

氏名(本籍)	さ 佐	たけ 竹	たか 隆	あき 顕	(千葉県)
学位の種類	農学博士				
学位記番号	博甲第170号				
学位授与年月日	昭和58年3月25日				
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当				
審査研究科	農学研究科 農林工学専攻				
学位論文題目	籾殻の低圧圧縮時における挙動に関する研究				
主査	筑波大学教授	農学博士	江崎	春雄	
副査	筑波大学教授	農学博士	山沢	新吾	
副査	筑波大学教授	農学博士	相原	良安	
副査	筑波大学教授	農学博士	小田	桂三郎	

論文の要旨

本論文は、籾殻の圧縮成形の基礎資料をうることを目的として、低圧圧縮時における圧力と歪の関係および圧縮歪の復元挙動などを明らかにすると共に、加圧力を受けた籾殻の粘弾性体としての挙動を明らかにした。さらに籾殻層における圧縮力の伝播特性を詳しく究明すると共に、籾殻層の内部圧力について従来の理論式を適用できる可能性を示した。

1) 市販の成形機の性能試験

稲わら、牧草の成形に用いられている成形機の調査を行うと共に、籾殻を供試した実験を行ったが、籾殻の成形は困難であった。

2) 籾殻の圧縮特性

- (1) シリンダに自然状態で充填した籾殻を単純圧縮した実験によって、次の結果をえた。①圧縮力 P (kgf/cm²) と圧縮歪 ϵ との関係は次の実験で近似することができた。

$$P = \alpha \cdot \exp(\beta\epsilon)$$

なお初期充填高さ 200 mm, シリンダ径 60 ϕ の場合には $\alpha = 2.64 \times 10^{-2}$, $\beta = 7.88$ であった。②籾殻の品種, 粒径, シリンダの充填量は、圧縮力と圧縮歪の関係にほとんど影響は与えない。③シリンダ内径が小さくなる程、同一歪量をうるための加圧力は増加する。

- (2) 段階圧縮試験によって、次の結果をえた。①この試験によってえた圧縮力と歪との関係曲線

の各ピークを結ぶ包絡線は、単純圧縮時の歪曲線と近似し、段階圧縮の特性は認められない。

②この実験において、籾殻は低圧圧縮時には塑性変形する要素が多く、圧縮力が高くなるに従って弾性変形する要素が多くなることを明らかにした。

(3) 繰返し圧縮試験により次の結果をえた。①定圧縮力にて繰返し圧縮を行うと、圧縮回数の増加と共に籾殻は塑弾性体としての挙動を示すようになる。②繰返し圧縮することにより、同一圧縮力下においては、単純圧縮の場合に比べ圧縮歪は増加する。③同一圧縮力下においては、約 10 回の繰返し圧縮により圧縮歪はほぼ最大となる。

3) 籾殻のレオロジー特性

(1) 圧縮応力の緩和試験により次の結果をえた。①緩和時間 (t) と緩和弾性率 (G_1) との関係は次の実験式で近似できた。

$$G_1 = a \cdot \log t + b$$

なお初期圧縮応力が 14 kgf/cm^2 のときに、 $a = -0.86$, $b = 8.96$ の値を示した。②緩和スペクトル $H_1(\log \tau)$ は、初期圧縮応力が大きい程大きい値となり、緩和時間は減少する、初期圧縮応力が $1.8 \sim 14.1 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲の緩和時間は $10^{11} \sim 10^{13}$ 秒と非常に長い時間であった。

(2) クリープ試験によって次の結果をえた

①クリープ時間 (t) とクリープコンプライアンス (J_t) との関係は次の実験式で近似できた。

$$J_t = C \cdot \log t + d$$

なお設定応力が 14 kgf/cm^2 のときに、 $C = 1.57 \times 10^{-3}$, $d = 0.11$ であった。②遅延スペクトル $L(\log \tau)$ は、設定応力が小さいほど大きな値を示す。③繰返しクリープ回数が増すにつれて、クリープ歪、残留歪ともに増加する。④一定圧縮力下のシリンダ内の籾殻は、粘弾性挙動を示し、その挙動はスプリング 2 個とダッシュポット 2 個からなるバーガス体モデルとして近似できる。

4) 籾殻層における圧縮力の伝播特性

(1) 透明な可視シリンダに、籾殻を等量、等厚に色別けして充填し、それを圧縮し、圧縮過程を観測し、次の結果をえた。①プランジャに近い籾殻層の部分ほど圧縮にともなう容積の変化量が大きい。すなわち圧縮エネルギーはプランジャ面に近い籾殻層に吸収され、下層への圧力伝播が少い。②圧縮力 5 kgf/cm^2 までは区別された籾殻層の層厚さの変化割合は、上層、中層、下層において著しく異なる。

(2) シリンダのプランジャ面、底面ならびに側面の圧力測定を行い、次の結果をえた。①シリンダ底面圧は側圧より大きい値を示す。1 例によると、プランジャ面圧を 10 とすれば、底面圧は 6、側圧は 2 の値を示した。②シリンダ径が小さい程、プランジャ面圧の底面までの伝播割合が小さくなる。③圧縮過程において、籾殻層厚のシリンダ径に対する比が 1 以下になるとプランジャ面圧の底面への圧力伝播が急激に高くなる。④籾殻とシリンダ内面との摩擦力は、シリ

シリンダ径が小さい程，また充填量が多いほど大きくなる。

- (3) 粉体層における垂直圧の理論値と実験値，すなわちJanssen, Shaxby等が示した粉体層内の垂直圧の理論式およびこの式を展開してえた側面摩擦力の理論式による計算値と実験値との比較検討により次の結論をえた。①今回の試験の範囲では，計算値は測定値とよく近似した。②小径シリンダを用いる場合には上記の理論式を用いて良い。

審 査 の 要 旨

農業における未利用資源の一つである粉体を有効に利用する方策としては，成形圧縮して搬送集荷を容易にする事が考えられる。本論文は従来明らかにされていなかった粉体の圧縮時の挙動を明らかにすると共に，シリンダ内部における圧力の伝播に関しての理論的な展開を行った独創的な貴重な研究であると判断された。

この研究によって得られた多くの結論は，粉体の輸送，貯蔵の問題を解決するための一つの手段と考えられるルーズ・ペール型の圧縮成形機を設計するにあたっての設計資料として利用可能な実用的な面もあると判断した。

よって，著者は農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。