

PS I-2 レーザーシュリーレン法による 鋼片持はりの降伏域の可視化

熊本大学工学部 正員 崎元達郎、山尾敏孝

熊本大学工学部 宮崎靖男

(株) マルコー

フワイ ジョン チャウ

1. まえがき: 金属の降伏現象は、金属学的には構成原子の転移またはすべりとして説明されている。鋼の表面を鏡面のように研磨した後、負荷すると原子間にすべりを生じ、光の乱反射によって表面に曇った模様が見える。これをリュウダース線と言うが、これは降伏域と見なせる¹⁾。この模様は肉眼では見る角度によっては見失う程度のコントラストしか無く、通常の写真機による直接撮影はハレーションなどのために困難である。著者らは、シュリーレン法の光源にレーザー光を用いると同時に最近の映像機器を応用して、静止画像および動画を撮影する方法を開発した¹⁾。ここでは、鋼片持はりの降伏域を本法で可視化した結果を示すとともに、有限要素法による解析結果との比較検討を行った。

2. 撮影法の原理と実験手順: 図-1に実験装置を模式的に示している。鏡面のように研磨した供試体にレーザー光を照射し、その反射光で作られる像を透過性のスクリーン上に結ばせる。その像を反対側からビデオカメラで撮影し、ビデオテープに収録する。その際、光束が収れんした所にスリットを設けると供試体上のリュウダース線部分で乱反射した光はカットされ、その部分のみ黒く写り、降伏域として可視化される。

3. 供試体の種類と寸法、実験方法: 供試体は、厚さ8.6 8.7mmのSS41鋼で作成した図-2に示すような比較的剛とみなせる中央部に有する単純はりで、せん断スパン(支間Lのほり高H=5cmに対する比)を、1.0 4.0に変化させたの5体とした。載荷方法は、図-2に示すように支間(2L+5cm)の中央に集中荷重Pを作用させた。支間Lの片持り先端に集中荷重P/2が作用する場合と力学的に同一となると考えた。

4. 解析方法: 解析は文献2)に示されている一定ひずみの平面三角形要素を用いた弾塑性有限要素法により行った。その際、二方向の直応力度 σ_x 、 σ_y とせん断応力度 τ_{xy} に対するvon Misesの降伏条件とPrandtl-Reussの応力ひずみ関係を用いている。

5. 結果と考察: 図-3に実験結果の一例と図-4に数値解析結果を示す。これらから、以下のことが分かる。

- 1) 現象としての降伏域(リュウダース線)は、針状、または、くさび状で、時間的にも空間的にも不連続的に生じるが、解析の降伏域は連続的である。
- 2) リュウダース線の先端を包絡する領域を考えれば、実験値と解析値の降伏域はほぼ対応する。
- 3) 固定端は、単純塑性理論の全塑性荷重 $1.5 P_y$ (P_y =降伏荷重)では、全断面塑性とならず、 $1.9 P_y$ 以上の荷重に耐える。

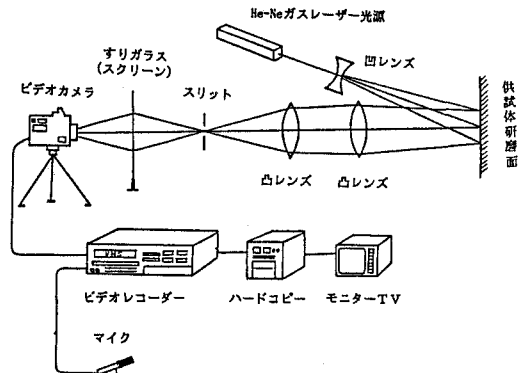


図-1 実験装置の模式図

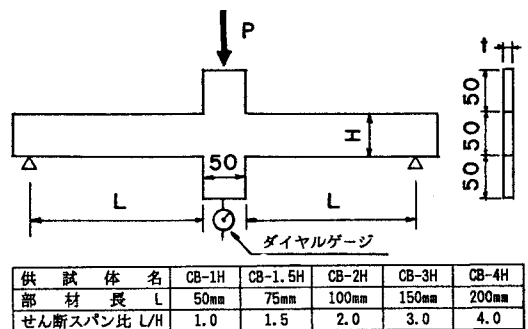


図-2 供試体の寸法、種類と載荷方法

4) Green³⁾ が理論的に図-5の様に与え、文献3)の光弾性皮膜法で観察されたくさび形の降伏域(または固定端中立軸付近の弾性核)は実験(図-3b)および、解析(図-4b)で観察される。これは、図-6に示す様に固定端近傍のせん断応力度が中立軸付近で極小値をとることが一つの原因であろう。

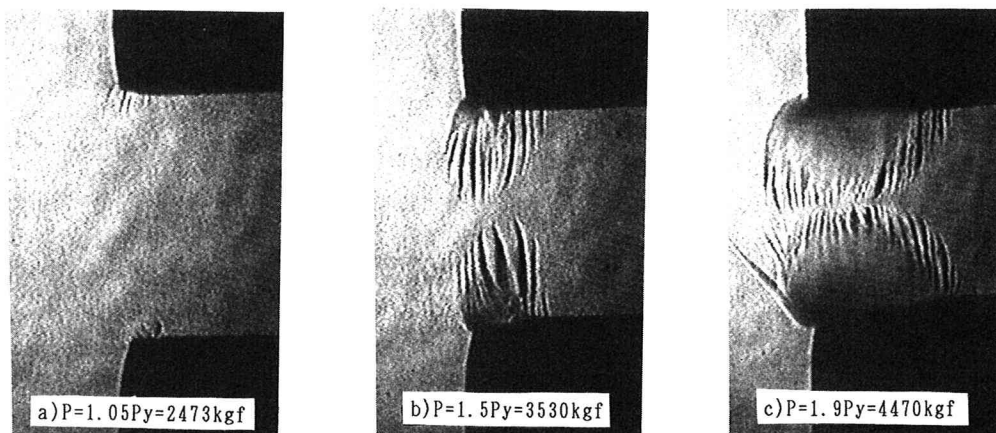


図-3 供試体(CB-2H)のリュース線写真による降伏域(L=10 cm)

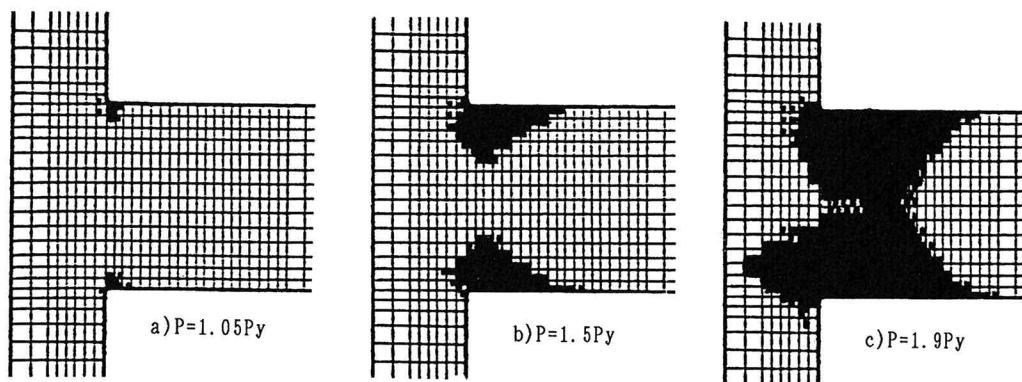


図-4 供試体(CB-2H)の数値解析による降伏域

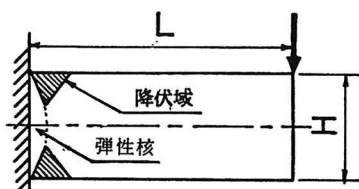


図-5 Green によるくさび形の降伏域と弾性核

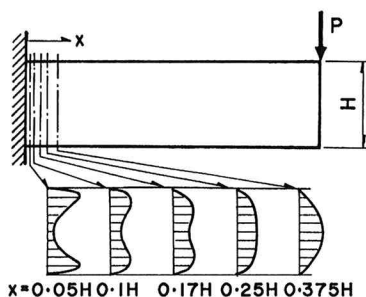


図-6 固定端近傍のせん断応力度分布

- 参考文献：1) 崎元ほか：「レーザーシュリーレン・・・」構造工学論文集、Vol.35A, 1989.3
 2) 山尾、崎元：「板要素とはり要素の結合による・・・」構造工学論文集、Vol.32A, 1986.3
 3) 宇佐美ほか：「光弾性皮膜法による・・・」土木学会論文集、第152号、1968.4