

(昭和56年11月 日本造船学会秋季講演会において講演)

船殻処理システムによる組立収縮量 への対応について

正員 高武淳夫* 正員 富沢正毅**
安原清***

An Approach to Shrinkage Recovery of Hull Assembly
by Computer-Aided Design System

by Sumio Kohtake, *Member* Masataka Tomisawa *Member*
Kiyoshi Yasuhara

Summary

Shrinkage value in a hull part increases by every heating of welding and straitening at the production process of sub-assembly, assembly, etc.

This recovery used to be solved by adding its net dimensions many types of excess.

This report describes an approach to the solution by introduction of the computer-aided hull parts generation system which has been already applied.

The logic is to configure and fabricate the hull parts digitized in the system in their gross size including the shrinkage value, and the features are to operate the system as follows ;

- 1) Design department prepares the net data output of the hull part configuration, and production department provides their gross data output.
- 2) Excess length for the shrinkage recovery is given at not only both the ends but also all the heating internals of the hull parts.

1 ま え が き

船殻は建造途中、溶接および歪取りの各工程ごとに、わずかずつではあるが熱収縮を起こし、それが順次累積されてゆく。

この現象は、完成船殻の製品精度にとっても不都合なものであるが、それより途中の組立取付などの作業に悪影響、つまり、引張ったり、叩いたりする原因を与えており、従来から、いろんな対応策が工夫され、実施されてきた。

この代表的なものは「端延し」と「伸び尺」と呼ぶ方法で、単純に、または両者の組合せで用いられている。

「端延し」とは、部材端、ブロック端など、船殻組立単位の周縁に、全体の収縮見込み量とその搭載時における船型保持のためのプラス余裕を、まとめて付加する方法である。船体前後部の形状の複雑な構造部位や、ブロック建て付けの難しい接手には、「搭載延し」と称して、位置決め後に切合せる切断代で与えられることもある。

* 石川島播磨重工業(株)船舶設計室管理部

** 石川島播磨重工業(株)呉第1工場船殻工作部

*** 石川島播磨重工業(株)第2船舶設計部

問題点としては、ブロック周縁部の構造スペースが正規寸法より広くなること、板厚の異なる隣接ブロックの骨部材スペースは差異を生じ、搭載後無理に引着け合わせるための「溶接見合わせ」が必要になることである。この問題は、小組立から大組立への段階でも生じている。すべてを端部に一括するための矛盾である。

では、収縮量を全体に分散させるか。これが「伸び尺」の考え方で、昔から鋳物尺では知られていたが、かつて船殻工作は、現図のアナログ情報で形状を取扱っていたため、適用は簡単にはできなかった。

完成寸法の厳しい艦艇などで、全フレームスペースを1mm増として部材を製作する、とか、タンカーの縦隔壁のロンジスペースをやはり各1mm増で扱うとか、適用範囲は、物指で対応できる特例に限られていた。

近年コンピュータ船殻処理システムによって、部材形状は数値化されたので、「伸び尺」計算によってデフォルムするという可能性が生じた。だが、実際に採用されたのは、収縮の方向に無関係に、全体を一定微少率で拡大するといった単純な方法に留ってきた。

従って、現在なお「端延し」が主体であり、容易に当はめられる「伸び尺」があるとき、矛盾を緩和するため

船殻工作のための出力は、この形状データと辺情報データをミキシングして取出される。

辺情報を準備するシステムは、本章のはじめで(2)で述べた3ステップがあり、

- 1段：標準辺ファイルの整備
- 2段：辺情報発生と、修正のためのブロック辺情報ファイルのセット。これまではバッチ処理で
- 3段：要すれば修正作業はオンラインで行える

3 伸し量の算出

これまでの伸し量は、工作部組織の伝承を含めた建造計画担当者の経験判断に依存する面が強く、個人差のある技能に類していた。当面はこれを整理し、曲がりなりにも筋を立てるほかなかった。

3.1 収縮量

以前、計測したことのある組立収縮データに、不足していた薄板の計測を加え、これを構造要素別（皮板、フロア、ウェブ材など）に区分し、収縮要因別（板継ぎ合せ溶接、取付部材のすみ肉溶接、背焼き歪取りなど）に分類して、分散している実績数値を、主として回帰式の手法で分析し、単純な収縮見込み計算式に集約した。

ファクターは、これまでの実績データの延長の意味もあって、板厚・板継ぎ手数と溶接種別・取付部材のスペースと歪取りのための脊焼き数とし、係数を求めるものである。

ブロック大組立完成時までの収縮累積で、設計提示のネット寸法に合致するのを目標とした。従って同じ構造部材でも、組立方が異なれば、見込収縮量は異なる。例えば平板ブロックのウェブ材では、ブロック組立工法がラインウエルダーによるロンジ先付けか、枠組完成後の皮板結成か、によって変わってくる。

現状の収縮計測実績を見る限り、バラツキが大きく、あまり細かな取扱いは实际的でない。バラツキの理由としては、計測方法、素材の性質、組立溶接の手順、組立時の拘束状態、付着溶接ビードの量、脊焼きバーナーの火炎とそのスピード、……などにあると思われる。

3.2 延べ尺率

収縮をコンペンサイトする延べ尺率は、ブロックに属する皮板全体に、ウェブ材では小組立単位ごとに、方向軸を設定し、板厚の平均、取付部材スペースの平均を求めて算出する単純なものとした。

方向軸としては、構成周縁辺の最長を基準軸に選び、これに直交して対角軸を設け、おのおのの方向に部材1m 当りの延し量（単位ミリ）で与える。

Fig. 2 に方向軸の設定例を示す。このようなウェブ材の処理フローは、Fig. 3 のようになる。

②の共有辺の抽出、内/外辺の識別とは、Fig. 2 のよ

うに、部材名 W1 と W2 を結合して相互を復元することであり、④、⑥の付部材とは、ウェブ材の面に収縮を与えるように取付く部材の略である。その始終点間距離のXY成分和でウェブ材面積を除いて、平均スペースを求めている。⑦の処理タイプとは、伸し方法（端伸し、延べ尺率の組合せ）パターンの区分である。ここからの手法は、まだ改善を予定しており、これ以上の詳細は省略する。

3.3 端部調整量

これは搭載工程における船型保持のため、ブロック端に調整代として付与しておくものである。従来の実績データから、上記収縮量コンペンサイトを減じて決め、船種、船サイズ別に分けて、標準テーブルとした。

ブロック名称は、区画、構造部位を表現するようコード化してあるので、指標（首尾、内外、上下といった端部の方向）と組合せれば、その端部周縁は、全く機械的に索引できる。

以上の取扱い方により、「辺情報システム」を成り立

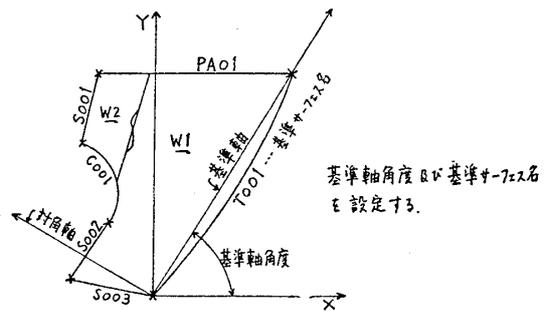


Fig. 2 Axis determined

処理フロー

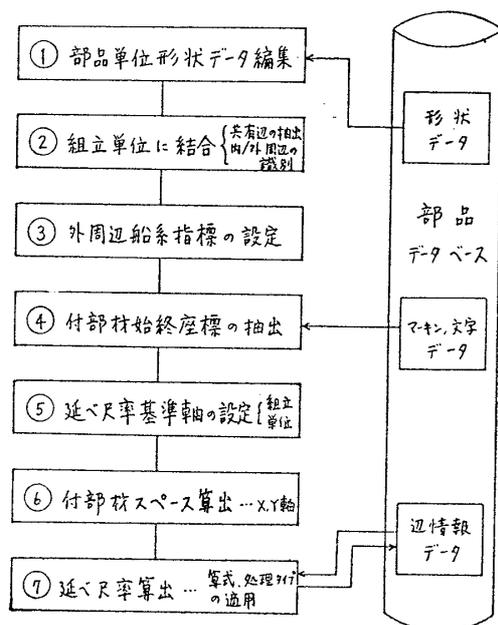


Fig. 3 Process flow

たせることができ、伸し量は、量の妥当性は別として、
 工作部として維持される組織立ったデータとなった。

4 システム運営と出力

4.1 標準辺ファイルの作成

全船、または船種・船サイズごとに共通な標準データをまとめたファイルで、中味は：—

A：収縮要因別の計算式（上記 3.1）

B：端部調整量（上記 3.3）

C：処理タイプ（3.2の末尾で触れた伸し方法パターン表示で、組立方法にマッチさせるもの）

この3つの項目を索引すれば、伸しは一義的に決まる。

これは一度セットしておけば、以後は工法の変化に応じた修正、新船型ごとの不足追加により、維持利用できるものである。

4.2 ブロック辺情報ファイルの作成

工作部では各船別に、次の3ステップで、ブロックごとの辺情報をセットする。

1段：ブロックの構造、組立工作法から、判定基準を参照して、辺情報（溶接、伸し）を起案し

2段：起案を、船殻設計図のコピーに明示して、工作部内へ協議し

3段：合意され、確認された辺情報を入力する

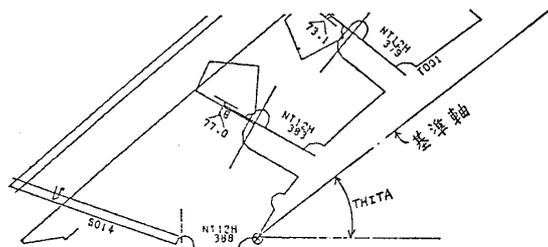
この辺情報は、トリガーとなる簡単なもので、詳細は溶接なら判定プログラムから、伸しは標準辺ファイルから落ちてくる。

4.3 辺情報処理の実行とそのチェック

設計部にて、部品ごとの形状データ（ネット寸法）の処理が終ると、工作部に通知があり、工作部はこれに引続いて、準備済の標準辺ファイルとブロック辺情報ファイルから、ブロックごとに伸しを付加してゆく。

都度実行された結果が、計画どおりになされているか、プロッターで出力された辺情報チェック作画（Fig. 4）を計画と照合して確認する。

データ誤記、または何らかの要因で計画外の伸しを付加するときは、直接オンラインで辺情報データを修正す



S09-SL33-18-W1 9.0
 V DATA --- X_VAL = 0.6 Y_VAL = 1.4 THETA = 37.2
 V DATA --- X_VAL = 0.7 Y_VAL = 1.6 THETA = 37.2

Fig.4 Check plan

る。

4.4 辺情報処理された出力

内業工場の必要に応じ、辺情報は形状データに付加されて出力され、所要工程に送付される。以下それぞれの出力を、実例部分図にて示しておく。

[Fig.5 EPM フィルム作画]

XY方向の伸び尺率が、基準軸の角度と共に、部材作画の外に示される。端部調整量は、実寸二重線（正規辺と伸し辺）で作画される。NC切断の場合は、オペレータプランに同様の表示がなされ、正規辺はNCマーキングされる。なお辺の実長をマーキングまたは切断時チェックする必要のある辺には、伸しを含む寸法数字が出力されるが、これも辺情報システムで指定している。

[Fig.6 一品寸法図作画]

図は静電プリンタに出力したフェイスプレートの寸法表示で、枠内にネット寸法、枠外 NOTES 欄に伸し量が示される。この場合、Xは長さ方向である。

[Fig.7 寸法マーキング図作画]

辺情報システム適用では、皮板も原則として、1枚ごとの加工仕上げである。この理由は、シヤ、キャンパー

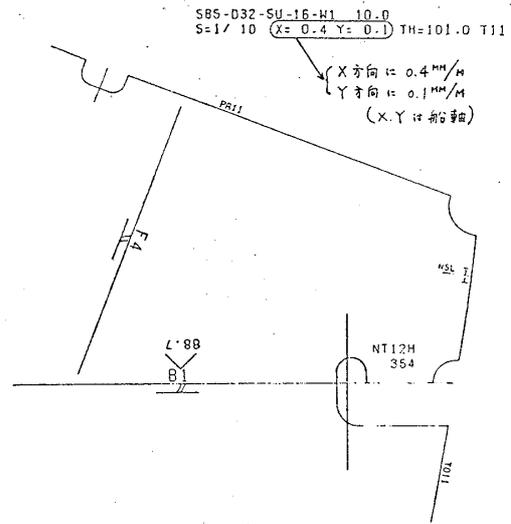


Fig.5 Film DWG for EPM

ST15	(DT)	X = 0.3
4619		3555
STRENGTH IN LENGTH PERCENT OF GROSS		
4619	87.0	2309

X = 0.3 MM/M (X方向)
 EL = 4620 MM (端伸し、延べ寸法E 含んだ TOTALの寸法)

Fig.6 Part dimension list

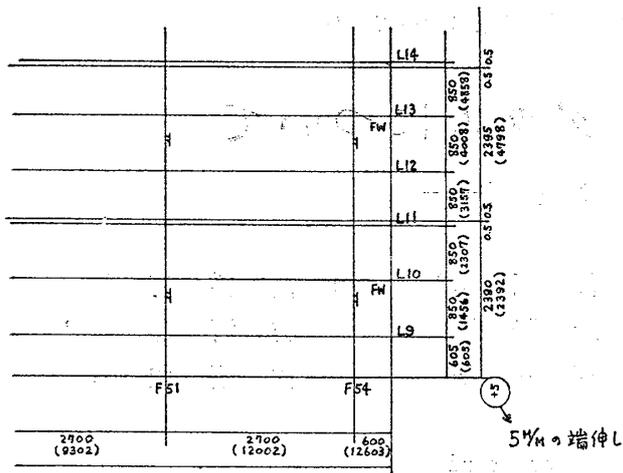


Fig. 7 Marking plan for plate assembly

があり、カントフレームのある甲板端の皮板を考えればよい。薄板になるから、収縮対応が必要であるが、これを板継後まとめてマーキングするとすれば、寸法図表示はきわめて複雑になる。1枚ごとにNC(マーキング、または作画EPM)されており、板継後、組立定盤でのマーキング切断の工程はないのがよい。

従って板継後仕上げ寸法マーキングは、全く直交する矩形をベースとする平板に限る。これらはプレーナー切断されるので、マーキング効率を判断して、原則の適用外とするのである。

寸法は2通りの表示：—

- マーキング実作業に使う累積(追い)寸法。左側、下側が零点であり、零点端の調整量は別に±表示、それ以外の伸し量は累積値に織り込まれている。板幅端に表示のある0.5は板継収縮量の表示である。
- あとは区間寸法で、設計数値が示されている。実際には使わないが、今のところ参考に出力させている。

5 あとがき

以上のような構成の伸し処理は、船殻構造の全体が、数値化されているか、数値で取扱えないと適用できない。

ブロック単位に、伸し方法が決められ、皮板とそれに取合うウェブ材、ウェブ材に取付けるフェイスプレート、というように連鎖して計算がすすむからである。

このことから、この伸し処理を含む辺情報システムの

開発は、母体となる船殻処理システム IHICS の機能再整備(皮板処理システムの改造を含む)の目途がついた時点、昭和54年4月より始めた。同年9月よりテストランに入り、11月より実船適用とした。適用第1船は、久しぶりに建造するVLCC(250型)で、まえがきで触れたように、従来の同型に比べて、フレームスペースが狭く軽量設計になっていて、伸しシステム適用効果を見るのに好都合であった。

適用の結果は、搭載工程での皮板取合部で、

A: ガス切率(伸しすぎの評価指数=切合せ長計/全接手長計)で、従来%値の2/3に

B: 当金率(伸し不足の評価指数=裏当金長計/全接手長計)で、同じく従来%値の1/4に改善する実績となった。

以降、小・中型船にも適用して、現在に至っているが、やはり大型になるほど、組立単位も大きくなるためか、効果は大きいようである。

さて、考え方を中心に、船殻組立に伴う熱収縮の対応策、それもコンピュータシステムを利用した方法の1例を示した。

まだ不備な点が多い原形のシステムであるが、今後この分野の研究が続けば、と思って敢えて発表した。

これからの課題は、次の2方向である。

(1) 収縮量バラツキの検討：—

3.1 項末尾に原因を推測したが、倍半分という現象を示し、あまりにも再現性に欠ける。この分散幅が狭くなれば、効果は上ってくる。

(2) 収縮現象の数値モデルの検討：—

溶接線の近傍で収縮すると置くだけでは、複雑な構造配置は解けない。現在は方向軸別に一率比例計算とし、構造パターンで区分、境界のものは係数でサジ加減しており、理論に欠けるうらみがある。ただし、前者(1)のメドが立たないと、精緻を求めても意味がない。

参考文献

- 1) 高武淳夫: IHI 船殻設計一貫システムの現状, 日本造船学会誌, 第560号, 1976年2月, p.22~31
- 2) 三浦致和他: 船殻設計一貫システム: IHICS, 石川島播磨技報, 第16巻第4号(通巻第90号)1976年7月, p.415~422