



Ro-Ro船の強度について

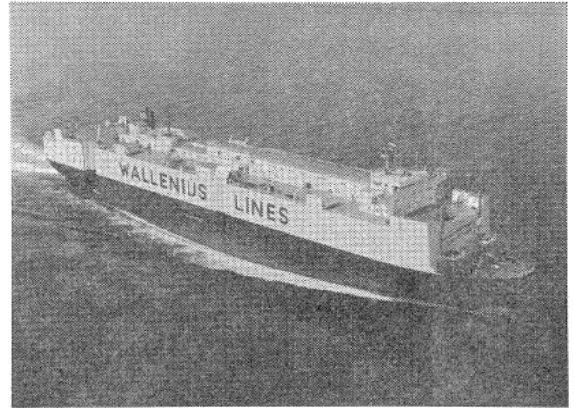
八 木 順 吉*

最近、Ro-Ro 船という言葉を目にする読者も多いと思われる。

従来の貨物船がクレーン等によって、垂直に荷役をする Lo-Lo (Lift on-Lift off) Type のものであるに対して、Ro-Ro 船では、トレー等を用いて船尾のランプウェイから自走によって、荷物を各デッキに水平に移送 (Roll on-Roll off) することができる。

ここ数年来に建造された Ro-Ro 船には次のようなものがある。

一つは、港湾整備がカーゴラッシュに追いつかない国での港湾混雑 (例えば、中東の石油産出国では荷揚げ迄、数カ月にもおよぶ沖待ちを余儀なくされることがある。)を避けることを狙いとして、接岸すればトレーの自走により荷揚げがただちに可能となる Ro-Ro Type の一般貨物船がある。例えば、「BOOGABILLA」(22,324 GT) は世界最大の Ro-Ro 船で、コンテナ1,707 TEU を積むことができ、また、



グリーンカーゴ以外であればどんな荷物でも積むことができる。

今一つは、我国の代表的な輸産品である自動車 (自動車の場合には、荷物自体が自走可能である。)を運搬する自動車専用船がある。例えば、世界最大といわれる「神明丸」には、6,000台の自動車を積むことができる。

このような Ro-Ro 船は従来型の Lo-Lo 船に

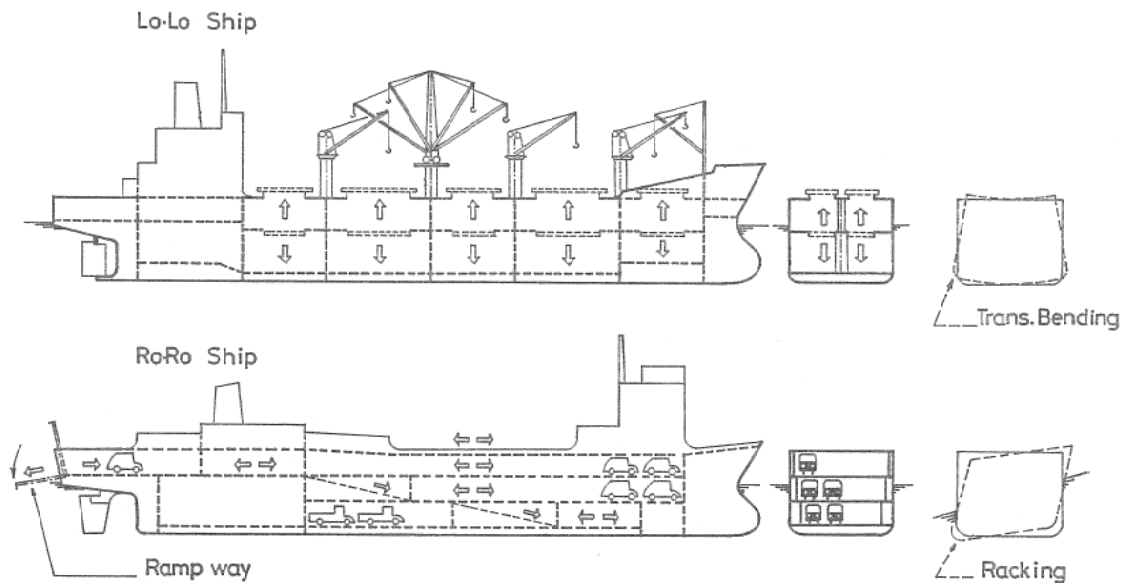


図1 Lo-Lo ship and Ro-Ro ship

*八木順吉 (Junkichi YAGI), 大阪大学, 工学部, 造船学科, 教授, 工学博士, 造船学

比べて、次のような構造的特徴を持っている。

一つは、トレラー等によって、荷物を水平に各デッキに移送するため、デッキの高さが低く、必然的にデッキの数が多いこと。

今一つは、トレラー等の自走が容易でなければならぬことから、船体をいくつかの船倉に区分する横隔壁の数が少ない。この結果、横隔壁間に多数の横桁リングを設置して、横強度を補強する構造となっている。

ところが、初期に建造された自動車専用船等の Ro-Ro 船では、トレラー等の自走の便宜のため、横隔壁に設けられた開孔周辺や、横桁リングに損傷が発生したものがある。

これ等の損傷は、最初に、矩形であった断面が変形後は平行四辺形となるように、船体横断面の形状が変化したため生じたものである。このような変形をラッキング変形という。

船体が斜め波中を航行した場合、船体に作用する外力の中で、船体中心線に関して対称な荷重成分は、船体横断面の船長方向への傾斜および鉛直方向への移動である曲げ変形とせん断変形とを生じさせる。一方、船体中心線に関して非対称な荷重成分は、船体横断面の回転移動である捩り変形と、船体横断面のラッキング変形を生じさせる。

このラッキング変形は、変形量の大小を別として、どのような船体にも生じるものである。

横隔壁の数が多い従来性の Lo-Lo Type の荷物船の場合には、ラッキング変形が極めて微小であり、横隔壁等にはラッキング変形が原因となる損傷は生じなかった。

このため、ラッキング変形の問題は、いつとなく無視され、また、忘れられてきたものと思われる。研究室では研究課題の一つとして、自動車専用船のラッキング変形の問題の研究を続けてきた。以下最近迄にどのような研究が行われ、どの程度迄この問題が解明されてきたかを述べる。

自動車専用船等の Ro-Ro 船の船体主構造は

上甲板、船底および2枚の船側外板の4枚の板構造からなる Box-Girder であるとみなすことができる。

この Box-Girder の中心線に関し、上下、左右に非対称な荷重が作用すると、上述の4枚の板構造にそれぞれ曲げ変形とせん断変形とが生じ、その結果、横断面には、最初矩形であった断面が変形後は平行四辺形になる、ラッキング変形が生じる。この際、横隔壁、横桁リングおよび上甲板と船底との間に設置されている内層甲板等は、このラッキング変形を減少させる効果がある。

Ro-Ro では、前述のように荷物を各デッキに移送するトレラー等の効率をあげるために、横隔壁の数を少なくして、その代りに多数の横桁リングを設置して横強度を補強する構造が採られるが予想に反して、横桁リングがラッキング変形量を減少させる効果は極めて小さいことが判明した。

従って、適切な剛性を持った横隔壁を適切な位置に設置しない場合には、ラッキング変形量が大きくなり、その結果、横隔壁および一部の横桁リングには過大なせん断力が内力として作用するため、破損を生じることがある。

なお、船体の主構造を上述のように Box-Girder とみなしたとき、この Box-Girder の中心線に関して非対称に仿らく外力の中で、上甲板と船底に作用する水平方向の非対称荷重は、船側外板に作用する鉛直方向の非対称荷重より大である。

また、横隔壁については、ラッキング変形が船長方向で最大となる船体中央部附近に設置される構造が望ましく、船倉中央部附近に設置される横桁リングにはかなり大きな剛性を持たさなければならない。現在当研究室では、実船についてその使用期間（通常、船体は20年間を目安とする。）を通じて、どのようなラッキング変形が生じるかの解析と実船の設計に役立つ資料の作成を行っている。