

- (13) 旅客船規則検査要領 1 編 2.1.17 において、損傷時復原性計算時に要する浸水率について、考慮する区画の容積は“moulded volume”とする旨明記した。なお、本改正は、IACS 統一解釈 SC225 に基づくものである。
- (14) 旅客船規則検査要領 3 編 4.2.1-3 (1) において、二重底を省略する場合に要求される浸水計算について、当該浸水計算では到達区画指数 (A) を決定する際に要する三つの喫水状態を考慮する旨改めた。
- (15) 旅客船規則検査要領 4 編 2.3.4-1 において、水密区画に設けられる管及び電線等の貫通部の水密性について明記した。
- (16) 旅客船規則検査要領 4 編 2.3.4-2 において、船舶の前端部及び後端部における船幅方向の仮想損傷範囲の想定法を明記した。
- (17) 旅客船規則検査要領 4 編 2.3.4-3 において、波形縦通隔壁及び隔壁に直接設けられるリセス、排水用のウェル並びに管装置類について、仮想損傷範囲を決定する際の取扱いを明記した。
- (18) 旅客船規則検査要領 4 編 2.3.5 において、縦通隔壁が船側外板に対して平行でない場合の船幅方向の損傷範囲の想定法について、図 4.2.3.5 にその一例を明示した。

30. 鋼船規則検査要領 C 編における改正点の解説 (丸窓及び角窓の内蓋の省略)

1. はじめに

2009 年 4 月 15 日付一部改正により改正されている鋼船規則検査要領 C 編中、丸窓及び角窓の内蓋の省略に関する事項について、その内容を解説する。なお、本改正は、2009 年 4 月 15 日以降に建造契約が行われる船舶に適用されている。

2. 改正の背景

2003 年の国際満載喫水線条約の改正に伴い、IACS において統一解釈 LL シリーズの見直しが行われ、IACS 統一解釈 LL46 及び LL62 に関して、甲板室上に配置される甲板室の取扱いについて議論が行われた。

その結果、甲板室上に配置される甲板室頂部の開口についても適切な閉鎖装置により開口を保護すること及び甲板室上に配置される甲板室を乾舷甲板上第二層として取扱うことが合意され、それぞれ IACS 統一解釈 LL46 (Rev.3) 及

び LL62 (Rev.1) として採択された。

IACS 統一解釈 LL46 (Rev.3) の改正内容は、本会関連規定にて既に担保できていることから、IACS 統一解釈 LL62 (Rev.1) に基づき、関連規定を改めた。

3. 改正の内容

改正点は以下のとおりとなっている。

- (1) 鋼船規則検査要領 C23.5.3 において、丸窓を内蓋のない A 級丸窓又は B 級丸窓として差し支えない条件の一つとして、規則 C 編 23.5.3-5. (1) 及び (2) に規定する船楼及び甲板室の高さが低船尾楼の標準高さ以上である旨を追記した。
- (2) 鋼船規則検査要領 C23.5.7 において、乾舷甲板からの高さが低船尾楼の標準高さ以上である低船尾楼、船楼及び甲板室の上に設ける甲板室は、乾舷甲板上の第二層の場所とみなして差し支えない旨を追記し、C23.5.1-3. を削除した。

31. 鋼船規則検査要領 C 編における改正点の解説 (船首フレア部の構造強度)

1. はじめに

2009 年 4 月 15 日付一部改正により改正されている鋼船規則検査要領 C 編中、船首フレア部の構造強度に関する事項について、その内容を解説する。なお、本改正は、2009 年 10 月 15 日以降に建造契約が行われる船舶に適用されている。

2. 改正の背景

自動車運搬船やコンテナ運搬船では、船首部付近の船側外板の傾斜角（フレア角）が大きいため、バウフレアスラミング衝撃圧による損傷を被ることがある。そこで本会は、これまでに十分な運用実績のある西部造船会の指針（西部造船会技術研究会研究報告第 18 号、1987 年）に基づき、船首フレア部の構造強度に関する規定を 2001 年に制定し、

バウフレアスラミング衝撃圧による損傷への対策を講じてきた。制定した規定は、自動車運搬船及びコンテナ運搬船それぞれに対し、当時報告されていた損傷実績を考慮して、船首フレア部の外板の板厚、肋骨及び桁部材の断面係数に関するものとし、また、検討範囲は、船首から0.1L後方の箇所より前方で満載喫水線より上方のフレアが大きい箇所とした。

また、2006年には、西部造船会の指針において想定されていなかったPOST PANAMAX船等の大型船に対しても妥当な衝撃圧を与えられるよう、バウフレアスラミング衝撃圧の算式を改正した。

2001年に制定した規定を適用した自動車運搬船及びコンテナ運搬船は、適用していない船舶に比べ船首フレア部の損傷数は減少したものの、依然として船首フレア部に損傷を生じる事例が報告されている。報告によると、2001年の規定において想定されていない損傷（船首より0.1Lの箇所より後方の船側外板及び船側肋骨の損傷、肋骨の端部ウェブの局部崩壊や桁部材ウェブの肋骨貫通部付近での座屈等）が見られた。

このため、これらの損傷を防止する観点から、船首フレア部の構造強度に関する規定を改正した。

3. 改正の内容

改正内容は以下のとおりとなっている。

3.1 適用範囲の拡大に関する改正

上述のように、現行規定の適用範囲（船首から0.1L後方の箇所より前方の範囲）より後方の船側外板や船側肋骨にバウフレアスラミングによる損傷が発生していること、また、近年建造された船舶の中には、貨物積載量を増加させる目的で甲板面積を広くするために船首から0.1Lの箇所より後方においても大きなフレア角を有するものがあることから、適用範囲を「船首から0.2L後方の箇所より前方」にまで拡大することとした。

3.2 バウフレアスラミング衝撃圧算定式の改正

バウフレアスラミング衝撃圧に関し、現行規定における適用範囲に加え、上述の拡大された適用範囲に対し、適切で、かつ、損傷を防止するために必要な最小限の荷重に修正するとともに、船の長さが300mを超えるような大型コンテナ運搬船の船首フレア形状にも対応するため、衝撃圧算定式を改めた。また、近年の船舶のフレア形状及び損傷発生箇所等を調査した結果、自動車運搬船とコンテナ運搬船の間に特段の相違が認められなかったことから、当該算式を両船種に統一的に適用できるようにした。

現行のバウフレアスラミング衝撃圧は、西部造船会の指針を参考に、船体表面と波面との相対衝撃角、構造応答の影響を考慮するための係数（等価静水圧係数）、船体と波との最大相対速度等をパラメータとする算式により求められ

る。今回の改正では、過去及び最近の損傷事例並びに非損傷船との比較に加え、他船級の要求値とも比較して、船体表面と波面との相対衝撃角に関する係数 β_{kl} を修正するとともに、従前一律35度であった波傾斜角を、船の長さで検討位置によって変化するよう修正した。

3.3 構造強度算式の追加

現行規定では想定していなかった損傷として、肋骨の端部ウェブの局部崩壊や桁部材ウェブの肋骨貫通部付近での座屈が報告されている。これらの損傷について、弾塑性解析により検討した例を図6及び図7に示す。図6は船側縦通肋骨の損傷モードを示しており、肋骨の端部ウェブがせん断降伏によって塑性崩壊した損傷モードであることが分かる。また、図7は桁部材ウェブの損傷モードを示しており、桁部材中央における圧縮座屈による損傷モードであることが分かる。

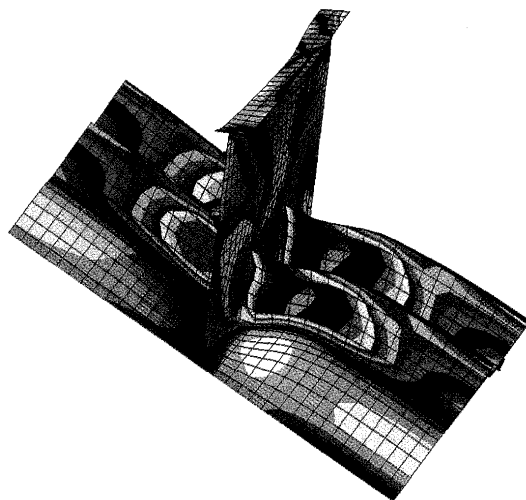


図6 船側縦通肋骨の損傷モード

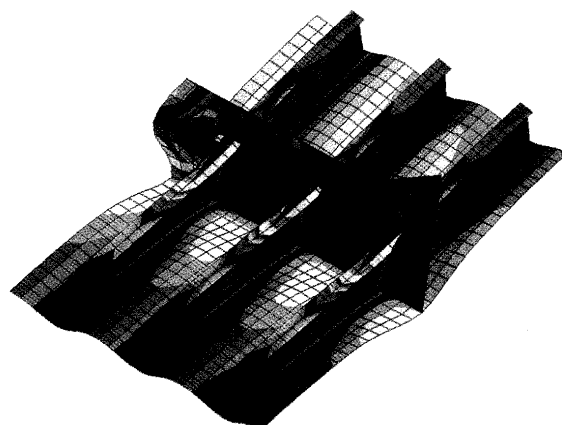


図7 桁部材の損傷モード

現行の検査要領では、船側外板の板厚、肋骨の塑性断面係数、桁部材の弾性断面係数、せん断強度に基づくウェブ板厚及びウェブの座屈強度を規定していたが、上述のような損傷についても対応するため、肋骨のウェブ板厚及び桁部材の圧縮座屈強度に関する規定を追加した。

4. 試算結果

4.1 バウフレアスラミング衝撃圧

今回改正したバウフレアスラミング衝撃圧及び適用範囲の拡大の妥当性を示す試算例として、バウフレアスラミング衝撃圧と相関関係にある外板の要求板厚を用いて、損傷への対応及び現行規定との比較検証を行った。

まず、船首フレア部の外板パネルに損傷があった自動車運搬船に対して、今回の改正によるバウフレアスラミング衝撃圧を、損傷のあった横断面に適用した場合の船側外板の要求板厚を図8に示す。図8の左図は、損傷のあった横断面形状を示しており、衝撃圧及び要求板厚について、高さでフレア形状の関係が分かるよう図示した。中央の図の横軸は衝撃圧を、右の図の横軸は板厚をそれぞれ示している。また、板厚の図において、棒グラフは実際の寸法を示しており、損傷した箇所については黄色で表示した。

この結果から、今回の改正による衝撃圧は、改正前の荷重に比べ大きくなっており、特に、損傷箇所近傍で相対的に増大している。このため、右の図にあるように、損傷の生じていない箇所の要求板厚は、甲板に近い箇所を除き、実船の寸法と同程度以下になるが、損傷発生箇所では、実寸法より大きくなる。このことから、損傷箇所の寸法は、改正算式により強化される一方、非損傷箇所については、寸法に殆ど影響がないため、改正衝撃圧算定式は損傷を説明できるものと考えられる。

また、船首から0.1L後方の箇所より後方において、外板パネルに損傷を被ったコンテナ運搬船に対し、今回の改正によるバウフレアスラミング衝撃圧を適用した場合の船側外板の要求板厚を図9に示す。図9において、横軸は考慮している横断面の船長方向の位置を、縦軸は板厚を示している。なお、横軸の各横断面において、それぞれ右側が満載喫水線直上、左側が上甲板直下における結果である。

さらに、損傷を被った0.87Lの箇所の断面に注目した検討結果を図10に示す。

これらの結果から、船首から0.1Lの箇所より後方の損傷箇所について、改正算式により外板板厚の増加が要求されることになるが、非損傷箇所では、殆ど板厚の増加は要求されないことが分かる。

さらに、損傷が報告されていない代表的な大型コンテナ運搬船に対するバウフレアスラミング衝撃圧及び外板板厚の前後方向分布についての計算結果を図11に示す。なお、図11において、横軸は考慮した横断面の船長方向の位置を示し、左図の縦軸はバウフレア衝撃圧を、右図の縦軸は板厚を示している。各前後方向位置におけるバウフレアスラミング衝撃圧及び外板板厚は、右端のものが満載喫水線直上のものを示し、左端のものが上甲板直下のものを示している。また、船首から0.1Lの箇所より後方におけるバウフレアスラミング衝撃圧のうち、現行規定の結果は、船首から0.1Lの箇所より前方の荷重算式を、0.1Lより後方にも適用した場合の参考値である。

この結果から、改正前の適用範囲であった船首から0.1Lの箇所より前方の衝撃圧は、大型のコンテナ船に対し過大な衝撃圧を与える傾向があったが、本改正における算式中の波傾斜角及び船体と波面との相対衝撃角の見直しにより、この傾向が軽減されていることが分かる。また、改正前の適用範囲外であった船首から0.1Lの箇所より後方の衝撃荷重は、船首から0.1Lの箇所より後方に行くほど小さくなり、船首から0.2L後方の位置においては、衝撃圧による要求板厚は実際の寸法より小さくなっており、本要件では寸法が決定されないことが分かる。他の非損傷のコンテナ運搬船及び自動車運搬船においても同様の結果が得られたことから、適用範囲の拡大において、非損傷の船舶に対し、改正衝撃圧算式による寸法影響は殆どなく、適切な衝撃圧を与えるものとなっている。

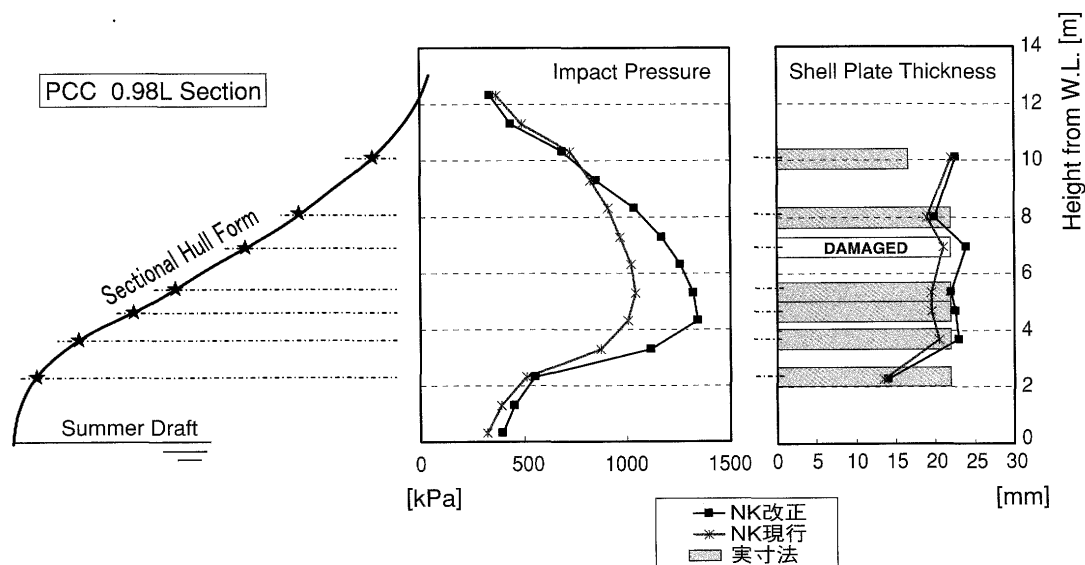


図8 損傷箇所における外板板厚の検討例 (自動車運搬船 L: 約 190m (0.98L 断面))

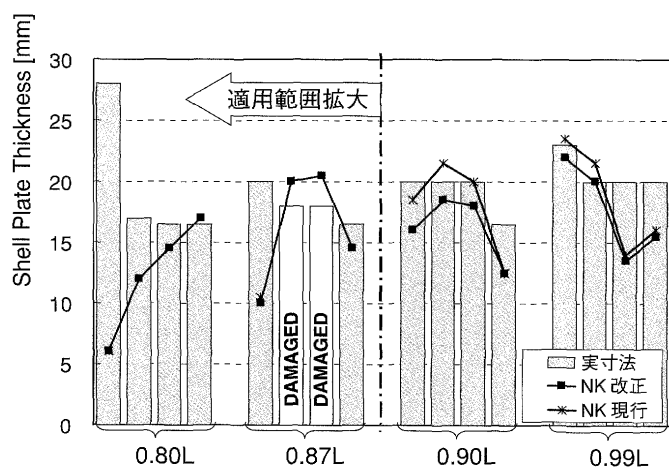


図9 外板板厚の前後方向分布
(コンテナ運搬船 L: 約270m)

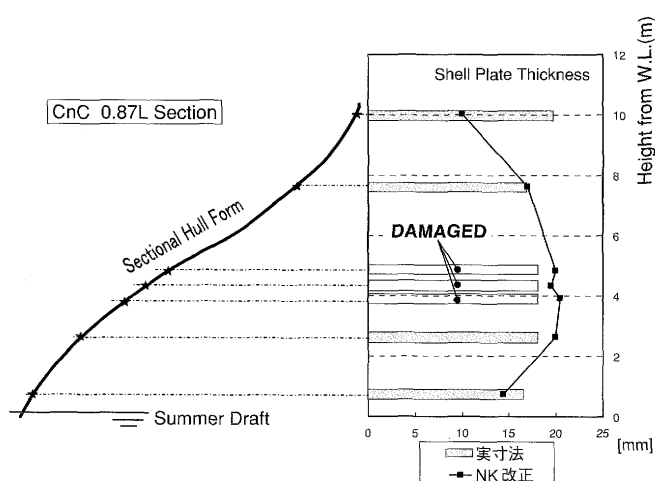


図10 損傷箇所における外板板厚の検討例
(コンテナ運搬船 L: 約270m (0.87L 断面))

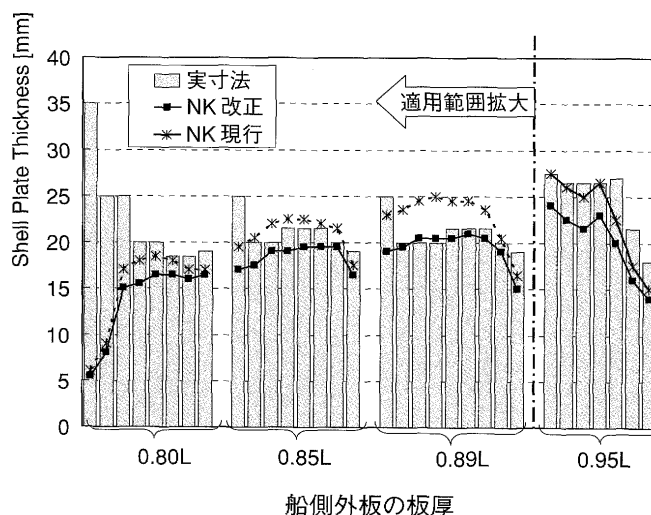
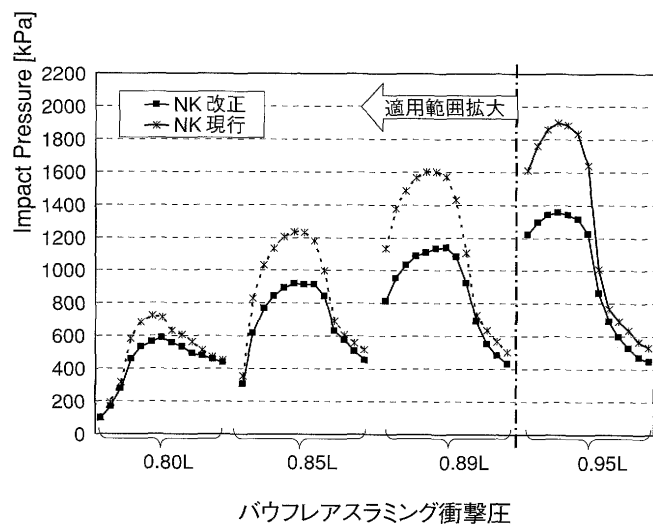


図11 バウフレアスラミング衝撃圧及び外板板厚の前後方向分布 (コンテナ運搬船 L: 約300m)
(破線は現行の荷重算式を0.9Lより後方の箇所に適用した場合の参考値を示す)

4.2 肋骨ウェブの板厚要求算式

船首部付近の肋骨ウェブが損傷した自動車運搬船及びコンテナ運搬船について、今回の改正に基づき肋骨寸法を検討した結果を図12及び図13に示す。これらの図において、中央のグラフは肋骨の塑性断面係数を、右のグラフはウェブの板厚を示している。

これらの図から、実船の肋骨の塑性断面係数は、損傷した肋骨を含め、規則算式による値以上のものとなっている。

しかし、ウェブの板厚については、損傷した箇所を含め増厚が要求されることになり、ウェブの局部座屈損傷を防止できるものとする。なお、非損傷箇所の肋骨ウェブの寸法の増加については、現行規定において評価されていなかった強度特性を、肋骨のスパン、フレア角等の影響を考

慮して評価することとしたためであり、フレア部全体の強度レベルの向上に寄与するものとする。

4.3 肋骨を支持する桁部材の圧縮座屈強度要件

船側縦通肋骨を支持する特設肋骨のウェブに圧縮座屈損傷を生じたコンテナ運搬船に対し、今回の改正による圧縮座屈強度要件を適用した場合の検討例を図14に示す。図14において、棒グラフは実船の寸法を示しており、図中の特設肋骨ウェブの要求板厚は、座屈強度算定式を満足する板厚を逆算して求めたものである。

この図に示す例では、損傷箇所における特設肋骨のウェブのみ、改正算式の増厚により座屈強度を増す必要があり、損傷を生じていない箇所については、実寸法を変更する必要がないことが分かる。

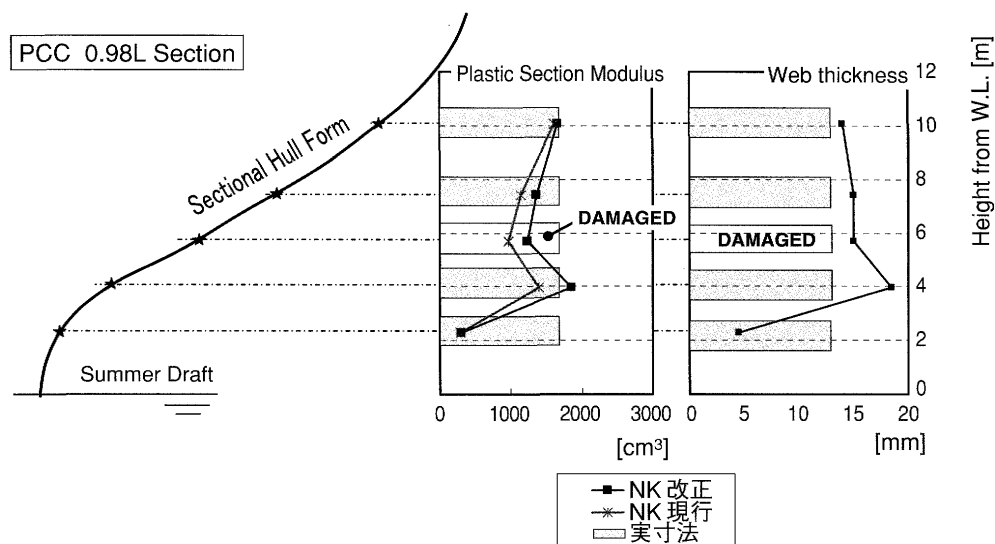


図 12 損傷箇所における肋骨の塑性断面係数及びウェブ板厚
(自動車運搬船 L: 約 190m (0.98L 断面))

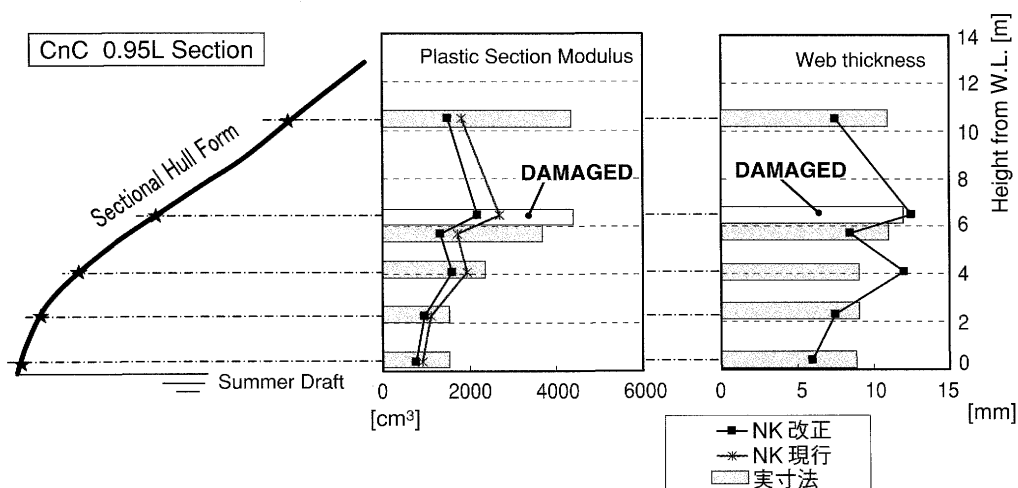


図 13 損傷箇所における肋骨の塑性断面係数及びウェブ板厚
(コンテナ運搬船 L: 約 290m (0.95L 断面))

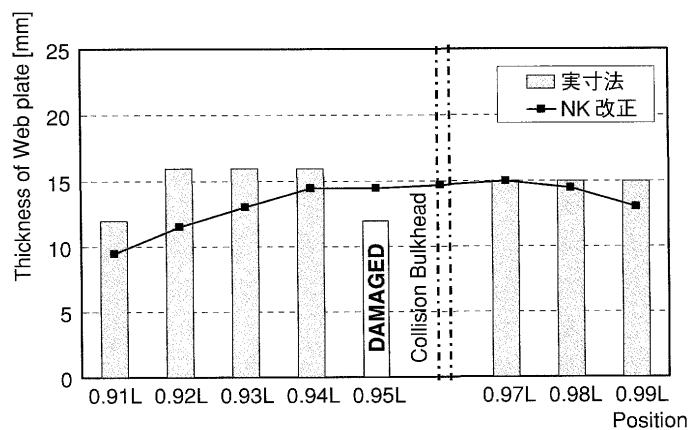


図 14 特設肋骨ウェブ板厚の前後方向分布
(コンテナ運搬船 L: 約 320m)