

## 改良型非接触式伸び幅計による 高張力鋼板のヤング率・ポアソン比評価

村上 岳

### ユーザーベネフィット

- ◆ 高剛性（延性）材料のヤング率、ポアソン比を非接触式で計測することが可能です。
- ◆ 非接触式伸び幅計付属の標線シールを試験片に貼り付けるだけで、引張伸び・幅変位を計測することが可能です。

### ■はじめに

輸送用車両の航続距離の改善のために、車体の軽量化が求められています。高張力鋼板は機械的特性に優れており、薄い材料で車体を設計できるため、軽量化の手段の一つとして注目されています。近年、CAE（Computer Aided Engineering）解析を利用した製品支援設計シミュレーション技術が、製品試作時間の短縮とコスト低減が可能な技術として様々な産業において普及しはじめています。高張力鋼板の代表的な引張特性であるヤング率やポアソン比は高精度CAE解析モデルを構築するために必要不可欠な弾性パラメータであり、これらを簡易に取得可能な計測技術の需要が高まっています。本稿では、高剛性材の弾性パラメータを取得可能な非接触式伸び幅計システムを構築し、600 MPa級高張力鋼板の引張試験においてヤング率およびポアソン比を測定した事例を紹介いたします。

### ■ヤング率およびポアソン比について

ヤング率およびポアソン比は弾性領域内において材料を変形させた際に得られる材料固有の特性値です。図1に鋼板の引張試験において得られる、弾性領域から塑性領域、破断に至るまでの応力-ひずみ線図のイメージ図を示します。ヤング率は縦ひずみ（応力負荷軸方向のひずみ）と応力の弾性領域における比例定数に相当します。ポアソン比については、弾性領域内における材料の縦ひずみと横ひずみ（応力負荷軸に直交する方向のひずみ）の比に相当します。それぞれの特性値を正確に計測するには、両者ともに試験対象となる材料の微小変形を高精度で計測可能なひずみ計測システムが必要です。

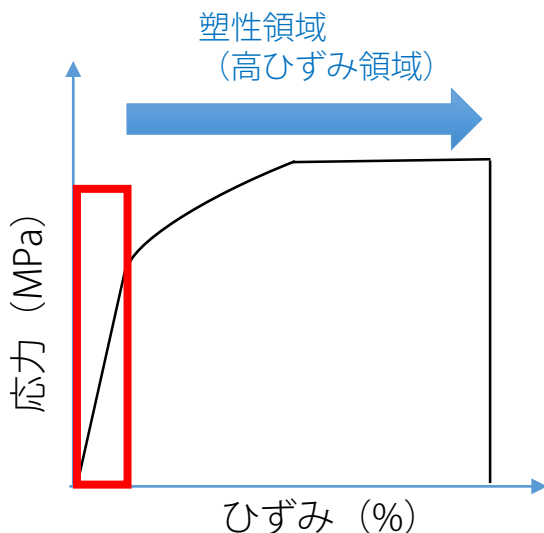


図1 鋼板の応力-ひずみ線図のイメージ図

### ■伸び幅計測システムについて

試験片に生じた微小変形を正確に計測する技術としては、試験片上に接着剤等で直接貼り付ける使い捨て方式のひずみゲージ計測システム、繰り返し利用可能な利便性の高い接触式伸び計・幅計が普及しています（図2）。

ところで、引張試験対象となる材料は振動をとまなう破壊を示します。そのため、伸び計および幅計については、ひずみセンサーの損傷を回避するために破壊前に試験片から取り外さなければならず、試験者に大きな作業負担がかかることが知られています。一方、ひずみゲージ計測システムを使用する場合は、ひずみゲージと試験片の接着性を高めるために試験片の表面をやすり等で表面処理を施す必要がありますが、高張力鋼板の場合は表面硬度が高いため加工に手間がかかり、品質管理等を目的に多くの試験を実施する場面では適用が困難です。そこで注目されているのが、接着剤等で試験片に設置された標線を観測し、試験片の変形に追従して移動した標線の位置を計測できる非接触式の伸び計です。試験対象をデジタルカメラ・レンズによって観測する非接触式伸び幅計TRViewX（図3）は試験片の伸び・幅変位を簡易に計測可能なシステムとして有用です。しかしながら、高剛性材の引張試験においては、つかみ歯の試験片把持部への食い込み、試験治具の微小な動きによって計測値が影響を受けやすく、高剛性材料のヤング率・ポアソン比の計測が難しく、治具選定等も含めたシステム検討を実施する必要がありました。

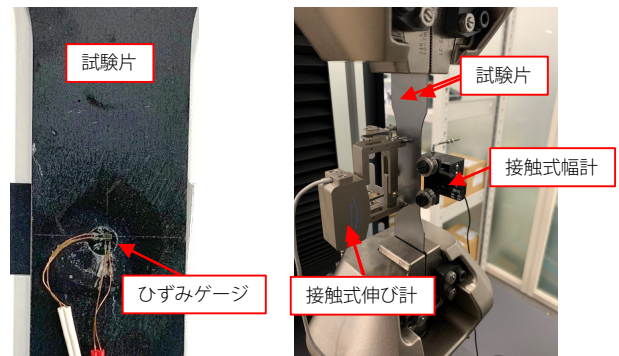


図2 ひずみゲージおよび伸び計・幅計計測風景

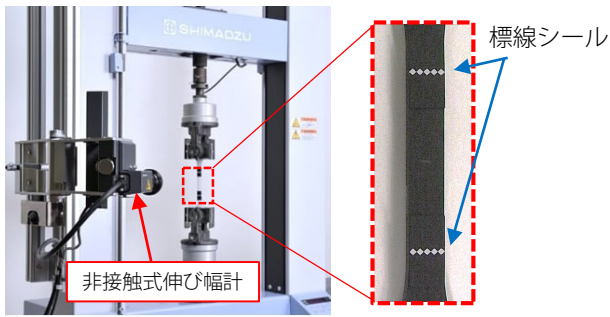


図3 非接触式伸び幅計計測風景

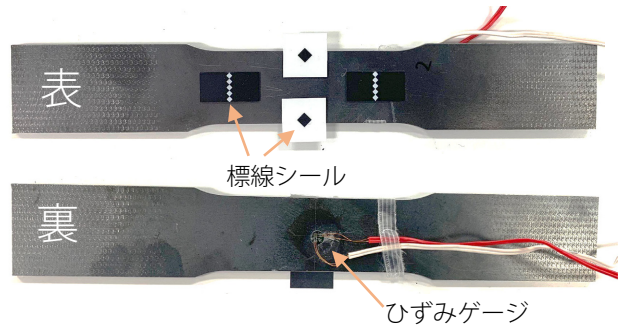


図5 試験片の写真

### ■ 改良型非接触式伸び幅計について

図4に本試験で用いたオートグラフAGX-Vと改良型非接触式伸び幅計TRViewX（特形）の外観を示します。本システムはレンズから通過した試験片像がデジタルカメラのセンサーに結像される際、その主光線がレンズ光軸に対して必ず平行となるように設計された特殊な光学系を採用しています。つかみ歯の試験片把持部への食い込み、試験治具の微小な動きによって計測値が影響を受け難い特性を有しています。

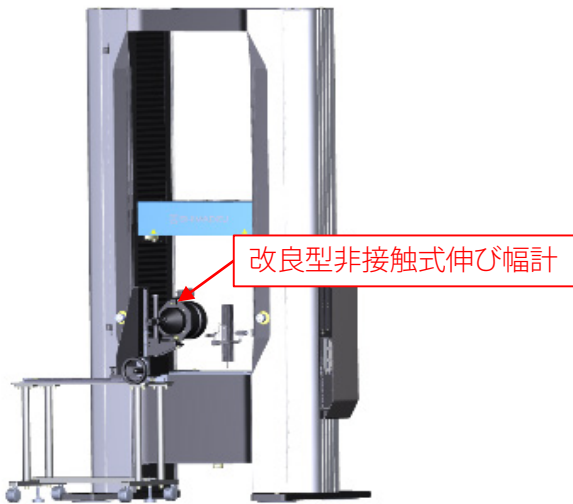


図4 オートグラフ™AGX™-Vと改良型非接触式伸び幅計

### ■ 高張力鋼板のヤング率・ポアソン比評価

図6、図7に600 MPa級高張力鋼板の引張試験において得られた弾性領域における応力-縦ひずみ線図、応力-横ひずみ線図をそれぞれ示します。改良型非接触式伸び幅計TRViewXで取得したデータの信頼性を確認するために、各図においては試験片の裏面に設置したひずみゲージで取得した応力-ひずみ線図を縦（横）ひずみ軸に対して0.01%右にオフセットをさせて併記しています。改良型非接触式伸び幅計TRViewXで取得した応力-縦ひずみ線図は乱れが少なく、再現性の高いデータが得られています。応力-横ひずみ線図については、改良型非接触式伸び幅計TRViewXで取得したデータはひずみ軸方向に若干の乱れが生じていますが、ポアソン比計測を行う際には支障がない程度であると判断しました。

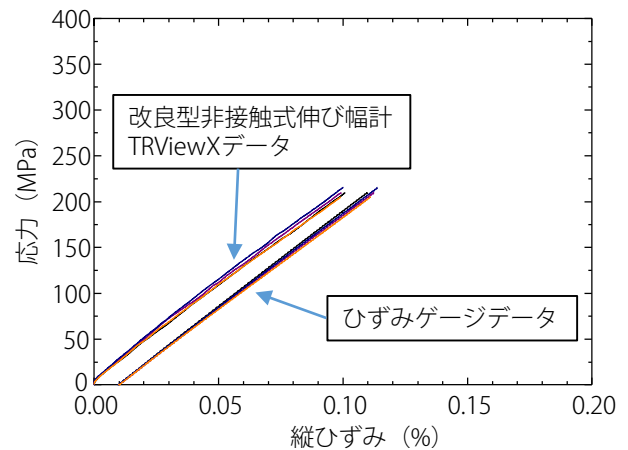


図6 応力-縦ひずみ線図

### ■ 試験条件

表1に試験条件を示します。本試験においては、材料試験において一般的に用いられている定位置くさび式つかみ具を用いて試験を実施しました。試験片については、600 MPa級高張力鋼板をJIS Z 2241において規定された5号ダンベル試験片に加工しました。非接触式伸び幅計の計測面（表面）に標線シールを貼り付け、その反対側の面（裏面）にひずみゲージを設置しました（図5）。ひずみゲージは改良型非接触式伸び幅計TRViewXによる計測データの信頼性を確認するために使用しました。

表1 試験条件詳細

試験装置	: 精密万能試験機オートグラフ AGX-50kNV
試験治具	: 50 KN用手動定位置くさび式つかみ具 (交差やすり目歯)
試験速度	: 1 mm/min
ひずみ計測装置	: 改良型非接触式伸び幅計TRViewX（特形） 計測最大視野 55 mm 縦ひずみ計測GL=50 mm 横ひずみ計測GL=20 mm ひずみゲージ KFG1-120-D16-11L1M2S ポアソン比測定装置
試験ソフトウェア	: TRAPEZIUM™X-V（シングル）
試験片・数	: 600 MPa級高張力鋼板・4本

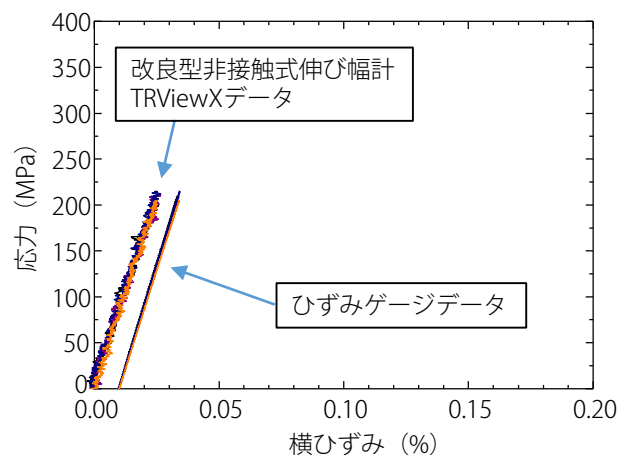


図7 応力-横ひずみ線図

表2および表3にそれぞれひずみゲージ、改良型非接触式伸び幅計TRViewXによって得られた600 MPa級高張力鋼板のヤング率、ポアソン比を示します。ヤング率およびポアソン比は、線形領域における応力とひずみのデータ（基準応力50 MPa-200 MPa）から最小二乗法を用いて算出しました。ひずみゲージ、改良型非接触式伸び幅計TRViewXによって計測したヤング率とポアソン比は同様の値を示していることがわかります。

表2 ひずみゲージ測定結果

試験片名	ヤング率 (Gpa)	ポアソン比
試験片1	208.23	0.238
試験片2	204.76	0.230
試験片3	206.79	0.235
試験片4	203.55	0.234
平均値	205.83	0.234

表3 改良型非接触式伸び幅計TRViewX測定結果

試験片名	ヤング率 (Gpa)	ポアソン比
試験片1	204.45	0.251
試験片2	202.24	0.260
試験片3	210.00	0.238
試験片4	200.52	0.247
平均値	204.28	0.249

## ■まとめ

オートグラフAGX-Vおよび改良型非接触式伸び幅計TRViewXを用いることによって、600 MPa級高張力鋼板のヤング率およびポアソン比を計測可能です。

オートグラフ、AGX、およびTRAPEZIUMIは、株式会社 島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

**株式会社 島津製作所** 分析計測事業部  
グローバルアプリケーション開発センター

01-00157-JP 初版発行：2021年 5月

島津コールセンター ☎ 0120-131691

本文中に記載されている会社名および製品名は、各社の商標および登録商標です。  
本文中では「TM」、「®」を明記していない場合があります。

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。

改訂版は会員制サイト Solutions Navigator で閲覧できます。  
<https://solutions.shimadzu.co.jp/solnavi/solnavi.htm>  
閲覧には、会員制情報サービス Shim-Solutions Club にご登録ください。  
<https://solutions.shimadzu.co.jp/>

© Shimadzu Corporation, 2021