

油タンカー用共通構造規則

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
135	App B/2.2.1.12	Question	スニップ端のモデル化	2006/9/11	<p>スニップ端を有する防撓材が単一要素でモデル化される場合、断面積の25%をどのように与えるのか？</p> <p>1. 端部のスニップ形状を考慮した平均断面積の25%を要素全体に与える。または、</p> <p>2. スニップ形状を考慮した端部2dwの範囲の平均断面積と残りの部分の平均断面積を個別に計算し、端部2dwの範囲の平均断面積の25%と残りの部分の平均断面積の平均をとる。</p> <p>3. スニップ形状を考慮しない端部2dwの断面積の25%と、残りの部分の平均をとる。</p> <p>このような取り扱いは縦曲げ応力が作用しないウェブスティフナーに対し行うのか？</p>	<p>推奨するモデル化は次のとおりです。</p> <p>防撓材の両端がスニップする場合、3つもしくはそれ以上の要素に分割します。両端の要素は表B.2.1に従い、25% An-net50の断面積を有するようモデル化し、残りの要素の断面積は100% An-net50とします。</p>	
157	App B/3.1.2.1	Question	詳細メッシュ解析	2006/10/23	<p>(1) 3.1.2.1の要件により、貨物タンク内横桁の下部に取り付けられるブラケットの先端部は、3.1.6に規定するスクリーニング基準に適合しない場合、詳細メッシュ解析によって評価する必要がある。コースメッシュ解析の結果がスクリーニング基準を満足するまで、このような箇所の構造寸法を増厚した場合、詳細メッシュ解析が要求されるか否かを確認願う。</p> <p>(2) 考慮する構造がスクリーニング基準を満足するが、詳細メッシュで得られた応力が表 9.2.3の許容値を満足しない場合、増厚は要求されるのか。</p>	<p>(1) コースメッシュ解析に基づき構造寸法が増厚された結果、スクリーニング基準を満足した場合には、詳細メッシュ解析は要求されません。</p> <p>(2) もし詳細メッシュ解析が行われ、基準を満足しない場合には、詳細メッシュ解析の結果に基づいて、増厚もしくは形状変更がなされるべきです。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
185	Figure B.3.1 & App. B/3.1.3	CI	曲げ構造のホッパー下部ナックル部	2007/10/1	現在の規則では、曲げ構造のホッパー下部ナックル部について、図C.2.4に示されている構造詳細に適合している場合はホットスポット疲労強度解析は行われなため、タンク構造FE以上の計算は要求されない。しかしながら、応力レベルを確認するため少なくとも詳細メッシュ解析は行われるべきである。	9節2.3.1.3において要求されている場合を除き、曲げ構造のホッパー下部ナックル部に対しては、追加の解析(詳細メッシュ解析)は要求されません。	
239	B/2.3	Question	荷重条件の数	2006/11/7	付録B、直接計算における荷重条件の数 直接計算において未だ多数の荷重条件が用いられている。少ない荷重条件でも支配的な荷重状態を評価することができるようなソフトを開発することは可能と思われる。強度基準を満足しない荷重条件を識別することが対策検討のために必要であるが、多数の荷重条件によりこれが困難となっている。荷重条件の数は減らすべきである。	コメント拝承。現在のところ、直接計算手法の簡便化のため具体的な作業予定はありませんが、将来的にIACSIにて検討することになると考えられます。	
298	B/2.7.2	Question	せん断応力修正	2007/2/20	付録B.2.7.2『応力評価』 B/2.7.2.4にせん断応力の修正方法が規定されている。モデルの板厚(tmod-net50)が表B.2.2のt2-net50で与えられている場合、修正せん断応力"rcor"は"telem"より小さくなる。単純なせん断修正を考えれば、この結果は妥当で容認できるものとみなされているように思える。確認願う。	1) B/2.7.2.5の基準を満たす場合を除き、モデルで考慮されていない小開口(表B.2.2の1行目に該当する場合であって、例えば、局部防撓材用のスロット、スカラップ、ドレインホールやエアホールなど)がある場合、せん断応力はB/2.7.2.4により修正されます。 2) モデルで考慮されていない追加の小開口がなく、telem(板厚t2に基づいた応力で、B/2.7.2.4の修正をしないもの)を用いて計算される等価応力が基準を満足する場合、telemはせん断修正を行う応力より厳しいので、B/2.7.2.4によるせん断応力の修正は必要ありません。しかしながら、一貫した規則適用のために、せん断応力の修正を適用することを推奨します。 3) 考慮されないような小開口がモデルに存在するか、telem(板厚t2に基づいた応力で、B/2.7.2.4の修正をしないもの)を用いて計算される等価応力が基準を満足しない場合には、実際のせん断応力を正しく評価するために、B/2.7.2.4のせん断応力修正が必要です。	
574 attc	Text B/2.7.3.7	CI	波型隔壁の座屈評価	2008/3/28	貨物タンクFE解析において波型隔壁の座屈評価を行うよう、10/3.5.2やB/2.7.3.7に規定されているが、評価箇所や要素応力の平均化といった具体的な評価手法についての規定がない。	添付のファイルをご覧ください: 共通解釈 CI-T1	有

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
575 attc	7/4, 8/2, App.B & App.C	CI	高比重貨物の積付け制限	2008/3/28	高比重貨物を部分積載する場合の積付け制限に関する検討方法について教示願いたい。	添付のファイルをご覧ください: 共通解釈 CI-T2	有
576 attc	App.B	CI	開口周辺のFEM評価手法	2008/3/28	実際の開口寸法や防撓構造により、あるいは、開口がモデル化されているかどうかによって、応力評価や座屈評価の手法が異なると思われるが、現行の規則には明記されていない。	添付のファイルをご覧ください: 共通解釈 CI-T3	有
691	B/2.2.1.15	Question	PSMの開口部のモデル化	2008/4/4	<p>主要支持部材のウェブに設けられる開口部のモデル化の要件は、付録B/2.2.1.15及び表B.2.2で与えられ、4種類ある開口部のモデル化手法のうち2つでは、開口部の形状をモデル化する代わりに等価板厚を使用するよう規定されている。この規定があるにもかかわらず、3ホールドのコースメッシュモデルにおいて、主要支持部材のウェブ開口部のメッシュを削除している例が見受けられる。このような手法は認められるのか、あるいは禁止されるべきであるのか？</p>	<p>開口部の板厚を減じる代わりに、開口部の形状をモデル化することができます。しかしながら、要素を削除することによって開口部をモデル化する場合、開口部の形状が正しくモデル化されなければなりません。少なくともモデル化された開口は、実際の開口面積全体を含む必要があります。</p> <p>注記: 開口がモデル化されている場合、表B.3.1によるスクリーニング基準は適用されず、応力レベルを評価するために詳細メッシュ解析を行う必要があります。 表B.3.1によるスクリーニング基準は、表B.2.2に従い板厚を減じることにより開口部をモデル化した場合にのみ適用可能です。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
707	Table B.2.4	Question	荒天時又は緊急時バラスト状態	2008/6/24	<p>表B.2.4の荷重ケースB7は、荒天時または緊急時に、貨物タンクにバラスト水を漲水する状態を表している。</p> <p>－表中の図では、バラスト積載する貨物タンクに隣接する二重底及び船側バラストタンクに漲水されている。バラスト積載される貨物タンクに隣接するバラストタンクを空にするような荒天時または緊急時バラスト状態を想定してよいか？</p> <p>－荷重ケースB7では、SWBMの100%を適用するよう規定されており、これは横方向に位置する貨物タンクにバラスト漲水する場合には妥当なものである。荒天時あるいは緊急時には、非対称なタンク(例えば、2番タンク左舷と4番タンク右舷)に漲水する場合がある。このような場合であっても、100%SWBMを適用すべきか？ このような非対称積付に対し、追加の強度検討が必要か？</p>	<p>荒天又は非常バラスト状態において、バラスト漲水する貨物タンクに隣接するバラストタンクが空になる場合、このような操船上の制限をローディングマニュアルに記載する必要があります。</p> <p>ローディングマニュアルに記載される実際の積付パターンが荷重ケースB7と異なる場合、実際の積付パターンを使用します(表B.2.4、備考7参照)。</p> <p>荒天時バラスト状態の解析においては、非対称積付状態を含め、100%SWBMを使用します。</p> <p>非対称積付状態に対する追加の強度検討については、各船級協会の判断によります。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
715	Table B.3.1	RCP	PSMの開口部に対するスクリーニング基準	2008/6/19	PSMの開口部のスクリーニング基準を適用する際、付録B表B.3.1の備考(2)に従って、せん断応力を修正する必要がある。この場合、" t_{actual} (表B.2.2に従って設定されたFEモデル上の板厚)/実際のネット板厚 (図面寸法から腐食量を引いた板厚)"の比によって、せん断応力を修正しなければならないと考える。	<p>表B.3.1備考(3)は、同表によるスクリーニング基準は、有限要素モデルが規則に基づく場合にのみ適用可能である、ということを明確にするためのものです。これには、開口部の面積を減じる場合には、表B.2.2に従う必要があることを含んでいます。言い換えれば、ウェブの開口部の板厚が、表B.2.2に従って減じられていない場合には、同スクリーニング基準は適用できません。</p> <p>より明確にするために、備考(1)と(2)を以下のように修正することを提案します。備考(3)については変更はありません。</p> <p>(1)本表に規定されているスクリーニング基準は、ウェブの開口部における板厚が表B.2.2に従って減じられる場合にのみ適用される。降伏応力判定係数を用いたスクリーニング判定に先立って、要素せん断応力は付録B/2.7.2.4の算式により修正を行うこと。</p> <p>(2) 表B.2.2の規定により、開口の形状をモデル化することが要求される場合、応力レベルを評価するために詳細メッシュFE解析を行う必要がある。この場合、本表に規定されるスクリーニング基準は適用されない。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
792 attc	Text B/3.1.4.2 & Figure B.3.3	Question	詳細メッシュFE解析	2008/8/29	<p>付録B/3.1.4.2において、甲板又は二重底の縦通防撓材と横置隔壁付き防撓材の結合部に隣接する箇所に対してのみ、詳細メッシュ解析が要求されている。しかしながら、詳細メッシュが要求される範囲を示す図B3.3には、これらの隣接部に加え、横置隔壁の隣にある最初のフロアも含まれている。</p> <p>このような隣接箇所の次にあるフロアも詳細メッシュ解析で評価されることが要求されるかどうか明確にされたい。(添付図参照)</p>	<p>横置隔壁位置及び横置隔壁の隣接するフロア位置における端部結合部に対してのみ、詳細メッシュ解析による評価が要求されます。付録B3.2.4のモデル化に関する記述も参照願います。</p>	有
813	Table B.3.1	Question	スクリーニングにおけるせん断応力修正	2008/8/29	<p>スクリーニング基準におけるせん断応力修正に関するKC715において、質問者の理解は明解で妥当なものと思われるが、KCで提示された回答はかえって混乱を生じさせる。本件に関する以下の解釈が正しいか、確認されたい。</p> <p>(1)表B.3.1に規定されるスクリーニング基準は、貨物タンクFEモデルにおいてその形状がモデル化されない開口部に適用される。これは、開口が小さいため表B.2.2に従って板厚を減じる必要がないウェブにも適用される($h0/h < 0.35$かつ $g0 < 1.2$)。</p> <p>(2)表B.2.2により板厚が減じられる場合、要素せん断応力(τ_{XY})は t_{mod_net50} / tw_net50 の比を乗じることにより修正される。 t_{mod_net50}: 表B.2.2に従って減じられたウェブの板厚 tw_net50: ウェブの実際のネット板厚</p> <p>(備考) 現行の表B.3.1の備考2の解釈として、tw_net50 / t_{mod_net50} の比を乗じるという別の修正方法も考えられるが、開口によるせん断面積減少の影響を二度考慮することになるため、適用されるべきではない。</p>	<p>(1) ご理解のとおりです。当該スクリーニング基準は図B.3.1の影付き部分に位置する小さな開口部($h0/h < 0.35$かつ $g0 < 1.2$)にも適用されます。詳細メッシュ解析あるいは付録B/3.1.6で示されているスクリーニング基準に基いた評価は、影付きでない部分に位置し、$h0/h < 0.46^*$ かつ $g0 < 1.2$であって、端部が半円弧(すなわち開口部の半径が$b/2$と等しい)の開口部には適用されません。</p> <p>(2)付録B/2.7.2.4を参照ください。</p> <p>なお、現行の備考2はKC715の内容に合わせて改正することを提案しています。</p> <p>*NK註: 0.35の誤記と思われる。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
898 attc	Table B.2.2	Question	開口部の形状	2009/3/12	KC ID691により、減じた板厚の代わりに開口部の形状をモデル化することができる。添付に示すような開口部近傍の板の座屈評価について、より正確に計算できると考えられる『開口部のモデル化』が、『減じた板厚手法』による座屈評価の代わりに適用できるか？	<p>1) 共通解釈CI-T3によると、開口部の形状は付録B表B.2.2に規定される平均板厚の代わりにカーゴタンクFEモデルに含めることができます。従って、カーゴタンクFEモデルにおいて開口部が大きくない場合(例えば$h_0/h < 0.5$)にあつては、開口部のモデル化に対し二つの選択肢があります。一つは平均板厚を適用する方法、もう一つは開口部の形状をモデルに含める方法です。結果的に二種類のFEモデルを使うことができます。</p> <p>2) CI-T3の図PR1において応力及び座屈評価を行う際、通常このような二つのFEモデルのうち一つだけが選択され、適用されます。更に、構造評価の全ての過程が規則及びCI-T3に従うのであれば、両方のFEモデルを用いることも可能です。(例えば一つのモデルを応力評価に適用し、もう一つを座屈評価に適用する等)</p>	有

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
905	B/2.7.1.1 & Fig B.2.14	Question	貨物タンク有限要素モデル	2009/4/6	<p>付録B 2.7.1.1により、図B.2.14 に示すように、3 タンク有限要素モデルの中央部タンクとその前後部を含み、横隔壁付水平桁及び端部ブラケットを含む、長さ方向の範囲内にある各構造部材について、許容基準に対する解析結果の検証を行うこと。中央部貨物区域のタンク強度評価については、縦強度部材、主要支持部材及び横隔壁の応力値及び座屈強度を検証すること。</p> <p>図B.2.14は長さ方向の範囲内にあるFE計算検証を明確に説明している。しかし、横方向の部材に対してFE計算検証は不明確である。横隔壁付水平桁及び端部ブラケットに非常に小さい影響しか与えない横隔壁より後方にある最初のフロア及び横隔壁より前方にある最初及び2番目のフロアの船底構造も主要支持部材として、同様に検証されなければならないか？ 動的荷重5aの荷重パターンA5のFE荷重ケースでは、TBHDより後方にある最初のフロア及びTBHDより前方にある最初及び2番目の船底構造は、2つのTBHD間に作用する応力よりも高い応力が見られるが、3 タンク有限要素モデルの対象ではない。</p>	<p>図B.2.14に示されている、灰色に塗られた部分にある全ての要素が評価されます。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
953 attc	B/2.5.1.2, B/2.5.3.2	CI	垂直せん断力	2009/10/23	<p>付録B、2.5、2.5.1.2及び2.5.3.2 有限要素モデルに適用される局部荷重によるせん断力分布の計算において、横隔壁の構造重量により横隔壁位置において垂直せん断力が不連続になる。目標値に合うように要求される調整量を決定するための基準としてどのせん断力(すなわち、最大値又は最小値)を用いられなければならないかが明確でない。</p>	<p>鉛直方向の分布荷重は、有限要素モデルの中央部タンクの前後隔壁における要求せん断力(Q_{targ})を算出するために適用しなければなりません。ここで、有限要素モデルが中央部タンクの中央位置で対称である場合(つまり、有限要素モデルの前後部タンクは同じ長さかつ同じ配置)、せん断力の修正量(ΔQ_{fwd}及びΔQ_{aft})は前後隔壁位置において同じであるということに注意しなければなりません。せん断力の修正量(ΔQ_{fwd}及びΔQ_{aft})は、隔壁位置における局部荷重による(絶対値)最大せん断力に基づかなければなりません。理由は以下の通りです。 (1)調整後のせん断力は要求値を上回ることはありません。せん断力の調整量を導くための基準として、局部荷重による(絶対値)最小せん断力を用いた場合、最終的なせん断力はある位置での要求値を上回るようになります。 (2)高せん断力箇所は横隔壁の前後の要素となります。これらのうち、横隔壁付水平桁に接する横隔壁の前方部分が最も高いせん断応力となります。 (3)これが意図するところは以下のとおりです。 (a)サギング状態(隔壁前部のせん断力+ve)が、前方隔壁の前方域と後方隔壁の後方域をカバーする。 (b)ホギング状態(隔壁前部のせん断力-ve)が、後方隔壁の前方域と前方隔壁の後方域をカバーする。 隔壁近傍の部材寸法は、両隔壁位置の最大値に基づく必要があります。添付図参照。</p>	有

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
960	B/2.7.1.1 & Fig B.2.14	Question	中央部区域のタンク強度評価	2009/10/23	<p>KC ID 905関連: KC ID 905の回答によると、図B.2.14中の網掛け部の全ての要素について、評価しなければならないとある。この回答に関し、中央部タンクの前後部にある横桁及び支持構造を含む、中央部タンクの構造部材を評価することが適当であると理解している。</p> <p>しかしながら、網掛け部である船底肋板を含むタンク構造の強度評価をこの回答に従い行う場合、KC905の質問者が指摘したように、ローディングパターンA5_5aにおいて、3タンクFEモデルの中央部タンク外に配置された横部材（すなわち、中央部タンク後方の横隔壁より後方にある最初のフロア及び中央部タンク前方の横隔壁より前方にある最初及び2番目のフロア）は、中央部タンク内の横部材よりも高い応力を示す。</p> <p>上記の結果がCSR開発時における試計算結果等を参考に、上記結果が正しいか確認されたい。</p>	<p>積付パターンA5/5aの喫水は、実際の船舶のローディングマニュアルにおける検討に基づきます。表B.2.3備考7において、実際のローディングマニュアルから積付状態に対応する喫水が得られるのであれば、異なる喫水を用いることを許可しています。</p>	

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
1013	Table B.3.3	RCP	横隔壁付水平桁のヒール部における降伏強度の使用係数	2010/2/12	<p>タンカーCSR 付録B 表B.3.3は、横隔壁付水平桁のヒール部における詳細メッシュ解析のスクリーニング基準を規定している。本表内の算式によると、縦通隔壁付水平桁におけるヒール部のλyは、x方向の要素の軸応力σ_xに応力集中係数を乗ずることで得られる。また、船側の水平桁及び横隔壁付水平桁のヒール部のλyは、Von Misesの等価応力σ_{vm}に応力集中係数を乗ずることで得られる。しかしながら、FEAにより得られたσ_x 及び σ_{vm}が局部応力及びハルガーダ応力の合計を表すため、中立軸から離れた、ハルガーダ応力の高い詳細メッシュ要素に対しては、スクリーニングは、厳しくなる結果となる。例えば、中立軸近傍の水平桁の局部応力は、上甲板に近いものより高くなるが、上甲板に近い水平桁のスクリーニング結果は、σ_x 及び σ_{vm}に含まれるハルガーダ応力の影響により、中立軸近傍にあるものより厳しい。応力集中係数は局部応力にのみ適用されなければならないと考える。上記の解釈を確認し、λyの計算式を再検討されたい。</p>	<p>スクリーニング基準は粗いメッシュの貨物タンク有限要素解析及び詳細メッシュの有限要素解析から得られた応力の相関に関する検討に基づき開発されています。これは構造詳細箇所近傍の局部的な応力を安全側に評価するよう意図したスクリーニング算式で、貨物タンク有限要素解析から得られる応力に基づいており、更に詳細メッシュ解析の実施の必要性を確認するためのものです。これらの式は応力レベルの正確な予測をするものでは有りません。船側水平桁及び横隔壁付水平桁のヒール部での局部応力は貨物タンク有限要素モデルのヒール部に接している要素のVon Mises応力に比例することが判明しております(規則内付録B表B.3.3に示されるスクリーニング算式参照)。応力集中係数3.0は貨物タンクの応力と詳細メッシュ解析の結果の相互関係に由来します。縦通隔壁水平桁及び横隔壁付水平桁のヒール部での局部応力は貨物タンク有限要素モデルのヒール部に接している要素の縦通方向の軸応力に比例することが判明しました(規則内付録B表B.3.3に示されるスクリーニング算式参照)。応力集中係数5.2は貨物タンクと詳細メッシュ解析の結果の相互関係から導かれています。従って規則本文は現行のままとなりますが、今後の検討のため貴コメントを拝領いたします。</p>	
1035 attc	B/2.5.3.2,3,4	Question	同一横断面に配置されていないフレームにおけるハルガーダせん断力分布	2010/3/22	<p>タンカーCSR付録B 2.5.3において、せん断力分布の調整手順が規定されている。しかしながらこの手順は各フレームの全構造部材が同一の横断面に配置されている船舶にのみ適用されると思われる。フレームの構造部材が同一の横断面に配置されていない船舶(添付図参照)、すなわち、船側、ホッパータンク及び二重底にあるフレーム構造部材が同一横断面にない場合、ハルガーダせん断力をどのように調整するか？</p>	<p>添付図のような状況について、特殊なフレームを無視してその前にあるフレームのせん断力を求めることができます。</p>	有

KCID No.	関連規則	種別	項目	完了日	質問	回答	添付有無
1081 attc	Tanker Table B.3.1	Question	CI-T3に関するコメント	2010/11/22	CI-T3に関しコメントする。添付資料参照。	開口部の軽減係数がパネルの限界強度及びパネルに作用するせん断応力の両方に適用されなければならないことから、現行のCI-T3は正しく定められています。つまり、10節3.4.1.1 のC _{shear} (ケース6の軽減係数)は、開口部により修正された座屈係数 $K=K \times r$ を用いて計算されなければなりません。また、パネルの平均せん断応力についても開口部により修正されなければなりません。	有
1097	Text 9/2.3.1, App.B/3.1, Sec.9/3.3, App.C/2	Question	ホップナックル交差部における詳細メッシュ解析	2011/10/5	9節2.3.1及び付録B.3.1に従って、上部ビルジホップナックル交差部は詳細メッシュ解析により評価されなければならない。一方、下部ビルジホップナックル交差部については、9節3.3及び付録C.2に従って、疲労に対する極詳細メッシュ解析により評価されなければならない。下部ビルジホップナックル交差部と同様の構造である上部ビルジホップナックル交差部の構造解析は、詳細メッシュ解析より高度な解析手法である極詳細メッシュ解析を行うことが可能であると考えられる。上部ビルジホップナックル部の構造評価として極詳細メッシュ解析を行うことは容認されるか。	現在(タンカーCSRにおいて)上部ビルジホップナックル部に疲労評価を行うという手順はなく、各船級の要件に従わなければなりません。	

波形隔壁の座屈評価

関連規則

9/2.2.5	許容基準
Table 9.2.2	座屈に対する最大許容使用係数
10/3.2	板部材の座屈
Table 10.3.1	平板部材における座屈係数及び軽減係数
10/3.5.1	支柱、柱及びクロスタイ
10/3.5.2	波形隔壁
B/2.7.3.7	座屈強度評価

内容

貨物タンクFE解析における波形隔壁の座屈強度評価手法及び具体的説明

共通手法

1. 一般

高度座屈解析手法の適用が適切でないため、垂直または水平波形縦通隔壁あるいは横隔壁にあっては、以下の2つの座屈モードの座屈強度を9節2.2.5(表9.2.2)及び10節3.5.2の規定に従って評価すること。

A. 波形フランジ部材のパネル座屈（9節2.2.5, 10節3.5.2.1, B節2.7.3.7参照）:

フランジパネルの局部座屈を、表10.3.1のケース 1を用いた一軸圧縮下の平板の座屈としてチェックする。この場合、 $\psi = 1$ （一様圧縮応力）とし9節2.2.5(表9.2.2)の許容基準を適用する。

B. 波形全体のコラム座屈（9節2.2.5, 10節3.5.2.2参照）:

軸圧縮を受ける波形隔壁の座屈強度を、柱の座屈モードとしてチェックする。この場合、10節3.5.1に規定する手法と9節2.2.5(表9.2.2)の許容基準を適用する。

波形隔壁の種類による要求の有無:

	波形隔壁の種類	
	水平	垂直
縦通隔壁	要求される	局所的な上下荷重が作用する場合にのみ要求される
横隔壁	要求される	

2. 評価手法

- 各座屈強度評価のフローチャートを図PR1に示す。
- 各座屈強度評価の詳細を表PR1に示す。
- 垂直波形隔壁のフランジパネル座屈における要素応力の平均化及び内挿方法についての具体的な例を図PR2に示す。

本座屈強度評価は、圧縮力を受ける全ての波形ユニットに対し、また全ての荷重ケースに対し適用する。

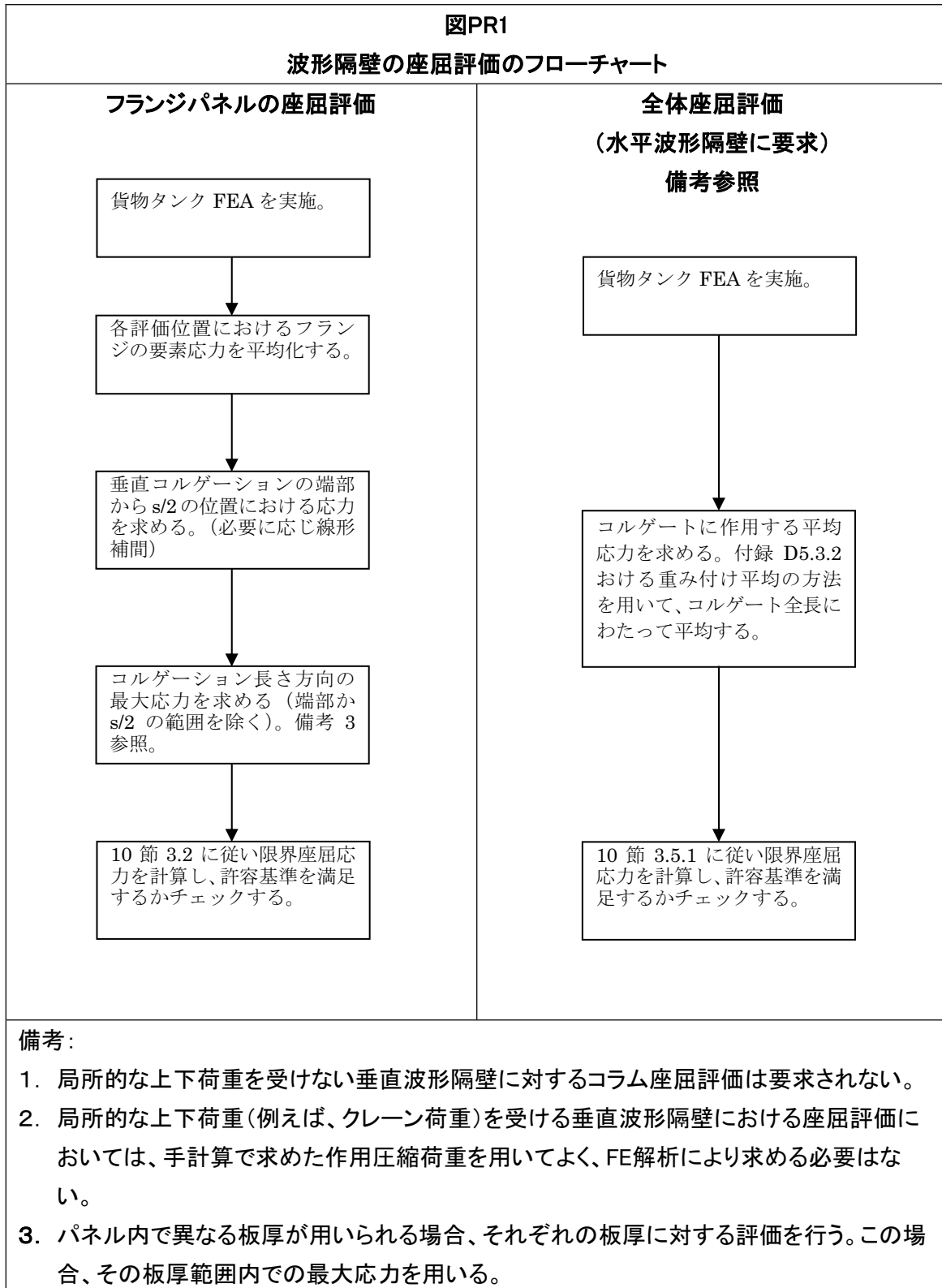


表 PR1 波形隔壁の座屈評価の要件一覧

	座屈モード	フランジパネル	全体座屈（備考1参照）
1	適用	全てのフランジに適用する。	ページ1のB. を参照。
2	評価対象の構造要素	波形隔壁の全てのフランジパネル。 複数の板厚がフランジパネル内で用いられる場合、それぞれの板厚範囲内での最大応力を求め、それぞれの板厚に対し座屈評価を行うこと。	それぞれのコルゲート単位（コルゲートの間隔） すなわち、フランジの半幅+ウェブ+フランジの半幅
3	応力の種類	要素中心における膜応力	要素中心における膜応力
4	応力の方向	コルゲートのナックルに平行な応力成分 コルゲートのナックルに垂直な応力成分に対する座屈モードは支配的ではなく考慮する必要はない。	コルゲートのナックルに平行な応力成分
5	使用する応力	コルゲート長さの端部から $s/2$ の点より内側に位置するフランジにおいては、FE解析より得られた応力を使用する。 コルゲート長さの端部 $s/2$ の範囲内に位置するフランジにおいては、 $s/2$ の位置における応力を用いる。 図PR2を参照のこと。	一つのコルゲート間隔内の応力、すなわち、フランジの半幅+ウェブ+フランジの半幅の範囲内の応力。 コルゲートの全長を考慮する。（端部から $s/2$ の範囲も含む）
6	応力平均化：コルゲートのナックルに垂直な方向	フランジ幅に渡って平均化してよい。 図PR2を参照のこと。	一つのコルゲート間隔毎、すなわち、フランジの半幅+ウェブ+フランジの半幅の範囲毎に、コルゲートスパン全長に渡って応力を平均化する。
7	応力平均化：コルゲートのナックルに平行な方向	平均化を行ってはならない。 図PR2を参照のこと。	この場合端部から $s/2$ の範囲も含める（端部の高応力の影響は、全長に渡る平均化により無視できると想定している） 要素サイズが異なる場合や圧縮と引張応力が混在する場合には、付録D5.3.2の方法で求めた重み付け平均を用いること。

	座屈モード	フランジパネル	全体座屈（備考1参照）
8	座屈評価に用いる最終応力	<p>上記6.で求めた平均圧縮応力の最大値、ただし、コルゲートのスパン端部から$s/2$の範囲を除く（s=フランジの幅）</p> <p>端部から$s/2$の位置における応力が要素応力から直接得られない場合には、周辺の要素中心における応力を線形補間して求める。端部から$s/2$の範囲内の応力は、$s/2$における応力に等しいものとする。</p> <p>フランジパネルにおいて、異なる板厚が用いられている場合、それぞれの板厚範囲における最大応力を用いること。</p>	<p>上記6.及び7.により求めた平均応力</p>
9	限界座屈応力	<p>表10.3.1のケース 1を用い、$\psi = 1$（一様圧縮応力）とする。</p> <p>異なる板厚が用いられている場合、それぞれの板厚範囲における最大応力を用い、それぞれの板厚に対しチェックを行うこと。</p>	<p>10節3.5.1.3の規定に従い、柱としての座屈モードをチェックする。</p> <p>10節3.5.1.4や10節3.5.1.5に規定する振り座屈を考慮する必要はない。</p> <p>面外圧力による曲げの影響は無視して差し支えない。</p> <p>コルゲートスパン長さの途中で、ウェブやフランジの板厚が変化する場合、最も座屈強度が小さくなる箇所における寸法を用いること。</p>
10	使用係数	<p>9節2.2.5(表9.2.2)における“フランジの座屈”に対するもの、すなわち；</p> <p>S+D:0.9、S:0.72</p>	<p>9節2.2.5(表9.2.2)における“円柱座屈”に対するもの、すなわち；</p> <p>S+D:0.9、S:0.72</p>
<p>備考</p> <p>局所的な上下荷重（例えば、クレーン荷重）を受ける垂直波形隔壁における座屈評価においては、手計算で求めた作用圧縮荷重を用いてよく、FE解析により求める必要はない。このような場合、端部の拘束条件は単純支持とすること。ただし、コルゲート深さの2倍を超える幅を有するスツールがある場合、あるいは下部スツールを介さず内底板に直接結合する場合にあっては、固定条件を用いて良い。</p>			

図 PR2
垂直波形隔壁のフランジパネル座屈における要素応力の平均方法及び補間方法



- フランジにおける要素応力を、コルゲートのナックルに垂直な方向に平均化する。
- コルゲートのナックルに平行な方向には、要素応力の平均化は行わないこと。
- 下端からs/2の位置における応力が、要素応力から直接得られない場合には、補間によって求める。
- フランジの幅方向に平均化を行い、下端からs/2の位置における応力を求めた後で得られる最大応力を座屈評価に用いる。
- フランジパネルにおいて、異なる板厚が用いられている場合、それぞれの板厚範囲における最大応力を用い、それぞれの板厚に対しチェックを行うこと。

$\sigma_{V11}, \sigma_{V12}, \sigma_{V21}, \sigma_{V22}$: 要素中心における上下方向膜応力

σ_{V1} : σ_{V11} と σ_{V12} との平均応力

σ_{V2} : σ_{V21} と σ_{V22} との平均応力

$\sigma_{s/2}$: σ_{V1} と σ_{V2} との補間より求めた、下端よりs/2の点における応力

$\sigma_{V3}, \sigma_{V4}, \sigma_{V5}, \sigma_{V6}, \dots, \sigma_{Vn}$: フランジに作用する上下方向平均応力

$\sigma_{final} = \max(\sigma_{s/2}, \sigma_{V3}, \sigma_{V4}, \sigma_{V5}, \sigma_{V6}, \dots, \sigma_{Vn})$

適用日

この共通解釈は2008年4月1日より適用する。

背景

貨物タンクFE解析における波形隔壁の座屈評価の要件は、10節3.5.2及び付録B2.7.3.7に規定されており、追加の説明が関連する技術背景資料に掲載されている。しかしながら、これら規則及び資料には、評価箇所や応力の平均化方法といった、座屈評価に関する具体的な手法についての十分な記述が不足している。本資料は、波形隔壁の座屈評価に関する具体的な手法をまとめ、より明確にするために準備したものである。

高比重貨物積載時の積み付け制限

関連規則

7/4	スロッシング荷重及び衝撃荷重
8/2	貨物タンク区域
App. B	構造強度の評価
App. C	疲労強度評価

内容

高比重貨物積載時の積み付け制限に関する計算手順について規定する。

共通手法

高比重貨物の積み付け高さ h_{HL} は、以下の値を超えないこと。

$$h_{HL} = h_{tk} \left(\frac{\rho_{appd}}{\rho_{HL}} \right)$$

ここに、

h_{tk} :	タンク高さ
ρ_{appd} :	満載積載可能として承認された最大貨物密度
ρ_{HL} :	考慮する高比重貨物の密度

LSM/PSMIに関する強度チェック（8節2）

特に要求されない。（貨物密度 ρ_{HL} におけるタンク底部に発生する圧力は、海水と同じ設計比重によって発生する圧力を超えないと想定している）

スロッシング（7節4）

- 高比重貨物を部分積載する場合、部分積載の最大積載高さより下方の範囲に対して、当該高比重貨物の密度を用いたスロッシング評価を行う。
- 異なる高比重貨物を積載する場合にあっては、最大積載高さと貨物比重の組み合わせを複数考慮することが必要となることがある。

疲労評価（2節3.1.8.2）

2節3.1.8.2により、満載設計喫水 T_{full} での均等積付状態における貨物密度の最小値は、 $0.9t/m^3$ である。

$0.9t/m^3$ の貨物密度、または、満載設計喫水 T_{full} での均等積付状態における貨物密度のうちいずれか大きい方を使用すること。2節3.1.10.1.(g)に規定するように、高比重貨物を定期的に部分積載する船に対する疲労検討は船主の特別要求であり、規則では考慮されない。設計条件として特に明示されない限り、疲労検討において高比重貨物を考慮する必要はない。

FE強度評価

部分積載状態に対する追加の荷重ケースは、貨物を満載する標準的な荷重ケースに基づくものとし、貨物密度を以下のように修正する。

$$\rho_{appd} = \rho_{HL} \times (h_{HL} / h_{tk})$$

ローディングマニュアル

高比重貨物の最大許容積み付け高さは、ローディングマニュアルに記載すること。

適用日

この共通解釈は2008年4月1日より適用する。

背景

LSM/PSMに関する強度チェック（8節2）

高比重貨物に対し積み付け制限を課した場合、海水比重を用いた場合と同じ圧力（多少の余裕分を含む）となるため、追加の強度チェックは不要である。

スロッシング

高比重貨物の部分積載では、スロッシング荷重が増加するため、チェックが必要である。

疲労評価

2節3.1.8.2の要件により、通常はローディングマニュアルに記載される貨物比重を用いた疲労検討が行われる。疲労寿命は中性軸より下方ではバラスト状態に支配されるため、高比重貨物によってはあまり影響を受けない。また、貨物タンク上部の防撓材にあっては、貨物の比重が大きくなると影響を受けるが、部分積載時には貨物圧力自体を受け難いため、その影響は小さい。

FE強度評価

CSRでは、考慮すべき荷重ケースを予め規定しているが、これより厳しくなる荷重ケースがローディングマニュアルに記載される場合には、追加の荷重ケースについて検討する必要がある。

FE解析における開口部の取扱い

関連規則

表 9.2.1	最大許容応力
表 9.2.2	座屈に対する最大許容使用係数
表 9.2.3	詳細メッシュ解析に対する最大許容膜応力
10/3.4.1	開口部に対する主要支持部材のウェブ座屈
表 10.3.3	軽減係数
B/2.2.1.15	開口部のモデル化手法
表 B.2.2	桁板の開口部のモデル化手法
図 B.2.8	ウェブの開口部
B/2.7.2.4	開口部における要素せん断応力の修正
B/2.7.2.5	開口部における要素せん断応力の修正の例外
B/2.7.3.8	開口部における座屈評価
B/3.1.2	横桁及び制水隔壁
図 B.3.1	典型的な横桁、制水隔壁及び横隔壁に隣接する横桁における詳細メッシュ解析の検討を要する範囲
図 B.3.2	水平桁及び横隔壁と二重底の接合部における詳細メッシュ解析の検討を要する範囲
D/5.4.1.1	高度座屈解析法の適用限度
表 D.5.2	高度座屈解析法が適用できない場合の構造要素の要件

内容

貨物タンクFE解析及び局部詳細メッシュ解析における、開口を有するパネルのモデル化、応力評価並びに座屈評価の手法及び具体的説明

共通手法

A. 一般

実際の開口寸法及び防撓方式、または開口がモデル化されるかどうかによって、応力評価や座屈評価の方法が異なることが考えられるが、現行の規則には明記されていない。この共通解釈はこれらの異なる方法について概説するとともに、特に以下の事項に関する追加の説明を加えることを目的としている。

1. 貨物タンクFE解析及び局部詳細メッシュFE解析における応力評価及び座屈評価の全体的な流れ(図PR1を参照)
2. 応力及び座屈評価に対する要素せん断応力の修正方法(表PR1を参照)
3. 座屈評価に対する要素せん断応力の平均化方法(表PR1を参照)

備考:開口に対する詳細メッシュ解析のスクリーニング基準は、この共通解釈では取り扱わない。

B. 要素せん断応力修正に関する備考

1. B/2.7.2.4, B/2.7.2.5及び表PR1に規定する要素せん断応力修正は、応力評価及び座屈評価の両方に適用する。
2. スロット、スカルップ、ドレインホールやエアールといった小開口がモデル化されない

場合には、他の大開口がモデル化されているかどうかにかかわらず、B/2.7.2.4に従って要素せん断応力の修正を行うこと。ただし、B/2.7.2.5で免除される場合を除く。

3. B/2.7.2.5に従ってせん断修正を免除するためには、同規定に示される全ての条件を満足する必要がある。

C. 開口を有するパネルの座屈評価に関する備考

1. 要素せん断応力の修正は、B/2.7.2.4, B/2.7.2.5及び表PR1に従って行うこと。軸圧縮においては、応力修正は一般に不要である。
2. B/2.7.3.8に規定する通り、貨物タンク解析または局部詳細メッシュ解析のいずれかから得られる応力を、パネルの座屈評価に用いることができる。局部詳細メッシュ解析における座屈評価は必ずしも要求されない。
3. 開口がモデル化されない場合には、10/3.4に従った座屈評価を行うこと。この場合、高度座屈解析法を用いることはできない。
4. 開口がモデル化され、開口の周辺が防撓されていない場合には、10/3.4に従った座屈評価を行うこと。この場合、高度座屈解析法を用いることはできず、また以下の要件に従うこと。
 - (a) $da/\alpha la \leq 0.7$ かつ $db/la \leq 0.7$ の場合、せん断座屈に対し表10.3.1のケース6を適用する。
 - (b) $da/\alpha la > 0.7$ または $db/la > 0.7$ の場合、原則として表10.3.1の軽減係数は使用できず、他の工学手法を適宜使用する。（現行のCSRIには、このような場合に対する具体的な基準が規定されていない。）
 - (c) 軸圧縮に対する座屈評価は、表10.3.1のケース3及びケース4を使用する。
5. 開口がモデル化され、開口の周辺が防撓されている場合には；
 - (a) 開口の外側の防撓材で囲まれた小パネルは、10/3.4に従って座屈評価すること。
 - (b) 開口を有する内側のパネルに対する座屈評価は要求されない。
6. 開口を有するパネルの座屈評価に関する技術背景資料も参照すること。以下に抜粋を示す。
 - 2.2.1.n 開口のあるウェブ部材のモデル化に対し、規則の付録B/表B.2.2に示される板厚修正方法を導入する趣旨は、全ての開口をモデル化しないでも、正しい荷重伝達ができるように3タンクモデル全般の剛性を決定することにある。貨物タンク解析は構造の全体的な強度を評価する目的のものである。開口部の周囲の局部応力は、規則付録B/3.1で要求される、開口部を正確にモデル化した詳細メッシュ解析を用いて、追加で評価される。
 - 2.2.1.o 開口の高さ h_0 が幅 l_0 上である場合、開口まわりの撓みはせん断撓みが支配的となり、板厚修正は断面積の欠損率に比例する。
 - 2.2.1.p 長い開口の場合の撓みは、曲げとせん断が合成された結果となる。この曲げ撓みに

よる影響は、純せん断撓みによる板厚に、修正係数 g_0 を適用することで考慮される。

2.2.1.q $h_0/h \geq 0.5$ または $g_0 \geq 2.0$ となるような大開口は、妥当な結果を得るために貨物タンクモデルにおいて、開口の形状をモデル化する必要がある。l₀、 h_0 及び g_0 の定義については、付録B表B.2.2を参照。この場合、開口部周辺の局部応力を評価するため、詳細メッシュ解析は必須である。B/3.1.6b参照。

2.2.1.r 付録B/表B.2.2に従って開口の影響を板厚修正によって評価できる場合であっても、貨物タンクモデルに開口を直接モデル化することが可能である。しかしながら、付録B/3.1.6に規定する詳細メッシュ解析が必要かどうかを判定するスクリーニング基準は、貨物タンクモデルに開口がモデルされていない場合にのみ適用できるものである。開口をモデル化した場合には、開口部の局部応力を評価するために詳細メッシュ解析を行う必要がある。

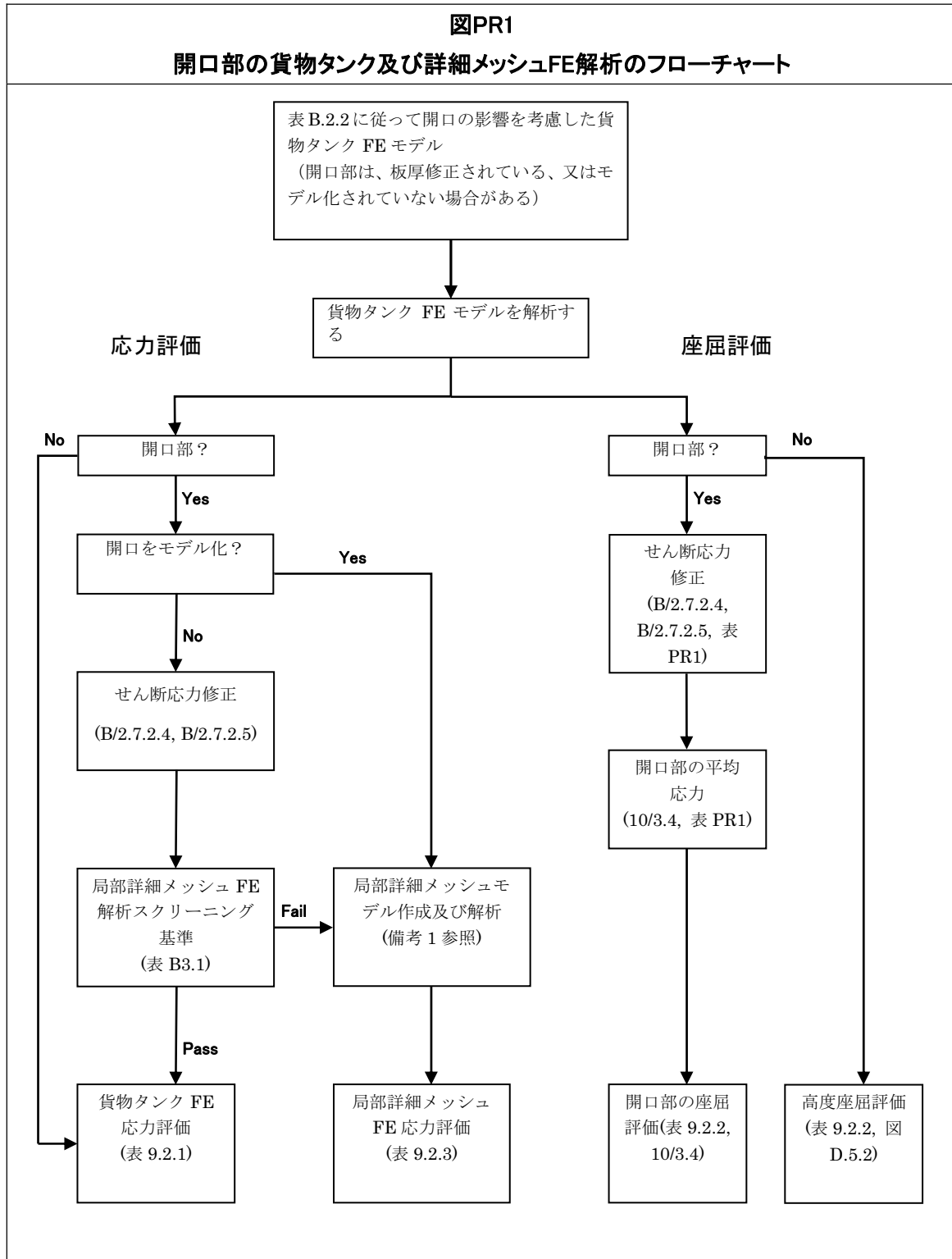
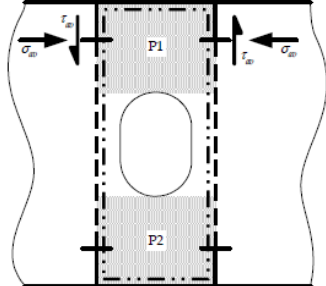
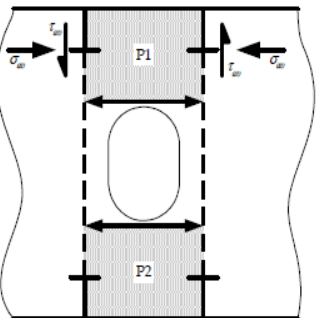


表 PR1				
10節3.4の規定による座屈評価における開口部の応力修正				
開口の配置 (表10.3.3と同じ)	主要開口 のモデル 化の有無	軸圧縮応力	せん断応力	
			せん断修正 (B/2.7.2.4, 備考1参照)	パネル内要素せん断応力の平均化 (作用せん断応力の計算)
(a) 遊辺補強なし 	無	P1、P2それぞれに対し平均応力を計算。通常、軸圧縮応力に対する開口の影響は考慮する必要はない。	せん断応力修正が適用される場合、P1、P2及び開口周辺に対しせん断応力修正を行う。	〔二〕で囲まれた範囲の要素せん断応力を平均化する。(表10.3.3(a)の軽減係数C _r に対するものと同じ範囲) 開口部周辺の要素も含む。
	有	同上	せん断応力修正が適用される場合、P1及びP2に対してのみ、せん断応力修正を行う。開口部の周辺には要素がないため、除外する。	〔二〕で囲まれた範囲の要素せん断応力を平均化する。(表10.3.3(a)の軽減係数C _r に対するものと同じ範囲) 開口部の周辺には要素がないため、除外する。
(b) 遊辺補強あり 	無	同上	せん断応力修正が適用される場合、P1、P2及び開口周辺に対しせん断応力修正を行う。	P1及びP2の領域内の要素せん断応力を、それぞれ別途平均化する。開口部は評価する必要はない。
	有	同上	せん断応力修正が適用される場合、P1及びP2に対してのみ、せん断応力修正を行う。開口部の周辺には要素がないため、除外する。	P1及びP2の領域内の要素せん断応力を、それぞれ別途平均化する。開口部は評価する必要はない。

<p>(c) 開口を有するウェブの例</p>	無	同上	せん断応力修正が適用される場合、P1、P2、P3及び開口周辺に対しせん断応力修正を行う。P3において、開口位置の断面における要素のせん断応力に対してのみ修正を行う。	開口を有するP1及びP2に対し、 〔二〕で囲まれた範囲の要素せん断応力を平均化する。 開口部周辺の要素も含む。 P3に対しては、P3領域内の平均要素せん断応力。
	有	同上	せん断応力修正が適用される場合、P1、P2及びP3に対しせん断応力修正を行う。開口部の周辺には要素がないため、除外する。P3において、開口位置の断面における要素のせん断応力に対してのみ修正を行う。	開口を有するP1及びP2に対し、 〔二〕で囲まれた範囲の要素せん断応力を平均化する。 開口部の周辺には要素がないため、除外する。 P3に対しては、P3領域内の平均要素せん断応力。
<p>備考： 1. 小開口による面積喪失分を含め、モデル上のせん断面積と実際のせん断面積が異なる場合、開口位置における要素せん断応力は、B/2.7.2.4の規定により修正すること。</p>				

適用日

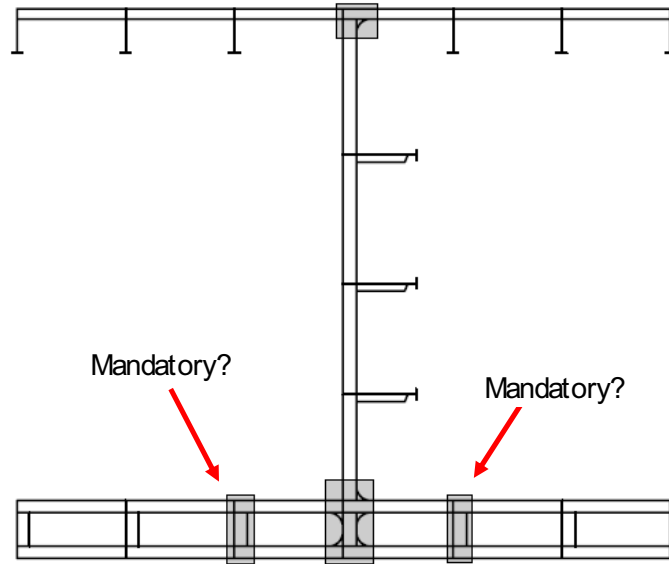
この共通解釈は2008年4月1日より適用する。

背景

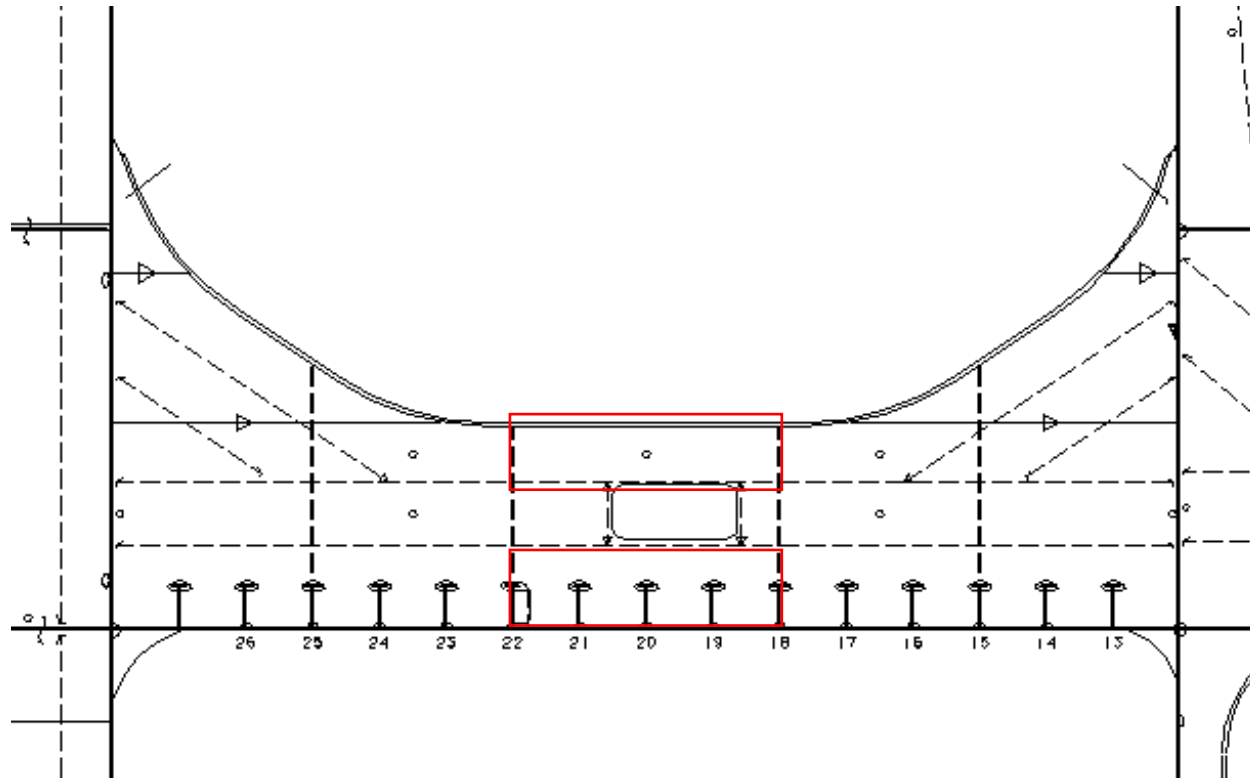
実際の開口寸法及び防撓方式、または開口がモデル化されるかどうかによって、応力評価や座屈評価の方法が異なることが考えられるが、現行の規則には明記されていない。この共通解釈はこれらの異なる方法について概説するために作成されたものである。

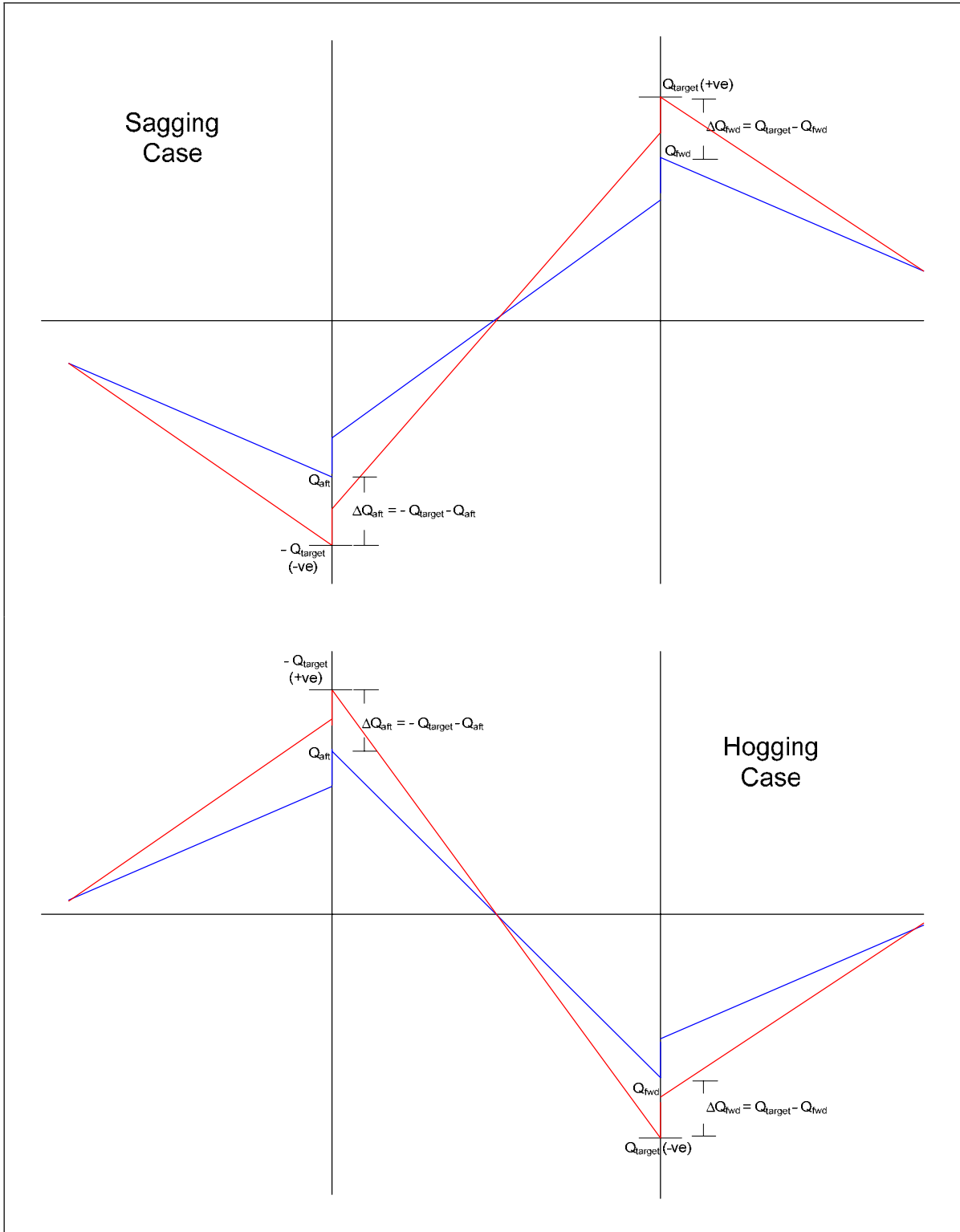
KC#792

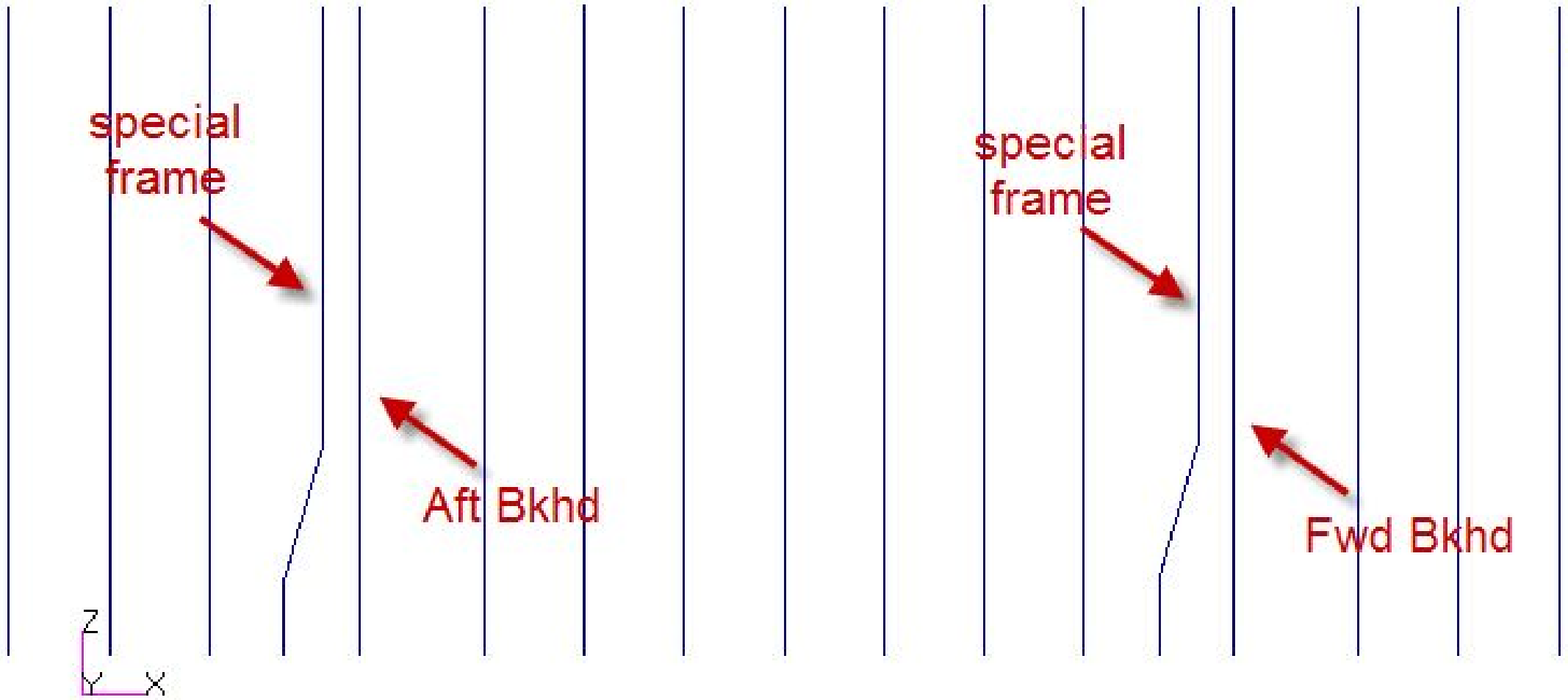
Fig. B.3.3 Areas Requiring Fine Mesh Analysis on Deck, Inner and Outer Bottom Longitudinals



Opening for stringer web plate







KC#1081

1. タンカーCSR では、開口部による座屈強度の低下による影響に加え、せん断に対する有効断面積の減少による強度の低下を考慮するため、限界せん断応力 τ_{cr} は、表 10.3.1 ケース 6 に従い、以下の式によって算出される。

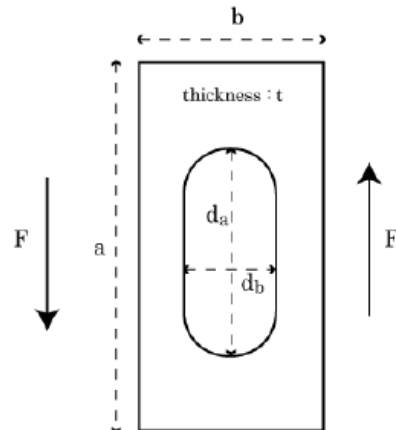
$$\tau_{cr} = C_{\tau} \frac{\sigma_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$C_{\tau} = \begin{cases} 1 & \lambda \leq 0.84 \\ \frac{0.84}{\lambda} & \lambda > 0.84 \end{cases}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{\sigma_{yd}}{K\sigma_E}}$$

$$K = \left[5.34 + \frac{4}{\alpha^2} \right] \left(1 - \frac{d_a}{a} \right) \left(1 - \frac{d_b}{b} \right) \quad \alpha = \frac{a}{b}$$

$$\sigma_E = 0.9E \left(\frac{t}{b} \right)^2$$



2. 従って、せん断力 F が開口部のあるパネルに作用する場合、以下の式によって算出されるパネルに作用するせん断応力 τ_{work1} が、限界せん断応力 τ_{cr} と比較されなければならない。

$$\tau_{cr} > \tau_{work1}$$

$$\tau_{work1} = \frac{F}{ta}$$



この場合、 τ_{work1} は開口部を含むパネル全体に対する

平均せん断応力と考えられる (赤着色部分)。

3. しかしながら、共通解釈 CI-T3 では、表 PR1 に従って開口部による応力の増加を考慮したせん断応力の修正が要求される。これは、せん断力 F が開口部のあるパネルに作用した場合、パネルに作用するせん断応力 τ_{work2} は以下の式により算出され、開口部による有効断面積の減少を考慮した限界せん断応力 τ_{cr} と比較されるということである。

$$\tau_{cr} > \tau_{work2}$$
$$\tau_{work2} = \frac{F}{t(a - d_a)}$$



この場合、 τ_{work2} は開口により応力が増加する赤着色部分のせん断応力とされる。

CI-T3 に従った評価手順では、開口部による有効断面積の減少が 2 度考慮されることとなっており、これは厳しすぎると考える。

4. パネルに作用するせん断応力は上記手順 2 により評価されるべきだと考えている。

確認されたい。