

(I-14) 画像計測による鉛の力学的特性の把握

東京大学工学部	学生員	竹上浩史
東京大学大学院工学系研究科	正会員	阿部雅人
東京大学大学院工学系研究科	フェロー	藤野陽三
東京大学大学院工学系研究科	学生員	吉田純司

1. はじめに

鉛プラグ入り積層ゴム支承や鉛押し出し型ダンパーなど、免震装置のエネルギー吸収材料として鉛が利用されている。しかし鉛は大変形および数 10～数 1000%の大ひずみを呈するため、ひずみゲージなど従来からの計測手法では計測が困難であり、そのため鉛の力学的特性に関する実験的研究は少ない¹⁾。そこで、本研究では画像解析を利用して鉛の変形を空間的に計測することで、その力学的特性を把握することを目的とした。

2. 画像計測

画像計測の利点として、(1)実験で得られた物質点での変位を直接利用するため変位が精密に計測でき、かつ変位の内挿法が適切であれば、これまで得られなかった真のひずみ場を得ることができる、(2)非接触かつ面計測であるため供試体の大変形、大ひずみに対応が可能である、(3)視覚的であるため非常に分かりやすい、という点が挙げられる。また、供試体に局部収縮が生じた部分におけるマッチングの精度を上げるため、本研究では参考文献 2)において使用した画像解析プログラムに、マッチング比較領域の回転要素を加え、供試体の回転変形を考慮したものとした。

3. 試験方法

応力-ひずみ関係を把握するため、载荷速度一定による引張試験を行った。その様子を図 1 に示す。供試体は JIS 4 号試験片に準ずるものを使用した。供試体表面に白黒のランダム模様をつけ、変形を段階ごとにおいて光学カメラに記録し、その写真を用いて画像解析を行った。実験におけるデータの流れを図 2 に示す。鉛は必ずしも軸対称変形をすることは限らない。そのため、空間的な変形を正確に計測するために供試体の撮影は水平 2 方向、鉛直 1 方向の計 3 方向から行った。

4. 試験結果

画像計測によって得た変位をもとに算出した供試体のひずみ場を図 3 に示す。また、変位および荷重より算出した公称応力-公称ひずみ曲線と、画像計測により算出した真応力-真ひずみ曲線を比較したものを図 4 に示す。この結果より、局部収縮による断面積の減少が、応力-ひずみ曲線に大きな影響を及ぼしていることが分かる。また、真応力-真ひずみ関係においても、通常の金属に見られる弾性域が明瞭に現れていないことが分かる。3 種類の载荷速度による試験結果を図 5 に示す。この結果より、载荷速度が大きくなるにつれて、最大応力および降伏後の応力が大きくなることが分かる。またピーク後、ひずみの増大にともなって応力が低下していることから、供試体全体のひずみと比較して、局所部におけるひずみの増加の割合が大きいことが分かる。このことより、鉛は弾粘塑性的性質を有すると考えられる³⁾。

5. まとめ

本研究では、まず、画像解析による計測手法を構築した。そして、その応用として鉛の引張試験を行い、局部収縮が生じる部分において真応力-真ひずみ関係が得られた。今後、速度依存性および繰り返し载荷特性を画像計測により把握し、その結果を用いて構成則の構築を考えている。

キーワード：鉛、画像計測、大変形体、力学的特性

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-5841-6099 FAX 03-5841-7454

謝辞 本研究にあたり、オイレス工業(株)の横川英彰氏、増田耕一氏に協力して頂きました。記して謝意を表します。

参考文献 1) 高林勝人, 松永信裕, 八坂厚彦, 飯塚真巨, 笠井洋昭: FRB プラントへの免震構造適応性に関する研究 -その1 鉛ゴム支承の実験-, 建築学会大会学術論文集, pp983-984, 1986 2) 藤野陽三, 阿部雅人, 吉田純司: 微小振幅における高減衰積層ゴム支承の復元力特性, 土木学会第54回年次学術講演会概要集, pp486-487, 1999 3) Gurson, A.L., Continuum Theory of Ductile Rupture by Void Nucleation and Growth: Part I -Yield Criteria and Flow Rules for Porous Ductile Materials, J.Engr.Mat.Tech., Vol.99, pp2-15, 1977

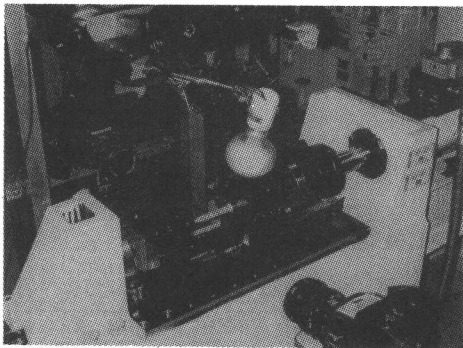


図1 実験の様子

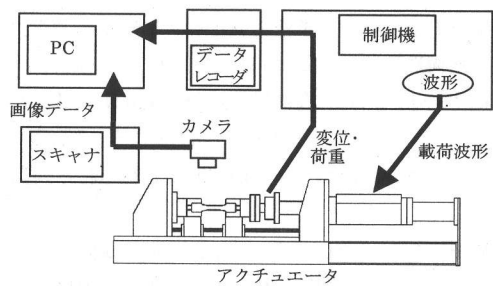


図2 データの流れ

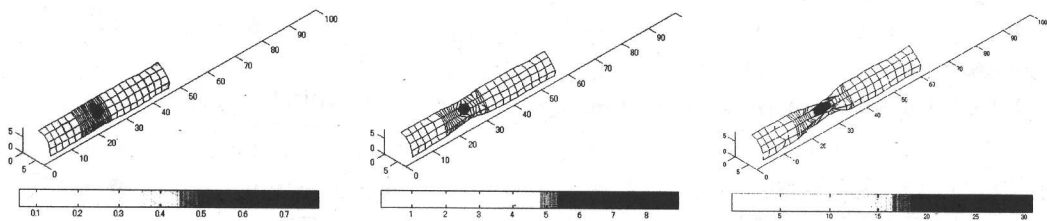


図3 Green-Lagrange ひずみ場

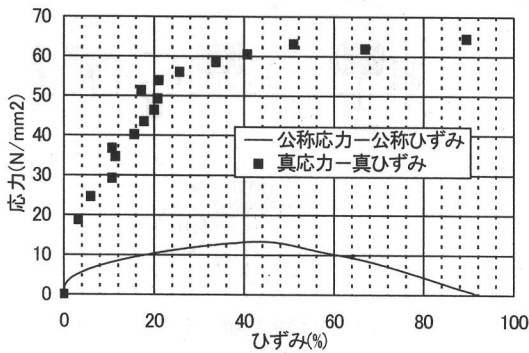


図4 公称応力-公称ひずみ関係と
真応力-真ひずみ関係

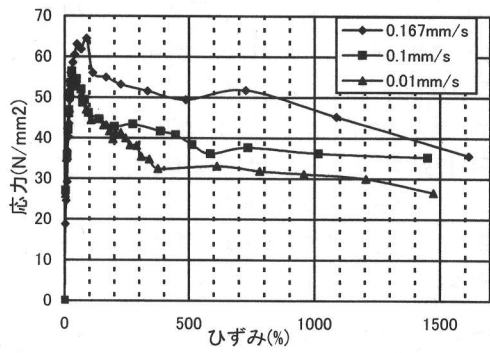


図5 各载荷速度による応力-ひずみ関係