

イチゴの輸送工程における積荷の振動特性

○小島 真路*1)、藤谷 明倫*1)、伊東 圭昌*2)、打田 宏*3)、今野 哲*3)、佐藤 清康*3)

1. はじめに

農業分野では、収穫してから市場に送り出す輸送工程における農作物の傷みに伴う不良が無視できない状況にある。特に、イチゴは、表面が非常にもろいため、輸送ロスによる経済損失が大きい。また、一般にトラックのサスペンションは、満載時に近い状況で最大限の性能を発揮するように設計されている。イチゴは、密度が小さいため、輸送時に満積載とはならず、必ずしも良い条件で輸送が行われているとは言えない。

積荷の解析が輸送工程におけるイチゴの振動に伴う傷みの改善・対策につながることから、本研究では、積み重ねられたイチゴの箱を対象として、振動特性解析を行った。

2. 実験方法

はじめに、実験モード解析によって、固有振動数および固有モードを明らかにし、積荷の振動特性を実験的に求めることで、数値解析のためのモデル作成の手がかりを得る。次に、イチゴ輸送時の積荷のモデル化を鉛直方向および水平方向で行い、支配方程式を導出して振動特性について理論的に考察する。また、箱のバネ特性を調べるために圧縮試験を行い、バネの非線形性を明らかにする。得られた結果から、バネの非線形性を考慮した数値解析を行い、モデルに関する考察を行う。

3. 結果

鉛直方向の実験モード解析結果（図2）をもとに、図3に示す積荷モデルを構築し、得られた支配方程式から、積荷の固有振動数を求めた。また、圧縮試験により、箱のバネ特性がハードバネとなることを明らかにし、バネの非線形性を考慮したモデルとすることで、実験モード解析結果に近い振動特性を示すことを有限要素解析によって確認した。

4. まとめ

本研究によって、以下の知見が得られた。

- (1) 振動試験機を用いた実験モード解析によって、輸送工程における積荷の固有振動数および固有モードを明らかにした。
- (2) イチゴの積荷は単純化された要素モデルを用いることによって、鉛直方向および水平方向の振動を同一の運動方程式で記述できる。
- (3) イチゴの積荷の固有振動数の比は、段数の増加とともに大きくなり、一定の値に収束する。
- (4) 箱の圧縮試験によって、箱がハードバネの特性を持つことを明らかにした。
- (5) 単純化された要素モデルにおいて、ハードバネ特性を考慮することによって、固有振動数の比が実験値に近い値を示す傾向にある。



図1 イチゴの積載状況

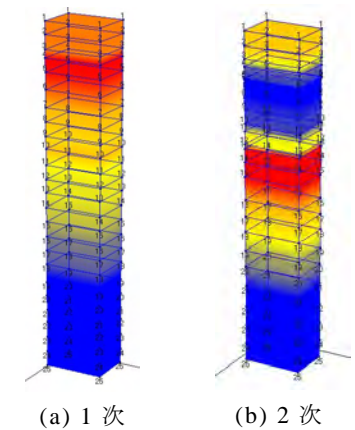


図2 鉛直方向の振動モード

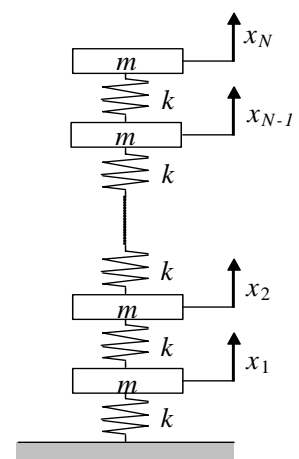


図3 積荷モデル

*1) 神奈川県産業技術センター 機械・材料技術部 機械計測チーム、*2) 神奈川県 商工労働部 工業振興課、*3) 全国農業協同組合連合会