

2. 鋼船規則 C 編及び CS 編並びに関連検査要領における改正点の解説 (ハッチカバー、ハッチコーミング及び閉鎖装置)

1. はじめに

2024 年 6 月 27 日付一部改正により改正されている鋼船規則 C 編及び CS 編並びに関連検査要領中、ハッチカバー、ハッチコーミング及び閉鎖装置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、2024 年 7 月 1 日以降に建造契約が行われる船舶（全面改正される前の C 編適用船も含む）に適用されている。

2. 改正の背景

IACS 統一規則(UR)S21 及び S21A には、ハッチカバー、ハッチコーミング及び閉鎖装置に関する要件が規定されている。UR S21 は、主にばら積貨物船のハッチカバーを対象としている一方、UR S21A は、UR S21 適用対象外の船舶のハッチカバーについて規定している。

これらの統一規則では、座屈評価手法等の一部の要件が異なっていたことから、IACS は、座屈要件の統一を行うと共に、座屈以外の要件についても、全体的な見直しを行い、船種特有の要件を残しつつも可能な限り UR S21 及び S21A の調和作業を行って、2023 年 2 月に UR S21(Rev.6)として採択した。

このため、IACS 統一規則 S21(Rev.6)に基づき、関連規定を改めた。

3. 改正の内容

主な改正内容は以下のとおりである。

- (1) ハッチカバー及びハルガーダ荷重を受ける部材に対する座屈強度評価手法を規定した UR S35 の制定に併せて、ハッチカバーに関する強度要件を規定した UR S21(Rev.5)（以後、旧 S21）及び S21A(Corr.2)（以後、旧 S21A）の見直しが行われ、旧 S21 及び旧 S21A を統合した UR S21(Rev.6)が制定された。UR S21(Rev.6)では、座屈強度評価を行う際に用いられる、荷重条件、腐食予備厚などが規定され、座屈強度評価については、UR S35 を参照する旨規定している。また、座屈以外の要件についても、全体的な見直しが行われ、旧 S21 及び旧 S21A の船種特有の要件又は船種によらない共通要件を規定している。本改正では、UR S21(Rev.6)に基づいて、主に鋼船規則 C 編及び CS 編のハッチカバーに関する

要件を改めた。なお、UR S35 は、鋼船規則 C 編附属書 14.6 として、UR S35 の構成と整合するように要件が取入られている。

- (2) U 型防撓材を有するハッチカバーについて、有限要素解析におけるモデル作成及び座屈強度評価に関する要件を規定した。
- (3) 有限要素解析の代替として認められている骨組構造解析について、有限要素解析の方が精度が高く、近年では、有限要素解析法の使用が一般的であることから、骨組構造解析に関する要件を削った。

4. 旧 S21 及び旧 S21A の統合による影響

(1) 適用船種

各 UR の適用船種及び NK 規則への取入れ状況を表 1 に示す。旧 S21 及び旧 S21A は、それぞれ適用船種が異なっており、また、旧 S21 は鋼船規則 C 編 2 編に、旧 S21A は鋼船規則 C 編 1 編にと、それぞれ異なった箇所に各 UR が取入れられていた。このため、旧 S21 及び旧 S21A が統合されたことにより、UR S21(Rev.6)では、旧 S21A 適用船舶をタイプ 1 船舶、旧 S21 適用船舶をタイプ 2 船舶と新たに定義した。また、旧 S21 及び旧 S21A の要件を、共通要件又はタイプ船舶毎の要件として、まとめて鋼船規則 C 編 1 編に規定した。これに伴い、鋼船規則 C 編 2 編のハッチカバーに関する要件を削った。

表 1 各 UR の適用船種及び NK 規則への取入れ状況

項 目	IBS21	IBS21A	S21(Rev.6)
適用船種	・ばら積貨物船 ・鉱石運搬船等 (CSR適用船は除く)	IBS21適用船以外の船舶	適用船舶を次の通り定義 (1)タイプ1船舶(旧S21A適用船舶)： 次(2)で規定される船種以外の船舶 (コンテナ運搬船、ボックス型ばら積貨物船等) (2)タイプ2船舶(旧S21適用船舶)： ばら積貨物船、鉱石運搬船等 (CSR適用船除く)
NK規則への取入れ	鋼船規則C編2編に規定 (CSR-B&Tを準用可能)	鋼船規則C編1編に規定	鋼船規則C編1編に規定 (共通要件、船種ごとの要件を規定)

(2) 荷重

各 UR に規定しているハッチカバーの強度評価を行う際に用いられる荷重を表 2 で示す。表に示す通り、垂直波浪荷重、水平波浪荷重及び貨物荷重について、いずれも旧 S21 又は旧 S21A で用いられていた荷重と変更はない。

表 2 各 UR の荷重の比較

項目	IBS21 (鋼船規則C編2編)	IBS21A (鋼船規則C編1編)	S21(Rev.6) (改正案)
垂直波浪荷重	LL条約	LL条約	LL条約
水平波浪荷重	最前端貨物倉の 前端口縁材: 290kN/m ² その他: 220kN/m ²	UR S3 S3.2 (船の長さや幅及び倉口縁材の位置等 のパラメータに基づき算出される荷重)	(1)タイプ1船舶 IBS21Aと同じ (2)タイプ2船舶 IBS21と同じ
貨物荷重		静的及び動的加速度の組合せを 考慮した貨物荷重	IBS21Aと同じ

(3) 局部算式

UR S21(Rev.6)の部材毎の局部算式について、まとめたものを表3で示す。UR S21(Rev.6)では、ハッチカバーの構造部材の局部算式は船種によらない共通算式を規定している一方、ハッチコーミングの一部の構造部材の局部算式はタイプ船舶毎に算式を規定している。従って、いずれも旧 S21 又は旧 S21A で用いられていた局部算式と変更はない。

表 3 UR S21 (Rev. 6) における局部算式

項目		船種ごとの要件	
		タイプ1船舶 (IBS21A適用船舶)	タイプ2船舶 (IBS21適用船舶)
ハッチカバー	頂板の板厚	共通算式	
	防撓材	断面係数	共通算式
		断面積	共通算式
ハッチコーミング	板部材の板厚	IBS21Aの算式	IBS21の算式
	防撓材	断面係数	IBS21Aの算式
		断面積	IBS21Aの算式
	ハッチコーミング ステイ	ウェブの板厚	共通算式
		断面係数	共通算式

(4) 腐食予備厚

UR S21(Rev.6)の腐食予備厚の表は、旧 S21 及び旧 S21A の腐食予備厚の表を統合したものである。従って、旧 S21 又は旧 S21A で用いら

れていた腐食予備厚と変更はない。

(5) FEM 及び座屈強度

各 UR の FEM での降伏強度評価及び座屈強度評価手法について、表 4 で示す。

FEM での降伏強度評価については、旧 S21A の許容応力値が採用された。この許容応力値は、CSR-B&T に規定される許容応力値と同じ値であることから、CSR-B&T の規定を準用することが可能であった旧 S21 適用船舶に対しても、実質的には旧 S21 及び旧 S21A の統合による影響はない。

座屈強度評価手法については、UR S21 は弾性座屈ベースの評価手法が用いられていたことに対して、比較的最近開発された UR S21A 及び CSR-B&T では、より精確に部材の耐力を評価することが出来る最終強度ベースの評価手法が用いられていた。

UR S21 (Rev.6)では、CSR-B&T に規定している最終強度ベースの評価手法が採用され、従来よりも座屈要件の精度及び汎用性が向上した。

表 4 各 UR の FEM での降伏強度評価及び座屈強度評価手法の比較

項目	IBS21 (鋼船規則C編2編)	IBS21A (鋼船規則C編1編)	S21(Rev.6) (改正案)
降伏強度評価における 許容応力	直応力: $0.8\sigma_y$ せん断応力: $0.46\sigma_y$	ミーゼス等価応力	
		FEM 垂直波浪荷重: $0.8\sigma_y$ 上記の荷重以外: $0.9\sigma_y$ 上記の荷重以外: $0.9\sigma_y$	FEM 垂直波浪荷重: $0.8\sigma_y$ 上記の荷重以外: $0.9\sigma_y(S+D)$ 又は $0.72\sigma_y(S)$ (S:静的荷重状態 D:動的荷重状態)
座屈強度評価手法	弾性座屈ベース	最終強度ベース	最終強度ベース