

光弾性皮膜法による塑性域の発達に関する研究

京都大学工学部 正 員 丹羽義次

" " 小林昭一

京都大学大学院 学生員 〇 高 勝宏

ブルドーザー工事 正 員 吉岡邦昭

1. まえがき

最近構造解析法が発達し、非弾性挙動までも考慮したいいわゆる弾塑性解析が盛んに行なわれるようになって来た。しかしながら実際の構造物には数学的解析の殆んど不可能なものも多く、実験的解析法にまねなければならぬことも多い。本報告は、簡単な構造部材を対象として、弾塑性域の発達過程を光弾性皮膜法により追跡し、その適用性を検討したものである。

2. 光弾性皮膜法

光弾性皮膜法は被測定物体の表面を充分平滑かつ平面に仕上げて、その上に光弾性材料を接着し、反射光弾性装置により求められる等色線および等傾線をもとに、被測定物体の応力解析を行なう方法であり、(a)実物試験として、実際の被測定物体の材料特性がそのまま取り入れられ、(b)実際の負荷段階に依りて、実物表面の全体的な変化の状態を固下確かめることができない特徴がある。反面、(c)反射式であるため光軸の傾きがあり、等色線、等傾線が若干不鮮明となったり、また、(d)被測定物体表面研磨の問題、(e)皮膜の追従性および感度の問題など考慮しなければならない場合もある。総合すると、光弾性皮膜法は、視時点下は、弾塑性解性、特に塑性域の発達過程を調べるには、最も適した方法ということができる。

本報告では、光弾性皮膜としては、市販のポリカーボネート板(1mm厚)を使用した。ポリカーボネートは極めてじん性に富み相当大変形を起しても、歪感度は一定であり、他の光弾性樹脂(例えばアラルカイト、エポキシラバー等)に比して光弾性感度が良い等の皮膜として好条件を備えている。(フリンジ値 0.6 kg/mm , 歪感度 $500 \times 10^{-6} / \text{mm}$)。

3. 実験結果

(1)準備: 実際に皮膜を使用する場合には、皮膜は被測定物体と一体となっていると考えられるが、歪感度は被測定物体の弾性係数、ポアソン比などにより異なるので、おのおの場合について検定しておく必要がある。SM50、MT80について、単純曲線により歪感度を求めると以下のようである。

$$\text{SM50: } \left(\frac{E}{E_0}\right)_a = 1.39 \times 10^{-3}, \quad \left(\frac{E}{E_0}\right)_p = 1.45 \times 10^{-3}$$

$$\text{MT80: } \left(\frac{E}{E_0}\right)_a = 1.32 \times 10^{-3}, \quad \left(\frac{E}{E_0}\right)_p = 1.33 \times 10^{-3}$$

ここに、添字a, pはそれぞれ弾性域、塑性域を意味する。Trescaの降伏条件を用いると、降伏時の繰り数は、おのようになる。

$$\text{SM50: } n_y = 1.9, \quad \text{MT80: } n_y = 2.9$$

皮膜と被測定面との接着性は、皮膜法で最も重要な問題であるが、(a)丹孔を穿った皮膜を接着して後、約1週間後に負荷して得た等色線の観測からは、丹孔による乱れは殆んど

認められないこと、(b)後SM50の曲げ試験において、塑性域下の縞の乱れが観測されることから、接着性は十分であると判断してよいであろう(写真1参照)。

(2)実験：構造要素の塑性域の発達過程を追跡する例として、SM50およびHT80のはり(6mm×30mm×210mm)の一点曲げおよび二点曲げ、直角隅角部の曲げ、ハイブリッドH形鋼模型の二点曲げを行なった。着色線縞写真の例を写真1～3に示す。各荷重段階に対して撮影した写真により、塑性域の発達過程は次のようにして容易に求められる。

引張-圧縮応力状態下は、Trescaの降伏条件は、繰り回数と比例関係にあり、SM50、HT80に対しては、上述の降伏時繰り回数により、それぞれ1.9次および2.9次の縞が弾塑性境界になる。塑性域の発達過程の一例は下図に示す。

なお、SM鋼下は、降伏が始まるとひずみ硬化が起るまで、応力は一様に著しく、ひずみに対して一対一の関係がないゆえ、縞が乱れる(写真1参照)。この性質を用いて、逆に、溶接H形鋼等溶接による複雑な残留応力のある場合の塑性域の発達過程を見ることができる(写真3の如く、引張側と圧縮側の降伏繰り回数が異なっている)。HT鋼下は、降伏が始まって、終始ひずみ硬化が起るの下、応力とひずみは一対一の関係にあり、縞は乱れない(写真2参照)。

なお、実験方法および結果の詳細に関しては、当日発表する予定である。



写真1. SM50矩形断面二点曲げ



写真2. HT80矩形断面二点曲げ

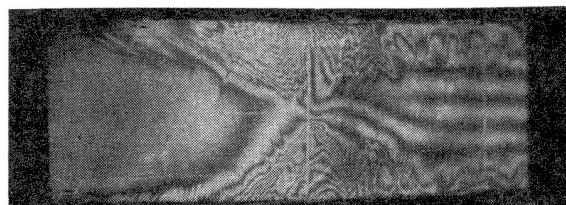
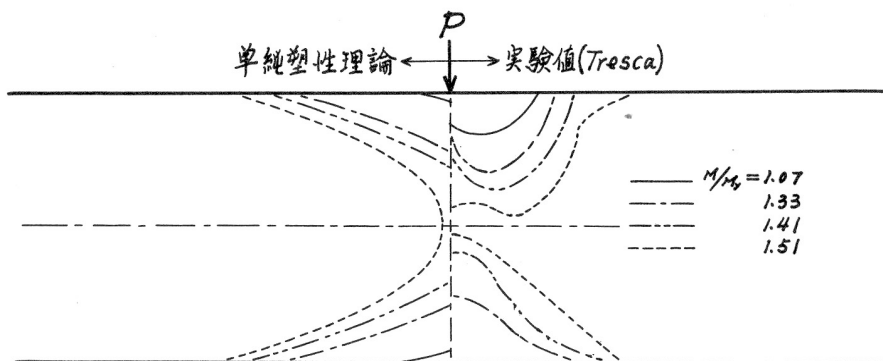


写真3. ハイブリッド鋼二点曲げ



SM50矩形断面一点曲げの塑性域発達過程(L/H=5)