

日本大学 学生員 ○ 山口 恒太
 日本大学 正会員 阿部 忠
 日本大学 学生員 平野 敦子

1. はじめに

近年、設計法は、限界状態設計法が主流となってきている。限界状態設計法をより効果的に適用するためには、構造物を構成する材料の応力-ひずみ関係がフックの法則に従わない非線形範囲まで考慮することが必要である。そこで、本研究では構造物の構成材料に着目し、構造物に本来要求される安全性、機能性、共用性という見地から、ダフフィン型応力-ひずみ関係を示す非線形材料の調査を圧縮試験により行うこととした。

2. ダフフィン型応力-ひずみ関係

一般に、外力の作用によって構造物材料が受ける応力-ひずみ関係はある限度内では弾性的であるが、一定の限度を超えた領域においては塑性的となり、ひずみとそれに対応する復元力の関係は非線形挙動を示す場合がある。そこで、非線形な力学特性を有する構成材料に外力が作用した場合の応力 σ とひずみ ε の基本関係式を算出すると、 $\sigma = f(\varepsilon)$ なる連続関数として表すことができる。

ここで、ひずみ ε は微小なものであるので、 $\sigma = f(\varepsilon)$ をマクローリン

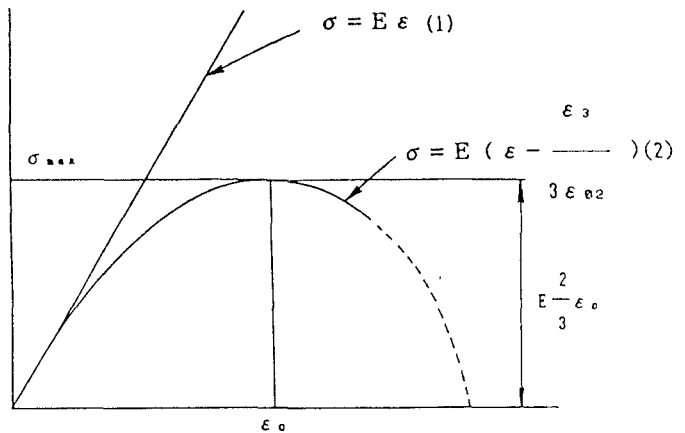


図-1 応力-ひずみ関係

展開し、さらに構成材料の弾性係数 E 、応力が最大時のひずみ値 ε_0 として整理すると、図-1で示すような式で表すことができる。ここで、式(1)が線形、式(2)が非線形のダフフィン型応力-ひずみ関係である。

3. 試験方法

3-1 供試体 試験に用いる供試体としては、高分子材料の亚克力とし、供試体の形状はJIS K 7208（以下、規格とする。）の試験方法にしたがって、細長比が10、断面（幅×厚さ）：20×10mm、高さ30mmの角柱とした。

3-2 試験方法 試験は変位制御型引張圧縮万能試験機を使用し、圧縮試験を行った。まず供試体の幅、厚さ、高さを0.05mmまで規格どおりであることを測定し、供試体の両面同じ位置にひずみゲージを接着する。次に、供試体を加圧面の間に置き、供試体の中心線を加圧面の中心線に一致させ、供試体の両端が加圧面と平行であることを確かめ、上側加圧面を供試体に打ち当てないようにして荷重を加え、荷重、変位およびひずみを連続的に測定する。ここで、載荷速度はJIS K 7208規格 $V=0.3 h$ （以下、規格速度とする。）に設定する（ V ：載荷速度(mm/min)， h ：試験片の高さ(mm)）。その

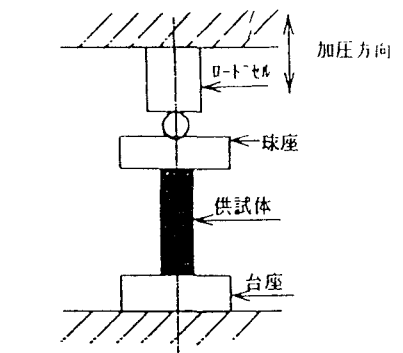


図-2 試験機

際、規格速度は圧縮ひずみ速度が一定となるような載荷速度に設定されていることを、供試体の高さ、載荷速度を変化させ確認することとした。測定結果より応力-ひずみ関係を求めるにあたり、圧縮応力 σ は(kg/cm²) $\sigma = P / A$ (P : 載荷荷重(kg), A : 元の最小断面積(cm²)) によって求める。求められた応力を縦軸、載荷荷重に対するひずみ値を横軸にプロットし応力-ひずみ線を描く。そして、最小二乗法により整理し、ダフフィン型応力-ひずみ関係においての必要な E, ϵ_0 を得ることとした。また、弾性係数 E については初期接線とし、 $E = \tan \alpha$ (α : 接線の角度, E : 圧縮弾性係数(kg/cm²)) によって求めることとした。

4・結果および考察

まず、規格速度が妥当であるかを確認するため、載荷速度、供試体の高さを変化させ、比較検討した結果、図-3の様な結果が得られた。その結果、 $V = 1.0$ (mm/min) については、供試体の高さが増加するにつれ圧縮ひずみ速度が減少しており、規定速度より速い $V = 0.6$ h (mm/min) については、高さ30mmの所で圧縮ひずみ速度のピークを迎え減少するという現象を示している。

しかし、規定速度については高さが変化しても一定の圧縮ひずみ速度を示す結果が得られた。したがって、載荷速度は遅すぎても速すぎても一定の圧縮ひずみ速度は得られないことが分かる。また一定の圧縮ひずみ速度が得られないということは載荷速度が圧縮特性に対して、種々の影響をおよぼしていることと言える。

次に、測定データを最小二乗法によって整理した試験値と、式(2)による理論値とを比較すると図-4に示す結果が得られた。すなわち、理論値と最小二乗法により整理した試験値はよく一致した結果が得られた。また、実験データの信頼性ということについて相関係数を求めて調べた結果、実験データと最小二乗法によって整理した試験値との相関係数は0.994 という結果が得られたことより試験結果の信頼性は高いと思われる。今後、 E, ϵ_0 をより定量的に定めるためには、データ数を増やす必要があると思われる。

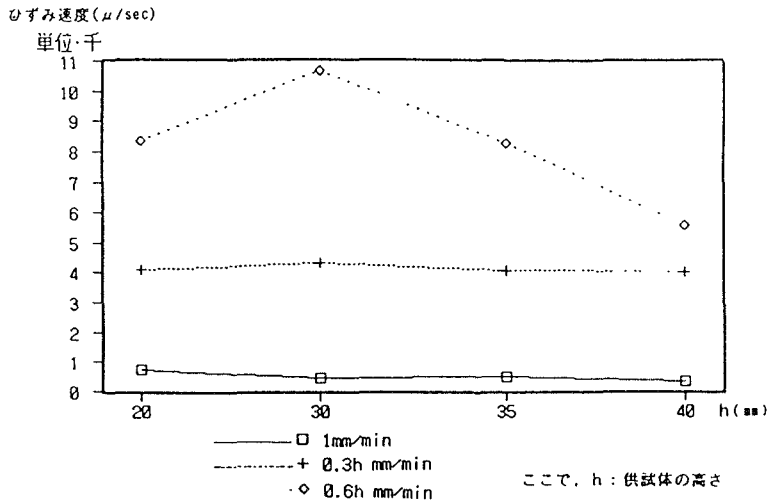


図-3 圧縮ひずみ速度の関係

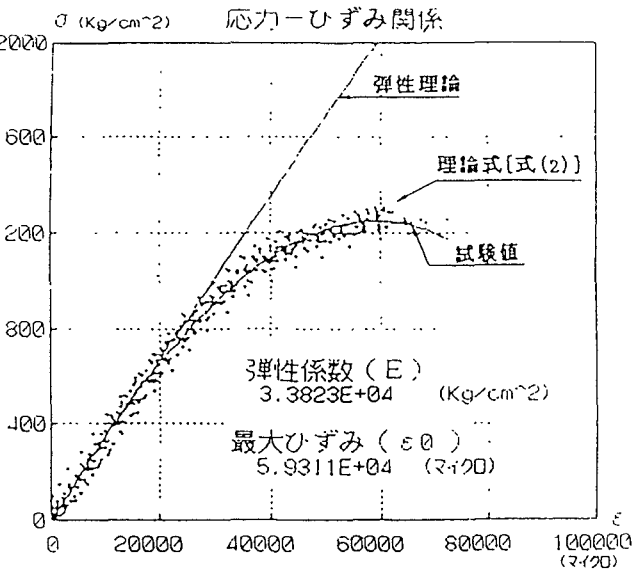


図-4 応力-ひずみ関係