

一般論文

宅配便で輸送される荷物が受ける衝撃力の実態

齋藤勝彦* 久保雅義* 劉 剛**

Shock Received by Cargo During Transportation by Overnight Small Parcel Delivery Services

Katsuhiko SAITO*, Masayoshi KUBO* and LIU Gang**

Shock received by cargo during transportation by overnight small parcel delivery services was measured. The study focused on the differences in "shock load" received by parcels marked "fragile" and "normal" parcels. Environmental recorders in dummy "fragile" and "normal" parcels were used to measure shock received by parcels. The results of these measurements showed that parcels received strong shocks when being sorted and the shock received by parcels labeled "fragile" was not necessarily lower. In addition, a survey of overnight small parcel delivery service users was conducted. The results of this survey showed that almost all user hoped that the packages would receive more careful treatment when labeled "fragile". The results of this study showed that there were discrepancies between the expectations of users and the actual treatment received by parcels.

Keywords : Shock, Overnight parcel delivery service, Environmental recorder, Questionnaire

宅配便で輸送される荷物に作用する衝撃力の実態を計測した。特に「ワレモノ」貨物と「普通」貨物に作用する衝撃の違いについて注目した。環境レコーダをダミー貨物として、衝撃力の計測を行った結果、荷物に「ワレモノ」と表示しても必ずしも衝撃力が小さくなるとは限らず、大きな衝撃は荷物の仕分け作業時に発生していることが明らかになった。さらに宅配便の利用実態に関するアンケート調査を行った。これより、利用者のほとんどは、「ワレモノ」と荷物を指定することで、より丁寧な荷扱いを期待していることが明らかになった。以上の結果より、宅配便における「ワレモノ」の荷扱いについて、利用者が抱いているイメージと実態にはずれがあることを明らかにした。

キーワード : 衝撃力、宅配便、環境レコーダ

*神戸商船大学 (〒658 兵庫県神戸市東灘区深江南町5丁目1-1) : Kobe University of Mercantile Marine, 5-1-1, Fukae-minami, Higashinada, Kobe, Hyogo, 658

**神戸商船大学大学院 (〒658 兵庫県神戸市東灘区深江南町5丁目1-1) : Graduate School of Kobe University of Mercantile Marine, 5-1-1, Fukae-minami, Higashinada, Kobe, Hyogo, 658

1. はじめに

一般家庭の荷物に目を向けた宅配便輸送は、我が国では1976年にはじまり、高速道路網の整備に伴う長距離トラックの増加とともに今では宅配便は我々の生活になくてはならないものとなった感がある。しかしながら宅配便貨物の包装は、一般消費者の手に委ねられており、基本的に包装技術者が行う緩衝包装設計のレベルを期待することはできない。従って緩衝対策が結果的に不十分な場合には、内容品が破損し少なからず宅配便会社の負担となっていると考えられる。

このような宅配便による荷物の損傷を防止するためには、利用者には包装方法の改善を求めていくとともに、宅配便業者は輸送過程のすべての局面での安全性に関する技術的な検討を行う必要性がある。具体的に技術的な検討をどこに絞って行うかを判断するためには、まず実態を詳しく調査する必要がある。

一方、輸送中の包装貨物に作用する衝撃実態計測は、比較的古くから行われている¹⁾ものの、輸送される貨物、包装方法、輸送方法などの組み合わせを考えれば、衝撃の実態はそれぞれ個別に調査せざるを得ない状況である。このうち宅配便で輸送されているときの衝撃実態を計測し、一般に公開しているデータは少ない²⁾が、自社便よりも衝撃が大きくなるという報告もある³⁾。

さて、宅配便では内容品を「ワレモノ」と指定することができる。そこで本研究においては、まず宅配便輸送における「ワレモノ」と「普通」の荷物がどの程度の衝撃力を受け、「ワレモノ」と指定されることにより荷扱いが丁寧に行われているかどうかについて、宅

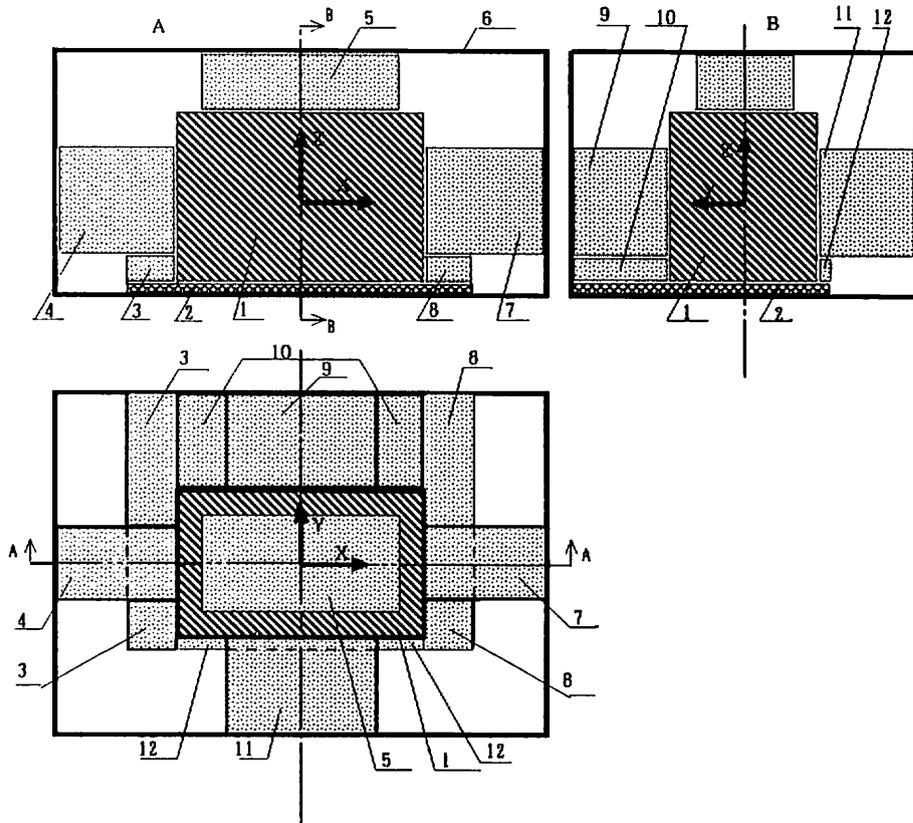
配便会社への聞き取り調査とダミー貨物を用いた衝撃実態計測実験を行った。さらに、利用者が荷物を「ワレモノ」と指定するとき、荷扱いについてどのような荷扱いを期待しているかをアンケート調査より考察した。

2. ダミー貨物の製作

ダミー貨物として、環境レコーダを段ボール箱に入れたものを2つ製作した。その包装形態、包装材料、包装外形寸法をFig. 1に示す。用いた段ボールはABフルートの複両面段ボールで大きさは42cm×30cm×21cm、個装重量は3.4kgである。「普通」貨物と「ワレモノ」貨物に作用する衝撃力を比較するため、一方の段ボール箱には何も表示せず、他方に「ワレモノ」と表示した。Fig. 2にその状況を示す。

使用する環境レコーダ（共和電業 RSD-33A）は、X、Y、Zの3軸加速度計と温湿度センサを内蔵している。本装置はパソコンにより、条件設定・測定開始・データ回収等の操作を行うことができ、集録したデータを市販の表計算ソフト等に引き渡すことも可能である。本計測ではサンプリング周期を1 msec、データ収集判定のためのトリガレベルを2Gとした。従って今回は1回の計測実験あたりに衝撃の大きいものから81個のデータが記録された。

まず実際の輸送実験を行う前に、コンクリート地面上5cm、10cm、15cm、20cm、25cm、30cmの高さから自由落下させた。落下高さによるピーク加速度の変化を「ワレモノ」と表示した箱と表示していない箱の2つについてFig. 3に示す。



1:Transportation Enviornmental Data Recorder	167×118×134(mm)
2:Triple-Wall Corrugated Fibre-Board	265×225×12 (mm)
3:EPS	225×48×20 (mm)
4:EPS	125×100×60 (mm)
5:EPS	125×48×20 (mm)
6:Corrugated Fibre-Board Box	420×300×210(mm)
7:EPS	125×100×60 (mm)
8:EPS	225×48×20 (mm)
9:EPS	100×95×60 (mm)
10:EPS	167×80×20 (mm)
11:EPS	100×95×60 (mm)
12:EPS	167×10×20 (mm)

Fig. 1 General arrangement of a dummy cargo

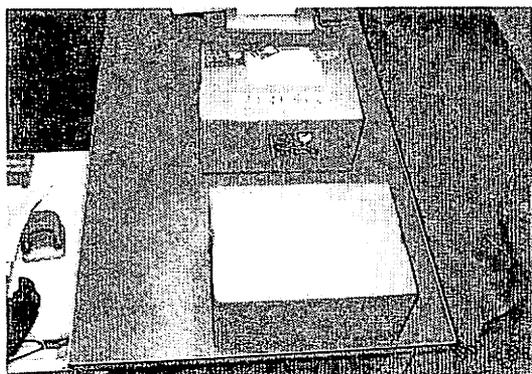


Fig. 2 Appearance of "Fragile" dummy cargo and "Normal" dummy cargo

$$G = \sqrt{\frac{2k}{mg}} \cdot \sqrt{h}$$

ここに、 m は質量、 g は重力加速度、 k は等価線型バネ定数である。図中の曲線は、等価線型バネ定数をそれぞれ 1.09kgf/cm 、 0.96kgf/cm として、実験結果を回帰したものである。このように「ワレモノ」表示の有無の2つの段ボール箱の等価線型バネ定数 k はほとんど同じである。したがって「ワレモノ」表示をした場合と「ワレモノ」表示をしない場合で得られた加速度はこの図を用いて等価落下高さとして評価することが可能である。

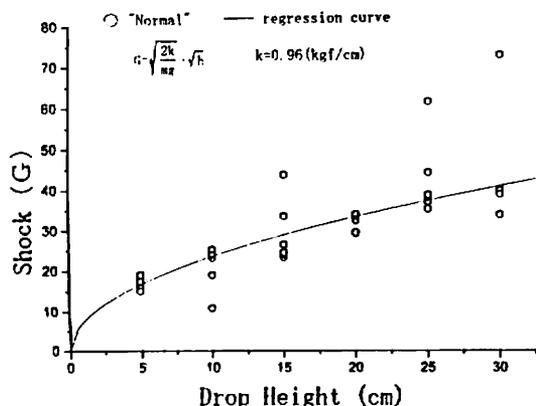
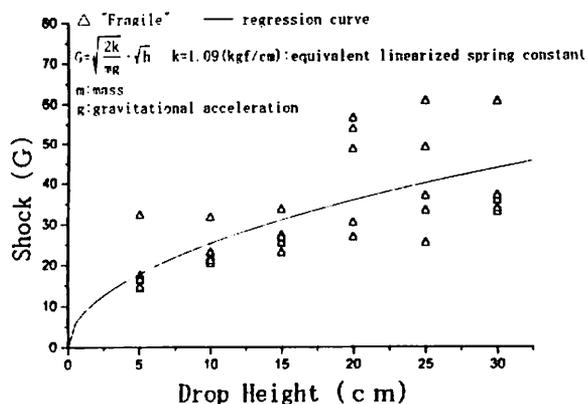


Fig. 3 Relations between vertical shock and drop height of two dummy cargoes

いま緩衝材を線型バネと仮定すれば、ピーク加速度 G は落下高さ h の平方根に比例する以下の式で示される。

3. 宅配便の輸送ルート

計測実験を行う前に、宅配便輸送の現状を知るために、A社、B社の物流基地で担当者への聞き取り調査を行った。その結果、両社とも輸送方法はほとんど同じである。その輸送ルートを Fig. 4 に模式的に示す。このうち、遠隔地間輸送を担当する大集配施設（大集配施設は基本的には各都道府県に1つ）での荷扱い時刻はほぼ決まっている。つまり、午後6時頃から12時頃の間は、管轄の小集配施設（小集配施設は基本的には1行政区に1つ）から届いた荷物を送るべき他の大集配施設ごとに仕分けし、配送する。また午前6時から8時の間は、他の大集配施設から届いた荷物を小集配施設ごとに仕分けし、配送する。従って夜間と早朝に荷役作業が行われ、大きな衝撃が発生することが予想される。荷物は行き先別に車輪付のBOXに仕分けされ、そのままトラックへ乗せられる。BOXには支切りがあり、上の段には箱が柔らかくつぶれやすいもの、下の段には比較的しっかりした段ボー

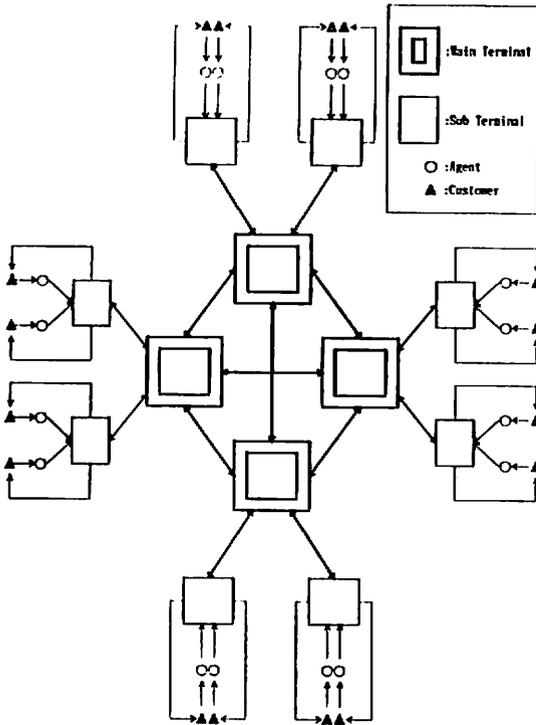


Fig. 4 Transportation system of the overnight small parcel delivery system

ルを置くようになっている。

仕分け作業について、A社では「ワレモノ」貨物はすべて人により専用のBOXに仕分けられるが、B社では「ワレモノ」に対して特別な仕分けは行っていない。

4. 計測結果

本研究ではA社とB社の宅配便による輸送実験を行った。今回は2つの箱を一緒に、神戸市東灘区から神戸市西区を往復輸送する場合と別々に往復輸送する場合の実験および神戸市から佐賀市まで別々に往復輸送する場合の実験を行った。また、実験では3軸の加速度を計測したが、ここでは上下方向の加速度

計測結果のみについて報告する。

Fig. 5は、A社の神戸市東灘区から神戸市西区まで2つの箱を一緒に往復輸送した実験で、段ボール箱に「ワレモノ」表示をした場合の、ピーク加速度を衝撃発生時刻別に示したものを上側に、「ワレモノ」表示しない場合を下側に示している。この図より、まず「ワレモノ」表示をした場合と「ワレモノ」表示をしない場合で衝撃発生時刻と加速度の大きさは大きく変わらないことが分かる。また大きな衝撃は夜間と早朝発生していることがわかる。3.でも述べたように、これらの時刻には貨物の仕分け作業をしており、大きな衝撃は貨物の仕分け作業時に発生していることに

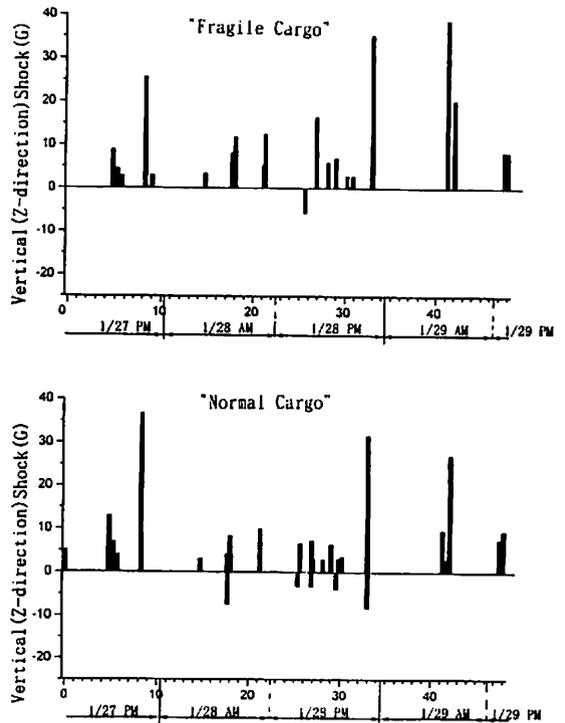


Fig. 5 The records of vertical shock when two dummy cargoes are transported at the same time (Company-A, East Kobe ⇄ West Kobe)

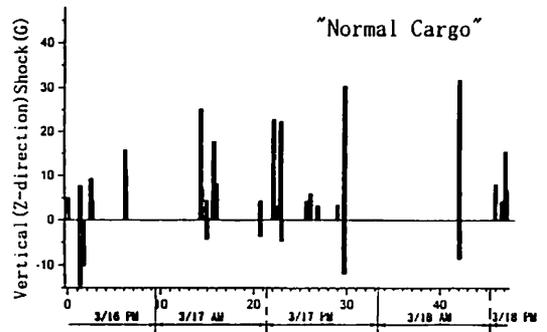
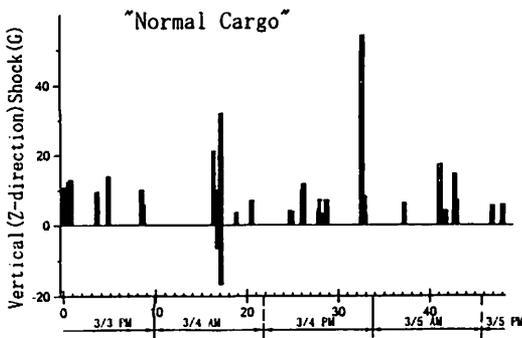
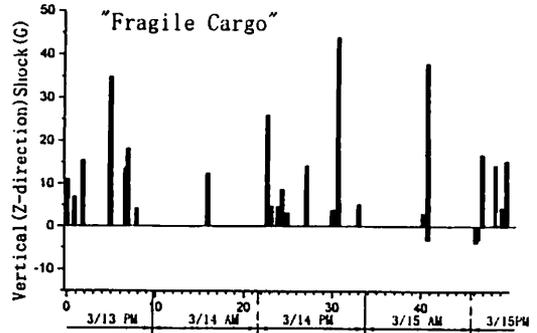
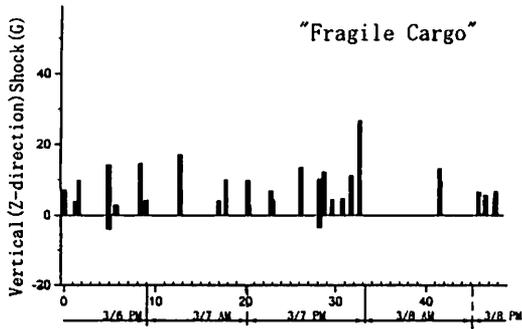


Fig. 6 The records of vertical shock when two dummy cargoes are transported at the different time (Company-A, East Kobe ⇄ West Kobe)

Fig. 7 The records of vertical shock when two dummy cargoes are transported at the different time (Company-A, East Kobe ⇄ Saga)

なる。ただし、今回の実験では、ダミー貨物の追跡調査を並行して行っていないため、具体的にどのような仕分け作業が大きな衝撃の原因かまでは今のところ不明である。以上の結果は「ワレモノ貨物」と「普通貨物」が同時に輸送された場合の結果である。従って輸送中2つの貨物は同時に荷扱いを受けているものと考えられ、さらにFig. 2に示すように2つの貨物の荷姿、重量は全く同じであるため、荷役作業者があえて「ワレモノ」を特別に扱わなかったことも考えられる。そこで、「ワレモノ貨物」と「普通貨物」の発送日をずらせた実験を次に行い、その結果をFig. 6に示す。これより、大きな衝撃は夜間と早朝に発生していることが分かる。さらに、「ワレ

モノ」を表示することにより30G以上の衝撃がなくなり、この例ではワレモノ表示の効果があることがわかる。以上の結果は神戸市内の輸送実験であり、大集配施設間の輸送は含まれない。そこで次に大集配施設間の輸送を含む、長距離輸送実験を行った。Fig. 7は、A社での「ワレモノ」と「ワレモノ」でないものを発送日をずらせて、神戸市から佐賀市まで往復輸送の実験で得た結果である。この例でも「ワレモノ」表示をする場合と「ワレモノ」表示をしない場合の大きな衝撃の発生時刻は夜間と早朝である。また、この例では加速度の大きさは、「ワレモノ」を表示した場合に逆に大きくなっており、発送日をずらしても必ずしも「ワレモノ」表示の効果が表れな

いことを確認した。Fig. 8は、今回行ったA社の実験で計測されたすべての衝撃加速度別の頻度を示す。図より「ワレモノ」表示をすることで 45G以上の2回の衝撃はなくなっているものの衝撃頻度分布全体の傾向はあまり変わらない。

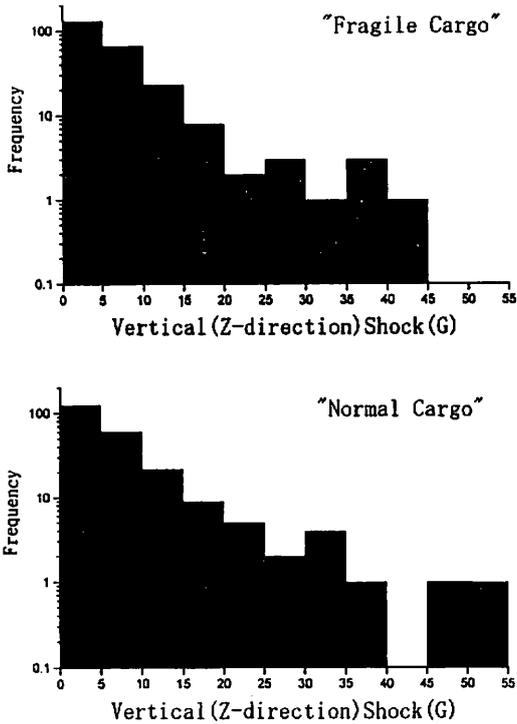


Fig. 8 Frequency distribution of vertical shock on all transportation tests (Company-A)

以上がA社を利用した実験であり、「ワレモノ貨物」の仕分け作業において特別な配慮がなされているにもかかわらず、貨物が受ける衝撃値は明瞭に小さくならない可能性があることを指摘した。

次に、B社を利用した実験結果について述べる。Fig. 9は、2つの段ボール箱に「ワレモノ」表示をした場合のB社の神戸市東灘区と神戸市西区の往復同時輸送の実験で得た結果である。これは2つのワレモノ表示をする場

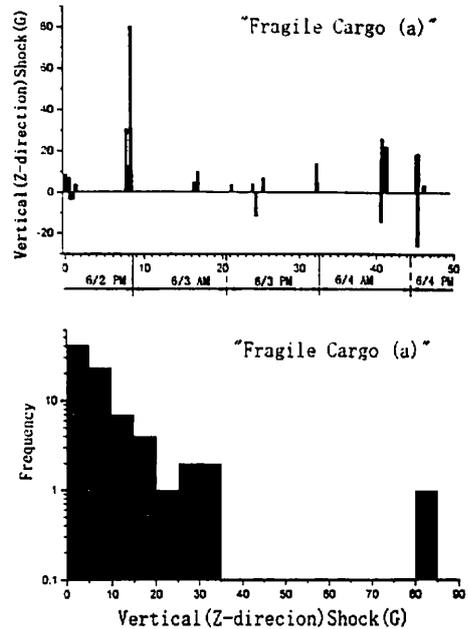


Fig. 9a The records of vertical shock when two "Fragile" dummy cargoes are transported at the same time (Company-B, East Kobe ⇄ West Kobe, "Fragile Cargo (a)")

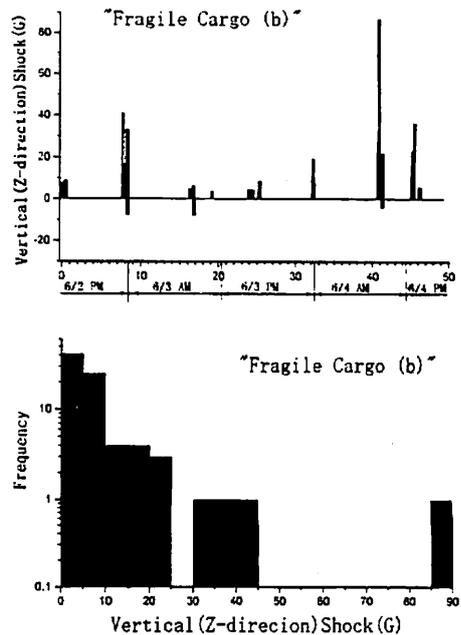


Fig. 9b The records of vertical shock when two "Fragile" dummy cargoes are transported at the same time (Company-B, East Kobe ⇄ West Kobe, "Fragile Cargo (b)")

合の結果で、いわば実験結果の再現性を確認するために行ったものである。これより、同時刻での衝撃の大きさにはばらつきがあるものの、輸送過程全体での頻度分布としてみた場合はあまり変わらないことが分かる。さらにB社での実験は、「ワレモノ」と「ワレモノ」でないものを、発送日をずらせて神戸市東灘区と神戸市西区の往復輸送、および神戸市から佐賀市までの往復輸送について行った。Fig. 10は、今回行ったB社のすべての実験で計測された衝撃加速度の頻度を示す。B社の実験では、「ワレモノ」表示をしない場合の実験回数が少ないので単純な比較はできないが、「ワレモノ」表示をしても明確な衝撃低減効果がないことは明らかである。

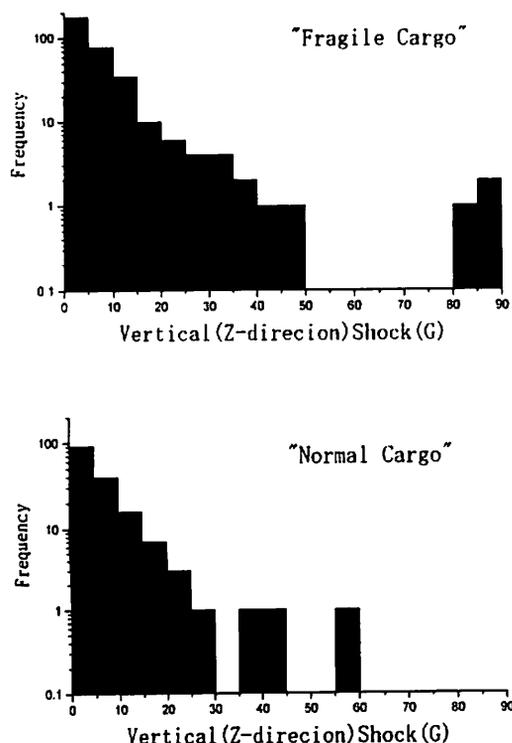


Fig. 10 Frequency distribution of vertical shock on all transportation tests (Company-B)

さらに Fig. 8 と Fig. 10 より、A社とB社で測定された衝撃値を比較するとB社の方が大きな衝撃値が記録されていることがわかる。また、発送日をずらせた実験において、A社B社ともに、神戸市内の輸送実験では「ワレモノ」表示の効果がみられたものの、長距離輸送においては「ワレモノ」貨物の方に大きな衝撃が加わり、「ワレモノ」表示の効果がみられなかった。この理由については今のところ不明であるので今後の検討課題としたい。さらに、個装寸法や重量が衝撃値へ及ぼす影響などについても今後調査する予定である。

以上のような限られた条件での輸送テストによる結果のみで、宅配便で輸送されるすべての「ワレモノ」が普通の荷物と全く同じ荷扱いを受けていると断定することはできない。しかしながら、少ない実験であっても、加速度分布の全体の傾向が大きく異なることはなく、「ワレモノ」の方が大きな衝撃値を示したこともあることを示したことは、今後の宅配便での「ワレモノ」輸送に関する技術的検討を行っていく上では非常に重要な指摘ができたものとする。

5. 利用者が期待する「ワレモノ」の荷扱い

宅配便の利用者は、荷物を「ワレモノ」と指定するとき、どのような期待をもっているであろうか。そこで、宅配便の利用に関するアンケート調査を行った。アンケートは、性別、年齢構成により極端な偏りがないように、286名に対して対面方式で行った。

質問内容は、回答者の属性として、性別、年齢、宅配便の利用頻度および利用したこと

のある荷物の種類を聞いた。また荷物を「ワレモノ」と指定できることを知っているかどうかについて聞き、荷物を「ワレモノ」と指定することと、業者の荷扱いの関係について、「非常に丁寧に特別な荷扱いを受ける」、

「特別な荷扱いを受ける」、「普通の荷物と同じ」という表現で、「ワレモノ」と指定するときの利用者の宅配便業者に対する期待を聞いた。さらに、「ワレモノ」の包装の方法がわかるかどうかについて聞くとともに、「ワレモノ」が破損していたことがあるかなどについても聞いた。

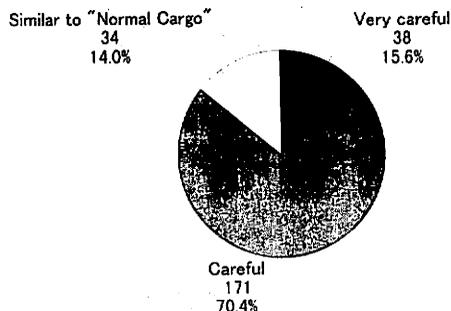


Fig. 11 Expectation of "Fragile Cargo" handling (All people)

Fig. 11は、「ワレモノ」と指定できると知っている人243名について、「ワレモノ」の荷扱いへの期待度を示したものである。この図より、ほとんどの人が荷物を「ワレモノ」と指定することにより、荷扱いをより丁寧に行ってくれることを期待していることがわかる。

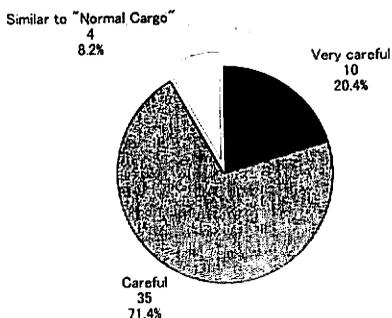


Fig. 12a Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who use overnight parcel delivery system more than twice a month)

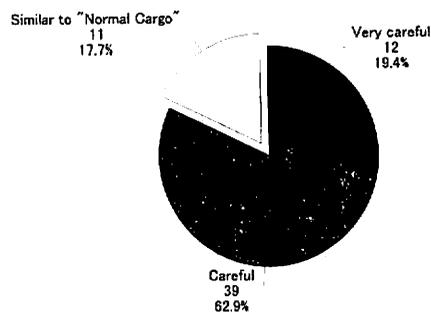


Fig. 12c Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who use overnight parcel delivery system more than twice a year)

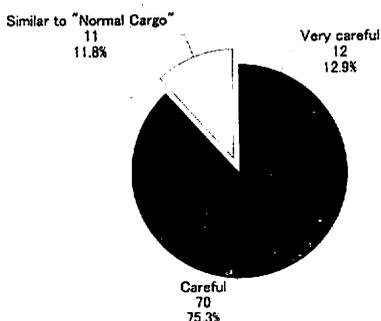


Fig. 12b Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who use overnight parcel delivery system more than twice a half-year)

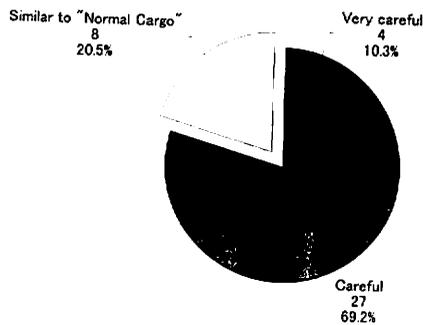


Fig. 12d Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who don't use overnight parcel delivery system)

またFig. 12は、宅配便の利用頻度別に「ワレモノ」の荷扱い方法に対する期待をまとめたものである。この図に示すように、宅配便をあまり利用しない人ほど「ワレモノと普通の荷物の扱いは同じ」と答えた割合が多くなる傾向になることがわかる。さらに、包装方法の理解度別にまとめたものをFig. 13に示す。この図より、包装方法を理解している人ほど、宅配便業者に対する期待が高いことが明らかになった。

ところで宅配便においては、荷物を「ワレモノ」と指定しても料金は上乘せされない。従って、宅配便業者は「ワレモノ」であっても荷扱いをより丁寧にする義務はない。しかしながら荷物を「ワレモノ」と指定できることは、一種のサービスとして荷扱いをより丁寧にすることを、利用者に期待させる結果となり、これにより内容物の包装が結果的に不十分になり、破損につながっているひとつの要因になっているとも考えられる。

従って、結果として「ワレモノ」の荷扱いについて、衝撃値の明確な低減効果がみられない現状であれば、利用者に「ワレモノ」と指定しても荷扱いが特別丁寧にはならず、十分な包装をするように」旨の注意を促すべきであろう。一方で、利用頻度が高く「ワレモノ」の包装の方法を理解している利用者ほど「ワレモノ」の荷扱いについて業者への期待度が高いことを考えれば、今後宅配便貨物の増大を目指す業者としては、「ワレモノ」について特別料金を加算することも含めて、荷扱いについて抜本的な技術的改善を行うべきであろう。

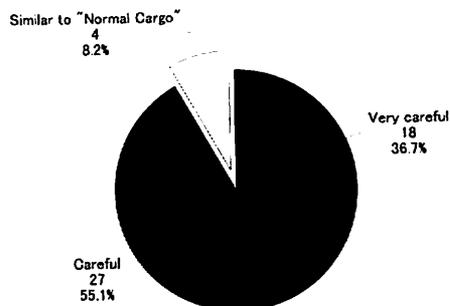


Fig. 13a Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who understand well how to pack a parcel)

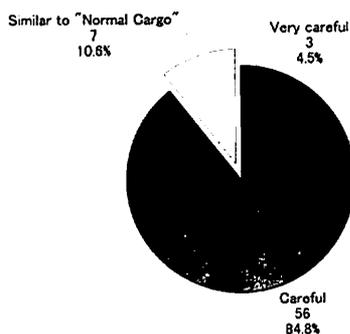


Fig. 13b Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who understand a little how to pack a parcel)

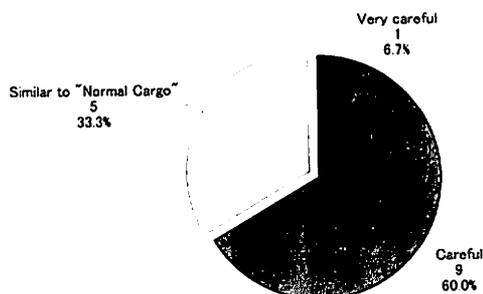


Fig. 13c Expectation of "Fragile Cargo" handling (People who don't understand well how to pack a parcel)

6. おわりに

本研究では、宅配便貨物輸送中の衝撃値の実態、および「ワレモノ」表示の効果を検討

するために、宅配便による輸送実験を行うとともに、宅配便の利用実態に関するアンケート調査を行った。その結果を要約すれば、以下のようなだろう。

- 1) 「ワレモノ」表示をした場合と「ワレモノ」表示をしない場合で衝撃加速度の大きさは大きく変わらない。
- 2) 大きな衝撃は、貨物の仕分け作業が行われている夜間と早朝に発生している。
- 3) 利用者のほとんどは、「ワレモノ」と荷物を指定することで、より丁寧な荷扱いを期待している。

以上のような検討結果をもとに安全な宅配便輸送のあり方について、緩衝技術の面から今後鋭意検討していく所存である。

最後に本研究を行うにあたって、神戸商船大学の大渡加代子学生にはアンケート調査において協力いただいた。ここに謝意を表する次第である。

<引用文献>

- 1) 図徹、青木松三、製品科学研究所報告、(59), 35 (1969)
- 2) P. Singh, IAPRI 8th World Conference on Packaging, p. 572 (1993)
- 3) 柳原俊二、日本包装学会第6回シンポジウム要旨集、(1995)

(原稿受付 1997年9月3日)

(審査受理 1998年1月8日)