

単船殻タンカー延命使用(CAS 適用)時の 検査ガイドラインの概要

先進的構造研究プロジェクト *岡 正義、高田 篤志
平方 勝、川野 始

1. はじめに

プレステージ号油流出事故に係る対策として、IMO/MEPC50 で、経年シングルハルタンカーの延命を図るためのCAS（船体状態評価スキーム）の適用が見直され採択された¹⁾。現状、タンカー及びバルクキャリアについては、IMO/A.744(18)に規定されるESP（検査強化プログラム）が義務付けられており、それに基づく詳細目視検査や板厚計測によって船体の健全性が確認されている。

ここで、CAS は ESP よりもさらに厳しい検査を課すことにより、旗国が向こう5年間の延命を承認するものであるが、現行の CAS の容認基準は、「A.744(18)の容認基準に従う」とされており、シングルハルタンカーの延命のための CAS に関しては A.744(18)の要件に加え、旗国が適合証書を発行するための追加的な基準が必要であると考えられた。

そういった背景から、当所では国土交通省海事局安全基準課からの受託研究「ダブルハルタンカーの構造の経年劣化に関する研究」の下に、「修繕対策検討ワーキンググループ」を設置して検討を行い、本年2月のIMO/DE48にCASの改正を提案した¹⁾。本稿では、提案の骨子である2本のガイドライン「甲板ロンジ隅肉溶接部の追加検査にかかるガイドライン」²⁾及び「禁止する大規模修繕事例のガイドライン」³⁾について紹介する。

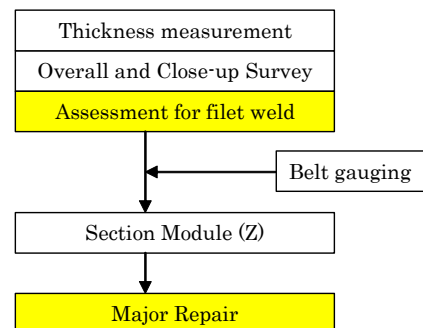
2. 甲板ロンジ隅肉溶接部の追加検査にかかるガイドライン

2. 1 提案の背景

現行のA.744(18)⁴⁾では、

- ①板厚計測
- ②外観及び詳細目視検査

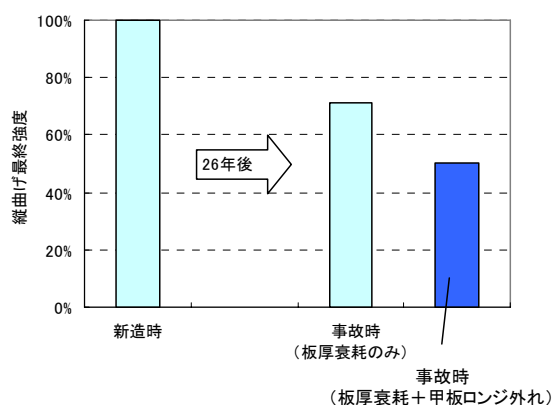
が義務付けられている。板厚測定の結果は各船級の板の切替基準と比較判定され、さらに、ベルトゲージングによる縦強度部材の板厚計測データから断面係数を算出し、これを全体強度の基準としている（図－1）。ここで断面係数の算定には、局部腐食や亀裂の存在が含まれておらず、これらは検査員により発見され確実に補修されることが前提となっている。



図－1 検査の内容
（白枠：現行 ESP、網掛：提案のガイドライン）

図－2に、ナホトカ号の縦強度低下の試算例を示す⁵⁾。新造時の縦曲げ最終強度を100%として表示する。板厚衰耗を考慮しただけでも、新造時の75%まで強度が低下しており、この船がサブスタンダード船であったことは否定できないが、板厚の衰耗量にさらに甲板ロンジの外れ（全24本中8本が外れ）を考慮すると、実に新造時の半分程度

まで最終強度が低下していた⁵⁾。言い換えれば、板厚衰耗量のみを考慮して算出した縦強度が基準をクリアしたとしても、②の目視検査で検査員が亀裂や局部腐食の存在を見落とせば重大な事故にもつながる恐れがある。さらには腐食が進行中にロンジ外れの兆候を目視検査で検出することはほとんど不可能である。



図－2 ナホトカ号の縦強度の減少量⁵⁾

以上の理由から、目視検査で見落としやすく、かつ、縦強度の極端な低下に繋がる甲板ロンジの隅肉溶接部について、追加検査するためのガイドラインを作成し、図－1に示す位置付けでCASの検査に組み込むことを提案とした。

2. 2 提案の内容

本提案のねらいは、甲板ロンジの隅肉溶接部の健全性を確認することにある。具体的には、甲板上からロンジ付近の甲板を板厚計測し、その結果を元に残存喉厚を推定して溶接部の健全性を図るものである。

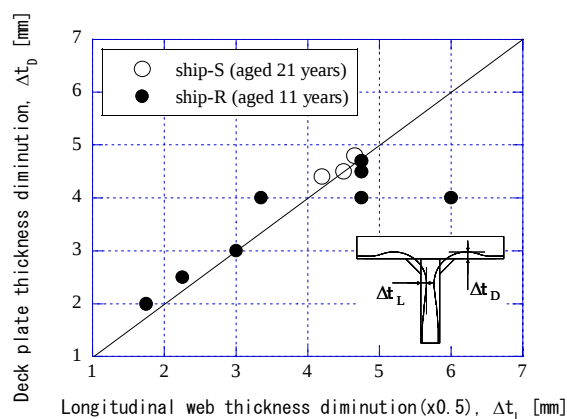
(1) 甲板衰耗量から隅肉溶接部の喉厚衰耗量の推定

甲板ロンジ隅肉部まわりの局部腐食について、実船測定データを収集して、間接的に隅肉喉厚衰耗を推定した⁶⁾。即ち、図－3に示すように、甲板タンク側とロンジウェブ片側の衰耗量は実績データとしてほぼ等しいことから、さらに隅肉余盛の衰耗も含めて同等の仮設を置き、

$$\Delta t_L \doteq \Delta t_D \doteq [\text{喉厚衰耗量}]$$

が成り立つとした。

この仮定から、デッキ上からの隅肉溶接残存量を推定することが可能となる。具体的な計測手法については、ガイドライン²⁾に記載されている他、昨年度の講演会にも報告がある⁶⁾。



図－3 局部衰耗の相関性²⁾

(2) タイムシーケンス

計測のタイミングについては特に要求しないが（実際は入渠検査の前にアフロートでベルトゲージングを行う際になると思われる）、本計測を行った結果、ロンジが外れている或いは溶接部が健全でないと判断された場合は、タンク内に入り直接、ロンジ隅肉溶接部にアクセスして、実際に亀裂や局部腐食が無いかどうか確認することを要求する。計測に係る作業性等については、本講演会で別途報告されているので参照されたい⁷⁾。

(3) 判定方法

健全性の判定については、老齢タンカーの構造詳細データ（建造時の隅肉脚長や溶接の種類（連続、断続）等）が既に得られない場合も想定され、強制的な要件となりにくいことから、本ガイドラインを引用するCASの改正案文⁸⁾を、「本ガイドラインに示す溶接喉厚の残存許容値を参考にしてRO（政府の代行機関）がクライテリアを決める」とことと変更した。

(4) 許容値の考え方

技術的な正攻法アプローチとしては、ロンジウェブ隅肉溶接部の衰耗進行を同時に追跡しながら、甲板構造としての圧縮強度の限界値を捉える必要がある。しかし、この解析シミュレーションは極めて複雑で手数を要するので、ここではNK鋼船規則C編⁹⁾に定める断続隅肉溶接部F4において必要とされる接合面積を、連続溶接の衰耗後の接合面積の許容値として計算し、表－1を暫定的に定めた。

表－1 喉厚の暫定許容値[mm]²⁾

ウェブ厚	5～11.5	12～21.5	22 以上
喉厚	1.0	1.5	2.0

3. 禁止する大規模修繕事例のガイドライン

3. 1 提案の目的

CASを受検した船が検査基準を下回った場合、あるいは受検前に下回ると推測された場合、船のオーナーは強度を回復するため修繕を施すことになる（図－1）。この修繕のあり方と重大事故との関連性が非常に高いことが、これまでの調査の結果¹⁾明らかとなり、また、経年化した古い船体に、新しい鋼材を広範囲にわたって切替る場合、その接合境界付近を含めて適切な処置を施さないと、強度を回復しない若しくは逆に強度を損なう恐れがあることが指摘されている¹⁰⁾。

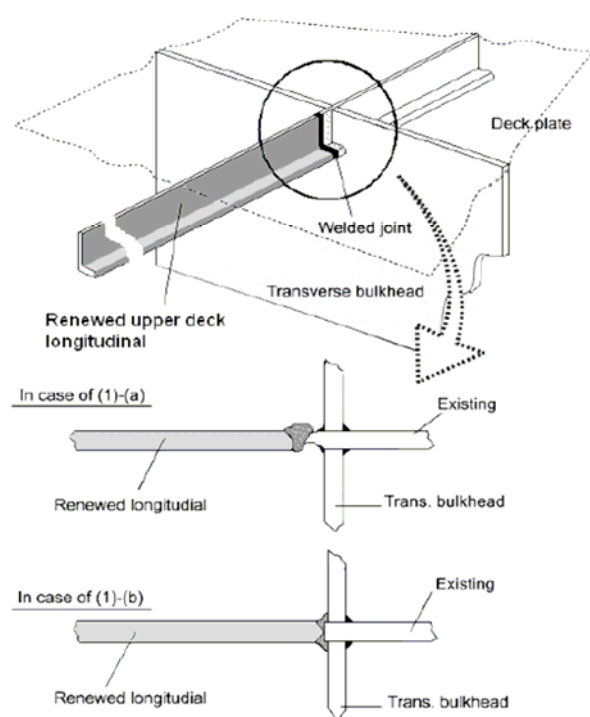
現在、船体構造の修繕に関するガイドライン類は多数存在し、A.744(18)も修繕を実施する際の参考例として産業界のガイダンスを引用している¹¹⁾。これらのガイドラインは適切な修繕例を詳細箇所まで網羅したものがほとんどであり、それを利用する船級や修繕ヤードにとっては、その方が望ましいといえる。しかし、旗国が証書を発行するのに利用することを目的としたガイドラインとしては、最低限の安全確保を満たすか否かの判定に資するよう、縦強度回復の為に行う大規模な修繕に限定し、かつ、絶対に行ってはいけない悪い例（べからず集）を明記するべきであると考えた。

なお、タンカーの縦強度は甲板エリアの健全性が効くことが示されているので⁴⁾、甲板エリアにスポットを当てた。

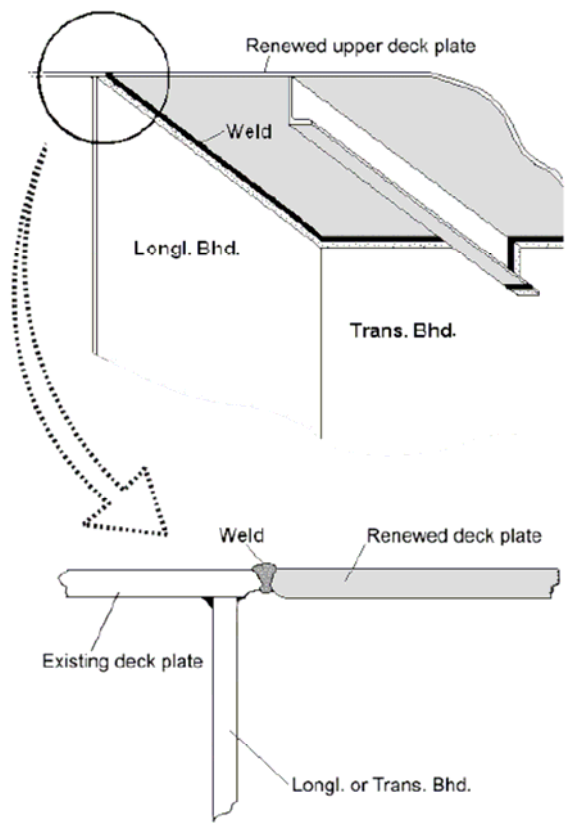
3. 2 隔壁を跨ぐ切り替えについて

本ガイドラインで最も禁止したいのは、全面腐食した甲板あるいは甲板ロンジを切り替える際、タンクの隔壁を越えず腐食した部分を残したままにすることである。タンク内が全面腐食し、その結果、縦強度が基準を満たさず修繕工事により回復を図る場合には、必ず健全な状態のタンクまで切替え範囲を確保するべく、ガイドラインに図－4、図－5を載せた。

図－4は、甲板縦通ロンジを切り替える際の、図－5は、甲板エリアのパネルとロンジをセットで切り替える際のそれぞれ不適切な事例である。依然として応力の高い部分を残した修繕は、明らかに強度の回復が図られておらず、また、図－4(1)(b)のように、縦通材を隔壁で切って接合した場合は、溶接施工上、十分な工作精度が得られないため、縦強度部材として機能しない。以上の理由から、適切に健全な応力状態の部材との適切な接合を目的として、これらを禁止した。

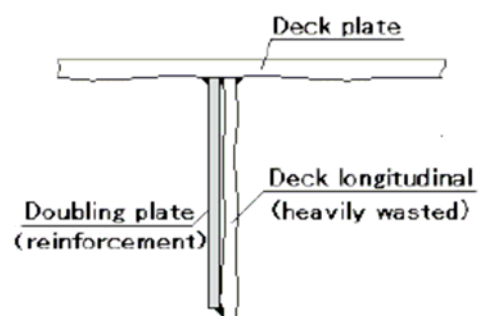


図－4 甲板ロンジ切替えの不適切例³⁾



図－５ 甲板エリア切替えの不適切例³⁾

板同士を相互に繋ぐ場合の工作手順に関して不適切な例を挙げた。ダブリング板を繋ぐ際、図－９のように溶接金属が甲板まで流れ込み、甲板とダブリング板が部分的に接合されて形成されたノッチの先端に応力集中が生じ、クラックが発生する恐れがある。そのため、適切な施工手順の例として、別途突合せ溶接を完了してからデッキ上に載せるか、シムプレートを甲板とダブリング板の間に挟んでおいて、溶接が済んでから引き抜くことを推奨した。



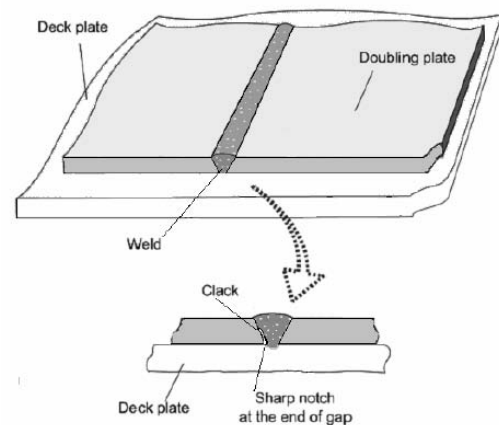
図－６ デッキロンジダブリングの不適切例³⁾

３．２ ダブリングについて

図－６に不適切な例としてダブリングによる補修を示す。

ロンジ材のダブリングについては、ロンジ材の局部腐食等を一時的に補修する手段として、広く行われているために誤解が生じやすいが、ここでは全面腐食したタンカーの縦強度回復を図る修繕をイメージしているので、タンクの全長にわたるダブリング板の溶接工事になることを考慮すると、元板の腐食による凹凸で、元板とダブリング板との間に隙間が生じ十分な工作精度が得られず、その結果、元板とダブリング板との溶接部がせん断強度を持てなくなることから、不適切な例とした。

図－７に、デッキのダブリングについて、不適切となる例を示す。デッキのダブリングについては、既に A.744(18)で十分な長さ(船長の半分以上)をカバーしなければならないと規定されており、これ自体を禁止するものではないが、ダブリング

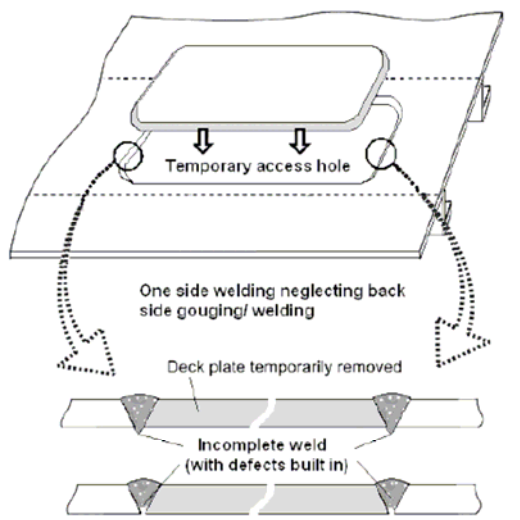


図－７ デッキダブリングの不適切例³⁾

３．３ 工事用の塞ぎ穴の接合について

図－８は、ドック検査時に重機の出し入れのために甲板に空ける一時的な工事穴をドック終了後塞ぐ際に起こしがちな例で、これまでの例と若干性質が異なるが、大規模修繕を行う場合、必ず発生する工事であり不適切な処理を行うと重大損傷

に繋がる恐れがあるため、あえてガイドラインに掲載した。ドック終了後は、タンク内からのアクセスができなくなるため、片面からの溶接作業になることが多いが、この際、未溶着部など溶接欠陥を起しやすく、検査で確認した縦強度を損なう恐れがある。



図－８ 工事穴塞ぎ接合の不適切な例³⁾

４．おわりに

IMO/MEPC51（2004年3月）、DE48（2005年2月）に提案した「甲板ロンジ隅肉溶接部の追加検査にかかるガイドライン」および「禁止する大規模修繕事例のガイドライン」を紹介した。

これらガイドラインを含む CAS 改正提案は来年2月に開催される DE49 で詳細に議論される予定である。

近年の IMO での CAS 策定や当面の重要課題である新船構造基準（GBS）の策定作業の本格化からも分かるように、船体の構造安全性は、従来の船級協会の規則やノウハウによって賄われることと併せて、国際基準で本質を明文化することにより、安全・環境保全上、最低限確保すべき要件を条約で担う傾向が強まってきている。本ガイドラインは、これまで船級協会に委ねられていた船体構造検査を、CAS に関しては旗国が主体となり実施することに鑑み、船体構造の知識や検査経験に乏しい旗国のオフィサーに対し、検査で最低限遵

守すべき要件を示すことで CAS 適合証書発行の助けとなることを睨んだものである。将来的に、これらのガイドラインが活用され、経年船の構造安全性の向上に繋がれば幸いである。

あとがき

本稿は、国土交通省海事局安全基準課の受託研究「タンカーによる大規模油汚染の防止対策に関する研究」の中の「ダブルハルタンカーの構造の経年劣化に関する研究」の成果のひとつの紹介である。本研究の実施にあたっては、大学、造船所、海運会社、船級協会の専門家からなる「ダブルハルタンカー検討委員会」、「修繕対策検討ワーキンググループ」を設置し、貴重なご助言を得て、安全基準課との調整の下、進めてきた。ここで関係各位に対し、厚く御礼申し上げる。

参考文献

- (1) 平方他、単船殻タンカー延命使用(CAS 適用)に関連する IMO 動向、平成 17 年度海上技術安全研究所春季発表会
- (2) Guidelines on inspection requirements for fillet weld between deck plates and longitudinals (DE48/3/2); 2005 年、submitted by Japan
- (3) Guidelines for major repair work of hull girders (DE48/3/3); 2005 年、submitted by Japan
- (4) IMO Resolution A.744(18)
- (5) ナホトカ号事故原因調査報告書；1997 年、ナホトカ号事故原因調査委員会
- (6) 川野他；経年タンカー折損事故防止のための船体検査条件に関する検討、平成 16 年度海上技術安全研究所春季発表会
- (7) 高田他；甲板ロンジ接合部検査法に関する実船調査、平成 17 年度海上技術安全研究所春季発表会
- (8) DE48/3/1 Guidelines for major repair work of hull girders and guidelines on inspection requirements for fillet weld between deck plates and longitudinals
- (9) 日本海事協会、鋼船検査規則 C 編、2004 年

- (10)例えば、Investigation into the loss of The Bahamian tanker Prestige Submitted by The Bahamas(MEPC49/16/4), MEPC49(2003.7)
- (11)TSCF, Guidance Manual for the Inspection and Condition Assessment of Tanker Structures, 1986.