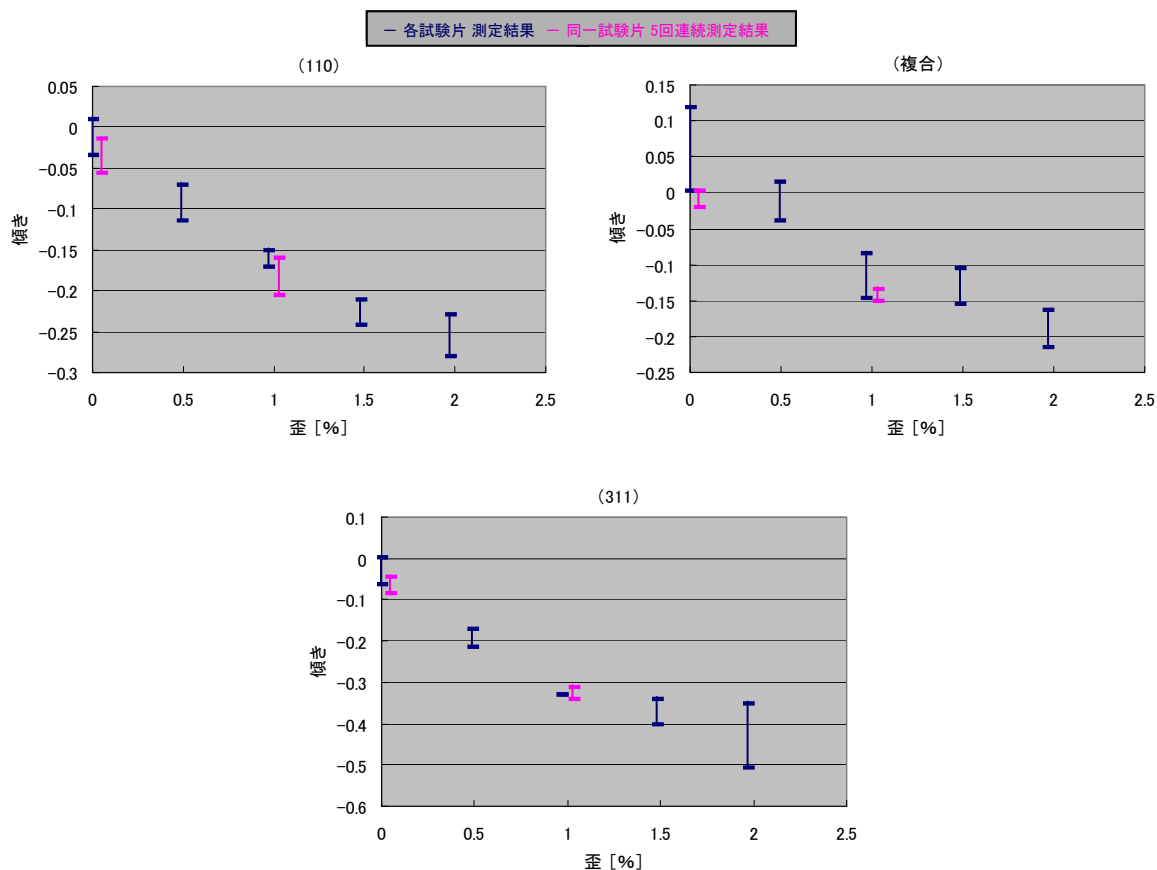


図 4 歪と  $\sin^2\phi$  線図の傾きの関係

この結果、各試験片測定結果、同一試験片の連続測定結果ともに大きなバラツキはなく、良好な結果が得られた。

**今後の課題：**

今回、 $\sin^2\phi$  法により、PPS の残留歪を測定できないか調査した。

この結果、歪負荷方向が TD については、歪と  $\sin^2\phi$  線図の傾きに良い相関が見られ、大きなバラツキもなく良好な結果が得られ、残留歪を測定できる可能性があることがわかった。

今後、歪負荷方向の違いや、充填材を含む場合についても調査し、実用性を確認する。