鶏の足の骨の機械的特性の研究

A study of the mechanical properties of the bone of the leg of a chicken

○ 佐藤 啓人 (金沢工大院) 正 木田 外明 (金沢工大)

Yoshihito SATO and Sotoaki KIDA

Kanazawa Institute of Technology, 7-1, Ohgigaoka, Nonoichi-machi, Ishikawa

Key words: mechanical properties, bone of leg of a chicken

1. 緒言

骨粗鬆症をはじめとする骨や関節の病気で、簡単に骨折してしまうという事例が増えている。こういった問題を解決するための一つの方法として、医学の分野に工学的知識を適用することが必要である。骨は、太さ・形・丈夫さなどに年齢や栄養状態、運動量などによって個人差がある。また、骨は年齢とともに水分が減少して骨折しやすくなる。そこで水分量の異なる骨材料を老化が進んだ骨と見立てて、それらに静的な引張・圧縮・曲げ荷重を作用させて材料力学的観点から研究を行う。具体的には手に入りやすい鶏の骨で、水分量の異なる骨について強度の点から調査、研究する。

2. 足の骨

動物の足の骨は、一般に Fig.1 に示すようなものである。

Fig.1 Structure of long bone

実験には鶏の脛骨を用いた。その写真を Fig.2 に示す。

Fig.2 A Tibia of chicken

それを試料とするため、生の状態と室温で5日間乾燥させた状態の骨を用意した。5日間乾燥させると、重さが40~45%減少した。Table.1 に使用した骨の寸法と重さ、5日間乾燥させた重さを示す。

Table.1

length [mm]	outer diameter [mm]	inner diameter [mm]	weight (raw) [gf]	weight (dry) [gf]
105~116	9.1~10.7	5.8~7.1	18.0~22.5	10.7~12.4

3. 実験方法

骨は骨端が丸みを帯びていて安定性も無く、正確に軸方向に荷重をかけられない形状なので、アクリル板またはアクリル棒を用いて補強した。

3.1 圧縮試験

Fig.3 のように骨の長さ方向に圧縮荷重がかかるように治具を取付けた。試験片の中央にひずみゲージを軸方向と、軸方向に垂直な方向に貼り付けた。

Fig.3 A specimen of compressive test

3.2 引張試験

Fig.4 のように骨の長さ方向に引張荷重がかかるように治具を取付けた。試験片の中央にひずみゲージを軸方向と、軸方向に垂直な方向に貼り付けた。

Fig.4 A specimen of tensile test

3.3 曲げ試験

Fig.5 のように骨が水平になるように支持台に置いた。試験片の中央下面にひずみゲージを貼り付けた。

Fig.5 A specimen of bending test

それぞれの試験には、万能試験機 ((株) 島津製作所 UH-100kNI) を用いた。また試験速度は、圧縮・引張試験が 1.0mm/sec, 曲げ試験が 0.5mm/sec で試験を行い、試験片に生じた応力とひずみを測定した。

4. 実験結果及び考察

Fig.6, Fig.7 は、生の状態の骨の圧縮実験結果を示す。Fig.6 はその応力-ひずみ線図で、破断するまではほぼ直線関係を示す。Fig.7 は破断後の骨の写真で、大部分の骨は骨端部が潰れるように破壊した。

Fig.6 Stress-Strain Curve of a raw bone (Compressive test)

Fig.7 A raw bone after an experiment
(Compressive test)

Fig.8, Fig.9 は、乾燥させた骨の圧縮実験結果を示す。Fig.8 はその応力-ひずみ線図で、生の骨同様破断するまではほぼ直線関係を示すが、破断の応力は乾燥させた骨の方が高い値を示しているのがわかる。Fig.8 は破断後の骨の写真で、骨端部から破壊し、骨の繊維に沿ってき裂が走った。

Fig.8 Stress-Strain Curve of a dry bone
(Compressive test)

Fig.9 A dry bone after an experiment
(Compressive test)

Fig.10, Fig.11 は、乾燥させた骨の引張実験結果を示す。Fig.10 はその応力-ひずみ線図で、破断するまではほぼ直線関係を示し、乾燥させた骨の圧縮実験結果とよく似ているが、横ひずみが非常に小さいのがわかる。Fig.11 は破断後の骨の写真で、骨端部から破壊した。

Fig.10 Stress-Strain Curve of a dry bone
(Tensile test)

Fig.11 A raw bone after an experiment
(Tensile test)

Fig.12, Fig.13, Fig.14 は、曲げ実験結果を示す。Fig.12 はその応力-ひずみ線図で、生の骨も乾燥させた骨も破断するまではほぼ直線関係を示す。破断の応力は乾燥させた骨の方が高い値を示すが、軸方向へのひずみは生の骨の方が大きいことがわかる。Fig.13, Fig.14 は破断後の骨の写真で、生の骨も乾燥させた骨も骨の中央下面から破壊しているが、き裂は真っ直ぐにはならず、斜め上方に伝ばしていく。

Fig.12 Stress-Strain Curve of a raw bone
(Bending test)

Fig.13 A raw bone after a Bending test

Fig.14 A dry bone after a Bending test

Table.2 にそれぞれの骨のヤング率、ポアソン比、破断応力を示す。Table.2 より、生の骨よりも乾燥させた骨の方がヤング率も破壊応力も高い値を示す。

Table.2 mechanical properties of bones

	Bone type	Young's Modulus E[GPa]	Poisson's ratio ν	Fracture stress σ [MPa]
Compressive test	raw bone	3.5	0.05	10.7
	dry bone	6.2	0.17	27.4
Tensile test	dry bone	5.7	0.02	28.0
Bending test	raw bone	5.5		50.2
	dry bone	9.4		55.9