

衝撃を受けた段積み貨物について ー固定方法の違いー

地方独立行政法人大阪府立産業技術総合研究所
製品信頼性科 ○高田利夫 津田和城

1. はじめに

製品が輸送過程を経て消費者の手元に届くまでには、様々なハザード (hazard ; 危害等) に遭遇するので、製品を保護し輸送過程を円滑にするために、段ボール箱や緩衝材等の包装が施される。その包装が適切か否かの判断をするために包装試験を実施するが、振動試験などでは、包装貨物の段積み数や固定方法が異なる場合が多いにもかかわらず、その差異について深く議論されているとは言えない。

本報告では、段積み貨物に衝撃を与えた場合、固定方法により容器内にどのように衝撃が伝わるかを検討したので報告する。

2. 実験方法

実験に用いた容器は、外寸法355×345×210mmで厚さ5mmのプラスチック段ボール箱 (以後、プラダンと呼ぶ) に、外寸法330×330×12mmの合板を入れ、プラダンと合板を幅50mmの布粘着テープで固定したもので、総質量は1.4kgである。

また、実験に用いた鶏卵は、Sサイズ (46g以上52g未満) のもので、図1に示すとおり位置が大幅にずれないように長さ100mm、幅50mmの布粘着テープを高さ約15mmとなるように貼り付けて位置決めをした。加速度測定については、鶏卵を設置した位置に加速度ピックアップ (B&K製4501A) を置いて測定した。

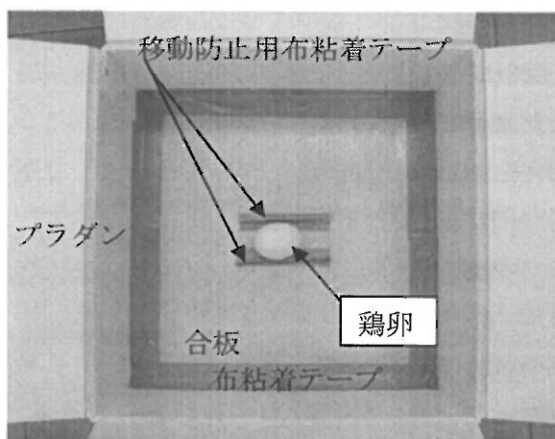
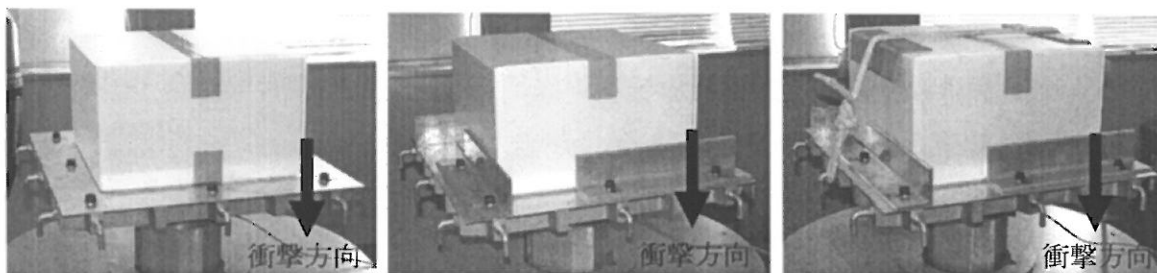


図1 鶏卵の設置場所



(a) 固定せず

(b) 下固定

(c) ロープ固定

図2 プラダン貨物の固定方法

実験は、衝撃試験機（振研製振動試験機G-5230NS型のショック波制御を使用）の上に、プラダン貨物（プラダン容器の中に鶏卵または加速度ピックアップ入れたもの）を置き、図2に示す方向に、正弦半波（衝撃加速度が約300m/s²、作用時間が2.5～8.2msec）の衝撃を加えた。

なお、多段積みの場合のプラダン貨物とプラダン貨物の固定は、ストレッチフィルムで行い、プラダン貨物の衝撃試験機への固定方法は、図2に示すとおり、固定せず（試験機のテーブルに載せるのみ）、下固定（水平方向の移動を制限）およびロープ固定（垂直方向および水平方向の移動を制限）の3通りとした。段積みの段数は、1段から5段とした。

3. 結果

衝撃を加えた後の鶏卵の状態として、鶏卵に顕著な異状が認められなかった場合を1とし、鶏卵の卵殻にひび等が生じた場合を2とし、鶏卵の卵殻膜が破れて卵白等が外に出た場合を3として、鶏卵の損傷の有無の具合を評価した。

図3に、約300m/s²の衝撃加速度（以後、加えた衝撃加速度は常に約300m/s²であるので、加えた衝撃加速度の値については省く）で作用時間3.9～8.2msの衝撃を1段積み（単体）のプラダン貨物に加えた場合の鶏卵の状態と加えた作用時間の関係を示す。図から、作用時間が長くなるほど鶏卵に損傷が生じ易くなる。また、作用時間が同じ場合では、固定せず、下固定、ロープ固定の順で鶏卵に損傷が生じ易くなる。このことから、貨物をフリーにするより固定を十分にした方が衝撃によるダメージを受け易いことがわかる。

図4に、衝撃を加えた時に1段積みのプラダン貨物が受けた加速度と鶏卵の状態を示す。図から、同じ固定方法であれば加速度が大きいほど鶏卵に損傷を起こし易い傾向にある。ところが、固定せずで加速度が370m/s²では、鶏卵に異状が認められなかったのに、下固定で加速度が330m/s²およびロープ固定の加速度が270m/s²では、鶏卵の卵殻膜が破れて卵白

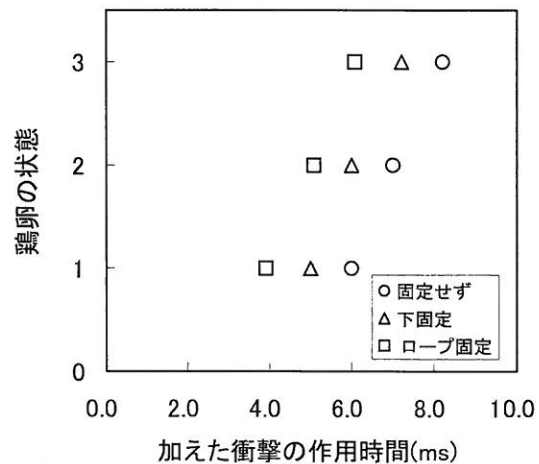


図3 鶏卵の状態と作用時間の関係（1段）

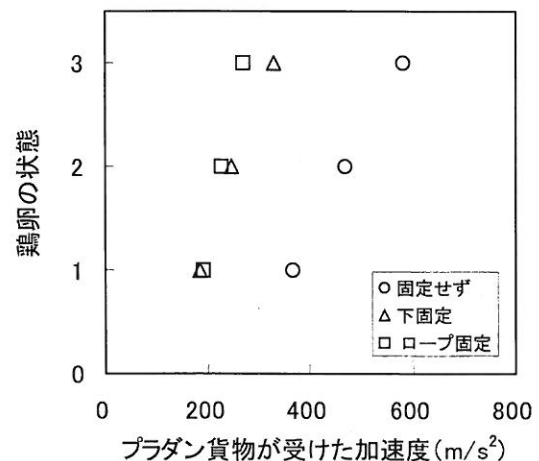


図4 鶏卵の状態と加速度の関係（1段）

等が外に出ている。このことから、加速度の大小により受けた衝撃の大きさを判断するには慎重にならなければならない。

図5に、衝撃を加えた時に1段積みのプラダン貨物が受けた速度変化と鶏卵の状態を示す。図から、同じ固定方法であれば速度変化が大きいほど鶏卵に損傷を起こし易い傾向にある。固定せずの速度変化0.89m/sが異常なしであるにもかかわらずロープ固定の0.81m/sにひび等が生じる場合もあるが、概して速度変化が大きいほど鶏卵に損傷を起こし易い傾向にある。

このように、加速度の大小より速度変化の大小の方が鶏卵の損傷を比較でき、衝撃によるダメージを測定し易い。

図6に、ロープ固定で5段積みにした場合について、加えた衝撃の作用時間が3.4msおよび5.0msの場合のプラダン貨物が受けた速度変化と鶏卵の状態を示す(図中の上2は、上から2段目。下2は、下から2段目。()内の数字は作用時間)。図から、上段になるほど鶏卵に損傷が生じ易くなる、すなわち、受けた衝撃が大きい傾向にある。また、加えた作用時間が長くなるほど鶏卵に損傷が生じ易くなり、受けた衝撃が大きい傾向にある。

7-aに、固定せずの段積みの影響を、加えた衝撃の作用時間に対する鶏卵の状態を示す。図から、1段積みと3段積みと5段積みと比較した場合、1段積みの方が長い作用時間をかけなければ鶏卵に損傷を与えないことから、多段積みになると1段積み比べて大きな衝撃がかかり易いことがわかる。また、3段積みと5段積みについては顕著な差異は認められない。さらに、

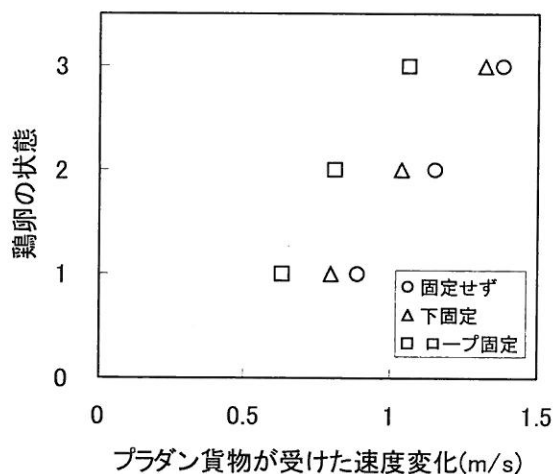


図5 鶏卵の状態と速度変化の関係 (1段)

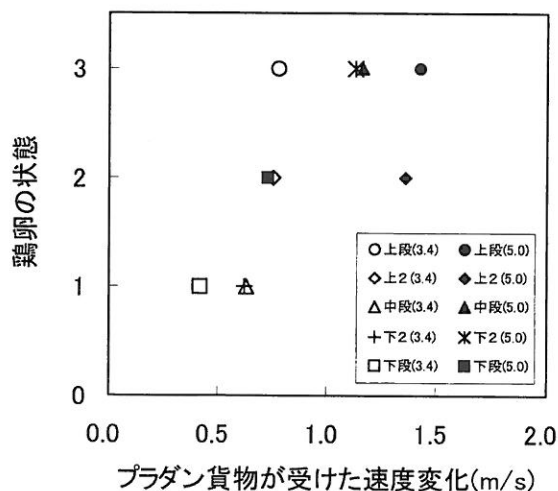


図6 鶏卵の状態と速度変化の関係 (ロープ固定、5段積み)

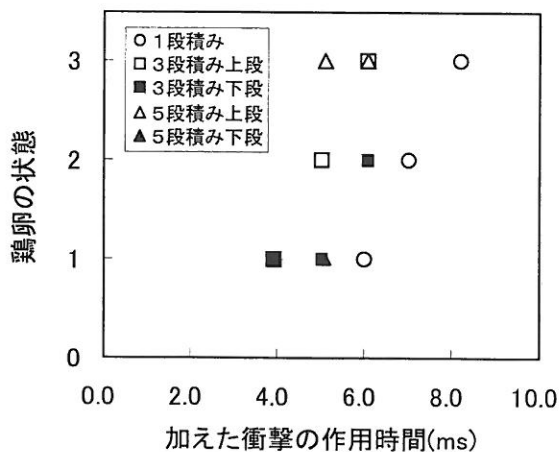


図7-a 段積みの影響 (固定せず)

段積みの上段と下段を比較した場合、下段の方が長い作用時間をかけなければ鶏卵に損傷を与えにくいので、小さな衝撃しかかかっていないことがわかる。

図7-bに、下固定の段積みの影響を示す。図から、1段積み、3段積み下段および5段積み下段が作用時間を長くかけなければ鶏卵に損傷を与えにくく、3段積み上段および5段積み上段では短い作用時間で鶏卵に損傷を与えているので、下段に比べて上段の方が大きな衝撃がかかり易いことがわかる。

図7-cに、ロープ固定の段積みの影響を示す。この場合も、下固定と同様に、1段積み、3段積み下段および5段積み下段が作用時間を長くかけなければ鶏卵に損傷を与えにくく、3段積み上段および5段積み上段では短い作用時間で鶏卵に損傷を与えているので、下段に比べて上段の方が大きな衝撃がかかり易いことがわかる。

図7-a～cより、固定方法にかかわらず1段積みが一番衝撃がかかりにくいことと、多段積みの場合、下段に衝撃がかかりにくく、上段に衝撃がかかり易いことがわかる。また、固定が十分なほど衝撃によるダメージが大きいことがわかった。

4. まとめ

正弦半波（衝撃加速度が約300m/s²、作用時間が2.5～8.2msec）の衝撃を固定方法の異なる軽量の段積み貨物に加えた時に、貨物が受ける衝撃を鶏卵の損傷の状態および加速度によって測定した結果、以下のことがわかった。

- ① 鶏卵が受ける衝撃の大きさは、加速度の大小より速度変化の大小の方がより反映されているが、速度変化が大きくても衝撃が小さい場合もある。
- ② 貨物に衝撃を加えた場合、貨物の固定が十分なほど衝撃によるダメージが大きい。
- ③ 1段積みと多段積みと比較した場合、多段積みの方が衝撃によるダメージが大きい。
- ④ 段積み貨物で上段と下段を比較した場合、上段の方が衝撃によるダメージが大きい。

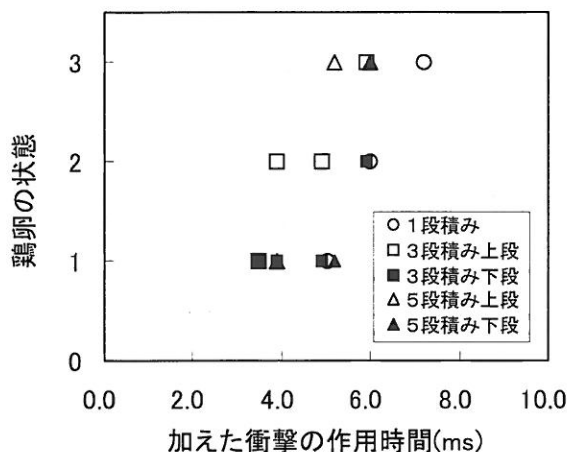


図7-b 段積みの影響 (下固定)

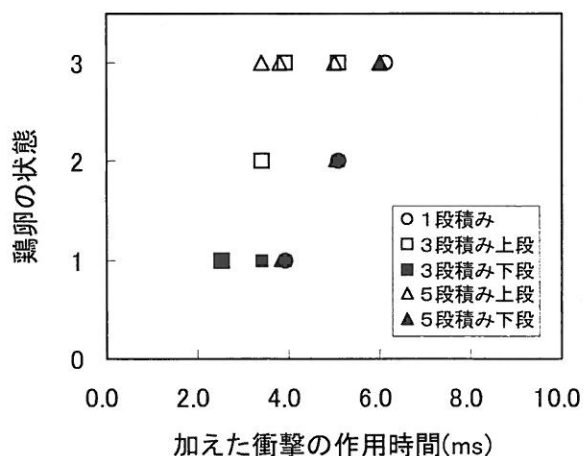


図7-c 段積みの影響 (ロープ固定)