

真 能 創 君 重要ではありませんが、二三質問いたしたいと思います。

1. 著者が緒言および本文で繰返し断わられている点から考えますと、やや外れておりますが、船体中央の  $M_s$  だけを対照に論ずることは、問題が残されているとも思われます。 $M_s$  の最大値が中央にこないのは異状な積付の場合だとしても、その頻度について考慮の余地があり、船種によつては正常な積付でも、このようなことが考えられる場合があります。模型実験の資料から考えますと、このことは重要性を増す可能性をもつていますが、この点いかに考えましょうか。

2. 第2.14表の  $\sqrt{E_m}$  がある極大値をもつことは、仮定されました海面状態が、実状をよく把握したためであると考え、非常に面白く思っています。唯これが大型船では比較的低い風速で極大値があらわれ、中型船では高い風速で極大値をもっている点は、高い風速では不完全成長海面を想定されるため、波長の影響と思いますが、何か直観的な観念と異なるように感じられますが、どのように解釈されておられますか。

なお  $Z_0$  の性質から  $C_b$  が助変数として影響すると思いますが、表はどのような仮定を使われたものでしょうか。また (2.15) では再び  $C_b$  が含まれていますが、この辺を詳細に知りたいと思います。

3. (2.15) に示される  $M_w$  の推定繰返し回数は、 $\sqrt{E_m}$  が 1/100 最大平均値以下の場合でも、頻度は低下するが存在し得るし、また  $\sqrt{E_m}$  が大きいと頻度は増すから、3,000回より相当多くなるのではないかと思います。

また  $M_w$  の傾向を知る点では大して重要ではありませんが、船の生涯で一回の最大値の期待値を考えるのも、面白いのではないのでしょうか。

4. 第2.8表の  $E$  を与える風速と吹送時間の組合わせを、本文に最高波高に対応する波長の波のエネルギー密度が、最大によるように求めるとありますが、意味が了解しにくいのですが、詳しく補足して頂きたいと思います。

5. 最終の式と言える (2.15) には含まれませんから、小さい問題とも言えますが、船速に対する修正は、船速によつては応答函数の形が第2.9図とは異なる傾向の実験例もあり、この場合の取扱いを静的計算を修正して求めるにしても、なお相当考慮すべき点があると思うのですがいかに御考えですか。

梶 田 吉 郎 君 (1) 現在、船体の縦強度は、少なくとも中央部  $0.4L$  間は、同等の曲げモーメントが加わると考えております。従つて  $M_s$  の最大値が中央を外れて起つたとしても、その値が中央部に起ると想定した  $M_s$  の最大値と大差ない場合およびその位置が  $0.4L$  外に生じない場合は、問題がないと考えられます。ただ、船体断面係数の船首尾に対する taper down をいかに定めるかという問題については、 $M_w$  についての同様の問題を含めて、今後調査を進めたいと考えております。

(2)  $\sqrt{R_m}$  は (2.11) 式よりお判りのように、波長と船の長さとの相対関係によつてのみ定まる函数となっております。従つて  $C_b$  の影響は  $\sqrt{E_m}$  には入りますが  $\sqrt{R_m}$  には入っておりません。

完全成長海面では、風速が大になる程、最大バンドの成分波の周期が長くなり大型船に対し大きな影響をもつようになります。本論文では、22m/sec 以上の風に対し、存在すると考えられる、最も成長した海面を想定しましたが、それでも成長は不完全で、風速が大になる程、その海面状態に含まれる最大の波長が短くなつてまいります。そのため、風速が大になる程大型船に対する影響が減ずるという結果になつております。

(3)  $M_w$  の繰返し数については、今後  $M_w$  の分布を調査し、実情に沿つたものを推定したいと考えています。この論文では、100 回に 1 回という期待値は、1/10 最大平均値の 1.3 倍程度になつており、実際に観測される最大の波が 1/10 最大平均値程度のものであるとするならば、曲げモーメントについても同程度のものがあり、ある  $E_m$  の海面では、それより大きい  $E_m$  の海面における 100 回に 1 回の期待値に対応する曲げモーメントは起こらないと見なし、また想定した  $\sqrt{E_m}$  より大きい  $\sqrt{E_m}$  の場合は、御質問のように、想定した  $M_w$  より大きい  $M_w$  の頻度は増加しますが、そのような場合大きな  $M_w$  を生ずる波の周期にも相違があると考え、簡単に繰返し数は同程度と見なしました。ここでは、鋼材の疲労強度における繰返し数の有義な精度と同程度の精度をもつ繰返し数を目安として与えたものであり、統計学的に精度の高い繰返し数を与えたものではないとお考え頂いて結構だと存じます。

$M_w$  と繰返し数との関係の調査が進められれば、船の生涯で一回の最大値の期待値も推定されますが、この場合は連続した値の窮極値としての意味はあつても、特異点としての意義はなく、従つていわゆる異常値を推定したという意義はないように思われます。

(4) ノイマンによれば、ある風速で十分に成長した波では、波のスペクトルの最大バンドの周期  $T_{\max}$  は最頻周期  $T$  より大きくなつています。各周期に対応する波の平均の波高は、各周期の波について、スペクトルの値を頻度で除した値の平方根に比例するものとして求めることができます。従つて平均波高の大きい波は、周期が  $T_{\max}$  より大きい波であると推定されます。一方実際に観測される波については、非常に頻度の少ない波は、観測者がたまたま遭遇する頻度も少ないと推定されます。このことから実際に観測された大きな波高を有する波の周期は  $T_{\max}$  に近い周期をもつものであらうと推定しました。

つぎに第 2.4 図から最大波長との関係が求められ、波長と周期との近似的関係を用いて、最大波高と周期との関係が得られます。一方最大波高からそのときの海面の  $E$  が推定され、推定した  $E$  に対応する多くの波のスペクトルが考えられます。そのうちから  $T_{\max}$  が最大波高に対応する周期に等しくなるスペクトルを選び、そのスペクトルの風速と吹送時間を求めたものが第 2.8 表の下二欄ということになります。

(5) 重量分布、船速等波浪中の船の運動に影響を与える要素はすべて応答函数に影響を与えます。ここでは今までの実験結果から、船速の影響が、 $C_b$  の大小によりかなり大きく変わりますので、 $C_b$  のみをパラメーターとして船速の影響を与えていますが、これで十分だとは考えておりません。

三 沢 正 義 君 (1)  $k_b$  の近似式を求めるに当つて、第 1.1 表の実船で  $0.85D$  の喫水における浮力曲線から求めた  $M_b$  を使用しておられますが、

(i)  $0.85D$  の喫水を使用された理由

(ii) 実際の喫水に対応する  $k_b$  と近似式との誤差についてお伺いします。

(2) 第 1.7 図の“ばらつき”の幅は大型船と小型船とに分類して整理すれば狭くなると思われませんが、小型船 (大体  $L_{pp} < 150\text{m}$ ) では  $M_w$  と併せて検討する必要があると思います。これについての御意見をお伺いします。

(3) 本論文とは直接関係のないことですが、本論文の結果を規定化される場合についての希望を申し述べさせていただきます。

船型の大型化、超肥大船型の採用、あるいは専用船 (LPG Tanker, Ore Carrier, Bulk Carrier) の特殊な載貨状態または一般配置等本論文で取扱われている範囲外の Factor を考慮する必要がある場合は画一的な近似式による略算で処理しないで、精密計算も設容されるよう取計つて頂きたいと考えます。

梶 田 吉 郎 君 (1) (i)  $C_b$  と  $k_b$  の関係を求める場合、一隻の船について、喫水の変化に伴う  $C_b$  の変化と浮力分布の変化とを調査して求める方法と、船型の異つた船について、 $C_b$  と浮力分布との関係を調査して求める方法とが考えられます。 $k_b$  を  $C_b$  の函数として与えることは、 $C_b$  が同じ船では浮力分布も同じであると仮定および  $C_b$  と浮力分布との間に一定の関係があるという仮定が満足される場合に成立します。同じ船型の船については、この仮定が満足されることは容易に推定されます。従つて船型の異なる船についてこの仮定が妥当なものがどうかを検討する必要があります。この場合、船型の影響と  $d/D$  の影響とが混合しないよう、 $d/D$  を一定としました。 $d/D$  の値を仮に  $0.85D$  としたのは、喫水線条約の値を用いたもので特に意味はありません。

(ii) 近似式による  $k_b$  ( $C_b$  は実際の喫水に対応するものを使用) と実船の実際の喫水に対応する  $k_b$  との誤差は第 1.1 表以外の船について、満載状態で最大 1.5%, 平均 0.80%, 軽荷状態で最大 1.5%, 平均 0.93% になります。

(2) 第 1.17 図のばらつきは、主に上部構造の重量と位置のばらつきによつて生じています。従つて船体の曲げモーメント係数  $k_h$  をパラメーターとして導入しない場合は、ばらつきは減じません。大型船では  $k_h$  のばらつきが小型船より小さいため、大型船のみを取り出せば、御質問のとおりばらつきは減じます。

(1.14) 式の  $C$  の算式の代りに次の算式を用いればばらつきはかなり減じます。 $C = (200 - 91.4C_b - 0.8k_h) - w_c(k_c - 0.8k_h - 19)$ 。この式で  $k_h = 135.75$  とすれば (1.14) 式の  $C$  の算式になります。

(3) 実船の behavior と計算で想定したすべての条件との相関を総合的に判断し、決定される寸法にどの程度の信頼度があるかを検討した上で、精密計算が有義なものと考えられるものは、御希望に沿うようにすべきものと考えます。

若松守朋君 われわれ設計者にとって甚だ有益な論文であり大変参考になると存じます。次に二、三著者の御意見をお伺い致します。

まず著者は静水中曲げモーメントは現在の段階においてはいろいろの航海状態についていかなる荷重状態がどのような頻度で起こるかは推定が困難とされておりますが船舶の安全性を統計的に見る場合は波浪荷重における思想と同様にその統計的期待値を求めることが先決問題と考えられます。

そのためには船種別に数多くの実船資料より載貨物偏積の調査を要した多分に人為的な要素も含まれましようがその曲げモーメントの統計値はそれぞれ正規分布を示すことが容易に想像されます。従つてこの統計分希が求まりますと従来あいまいであつた船体の縦強度の安全率の観念は統計確率的に把握でき合理的な思想に統一することができると考えられます。

またこのことは現行の各船級協会規則に規定されている最小断面係数の算定基準にも関連すると考えられますが著者の御見解を御伺い致します。

つぎに (2.15) 式の波浪曲げモーメント式における  $C_b$  の影響として第 2.7 図の実船の応答函数の静的計算例より  $ZL/\lambda = 0.015 C_b - 0.004$  を推定されておられますが本図に点置された小さな  $C_b$  の実船例えば何れも各船の軽荷状態の喫水における  $C_b$  値を採用されてあります。これは実質的には喫水の変化による影響が含まれているように考えられます。

計画満載喫水における  $C_b$  値を base にして実船の  $Z$  値を plot した場合には  $C_b$  による影響はより小さくなるのではないのでしょうか。

榎田吉郎君 (1) 静水中曲げモーメントの統計的取扱いについては、この論文では設計者に委ねた結果になっておりますが、今後著者も調査を進めたいと考えております。

各船級協会が現在規定している最小断面係数につきましては、船体の縦強度をどのように定めるかという問題に対し、定説となり得る合理的な考え方が確立されていない現在においては批判の限りではなく、また、合理的な考え方が確立されたあかつきには、おのずから解決される問題ではないかと考えております。造船学の進歩と海運の国際競争の公正化の思想とが、同じ船に対して、異なつた強度を与える規則の存在することを否定する方向に進ませるであろうことは間違いないと思います。

(2) 御質問の通り、満載時のみに着目すれば、静的な  $Z$  の値は次式で近似されます。

$$Z = 0.005 C_b + 0.0034$$

したがつて  $C_b$  の影響は、NV 規則に近いものになります。

p. 215~222 等分布荷重を受ける帯状板について

本 間 康 之

山本善之君 このような大変な計算を要する研究を行なわれた著者に敬意を表したいと思います。

さて、著者の前論文(1)では、スパンの中央部では圧縮側には塑性変形が生じないとされており、本論文でも第5図よりこのような事情が予想されます。このことより極く薄い板では Young 流の考え方では処理できず、その変形はむしろ古典的な弾性理論で両端にのみ塑性変形を考慮したものに近づくのではないかと思います。さらに近似的には塑性膜に達するまでは、両端支持の帯板の理論を適用して差し支えなさそうに思いますがいかがでしょうか。

また実際には固定端の近くで除荷 (unloading) が生ずるため固定端に塑性が集中して生じ、この部分のひずみは本論文第9図の値よりも大になると思います。したがってこの値を設計の criterion にとるという考え方が良くても数値的には問題があると思います。

本間康之君 御質問を頂き有難うございます。

変形初期の段階では両端のモーメントを無視することができませんが、このモーメントは荷重の増加ならびに圧縮側の除荷により急速に低下しますからある程度大きな荷重に対しては仰せのように両端支持の弾性板として扱つて差し支えないと思います。ただ、端部の塑性域には非常に大きな延びを生ずるのでこの点を考慮する必要があるかと存じます。