

中村 行夫 岸部 友昭

Abstract

The main purpose of applying packaging to products is to provide protection. It is important to deliver products into the hands of customers having prevented damage during transportation. To this end, packaging specifications have been established which consider such factors as the shape of products and the shipping environment. The packaging of outboard motors is no exception, with individual specifications established for each product.

Specifications for outboard motor packaging take into account functions for protecting products from impacts, vibrations, and other external forces, and there are evaluation methods for verifying the respective functions. However, even in outboard motor packaging designed via this process, there are cases in which materials are damaged in the marketplace and protection of the product is lost. Although packaging specifications are reviewed and damage protection countermeasures are considered on such occasions, because the damage events and the logic for the countermeasures are not quantified, packaging specifications may become excessive.

Doubts then remain as to whether the specification of the countermeasures correspond to the root cause of the problem. This report discusses initiatives which investigated the establishment of optimum packaging specifications by designing outboard motor packaging through quantification of its strength.

1 はじめに

製品を梱包する主目的は、保護性を持たせることにある。運搬中の製品損傷を防止して、お客様の手元に届けることが重要である。そのために、製品の形状・輸送環境などを考慮した梱包仕様が設定されている。船外機の梱包仕様も例外ではなく、製品別に個々の仕様が設定されている。

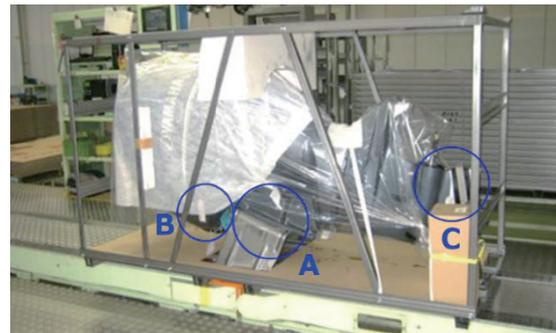
船外機の梱包仕様においては、耐衝撃・振動など外圧から製品を守る機能が考慮されており、それぞれの機能を確認する評価方法が存在する。しかし、このような過程で設計された船外機の梱包であっても、市場で資材が損傷して、製品の保護性が損なわれる場合がある。この時、梱包仕様を見直して損傷を防ぐ対策を検討するが、損傷事象と対策ロジックが定量的になっていないため、過剰な梱包仕様になる場合がある。これは、本質的な原因に見合った対策仕様になっているか疑問となって残る。

本稿では、船外機の梱包強度を定量化して設計することで、最適な梱包仕様設定を迫及した取り組みを紹介する。

2 船外機梱包の仕様と破損

2-1. 船外機の梱包仕様

船外機の代表的な梱包仕様には、スチール枠を主体とした仕様と発泡スチロールを主体とした仕様が存在するが、当社では、スチール仕様を主体に製造している（図1）。



スチールケース仕様 (4st: 30~350ps, 2st: 115~300ps)

図1 船外機梱包のスチール仕様

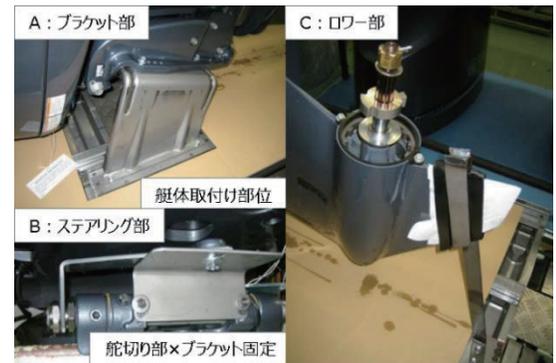


図2 製品と梱包資材の固定部位

製品と梱包資材の固定部位を図2に示す。船外機は舟艇に取り付けて使用するため、自立することができない。またパワーヘッドが上部に位置するため、横倒しの状態の重心バ

ランスが一方に偏る。加えて、舵切り旋回方向に首を振る力が自重で働く。これらのことから、船外機の梱包仕様は製品を固定することが第一に重要となる。

2-2. 梱包の破損

規定の梱包評価基準を合格した仕様であっても、市場で梱包資材が破損する場合がある。また、この時の破損が製品まで影響を及ぼす場合がある。図 3-1 および 3-2 に梱包仕様の変更が必要となった事例を示す。

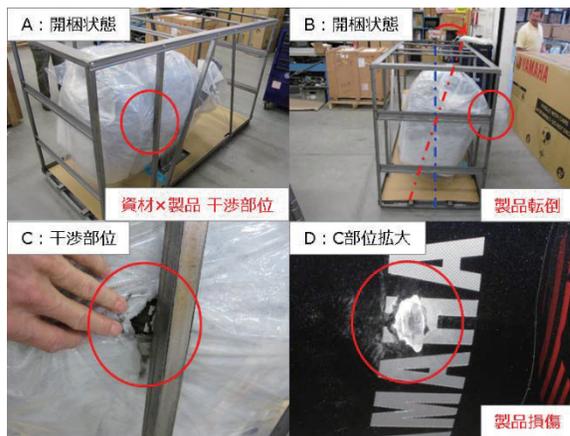


図3-1 梱包資材破損による製品破損

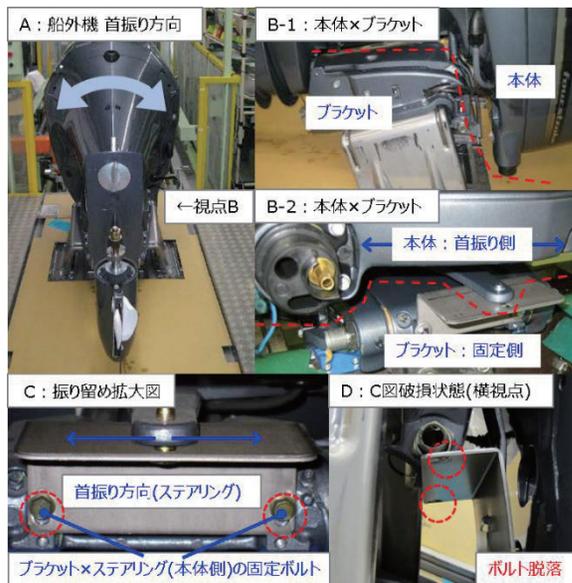


図3-2 船外機振り留め資材の破損

この事例は、スチール枠に樹脂カウリングが干渉して傷が付いている。干渉に至ったのは、船外機の舵切り方向の首振りを留めるボルトが緩み・脱落したことで横倒しになったためである。梱包評価基準は市場の物流環境を考慮した設定としているが、明らかにイレギュラーではない荷扱いが原因で破損が生じている場合は、梱包仕様の見直し、対策が

必須となる。梱包仕様の対策を検討する際、破損が生じた原因を定量的に解明して、そのメカニズムと対策の根拠を導く必要があると考えた。

3 梱包強度の定量化

3-1. 梱包破損現象の再現

市場で発生した梱包資材破損の原因を解明するために、梱包強度を定量化した過程を説明する。

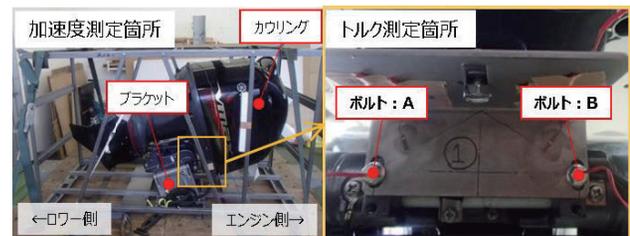


図4-1 加速度とトルクの測定箇所

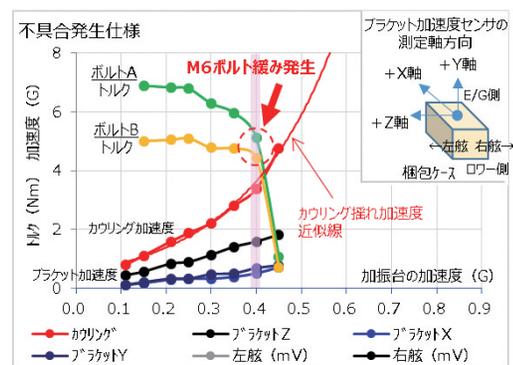


図4-2【不具合発生仕様】加速度とトルク変化の関係

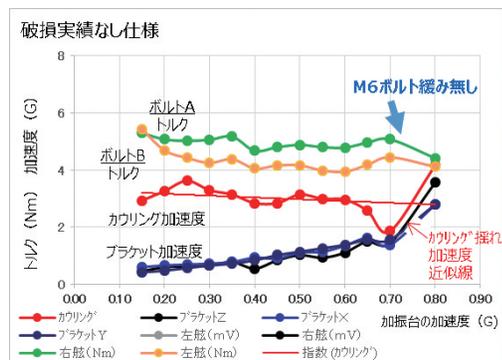


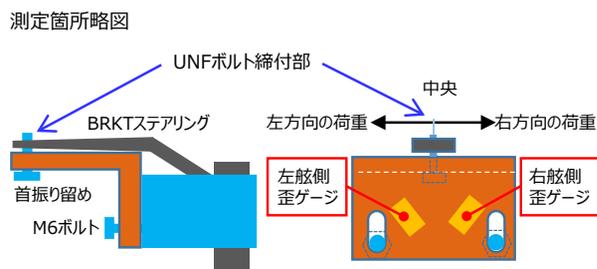
図4-3【破損実績なし仕様】加速度とトルク変化の関係

最初に、振動試験機を用いた事前評価を行った。この共振点評価から破損した梱包仕様の固有振動数は 5Hz ということがわかった。次に、共振周波数を固定してボルト緩みの再現を試みた(図 4-1)。図 4-2 に示すとおり、加振強度(加速度)を徐々に変化させる過程で、市場同様の首振り留めのボルト緩みが確認できた。

また、市場における破損実績のない梱包仕様で同様の評価を行ったが、ボルトの緩みは発生しなかった（図 4-3）。

3-2. 加速度の変化に対する梱包資材荷重の変化

振動試験機による再現評価から、加振周波数 5Hz・加振加速度 0.4G でボルト緩みが発生することが把握できた。その時、首振り留めに発生する荷重を測定した（図 5）。



ゲージ貼付け部の歪より測定、UNFボルト部荷重を換算した。

図5 首振り留めの荷重測定方法

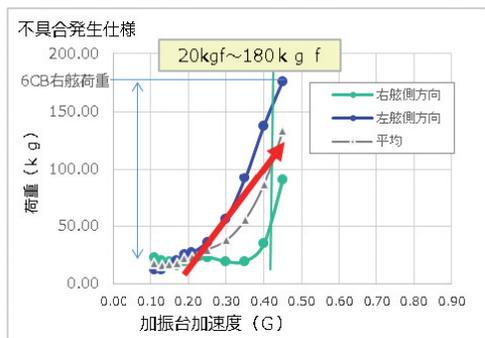


図6【不具合発生仕様】加速度と荷重変化の関係

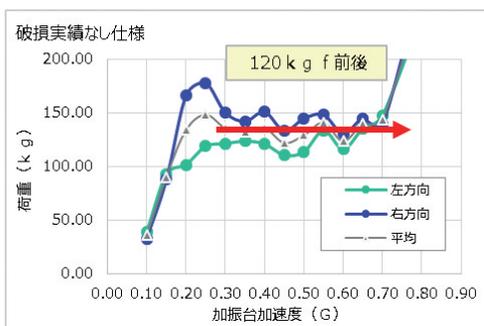


図7【破損実績なし仕様】加速度と荷重変化の関係

測定の結果、加速度と荷重は比例の関係があり、緩みが発生した加速度域まで上昇するにつれて荷重も上昇していることがわかった（図 6）。

また、市場における破損実績のない梱包仕様で同様の試験を実施したが、加速度の上昇によって荷重が変化すること

はなかった（図 7）。

この理由として、破損実績がない梱包仕様のブラケットが、問題のあった仕様と比べて柔軟性を持っていることから、振動による荷重を分散して、首振り留めボルトに荷重が集中しないメカニズムであることがわかった。以上により、ボルト緩みが発生する状態における梱包強度（加振周波数と荷重）の定量化を実現した。また、資材に柔軟性を持たせて荷重を分散させる考えを問題の梱包仕様に織り込むことで、最適な梱包仕様を設定することができるようになった。共振点評価においても、ボルト緩みがないことを確認した。

4 おわりに

市場の物流環境を全て定量化して、評価基準に展開することは極めて困難なことである。しかし、我々が設計した梱包仕様の強度を定量的に把握・データベース化することは重要である。なぜなら、市場で問題があった場合に確実な対策仕様を迅速に設定することが可能となり、過剰品質にならない最適な仕様設計により、梱包資材のコストアップを避けられるからである。

現在、船外機の梱包強度を定量化した案件は、ほんの一部に過ぎない。この活動を拡大することで、過剰品質箇所の仕様見直しによるコストダウンおよび、梱包強度の定量化による潜在的強度不足箇所の抽出・改善を実現したいと考える。

将来、蓄積した技術情報から、市場の物流環境と梱包強度を整合させた『船外機スタンダード梱包仕様』を確立し、世界中のお客様に確かな商品を届けていきたい。

■ 著者



中村 行夫
Yukio Nakamura
マリン事業本部
ME事業部
ME製造部



岸部 友昭
Tomoaki Kishibe
マリン事業本部
ME事業部
ME製造部