

PS-13 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

油流出防止構造プロジェクト * 川野 始、高田 篤志、岡 正義

1. はじめに

平成9年1月日本海におけるナホトカ号折損による油流出事故やエリカ号・プレステージ号事故など、タンカーからの大規模油流出事故が相継いでいる。これらは、いずれも船齢25年～26年に達する老齢タンカーの事故であり、事故原因として、経年変化に伴う船体の著しい腐食衰耗の進行やこれを許した保守メンテナンスの劣悪さ等が指摘できる。従って、対策としては、効果的な船体検査を行い、検査結果に基づく厳正な評価を下し、評価結果に従った必要な新替え修繕工事を遅滞なく実施することが必要である。

当研究所では、国土交通省海事局からの委託研究として「ダブルハルタンカーの構造の経年劣化に関する研究」を推進中であり、上記のようなタンカー折損による大規模油汚染を防止するための船体検査基準の提言を目指して検討中である。本報告は、その研究の一部を紹介するものである。

2. 検査対象としての上甲板ロンジ剥離

最初に触れた3つのタンカー折損事故では、船齢が高い点だけでなく、事故報告書等の調査によれば、幾つかの共通点が指摘できる。

- ・船齢が25年を超える Pre-MARPOL 船であった。
- ・主に重油を輸送していた。
- ・バラストタンクが塗装されていなかった（又は、無塗装時期が長い）。
- ・冬季の満載航海において、時化に出会ったタイミングに起きている。
- ・甲板構造の座屈や船側外板の脱落または座屈を起こした。一部デッキロンジが脱落していた可能性が高い(プレステージ号は不詳)。
- ・事故は、定期（または中間）検査後、1年以内に発生しており、修繕箇所と折損箇所は位

置的に比較的近い。

事故原因として、高船齢化に伴う著しい腐食進行と保守メンテナンスの劣悪さを既に述べたが、本来、加齢による腐食衰耗の進行は、設計時に想定済みの事象(これに見合う安全裕度は確保済み)であり、一定限度以上の衰耗状態に達した場合には修繕工事によって新替えされるべきものである。即ち、これら検査の厳格な履行と検査結果に基づく厳正な措置に問題があった点こそが真の原因と考えざるを得ない。腐食衰耗による板取替えは、元々の意味合いとしては、船体折損のような最終段階の阻止のためではなく、もっと普通に遭遇する局部構造破損の防止を第一義目的として実施される筈のものである。従って、船体折損の防止に有効かつ効果的な検査とは何かを見定めて、相互補完的に検査強化の実効を挙げる必要があると考えられる。

船体構造が衰耗した状態では、引張り強度が衰耗による断面積減小に比例した低下に留まるのに対して、圧縮強度の低下は断面積の減小割合より

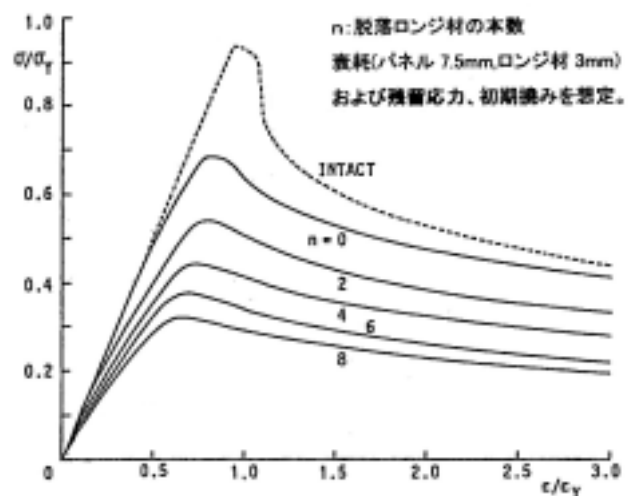


図1. 甲板構造の圧縮強度(ナホトカ号の場合)¹⁾

大きく成り得る。特に、甲板構造では、甲板裏即ちタンク頂部では最も激しい腐食環境に晒されることから衰耗量が相対的に大きく、検査アクセスの徹底が最も難しい部位の一つであることから過大な衰耗が見落とされ易い。

図1は、ナホトカ号の甲板構造における衰耗及びロンジ剥離が圧縮強度に及ぼす影響を示している¹⁾。ロンジ剥離がなくても、事故時点の衰耗量だけで2割強の強度低下を示しているが、更にロンジ剥離の進行により著しい強度低下に陥ることが窺える。プレステージ号では公式な事故報告書が未発行であり不詳であるが、ナホトカ号・エリカ号では折損時には上甲板ロンジの剥離が認められており^{1) 2)}、甲板構造の圧縮強度低下によりサギング耐荷モーメントの急激な低下が折損を招来した可能性が濃厚である。

以上のような観点から、甲板ロンジ隅肉接合部の衰耗による甲板からのロンジ剥離は、船体全体の折損におけるトリガー条件にも成り得るものと考えられ、船体検査で健全性を確かめておくべき重要な対象であると判断した。

上甲板ロンジ隅肉溶接部周辺に生ずると推測される局部腐食(溝状腐食)の模式図を図2に示し、実船から採取した上甲板ロンジ隅肉接合部の腐食衰耗サンプル写真を図3に掲げている。図3のサンプルは、船齢21年の内航タンカーのNo.1タンク上甲板から、船級協会の状態評価プログラムCAP(condition assessment program)のために採取されたものであり、溝状腐食の状態を通過した後の極端な減肉状態にある(図3中の点線矢印の延

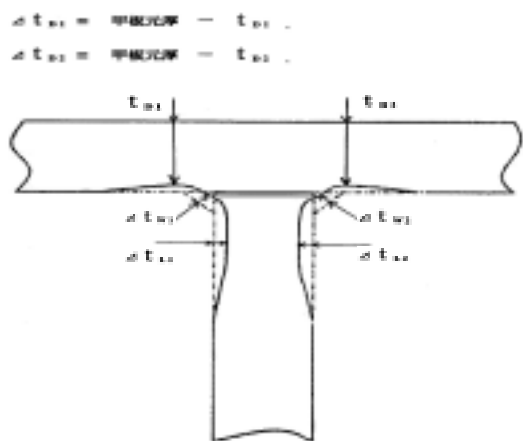


図2. 隅肉溶接部近傍の局部衰耗(模式図)

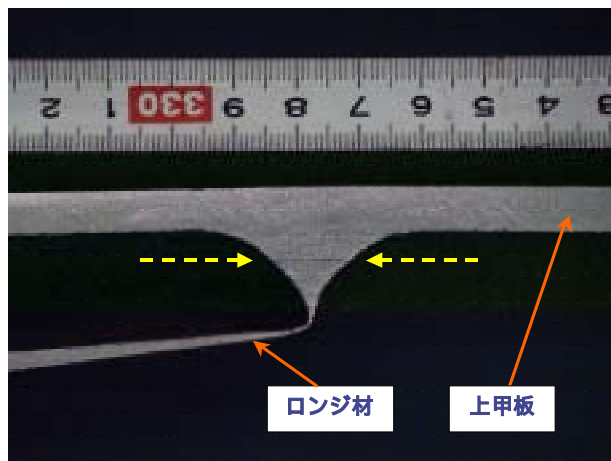


図3. 甲板ロンジ接合部周りの実船サンプル

長線上に隅肉溶接の未溶着部が認められ、新造時の上甲板表面に相当する)と読取れる。

また、現行の検査基準³⁾に定められた衰耗厚さ測定のスプリング密度は比較的粗く(板のシーム溶接線間に2点、ロンジ材はウェブ深さ中央部に1点等)、主として全面腐食(general corrosion)の進行を計測対象としており、図2に示すような局部腐食を測定することは想定していない。従って、現行の衰耗材の厚さ測定に加える要領で、船体折損の防止を主眼においた、甲板ロンジ隅肉接合部周りの衰耗計測を考えることとした。

3. 折損防止のための検査基準の提案

まず最初に、実船における甲板と甲板ロンジの隅肉溶接部周り局部衰耗量について調べた。図2中の(最大)局部腐食深さ t_0 、 t_L の定量的情報を伴った実船データは極めて少ないが、図3の実船サンプルを含めて、上甲板と甲板ロンジの各々の隅肉溶接部付近における局部衰耗量(の最大値)の相関性について調べた結果が、図4である。図4は、或る上甲板ロンジ隅肉溶接に隣接する板材の対をなす局部衰耗量に関して、(同時期の同じ場所における)相関性を調べたものであり、図4中に補助線で示したように、甲板の局部衰耗量 t_0 と甲板ロンジの局部衰耗量(の半分) t_L とが略等しいと推定された。模式的イメージとしては、上甲板ロンジ隅肉溶接周りでは、リンゴの皮をむく如く、或る一定厚さが局部位置(甲板側・ロンジ側の別)に係わらず衰耗で除去されるモデルを近似的に考えることが出来る。この考え方を推し進

めた一つの仮説として、隅肉溶接金属つまり隅肉溶接ノド厚の局部衰耗量 t_w をも加えた(1)式が考えられ、(1)式の相関性を利用した隅肉溶接のノド厚衰耗を上甲板局部衰耗量から間接的に推定する検査手法を考案した。

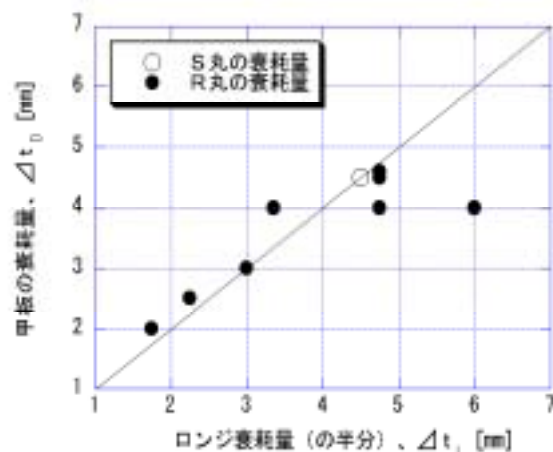


図4．局部衰耗深さの相関性

即ち、甲板ロンジ隅肉溶接部の検査ガイドライン提案として、(1)式の仮定をおいた甲板上からの板厚測定を一次検査として、甲板裏ロンジ接合部が劣悪な衰耗状態にあるサブスタンダード級のタンカー構造に限り（平均的な保守状態にあるタンカーでは一次検査のみで合格）二次検査に進んで甲板裏に足場架設を施して甲板ロンジ隅肉溶接の残存ノド厚をガウジングにて直接測定する検査要領を考えた。

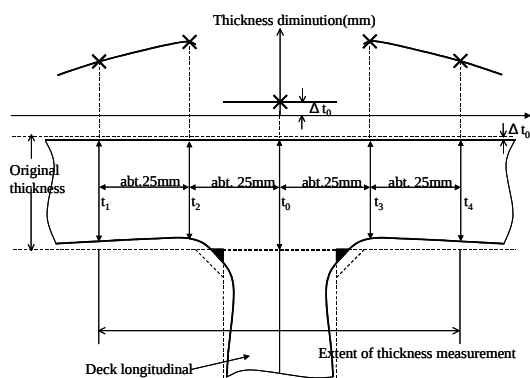


図5．甲板上からの局部衰耗計測位置(案)

一次検査の具体的な手順としては、図5に示すように、測定対象のロンジ板厚中心を基軸として、次の手順にて行なう。

- 1) 甲板上から対象ロンジを跨いで精査域 100mm 内に 5 点以上 (Max25mm 間隔) 甲板厚さを測定。
- 2) 1)の測定結果から、(2)式を用いて、甲板下面の衰耗代表値 t_0 を算定する。

$$t_0 = t_0 - \text{Min.} \{t_1, t_2, t_3, t_4\} \quad (2) \text{式}$$
但し、 t_0 : 対称中心線位置における測定板厚 (元厚 - t_0 [甲板上面の衰耗量] と見なす)。 t_1, t_2, t_3, t_4 は、各点の測定値とする。
- 3) 隅肉溶接ノド厚の衰耗量 t_w を、(1)式の仮定と(2)式の測定データを用いて推定する。
- 4) ノド厚衰耗量 t_w が、所定の限界値以上であれば合格とする(暫定の限界値 2mm)。

また、測定対象ロンジ交叉部のサンプリング密度は、検査強化プログラム⁴⁾ESPにてbelt gauging測定を施す全タンクの上甲板であって、Belt gauging測定線上にあるロンジ交差部を1本おきに検査する要領とした(船幅方向に2本毎に1本のロンジ交差部を検査)。

この提案では、検査強化の行き過ぎ（例えばポイントの絞れない検査箇所が増大 etc.）により重要な検査部位や検査のやり方・密度が結果的に薄められてしまう懸念(従って、重要部位に見落としが生じる可能性が増す)を考慮に入れて、甲板上からの一次検査をスクリーニング検査として位置付けている。つまり、一次検査で不合格になる場合のみ(残存ノド厚が限界値未満の場合)、甲板とデッキロンジ隅肉溶接部の衰耗状態を直接的方法により測定するものとし、過大な検査負荷とならぬよう配慮している。

4．まとめ

老朽タンカーの保守メンテナンス不良による折損事故およびこれに伴う大規模油流出事故の防止の見地から、船体折損に特化した場合の検査内容・方法について検討を重ねて、一つの検査要領案として表わした。本検討の結果は、IMO-MEPC51委員会(2004年3月開催)に甲板ロンジ接合部検査ガイドライン⁵⁾として提案しており、今後詳細な技術審議がDE48小委員会にて行なわれる予定である。

また、上記の検討作業と併行して、修繕工事におけるモラル維持という視点から、修繕工事にお

いて行なってはならない施工の事例集⁶⁾を作成した(その一部を、付録として末尾添付している)。船体の検査点検と修繕工事が、保守メンテナンスの車の両輪を成すとの認識から策定したものである。大多数の修繕工事ケースでは良好な運用がなされているものの、極く々々少数の大規模修繕工事において、国際基準に駄目という明確な表示がないからという口実のもと、安直なその場限りの措置が罷り通らぬようにする意図から「べからず集」として提示したものである。

本研究は、平成 13 年度から 4 年計画で進めている国土交通省海事局からの受託研究「ダブルハルタンカーの構造の経年劣化に関する研究」の一部として行なった。研究推進に際して、ご意見ご助言を頂きました、船主協会、造船所、検討委員会委員ほか関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 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
- 2) Report of the Investigation into the loss of the motor tanker ERIKA on Sunday 12 December 1999, Sept. 2000, MALTA MARITIME AUTHORITY
- 3) 例えば、船体構造部材の板厚計測及び精密検査、日本海事協会。鋼船規則、B 編船級検査。
- 4) IMO Resolution A.744(18), Guidelines on the enhanced programme of inspections during surveys of bulk carriers and oil tankers
- 5) IMO-MEPC51/1, Guidelines on inspection requirements for fillet weld between deck plating and longitudinals, 24 Dec. 2003
- 6) IMO-MEPC51/1/1, Guidelines for major repair work of hull girder, 24 Dec. 2003

付録

大規模修繕ガイドライン

(1)はじめに

縦強度の改善にあたって、「有効な修繕方法」が、検査強化プログラム⁴⁾ ANNEX12 Appendix3 に規定されている。本ガイドラインは、検査強化プロ

グラム⁴⁾の規定を補足し、大規模損傷に繋がるような修繕事例を明示するものである。

(2) 不適当な修繕事例

不適当な修繕とは、結果として大規模損傷につながってしまう修繕を指す。その事例を以下に示す(資料⁶⁾記載の 3 事例から 1 つを以下に示す)。

事例 1 - 修繕箇所と既存箇所との接続

基本原則：取替え範囲は、損傷箇所や限度以上の衰耗に陥った箇所を完全に包含し、且つこれらの周辺に存在する健全部分にまで拡げて、設定されねばならない。従って、修繕箇所と既存箇所との接続は健全部どうしを相互に接合するものでなければならない。次の施工は、この基本原則に反した不適当な修繕である。

衰耗限度を超えた骨材(ロンジ)範囲がタンク隔壁まで達している場合に、既存の骨材と新替え骨材の接続部を隣接タンクに設けず、当該タンクの横隔壁位置の手前とし、小区間なれども衰耗限度を超えたロンジ部分を残置したままの修繕工事となす。又は、タンク隔壁上で既存の縦通骨材を切断し新替え骨材と接合させる。衰耗限度を超えた板材が隣のタンクとの境まで及んでいる場合に、タンク隔壁に跨がる修繕は大掛かりになるので、修繕範囲はタンク隔壁の手前で止める。

