

米穀保管倉庫における保管袋の振動性状に関する研究

その1. 擬似縮小試験体を用いた試験計画

Study on Vibration Properties of Storage Bags in Rice Storage Warehouses

Part 1. Experimental Plan Using Pseudo-Reduced Scale Specimens

○宮内陸人³, 秦一平¹, 郭鈞桓², 阿久戸信宏¹, メソンリキ³, 湯浅弘基³

* Rikuto Miyauchi³, Ippei Hata¹, Chunhuan Kuo², Nobuhiro Akuto¹, Riki Messom³, Yuasa Hiroki³

Abstract: This study investigates the vibration characteristics of storage bags in rice warehouses and their collapse mechanisms during earthquakes. Past earthquakes, such as the 2011 Great East Japan Earthquake and the 2024 Noto Peninsula Earthquake, caused significant damage to rice storage facilities due to the collapse of stacked bags. Using pseudo-reduced scale test specimens, vibration experiments were conducted to assess the collapse performance. This report outlines the experimental setup, with future reports focusing on the results obtained from white noise input tests.

1-1. はじめに

東日本大震災や能登半島地震など、大規模地震のたびに米倉庫では米袋の荷崩れ被害が多発し、復旧の長期化が問題となっている。^{[1][2]} また、平時でも突発的な荷崩れは発生し作業員の安全確保も課題である。

現在、米袋の保管方法に明確なガイドラインはなく、現場の経験則に依存しているのが現状である。特に、広く利用されるフレキシブルコンテナバッグ（以下「フレコン」と呼称する）は、積み重ね時の安定性に課題が指摘されている。このため、地震時の荷崩れ挙動を定量的に把握し、安全な保管方法を確立することが急務である。^{[3][4]}

先行研究^[5]では、ポリプロピレン製袋に土を充填した試験体がいわれてきたが、材質や内容物の違いにより実際のフレコンと変形挙動が異なり、荷崩れ現象の再現性に課題があった。

本研究では、米を充填し、フレコンバッグを模擬した新たな試験体を用いることで、より現実的な荷崩れ現象の解明を目的とする。また、積み重ねたフレコンが地震動と共振する可能性を評価するため、試験ケースについて固有周期を確認する。

本報その1では、縮小試験体の作成および試験計画について述べ、次報その2では、フレコンを縦に積み上げた際の固有周期の変化について、ホワイトノイズを用いた試験結果について報告する。その3では米袋を横に並べた際に、列数が固有周期に与える影響、およびフレコンバックの取手の接触有無による固有周期への影響について、ホワイトノイズを用いた試験結果について報告する。

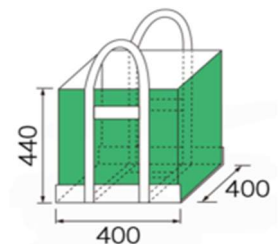
1-2. 縮小フレコンバックを用いた米袋について

本試験では、縮小スケールのフレコンを用いた試験体を作成した。外袋はフレコンバッグを使用し、転倒時に内容物の米が散乱しないよう、ビニール袋

を2重にしたものを内袋として挿入した上で、中に米を充填した。4段以上に積み上げた際には、安定性を保ちつつ挙動に影響を与えない範囲で、試験体全体に軽くロープをかける処置を行った。試験体寸法は、幅 W:約 400mm, 奥行き D:約 400mm, 高さ H:約 400mm, 質量 m:約 40.6kg である。(Fig.1)



(a) Pseudo-Reduced Scale Test Specimens



(b) Width And Depth Dimensions



(c) Height Dimension



(d) 4 Tiers

Fig.1 Outline of Pseudo-Reduced Scale Test Specimens

1-3. 試験計画

試験には、縮小スケールのフレコンを用い、内部にはもみ殻付きの米を充填した試験体を使用し、一方向の振動試験を実施した。加振には、Fig.2 に示す電磁式振動台（周波数範囲：0.5Hz～50Hz, 最大両振幅：100 mm (片振幅 50 mm)）を用いた。試験ケースは、1行1列2～5段までの4ケースと1行2列2～4段、1行3列2～4段の計10ケースについて実施した (Table1)。計測には、3次元リアルタイムモーション

計測システム (VENUS3D) を使用し, 1 つの試験体の重心・上端左右の3点で X・Z 方向の絶対変位を計測した. 振動台変位についても 1 点を計測した. 入力波形にはホワイトノイズ波形 (周波数範囲: 0.5Hz~10Hz, 最大振幅: 15mm, 加振時間: 100sec) を用い, フーリエ振幅スペクトル比を算出し, 各ケースにおける卓越周期を特定した.

本試験では, 各試験体に番号を付与し, 積み重ねた際に最下段に配置される試験体が常に同じ個体にならないよう, 意図的に配置の入れ替えを行った. これは, 最下段に位置することで荷重の影響を受けやすく, 米の圧密状態が変化することにより, 試験結果にばらつきが生じる可能性を考慮したものである. さらに, 2 列配置の試験ケースにおいては, フレコンの取手が干渉しないように直交方向に配置し, 取手や配置による固有周期への影響の有無を評価することを目的とした. (Fig.3)

Table 1 Test Case

Arrangement (Line×Column×Step)	Quantity (Pieces)	Mass (kg)
1×1×2	2	81.2
1×1×3	3	121.8
1×1×4	4	162.4
1×1×5	5	203
1×2×2	4	162.4
1×2×3	6	243.6
1×2×4	8	324.8
1×3×2	6	243.6
1×3×3	9	365.4
1×3×4	12	487.2

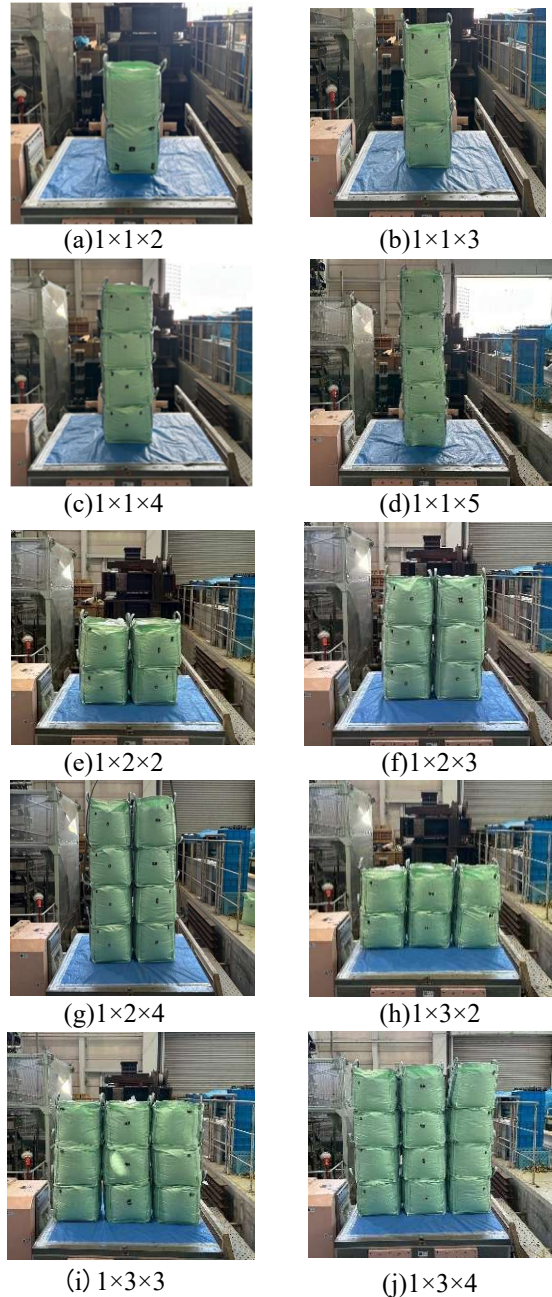


Fig.3 Test Specimen Configurations

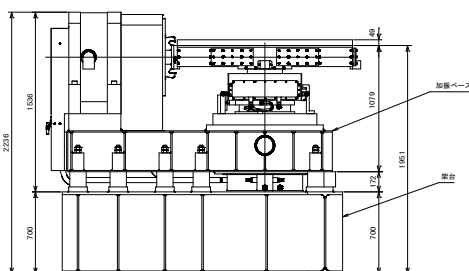
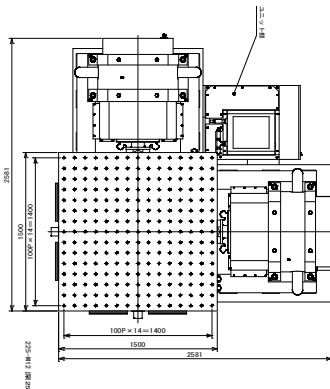


Fig2 Overview of Electromagnetic Vibration Table

1-4. まとめ

本報その 1 では, 擬似縮小試験体の作成および試験計画について示した.

次報その 2 では, 試験結果について示す.

謝辞

本研究の遂行にあたり, 海洋建築工学科教授の北嶋圭二先生および修士の方々に, 3次元リアルタイムモーション計測システム (VENUS3D) をお貸しいただき, 使用方法についてご指導いただきました. この場をお借りして深く感謝申し上げます.

参考文献

- [1] 物流ニッポン: 「白石倉庫&日通商事仙台支店, 箱型フレコン開発 震災教訓 荷崩れ防ぐ」, 2015.4
- [2] 農林水産省: 「1 熊本地震の被害状況と復興」, pp.3
- [3] 農林水産省: 「令和 6 年能登半島地震に係る農林水産関係の被害・対応状況」, pp.1, 2024.1
- [4] 中日新聞: 「ブランド混交訳あり復興米地震で袋破れる宝達志水町返礼品に」 2024.2
- [5] 日本大学理工学部: 「米穀保管倉庫における保管袋の振動特性に関する研究 その 1. 疑似縮小試験体を用いた試験計画」 2024