

高マンガンオーステナイト鋼の適用

改正対象

鋼船規則 GF 編, N 編
船用材料・機器等の承認及び認定要領
(日本籍船舶用及び外国籍船舶用 (翻訳))

改正理由

2022 年 11 月に開催された第 106 回海上安全委員会 (MSC 106) において, IGF コード及び IGC コードに高マンガンオーステナイト鋼に関する要件を取り入れる改正が決議 MSC 523(106)及び決議 524(106)として採択された。当該鋼材はニッケル鋼と同等のタンク用材料として期待される鋼材であり, 当該決議の発効日である 2026 年 1 月 1 日以降, 条約上で使用が認められることとなる。

高マンガンオーステナイト鋼の諸特性及びそれらを確認するための承認試験や出荷時の試験要件については, 上記の決議より参照される MSC.1/Circ.1599/Rev.3 に規定されている。

今般, 決議 MSC 523(106), 決議 MSC 524(106)及び MSC.1/Circ.1599/Rev.3 に基づき, 関連規定を改める。

改正内容

主な改正内容は次のとおり。

- (1) 規則 GF 編及び規則 N 編において使用が認められる金属材料に, 高マンガンオーステナイト鋼を明記する。
- (2) 規則 N 編附属書 6.4.1-1.として, MSC.1/Circ.1599 の要件を規定する。
- (3) 船用材料・機器等の承認及び認定要領に規定する MSC.1/Circ.1599 を参照する要件を, 規則 N 編附属書 6.4.1-1.中の関連要件を参照するよう改める。

施行及び適用

2026 年 1 月 1 日から施行

規則の節・条タイトルの末尾に付けられたアスタリスク (*) は, その規則に対応する要領があることを示しております。

ID:DH24-10

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>鋼船規則 GF 編 低引火点燃料船</p> <p>7 章 材料及び燃料管装置</p> <p>7.4 材料に関する要件 (IGF コード 7.4 関連)</p> <p>7.4.1 金属材料*</p> <p>-1. 燃料格納設備及び燃料管装置の材料は、次の表に定める要件に適合したものでなければならない。</p> <p>(1) 表 GF7.1:設計温度が 0℃以上の燃料タンク又はプロセス用圧力容器用の板, 管 (継目無及び溶接), 形材及び鍛造品</p> <p>(2) 表 GF7.2 : 設計温度が 0℃より低く-55℃までの燃料タンク, プロセス用圧力容器及び二次防壁用の板, 形材及び鍛造品</p> <p>(3) 表 GF7.3 : 設計温度が-55℃より低く-165℃までの燃料タンク又はプロセス用圧力容器及び二次防壁用の板, 形材及び鍛造品</p> <p>(4) 表 GF7.4 : 設計温度が 0℃より低く-165℃までの燃料用及びプロセス用管装置のための管 (継目無及び溶接), 鍛造品及び鋳造品</p> <p>(5) 表 GF7.5:6.4.13-1.(1)(b)により要求される船体構造用の板及び形材</p> <p>(6) 設計温度が 0℃以上の燃料用及びプロセス用管装置のための鋳造品については, 本会の適当と認めるところによる。</p>	<p>鋼船規則 GF 編 低引火点燃料船</p> <p>7 章 材料及び燃料管装置</p> <p>7.4 材料に関する要件 (IGF コード 7.4 関連)</p> <p>7.4.1 金属材料*</p> <p>-1. 燃料格納設備及び燃料管装置の材料は、次の表に定める要件に適合したものでなければならない。</p> <p>(1) 表 GF7.1:設計温度が 0℃以上の燃料タンク又はプロセス用圧力容器用の板, 管 (継目無及び溶接), 形材及び鍛造品</p> <p>(2) 表 GF7.2 : 設計温度が 0℃より低く-55℃までの燃料タンク, プロセス用圧力容器及び二次防壁用の板, 形材及び鍛造品</p> <p>(3) 表 GF7.3 : 設計温度が-55℃より低く-165℃までの燃料タンク又はプロセス用圧力容器及び二次防壁用の板, 形材及び鍛造品</p> <p>(4) 表 GF7.4 : 設計温度が 0℃より低く-165℃までの燃料用及びプロセス用管装置のための管 (継目無及び溶接), 鍛造品及び鋳造品</p> <p>(5) 表 GF7.5:6.4.13-1.(1)(b)により要求される船体構造用の板及び形材</p> <p>(6) 設計温度が 0℃以上の燃料用及びプロセス用管装置のための鋳造品については, 本会の適当と認めるところによる。</p>	

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>-2. 燃料タンク内部の管装置を除き、融点が 925℃より低い材料は、管装置に使用してはならない。</p> <p>-3. CNG タンクについては、本会は上記の規定に含まれない材料の使用を特別に考慮することがある。</p> <p>-4. 内管に高圧ガスを含む 2 重管の外管又はダクトは、必要に応じて、表 GF7.4 に示される管材料の要件に適合しなければならない。</p> <p>-5. 内管に液化ガス燃料を含む 2 重管の外管又はダクトは、表 GF7.4 に示される最低設計温度が-165℃の管材料の要件に適合しなければならない。</p> <p>-6. 本章に規定する金属材料にあつては、K 編 1.1.1-2.の規定に従い、本章の規定によるほか K 編の関連規定に適合しなければならない。</p> <p>7.4.2 表示</p> <p>-1. 規定の試験に合格した鋼材の表示は、K 編によるほか、衝撃試験が要求される鋼材には、材料記号の末尾に衝撃試験温度と「T」を付す。(表示例：KL33-50T, 0℃の場合は-0Tとする。)</p> <p>-2. <u>前-1.に加え、製造法の承認試験時において、N 編 附属書 6.4.1-1.の規定に従いアンモニア適合性腐食試験を実施し、アンモニア環境への適合性を確認した高マンガンオーステナイト鋼には、材料記号の末尾に「A」を付す。(表示例：KHMA400-196T-A)</u></p>	<p>-2. 燃料タンク内部の管装置を除き、融点が 925℃より低い材料は、管装置に使用してはならない。</p> <p>-3. CNG タンクについては、本会は上記の規定に含まれない材料の使用を特別に考慮することがある。</p> <p>-4. 内管に高圧ガスを含む 2 重管の外管又はダクトは、必要に応じて、表 GF7.4 に示される管材料の要件に適合しなければならない。</p> <p>-5. 内管に液化ガス燃料を含む 2 重管の外管又はダクトは、表 GF7.4 に示される最低設計温度が-165℃の管材料の要件に適合しなければならない。</p> <p>-6. 本章に規定する金属材料にあつては、K 編 1.1.1-2.の規定に従い、本章の規定によるほか K 編の関連規定に適合しなければならない。</p> <p>7.4.2 表示</p> <p>規定の試験に合格した鋼材の表示は、K 編によるほか、衝撃試験が要求される鋼材には、材料記号の末尾に衝撃試験温度と「T」を付す。(表示例：KL33-50T, 0℃の場合は-0Tとする。)</p> <p>(新規)</p>	<p>アンモニア耐食性が確認された鋼板は材料記号により識別する旨規定</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考																														
<p>表 GF7.3 設計温度が-55℃より低く、-165℃⁽²⁾までの燃料タンク、二次防壁及びプロセス用圧力容器用の板、型材及び鍛造品⁽¹⁾。ただし、最大厚さ 25 mm^{(3),(4)}とする。</p>		決議 MSC 524(106)																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">最低設計温度 (°C)</th> <th style="width: 55%;">化学成分⁽⁵⁾及び熱処理</th> <th style="width: 30%;">衝撃試験温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">-60</td> <td>1.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP⁽⁶⁾</td> <td align="center">-65</td> </tr> <tr> <td align="center">-65</td> <td>2.25%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP^{(6),(7)}</td> <td align="center">-70</td> </tr> <tr> <td align="center">-90</td> <td>3.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP^{(6),(7)}</td> <td align="center">-95</td> </tr> <tr> <td align="center">-105</td> <td>5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し^{(6),(7),(8)}</td> <td align="center">-110</td> </tr> <tr> <td align="center">-165</td> <td>9%ニッケル鋼 - 2回焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し⁽⁶⁾</td> <td align="center">-196</td> </tr> <tr> <td align="center">-165</td> <td>オーステナイト系ステンレス鋼 - 例, 304, 304L, 316, 316L, 321 及び 347 タイプ, 固溶化処理⁽⁹⁾</td> <td align="center">-196</td> </tr> <tr> <td align="center"><u>-165</u></td> <td align="center"><u>高マンガンオーステナイト鋼 - 熱間圧延及び制御冷却^{(11),(12)}</u></td> <td align="center"><u>-196</u></td> </tr> <tr> <td align="center">-165</td> <td>アルミニウム合金⁽¹⁰⁾ - 例, 5083 タイプ 焼なまし</td> <td align="center">要求せず</td> </tr> <tr> <td align="center">-165</td> <td>オーステナイトFe-Ni合金 (36%ニッケル鋼) 承認された熱処理</td> <td align="center">要求せず</td> </tr> </tbody> </table>			最低設計温度 (°C)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験温度 (°C)	-60	1.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ⁽⁶⁾	-65	-65	2.25%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ^{(6),(7)}	-70	-90	3.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ^{(6),(7)}	-95	-105	5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ^{(6),(7),(8)}	-110	-165	9%ニッケル鋼 - 2回焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾	-196	-165	オーステナイト系ステンレス鋼 - 例, 304, 304L, 316, 316L, 321 及び 347 タイプ, 固溶化処理 ⁽⁹⁾	-196	<u>-165</u>	<u>高マンガンオーステナイト鋼 - 熱間圧延及び制御冷却^{(11),(12)}</u>	<u>-196</u>	-165	アルミニウム合金 ⁽¹⁰⁾ - 例, 5083 タイプ 焼なまし	要求せず	-165	オーステナイトFe-Ni合金 (36%ニッケル鋼) 承認された熱処理	要求せず
最低設計温度 (°C)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験温度 (°C)																														
-60	1.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ⁽⁶⁾	-65																														
-65	2.25%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ^{(6),(7)}	-70																														
-90	3.5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し、焼入れ焼戻し又は TMCP ^{(6),(7)}	-95																														
-105	5%ニッケル鋼 - 焼ならし、焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ^{(6),(7),(8)}	-110																														
-165	9%ニッケル鋼 - 2回焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾	-196																														
-165	オーステナイト系ステンレス鋼 - 例, 304, 304L, 316, 316L, 321 及び 347 タイプ, 固溶化処理 ⁽⁹⁾	-196																														
<u>-165</u>	<u>高マンガンオーステナイト鋼 - 熱間圧延及び制御冷却^{(11),(12)}</u>	<u>-196</u>																														
-165	アルミニウム合金 ⁽¹⁰⁾ - 例, 5083 タイプ 焼なまし	要求せず																														
-165	オーステナイトFe-Ni合金 (36%ニッケル鋼) 承認された熱処理	要求せず																														
<p>引張及び衝撃試験要件</p> <p>試験頻度:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">板</td> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">ピースごとに試験</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">型材及び鍛造品</td> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">ロットごとに試験</td> </tr> </table> <p>じん性 (Vノッチシャルピー衝撃試験):</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">板</td> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">横方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 27J</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">型材及び鍛造品</td> <td style="padding: 2px 10px 2px 10px;">縦方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 41J</td> </tr> </table>			板	ピースごとに試験	型材及び鍛造品	ロットごとに試験	板	横方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 27J	型材及び鍛造品	縦方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 41J																						
板	ピースごとに試験																															
型材及び鍛造品	ロットごとに試験																															
板	横方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 27J																															
型材及び鍛造品	縦方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 41J																															
<p>注</p> <p>(1) 限界で使用する鍛造品の衝撃試験の規定は、本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(2) 設計温度が-165℃より低い場合の要件は、特別に本会の承認を得なければならない。</p> <p>(3) 厚さが 25 mm を超える 1.5%Ni, 2.25%Ni, 3.5%Ni 及び 5%Ni鋼については、衝撃試験を次のように実施しなければならない。</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">材厚 (mm)</th> <th style="width: 75%;">試験温度 (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">25 < t ≤ 30</td> <td>設計温度より 10℃低い温度</td> </tr> <tr> <td align="center">30 < t ≤ 35</td> <td>設計温度より 15℃低い温度</td> </tr> <tr> <td align="center">35 < t ≤ 40</td> <td>設計温度より 20℃低い温度</td> </tr> <tr> <td align="center">40 < t ≤ 45</td> <td>設計温度より 25℃低い温度</td> </tr> </tbody> </table>			材厚 (mm)	試験温度 (°C)	25 < t ≤ 30	設計温度より 10℃低い温度	30 < t ≤ 35	設計温度より 15℃低い温度	35 < t ≤ 40	設計温度より 20℃低い温度	40 < t ≤ 45	設計温度より 25℃低い温度																				
材厚 (mm)	試験温度 (°C)																															
25 < t ≤ 30	設計温度より 10℃低い温度																															
30 < t ≤ 35	設計温度より 15℃低い温度																															
35 < t ≤ 40	設計温度より 20℃低い温度																															
40 < t ≤ 45	設計温度より 25℃低い温度																															

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> $45 < t \leq 50$ </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> 設計温度より 30°C低い温度 </div>	
<p>いかなる場合にも、試験温度は、表 GF7.3 に示す温度よりも高いものであってはならない。</p> <p>最小平均吸収エネルギー値は、試験片の寸法に応じて、表に定められた値以上としなければならない。厚さ 40 mm 以上の材料については、最小平均吸収エネルギー値を特に考慮しなければならない。</p> <p>厚さが 40 mm を超える場合、V ノッチシャルピー試験片は 16.2.2-2.の規定に加え、鋼材の表面から厚さの 1/2 の箇所と試験片の中心線とが一致するように採取しなければならない。</p> <p>(4) 厚さ 25 mm を超える、<u>9%Ni鋼</u>、<u>高マンガンオーステナイト鋼</u>、オーステナイト系ステンレス鋼及びアルミニウム合金の使用については、本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(5) 化学成分は、本会が適当と認める基準に従ったものでなければならない。</p> <p>(6) TMCP により製造されたNi鋼は本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(7) 焼入れ焼戻し鋼は、特に本会の承認を得て、さらに低い設計温度に対して使用することができる。</p> <p>(8) 特別な熱処理をした5%Ni鋼（例えば 3 回熱処理したもの）は、衝撃試験を-196°Cで行う場合に限り、本会の特別な承認を得て-165°Cまでの設計温度に対して使用することができる。</p> <p>(9) 衝撃試験は、本会の承認を得て省略することができる。</p> <p>(10) 5083 タイプ以外のアルミニウム合金については、じん性を確認するための試験を要求することがある。</p> <p>(日本籍船舶用)</p> <p>(11) <u>高マンガンオーステナイト鋼については、N 編附属書 6.4.1-1.に定める基準に適合しなければならない。</u></p> <p>(外国籍船舶用)</p> <p>(11) <u>高マンガンオーステナイト鋼については、船籍国主管庁が特に指示する場合を除き、N 編附属書 6.4.1-1.に定める基準に適合しなければならない。</u></p> <p>(12) <u>高マンガンオーステナイト鋼については、衝撃試験を省略することはできない。</u></p>		<p>(12) 日本籍及び外国籍船舶用</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
鋼船規則 N 編 液化ガスばら積船 6 章 構造材料及び品質管理 6.4 金属材料に関する要件 (IGC コード 6.4 関連) 6.4.1 金属材料に関する一般規定* -1. 材料の適用は次による。 (1) 表 N6.1：設計温度が 0℃以上の貨物タンク又はプロセス用圧力容器用の板，管（継目無及び溶接），形材及び鍛造品 (2) 表 N6.2：設計温度が 0℃より低く-55℃までの貨物タンク，プロセス用圧力容器及び二次防壁用の板，形材及び鍛造品 (3) 表 N6.3：設計温度が-55℃より低く-165℃までの貨物タンク又はプロセス用圧力容器及び二次防壁用の板，形材及び鍛造品 (4) 表 N6.4：設計温度が 0℃より低く-165℃までの貨物用及びプロセス用管装置のための管（継目無及び溶接），鍛造品及び鋳造品 (5) 表 N6.5：4.19.1-2.及び 4.19.1-3.により要求される船体構造用の板及び形材 (6) 設計温度が 0℃以上の貨物用及びプロセス用管装置のための鋳造品については，本会の適当と認めるところによる。 -2. 本章に規定する金属材料にあつては，K 編 1.1.1-	鋼船規則 N 編 液化ガスばら積船 6 章 構造材料及び品質管理 6.4 金属材料に関する要件 (IGC コード 6.4 関連) 6.4.1 金属材料に関する一般規定* -1. 材料の適用は次による。 (1) 表 N6.1：設計温度が 0℃以上の貨物タンク又はプロセス用圧力容器用の板，管（継目無及び溶接），形材及び鍛造品 (2) 表 N6.2：設計温度が 0℃より低く-55℃までの貨物タンク，プロセス用圧力容器及び二次防壁用の板，形材及び鍛造品 (3) 表 N6.3：設計温度が-55℃より低く-165℃までの貨物タンク又はプロセス用圧力容器及び二次防壁用の板，形材及び鍛造品 (4) 表 N6.4：設計温度が 0℃より低く-165℃までの貨物用及びプロセス用管装置のための管（継目無及び溶接），鍛造品及び鋳造品 (5) 表 N6.5：4.19.1-2.及び 4.19.1-3.により要求される船体構造用の板及び形材 (6) 設計温度が 0℃以上の貨物用及びプロセス用管装置のための鋳造品については，本会の適当と認めるところによる。 -2. 本章に規定する金属材料にあつては，K 編 1.1.1-	

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>2.の規定に従い、本章の規定によるほか K 編の関連規定に適合しなければならない。</p> <p>6.4.2 表示</p> <p>-1. 規定の試験に合格した鋼材の表示は、K 編によるほか、衝撃試験が要求される鋼材には、材料記号の末尾に衝撃試験温度と「<i>T</i>」を付す。(表示例：<i>KL33-50T</i>, 0°C の場合は-0<i>T</i>とする。)</p> <p>-2. 前-1.に加え、製造法承認時の試験において、<u>附属書 6.4.1-1.</u>の規定に従いアンモニア適合性腐食試験を実施し、アンモニア環境への適合性を確認した高マンガンオーステナイト鋼には、材料記号の末尾に「<i>A</i>」を付す。 (表示例：<i>KHM400A-196T-A</i>)</p>	<p>2.の規定に従い、本章の規定によるほか K 編の関連規定に適合しなければならない。</p> <p>6.4.2 表示</p> <p>規定の試験に合格した鋼材の表示は、K 編によるほか、衝撃試験が要求される鋼材には、材料記号の末尾に衝撃試験温度と「<i>T</i>」を付す。(表示例：<i>KL33-50T</i>, 0°C の場合は-0<i>T</i>とする。)</p> <p style="text-align: center;">(新規)</p>	<p>アンモニア耐食性が確認された鋼板は材料記号により識別する旨規定</p> <p>決議 MSC 523(106)</p>
<p>表 N6.3 設計温度が-55°Cより低く、-165°C⁽²⁾までの貨物タンク、二次防壁及びプロセス用圧力容器用の板、型材及び鍛造品⁽¹⁾。ただし、最大厚さ 25 mm^{(3),(4)}とする。</p>		
最低設計温度 (°C)	化学成分 ⁽⁵⁾ 及び熱処理	衝撃試験温度 (°C)
-60	1.5%ニッケル鋼 - 焼ならし, 焼ならし後焼戻し, 焼入れ焼戻し又は <i>TMCP</i> ⁽⁶⁾	-65
-65	2.25%ニッケル鋼 - 焼ならし, 焼ならし後焼戻し, 焼入れ焼戻し又は <i>TMCP</i> ^{(6),(7)}	-70
-90	3.5%ニッケル鋼 - 焼ならし, 焼ならし後焼戻し, 焼入れ焼戻し又は <i>TMCP</i> ^{(6),(7)}	-95
-105	5%ニッケル鋼 - 焼ならし, 焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ^{(6),(7),(8)}	-110
-165	9%ニッケル鋼 - 2回焼ならし後焼戻し又は焼入れ焼戻し ⁽⁶⁾	-196
-165	オーステナイト系ステンレス鋼 - 例, 304, 304L, 316, 316L, 321 及び 347 タイプ, 固溶化处理 ⁽⁹⁾	-196
-165	高マンガンオーステナイト鋼 - 熱間圧延及び制御冷却 ^{(11),(12)}	-196

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新		旧	備考												
-165	アルミニウム合金 ⁽¹⁰⁾ - 例, 5083 タイプ 焼なまし	要求せず													
-165	オーステナイト F_0-N_i 合金 (36%ニッケル鋼) 承認された熱処理	要求せず													
<p>引張及び衝撃試験要件</p> <p>試験頻度:</p> <p>板 ピースごとに試験</p> <p>形材及び鍛造品 ロットごとに試験</p> <p>じん性 (Vノッチシャルピー衝撃試験):</p> <p>板 横方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 27 J</p> <p>形材及び鍛造品 縦方向試験片, 最小平均吸収エネルギー値 (KV) 41 J</p>															
<p>注</p> <p>(1) 限界で使用する鍛造品の衝撃試験の規定は、本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(2) 設計温度が-165℃より低い場合の要件は、特別に本会の承認を得なければならない。</p> <p>(3) 厚さが 25 mm を超える 1.5%N_i, 2.25%N_i, 3.5%N_i 及び 5%N_i 鋼については、衝撃試験を次のように実施しなければならない。</p> <table border="1" style="margin-left: 20px; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">材厚 (mm)</th> <th style="width: 80%;">試験温度 (℃)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">$25 < t \leq 30$</td> <td>設計温度より 10℃低い温度</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$30 < t \leq 35$</td> <td>設計温度より 15℃低い温度</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$35 < t \leq 40$</td> <td>設計温度より 20℃低い温度</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$40 < t \leq 45$</td> <td>設計温度より 25℃低い温度</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$45 < t \leq 50$</td> <td>設計温度より 30℃低い温度</td> </tr> </tbody> </table> <p>いかなる場合にも、試験温度は、表 N6.3 に示す温度よりも高いものであってはならない。</p> <p>最小平均吸収エネルギー値は、試験片の寸法に応じて、表に定められた値以上としなければならない。厚さ 50 mm 以上の材料については、Vノッチシャルピー値を特に考慮しなければならない。</p> <p>厚さが 40 mm を超える場合、Vノッチシャルピー試験片は 6.3.2-2.の規定に加え、鋼材の表面から厚さの 1/2 の箇所と試験片の中心線とが一致するように採取しなければならない。</p> <p>(4) 厚さ 25 mm を超える、9%N_i 鋼、高マンガンオーステナイト鋼、オーステナイト系ステンレス鋼及びアルミニウム合金の使用については、本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(5) 化学成分は、本会が適当と認める基準に従ったものでなければならない。</p> <p>(6) TMCP により製造されたN_i鋼は本会の適当と認めるところによる。</p> <p>(7) 焼入れ焼戻し鋼は、特に本会の承認を得て、さらに低い設計温度に対して使用することができる。</p> <p>(8) 特別な熱処理をした5%N_i鋼 (例えば 3 回熱処理したもの) は、衝撃試験を-196℃で行う場合に限り、本会の特別な承認を得て-165℃までの設計温度に対して使用することができる。</p> <p>(9) 衝撃試験は、本会の承認を得て省略することができる。</p> <p>(10) 5083 タイプ以外のアルミニウム合金については、じん性を確認するための試験を要求することがある。</p>				材厚 (mm)	試験温度 (℃)	$25 < t \leq 30$	設計温度より 10℃低い温度	$30 < t \leq 35$	設計温度より 15℃低い温度	$35 < t \leq 40$	設計温度より 20℃低い温度	$40 < t \leq 45$	設計温度より 25℃低い温度	$45 < t \leq 50$	設計温度より 30℃低い温度
材厚 (mm)	試験温度 (℃)														
$25 < t \leq 30$	設計温度より 10℃低い温度														
$30 < t \leq 35$	設計温度より 15℃低い温度														
$35 < t \leq 40$	設計温度より 20℃低い温度														
$40 < t \leq 45$	設計温度より 25℃低い温度														
$45 < t \leq 50$	設計温度より 30℃低い温度														

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>(日本籍船舶用)</p> <p><u>(11) 高マンガンオーステナイト鋼については、附属書 6.4.1-1.に定める基準に適合しなければならない。</u></p> <p>(外国籍船舶用)</p> <p><u>(11) 高マンガンオーステナイト鋼については、船籍国主管庁が特に指示する場合を除き、附属書 6.4.1-1.に定める基準に適合しなければならない。</u></p> <p><u>(12) 高マンガンオーステナイト鋼については、衝撃試験を省略することはできない。</u></p>		
<p>附属書 6.4.1-1. 極低温環境下で使用する高マンガンオーステナイト鋼の適用に関する基準</p> <p>1.1 一般</p> <p>1.1.1 適用範囲 <u>本附属書は、規則 GF 編 6.4.12 及び規則 N 編 4.18 に規定する設計条件に適合するため、極低温環境下において高マンガンオーステナイト鋼を使用する貨物タンク及び燃料タンクの設計及び建造に関する要件について規定する。</u></p> <p>1.1.2 適用 <u>-1. 本附属書に規定する要件は、規則 GF 編及び規則 N 編の要求事項を置き換えるものではない。本附属書は、規則 GF 編及び規則 N 編に規定する要件に準拠した貨物タンク及び燃料タンクの設計及び製造における高マンガンオーステナイト鋼の使用について補完することを目的とする。</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>MSC.1/Circ.1599/Rev.3</p> <p>Part 1 / 1</p> <p>Part 1 / 2</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>(1) <u>規則 GF 編及び規則 N 編で認められている場合、次の貨物及び/又は燃料に適用する。</u></p> <p>(a) <u>アンモニア (無水)</u></p> <p>(b) <u>ブタン (すべての異性体)</u></p> <p>(c) <u>ブタン-プロパン混合物</u></p> <p>(d) <u>二酸化炭素 (純度の高いもの及び純度の低いもの)</u></p> <p>(e) <u>エタン</u></p> <p>(f) <u>エチレン</u></p> <p>(g) <u>メタン (LNG)</u></p> <p>(h) <u>ペンタン (すべての異性体)</u></p> <p>(i) <u>プロパン</u></p> <p>(2) <u>厚さ 6 mm から 40 mm の熱間圧延鋼板に適用する。</u></p> <p>(3) <u>規則 N 編 17.12.2(2)に規定する溶接後残留応力除去のための熱処理は、アンモニアを積載する貨物タンク及び又は燃料タンクには適用しない。</u></p> <p><u>-2 貨物タンク及び燃料タンクに使用する高マンガンオーステナイト鋼は、本附属書の要件に適合すること。</u></p> <p>1.1.3 定義</p> <p><u>-1. 高マンガンオーステナイト鋼とは、大気中及び使用温度においてオーステナイト単相組織を有する、マンガンを多量に含んだ鋼をいう。</u></p> <p><u>-2. アンダーマッチ継手とは、溶接金属の降伏点又は引張強度が、母材より低い溶接継手をいう。</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Part 1 / 3</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>1.2 材料仕様書と試験要件</p> <p>1.2.1 材料仕様書</p> <p><u>-1. 本会に材料仕様書を提出し、承認を得なければならない。材料の試験要件及び判定基準は、1.4 に従うこと。</u></p> <p><u>-2. 鋼材は細粒キルド鋼とすること。すべての材料は、熱間圧延及び、必要に応じてその後の制御冷却により製造するものとし、圧延比は3以上とすること。その他の熱処理は、本会の適当と認めるところによる。</u></p> <p><u>-3. 高マンガンオーステナイト鋼の品種は、厚さ 6 mm から 40 mm の鋼板とする。厚さが 40 mm を超える鋼板及び鋼板以外の品種については、本会が適用と認めるところによる。</u></p> <p>1.2.2 化学成分</p> <p><u>高マンガンオーステナイト鋼の化学成分は、表 1 に掲げる規格、ASTM A1106/A1106M-17, ISO 21635:2018 等の規格に適合すること。</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Part 2 / 4</p> <p>Part 2 / 5</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考																													
表 1 高マンガンオーステナイト鋼の化学成分																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="9">化学成分 (%)</th> </tr> <tr> <th><i>C</i></th> <th><i>Si</i></th> <th><i>Mn</i></th> <th><i>P</i></th> <th><i>S</i></th> <th><i>Cr</i></th> <th><i>Cu</i></th> <th><i>B</i></th> <th><i>N</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">高マンガン オーステナイト鋼</td> <td style="text-align: center;">0.35 ≒ 0.55</td> <td style="text-align: center;">0.10 ≒ 0.50</td> <td style="text-align: center;">22.50 ≒ 25.50</td> <td style="text-align: center;">0.03 以下</td> <td style="text-align: center;">0.01 以下</td> <td style="text-align: center;">3.00 ≒ 4.00</td> <td style="text-align: center;">0.30 ≒ 0.70</td> <td style="text-align: center;">0.005 以下</td> <td style="text-align: center;">0.050 以下</td> </tr> </tbody> </table>				化学成分 (%)									<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	高マンガン オーステナイト鋼	0.35 ≒ 0.55	0.10 ≒ 0.50	22.50 ≒ 25.50	0.03 以下	0.01 以下	3.00 ≒ 4.00	0.30 ≒ 0.70	0.005 以下	0.050 以下
	化学成分 (%)																														
	<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>P</i>	<i>S</i>	<i>Cr</i>	<i>Cu</i>	<i>B</i>	<i>N</i>																						
高マンガン オーステナイト鋼	0.35 ≒ 0.55	0.10 ≒ 0.50	22.50 ≒ 25.50	0.03 以下	0.01 以下	3.00 ≒ 4.00	0.30 ≒ 0.70	0.005 以下	0.050 以下																						
<small>(備考) 全 <i>Al</i> の含有量が 0.03%以上である場合又は酸可溶性 <i>Al</i> の含有量が 0.025%以上である場合、<i>Si</i> の含有量は 0.10%未満としても良い。</small>																															
<p>1.2.3 機械的特性</p> <p>高マンガンオーステナイト鋼の母材の機械的特性は、<u>規則 GF 編及び規則 N 編の関連する要件及び ISO 21635:2018 又は表 2 に規定する ASTM A1106/A1106M-17 等の化学成分に適用される規格に適合すること。また、1.4 に規定する材料の試験要件及び判定基準に従い、適合性を文書化すること。</u></p>	<p>(新規) (新規)</p>	<p>Part 2 / 6</p>																													
表 2 高マンガンオーステナイト鋼の母材の機械的性質																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>最小降伏応力 (<i>N/mm</i>²)</th> <th>引張強さ (<i>N/mm</i>²)</th> <th>最小伸び (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">400 以上</td> <td style="text-align: center;">800 ~ 970</td> <td style="text-align: center;">22 以上</td> </tr> </tbody> </table>			最小降伏応力 (<i>N/mm</i> ²)	引張強さ (<i>N/mm</i> ²)	最小伸び (%)	400 以上	800 ~ 970	22 以上																							
最小降伏応力 (<i>N/mm</i> ²)	引張強さ (<i>N/mm</i> ²)	最小伸び (%)																													
400 以上	800 ~ 970	22 以上																													
<small>(備考) 規則 GF 編表 GF7.3 又は規則 N 編表 N6.3 に規定する衝撃試験に関する要件に留意すること。</small>																															
<p>1.2.4 金属材料の溶接及び非破壊検査</p> <p>金属材料の溶接及び非破壊試験は、<u>規則 GF 編 16 章又は規則 N 編 6 章に従うこと。また、1.4 を参照すること。溶接継手の降伏応力及び引張強さの最小値は、表 3 に掲げる典型的な規格値に適合すること。</u></p>	<p>(新規) (新規)</p>	<p>Part 2 / 7</p>																													

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考									
表3 溶接継手の典型的な機械的性質											
<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center" colspan="3">引張試験特性</th> </tr> <tr> <th align="center">最小降伏応力 (N/mm²)</th> <th align="center">最小引張強さ (N/mm²)</th> <th align="center">最小伸び (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">400 以上</td> <td align="center">660 以上</td> <td align="center">22 以上</td> </tr> </tbody> </table>			引張試験特性			最小降伏応力 (N/mm ²)	最小引張強さ (N/mm ²)	最小伸び (%)	400 以上	660 以上	22 以上
引張試験特性											
最小降伏応力 (N/mm ²)	最小引張強さ (N/mm ²)	最小伸び (%)									
400 以上	660 以上	22 以上									
(備考) 規則 GF 編表 GF7.3 又は規則 N 編表 N6.3 に規定する衝撃試験に関する要件に留意すること。											
<p>1.2.5 材料試験と許容基準 材料試験及び判定基準は、規則 GF 編 16 章又は規則 N 編 6 章、並びに 1.4 に従うこと。また、1.4 に規定する材料試験要件及び判定基準に従って、適合性を文書化すること。</p>	<p>(新規) (新規)</p>	<p>Part 2 / 8</p>									
<p>1.2.6 製造者承認手続き 製造者の承認は、規則 GF 編 16.1.1 又は規則 N 編 6.2.2 に従い、本会が規定する要件に適合すること。</p>	<p>(新規) (新規)</p>	<p>Part 2 / 9</p>									
<p>1.3 設計への適用</p>	<p>(新規)</p>	<p>Part 3 / 10</p>									
<p>1.3.1 一般 -1. 荷重条件及び設計条件は、規則 GF 編 6.4.12 又は規則 N 編 4.18 に従うこと。 -2. 規則 GF 編 6.4.15, 規則 N 編 4.21 から 4.23 に規定する安全係数の設定については 「オーステナイト鋼」に対して規定した安全係数を、高マンガンオーステナイト鋼の母材及び溶接継手に適用する。</p>	<p>(新規) (新規) (新規)</p>	<p>Part 3 / 10.1</p>									
<p>1.3.2 最終設計条件 高マンガンオーステナイト鋼は、通常、アンダーマッ</p>	<p>(新規) (新規)</p>	<p>Part 3 / 10.2</p>									

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>チ継手となることに注意すること。従って、降伏応力、引張強さの設計値は、1.2.3 に規定する母材及び溶接継手に対する機械的性質に従う必要がある。これに加え、規則 GF 編 16.3.3-5.(1)又は規則 N 編 4.18.1(3)(b)に規定するアンダーマッチ継手に関する要件に従うこと。</p> <p>1.3.3 座屈強度</p> <p>-1. 座屈強度解析は、公認規格に基づいて実施すること。規則 GF 編 6.4.1-6.又は規則 N 編 4.3.4に規定する荷重を考慮すること。規則 GF 編 16.4.2 又は規則 N 編 6.6.2-1.に従い、設計公差を適切に考慮し、強度評価に含めること。</p> <p>-2. 浸水荷重ケースの判定基準は、他の座屈荷重ケースとは異なることに注意すること。なお、規則 GF 編及び規則 N 編に規定する浸水荷重ケースの判定基準は異なっており、規則 GF 編 6.4.1-6.(3)(c)においては、安全な退船のため、浸水後もタンクは完全性を維持する旨規定する一方、規則 N 編 4.3.4(3)(c)においては、船体の完全性を危険に曝すことのみ規定している点に配慮すること。</p> <p>1.3.4 疲労設計要件</p> <p>母材及び溶接継手の設計疲労曲線は、<i>DNVGL-RP-C203 Fatigue design of offshore steel structures</i> に規定される D 曲線 (表 4 参照) 及び <i>IIW 1823-07 Recommendations for fatigue design of welded joints and components</i> に規定される FAT90 (図 1 参照) で示されているように、認知された S-N 曲線との比較として文書化されている。疲労試験は、突合溶接継手に対してのみ実施されている。他の</p>	<p>(新規) (新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規) (新規)</p>	<p>Part 3 / 10.3</p> <p>Part 3 / 10.4</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

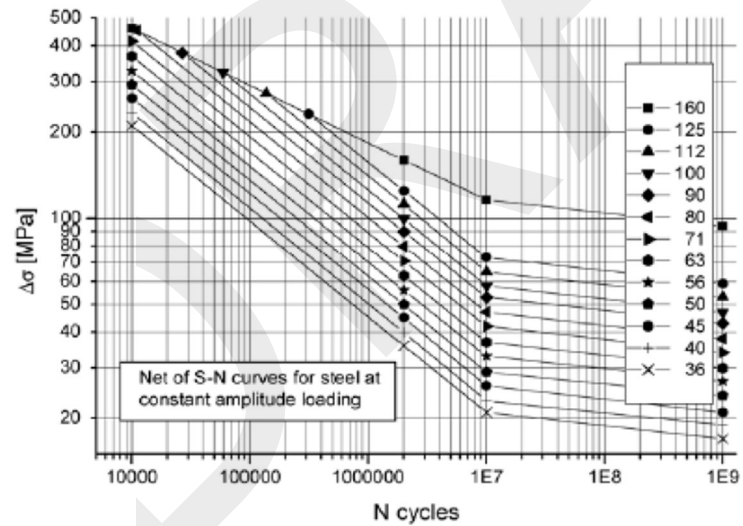
新	旧	備考
<p>詳細、他の <i>S-N</i> 曲線の適用については、本会が適当と認めるところによる。<u>規則 GF 編 6.4.12(2)(d)及び規則 N 編 4.18.2-4.(2)</u>においては、設計 <i>S-N</i> 曲線は、最終破壊までの実験データの平均値から 2 倍の標準偏差を差し引いて求めた下限線で、97.6%残存確率に基づいたものとする旨規定されている。</p>		

DRAFT

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>表4 (大気中の S-N 曲線) : 高マンガンオーステナイト鋼は、 構造的応力集中部がない溶接継手において D 曲線と同等かそれ以上であることが実証されている。</p>		
S-N curve	$N \leq 10^7$ cycles m_1 $\log \bar{a}_1$	$N > 10^7$ cycles $\log \bar{a}_2$ $m_2 = 5.0$
		Fatigue limit at 10^7 cycles (MPa) *) Thickness exponent k Structural stress concentration embedded in the detail (S-N class), see also equation (2.3.2)
B1	4.0 15.117	17.146
B2	4.0 14.885	16.856
C	3.0 12.592	16.320
C1	3.0 12.449	16.081
C2	3.0 12.301	15.835
D	3.0 12.164	15.606
E	3.0 12.010	15.350
F	3.0 11.855	15.091
F1	3.0 11.699	14.832
F3	3.0 11.546	14.576
G	3.0 11.398	14.330
W1	3.0 11.261	14.101
W2	3.0 11.107	13.845
W3	3.0 10.970	13.617
*) see also [2.11]		

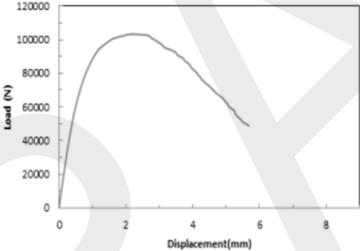
図1 高マンガンオーステナイト鋼に対する参考 S-N 曲線は FAT 90 曲線とする。
 FAT 90 曲線は、構造的応力集中部がない溶接継手に対するものである。



「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>1.3.5 破壊力学解析</p> <p>1. 二次防壁に関する要件が軽減された貨物タンク又は燃料タンクは、規則 GF 編及び規則 N 編に従い破壊力学に基づく解析を実施すること。</p> <p>-2. 破壊じん性に関する特性は、本会が適当と認める規格に従うこと。適用する材料によっては、タンクシステムに想定される負荷速度に近い状態により決定された破壊じん性を求めること。疲労き裂伝播速度は、関連する使用条件について、タンクに使用する材料及びその溶接継手について文書化すること。一般に認められている破壊力学的手法を用い、疲労き裂進展速度及びき裂先端における応力度の変化量 ΔK を関連付けることにより、当該特性を示すこと。疲労き裂進展速度のパラメータの選択を確立する際には、静的荷重によって生じる応力の影響を考慮すること。</p> <p>-3. 非常に高い静的荷重が要求される用途では、延性破壊解析等の別の方法を検討すること。</p> <p>-4. 極低温におけるき裂先端開口変位 (CTOD) の典型的な値の例を図 2 に示す。</p> <p>-5. 破壊力学解析は、規則 GF 編 6.4.15.-2(3)(c)及び規則 N 編 4.22.4 に基づき二次防壁が軽減された独立タンクタイプ B に要求される。疲労特性及び亀裂伝播特性への適合を示すため、他のタンクタイプについても破壊力学解析が必要となる場合がある。破壊力学に基づく解析で使用される CTOD 値は、材料がその用途に適合していることを確認するために、解析すべき重要な特性であることを注意すること。</p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Part 3 / 10.5</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考																																																																						
図 2 -165°C における CTOD 試験の典型的な値の例																																																																								
CTOD TEST REPORT																																																																								
		REPORT NO.																																																																						
Test Method Standard	ISO 12135/15653 Specimen No.	FCAW-2 Test Date																																																																						
Specimen configuration	Square Cross-Section 3 Point Bend(W=B)	Crack plane orientation L-T																																																																						
Specimen Dimensions	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">Average</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Thickness, B (mm)</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Width, W (mm)</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">80</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Span, S (mm)</td> <td style="text-align: center;">320</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Knife edge thickness, z (mm)</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </table>		1	2	3	Average	Thickness, B (mm)	40	40	40	40	Width, W (mm)	80	80	80	80	Span, S (mm)	320	Knife edge thickness, z (mm)		0																																																			
	1	2	3	Average																																																																				
Thickness, B (mm)	40	40	40	40																																																																				
Width, W (mm)	80	80	80	80																																																																				
Span, S (mm)	320	Knife edge thickness, z (mm)		0																																																																				
Test Material	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">Young's Modulus of Elasticity, E (MPa)</td> <td style="text-align: center;">182,000</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">YS(0.2% proof), σ_{YSP} (MPa)</td> <td style="text-align: center;">474</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TS, σ_{TSP} (MPa)</td> <td style="text-align: center;">780</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">YS(0.2% proof), σ_{YS} (MPa)</td> <td style="text-align: center;">655</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Machined Notch (mm)</td> <td style="text-align: center;">Width, N</td> <td style="text-align: center;">Length, Lmc</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">4.7</td> <td style="text-align: center;">32.4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">Root Radius</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.1</td> </tr> </table>		Young's Modulus of Elasticity, E (MPa)		182,000	YS(0.2% proof), σ_{YSP} (MPa)		474	TS, σ_{TSP} (MPa)		780	YS(0.2% proof), σ_{YS} (MPa)		655	Machined Notch (mm)	Width, N	Length, Lmc		4.7	32.4			Root Radius			0.1																																														
Young's Modulus of Elasticity, E (MPa)		182,000																																																																						
YS(0.2% proof), σ_{YSP} (MPa)		474																																																																						
TS, σ_{TSP} (MPa)		780																																																																						
YS(0.2% proof), σ_{YS} (MPa)		655																																																																						
Machined Notch (mm)	Width, N	Length, Lmc																																																																						
	4.7	32.4																																																																						
		Root Radius																																																																						
		0.1																																																																						
Test Condition	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Temperature ($^{\circ}\text{C}$)</td> <td style="text-align: center;">-165</td> </tr> </table>		Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	-165																																																																				
Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	-165																																																																							
Test Result	<div style="text-align: center;">  </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <th colspan="10" style="text-align: center;">Crack Length to Tip of Fatigue Pre crack (mm)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">a_1</th> <th style="text-align: center;">a_2</th> <th style="text-align: center;">a_3</th> <th style="text-align: center;">a_4</th> <th style="text-align: center;">a_5</th> <th style="text-align: center;">a_6</th> <th style="text-align: center;">a_7</th> <th style="text-align: center;">a_8</th> <th style="text-align: center;">a_9</th> <th style="text-align: center;">a_0</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">37.62</td> <td style="text-align: center;">39.28</td> <td style="text-align: center;">39.36</td> <td style="text-align: center;">38.95</td> <td style="text-align: center;">39.24</td> <td style="text-align: center;">38.27</td> <td style="text-align: center;">38.55</td> <td style="text-align: center;">38.67</td> <td style="text-align: center;">37.21</td> <td style="text-align: center;">38.72</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">a_0/W</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">0.54</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Plastic Component of V, V_p (mm)</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">1.53</td> </tr> <tr> <th colspan="10" style="text-align: center;">Critical CTOD (mm)</th> </tr> <tr> <th colspan="5" style="text-align: center;">Type of CTOD</th> <th colspan="5" style="text-align: center;">Total CTOD</th> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">δ_m</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">0.53</td> </tr> </table>		Crack Length to Tip of Fatigue Pre crack (mm)										a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_0	37.62	39.28	39.36	38.95	39.24	38.27	38.55	38.67	37.21	38.72	a_0/W		0.54		Plastic Component of V, V_p (mm)				1.53		Critical CTOD (mm)										Type of CTOD					Total CTOD					δ_m					0.53				
Crack Length to Tip of Fatigue Pre crack (mm)																																																																								
a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9	a_0																																																															
37.62	39.28	39.36	38.95	39.24	38.27	38.55	38.67	37.21	38.72																																																															
a_0/W		0.54		Plastic Component of V, V_p (mm)				1.53																																																																
Critical CTOD (mm)																																																																								
Type of CTOD					Total CTOD																																																																			
δ_m					0.53																																																																			

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>1.3.6 溶接</p> <p>-1. <u>溶接は、規則 GF 編 16.3 又は規則 N 編 6.5 に従い、本会が満足するように実施されなければならない。</u></p> <p>-2. <u>溶接は、次の点を考慮すること。</u></p> <p>(1) <u>製造時の入熱量を低減することを目的として以下を考慮すること。</u></p> <p>(a) <u>フラックスコールドアーク溶接により施工する場合は、初層溶接に特に注意を払うこと。</u></p> <p>(b) <u>溶接姿勢が立向の場合の溶接入熱量は、最大 30 kJ/cm を標準とすること。</u></p> <p>(2) <u>熔融金属とノズルとの間の距離は、熔融池近傍からの酸素の含有量を低減するために最小に保つこと。</u></p> <p>(3) <u>フラックスコールドアーク溶接のシールドガスの組成は、通常、アルゴンと二酸化炭素の混合比が 4:1 の混合ガスとすること。</u></p> <p>(4) <u>有害な溶接ヒュームへの暴露を減らすため、適切な換気を行うこと。</u></p> <p>1.3.7 非破壊試験 (NDT)</p> <p><u>NDT の範囲は、規則 GF 編 16.3.6 又は規則 N 編 6.5.6 に従うこと。NDT の手順は、本会が適当と認める公的規格に従うこと。高マンガンオーステナイト鋼の場合、オーステナイト鋼に対し一般的に適用される適当な NDT の手順を採用すること。</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Part 3 / 10.6</p> <p>下向溶接の溶接入熱量は立向溶接よりも小さいため、立向溶接の場合について規定する。</p> <p>Part 3 / 10.7</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考															
<p>1.3.8 耐腐食性 腐食防止及び腐食環境を回避するために適切な措置を講じること。特に、LNG燃料タンクについては、稼働していない期間は、タンク内が不活性ガス又は乾燥空气中で充填されていることを保証するために、常時、適切な予防措置を講じること。</p> <p>1.4 高マンガンオーステナイト鋼の材料試験要件と判定基準</p> <p>1.4.1 一般 -1. 母材に対する試験項目及び判定基準は表 5 に従うこと。 -2. 溶接継手（熱影響部（HAZ）を含む）の試験項目及び判定基準は表 6 に従うこと。</p>	<p>(新規) (新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規) (新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>Part 3 / 10.8</p> <p>MSC.1/Circ.1599/Rev.3 APPENDIX 1</p>															
<p>表 5 母材に対する試験項目及び判定基準</p>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th align="center">試験項目</th> <th align="center">概要</th> <th align="center">判定基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">1.1 化学成分</td> <td>ASTM A1106/A1106M-17 又は ISO 21635:2018 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</td> <td>・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。</td> </tr> <tr> <td align="center">1.2 ミクロ組織</td> <td>規則 GF 編 16.2.4 及び規則 N 編 6.3.4 に従い、ASTM E112 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</td> <td>・結晶粒度、析出物等の微細構造について報告すること。 ・本試験結果は参考として扱う。</td> </tr> <tr> <td align="center">1.3 引張試験</td> <td>規則 GF 編 16.2.1 及び規則 N 編 6.3.1 に従うこと。供試材は、異なる組成の 3 つの溶鋼から採取し、室温と極低温の両温度で試験を実施すること。</td> <td>・降伏応力、引張強さ及び伸びは、ASTM A1106/A1106M-17 又は ISO 21635:2018 に従った化学成分(附属書 6.4.1-1., 1.1.2-1.参照) に適用される国家規格又は国際規格に従うこと。</td> </tr> <tr> <td align="center">1.4 Vノッチ</td> <td>規則 GF 編 16.2.2 及び規則 N 編 6.3.2 に従うこと。</td> <td>・規則 GF 編表 GF7.3 及び規則 N 編表</td> </tr> </tbody> </table>	試験項目	概要	判定基準	1.1 化学成分	ASTM A1106/A1106M-17 又は ISO 21635:2018 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。	1.2 ミクロ組織	規則 GF 編 16.2.4 及び規則 N 編 6.3.4 に従い、ASTM E112 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・結晶粒度、析出物等の微細構造について報告すること。 ・本試験結果は参考として扱う。	1.3 引張試験	規則 GF 編 16.2.1 及び規則 N 編 6.3.1 に従うこと。供試材は、異なる組成の 3 つの溶鋼から採取し、室温と極低温の両温度で試験を実施すること。	・降伏応力、引張強さ及び伸びは、ASTM A1106/A1106M-17 又は ISO 21635:2018 に従った化学成分(附属書 6.4.1-1., 1.1.2-1.参照) に適用される国家規格又は国際規格に従うこと。	1.4 Vノッチ	規則 GF 編 16.2.2 及び規則 N 編 6.3.2 に従うこと。	・規則 GF 編表 GF7.3 及び規則 N 編表		
試験項目	概要	判定基準															
1.1 化学成分	ASTM A1106/A1106M-17 又は ISO 21635:2018 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。															
1.2 ミクロ組織	規則 GF 編 16.2.4 及び規則 N 編 6.3.4 に従い、ASTM E112 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・結晶粒度、析出物等の微細構造について報告すること。 ・本試験結果は参考として扱う。															
1.3 引張試験	規則 GF 編 16.2.1 及び規則 N 編 6.3.1 に従うこと。供試材は、異なる組成の 3 つの溶鋼から採取し、室温と極低温の両温度で試験を実施すること。	・降伏応力、引張強さ及び伸びは、ASTM A1106/A1106M-17 又は ISO 21635:2018 に従った化学成分(附属書 6.4.1-1., 1.1.2-1.参照) に適用される国家規格又は国際規格に従うこと。															
1.4 Vノッチ	規則 GF 編 16.2.2 及び規則 N 編 6.3.2 に従うこと。	・規則 GF 編表 GF7.3 及び規則 N 編表															

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新		旧	備考
	<u>シャルピー衝撃試験</u>		<u>N6.3 に従うこと。ただし、衝撃試験は省略してはならない。</u>
1.5	<u>歪時効</u> <u>シャルピー衝撃試験</u>	<u>ASTM E23 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</u>	・ <u>規則 GF 編 16.2.2 及び規則 N 編表 N6.3 に従うこと。ただし、衝撃試験は省略してはならない。</u>
1.6	<u>落重試験</u>	<u>ASTM E208 等の国家規格又は国際規格に従うこと。試験は-196℃で実施すること。</u>	・ <u>適用する規格に定められた試験温度において破断しないこと。</u>
1.7	<u>疲労試験 (S-N 曲線)</u>	<u>規則 GF 編 6.4.12.(2)(d)及び規則 N 編 4.18.2.-4.(2) に従い、S-N 曲線を設定すること。</u>	・ <u>IIV 又は DNVGL-RP-C203 に規定される S-N 曲線と同等以上の最小疲労強度を持つこと。</u>
1.8	<u>CTOD (き裂先端開口変位) 試験</u>	<u>ASTM E1820, BS 7448, ISO 12135 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</u>	・ <u>CTOD の最小値は、設計条件に従った室温及び極低温での試験に関する設計仕様に従うこと。</u> ・ <u>CTOD の最小値は 0.2 mm を標準とする。</u>
1.9	<u>腐食試験</u>	<u>本会の適当と認める家規格又は国際規格に従うこと。</u>	・ <u>本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。</u>
1.9.1	<u>粒界腐食試験</u>	<u>ASTM A262 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</u>	・ <u>本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。</u>
1.9.2	<u>一般腐食試験</u>	<u>ASTM G31 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</u>	・ <u>本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。</u>
1.9.3	<u>応力腐食割れ試験</u>	<u>ASTM G36 や ASTM G123 等の国家規格又は国際規格に従うこと。</u>	・ <u>本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。</u>
1.9.4	<u>アンモニア適合性腐食試験</u>	<u>アンモニアを積載する場合、適合性を確認するため、1.5 に従い追加の試験を実施すること。</u>	・ <u>1.5 に規定する許容基準に従うこと。</u>

表 6 溶接継手に対する試験項目及び判定基準

試験項目	概要	判定基準
2.1	<u>ミクロ試験</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>参考として報告すべき結晶粒度、析出物等の微細構造について報告すること。</u> ・<u>本試験結果は参考として扱う。</u>
2.2	<u>硬さ試験</u>	<ul style="list-style-type: none"> ・<u>本試験結果は参考として扱う。</u>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新		旧	備考
2.3 継手引張試験	アンダーマッチ継手として、規則 GF 編 16.3.3-5.(1)及び規則 N 編 6.5.3-5.(1)に従うこと。また、ASTM E8/E8M の等の国家規格又は国際規格に従うこと	・規則 GF 編 6.4.12.(1)(a)iii)及び規則 N 編 4.18.1.(3)(b)に従うこと。	
2.4 V ノッチシャルピー衝撃試験	規則 GF 編 16.2.2 及び 16.3.3-4.(4), 規則 N 編 6.3.2 及び 6.5.3-4.(4)に従うこと。	・規則 GF 編 16.3.3-5(3)及び規則 N 編 6.5.3-5(3)に従うこと。	
2.5 CTOD (き裂先端開口変位) 試験	ASTM E1820, BS 7448, ISO 12135 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・CTOD の最小値は、設計条件に従った室温及び極低温での試験に関する設計仕様に従うこと。 ・目安として、CTOD の最小値は 0.2 mm を標準とする。	
2.6 延性破壊靱性試験, <i>J_{IC}</i>	ASTM E1820, ISO 15653 等の国家規格又は国際規格に従うこと。延性破壊靱性試験は、本会が適当と認める場合、省略することができる。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。	
2.7 曲げ試験	規則 GF 編 16.2.3 及び規則 N 編 6.3.3.に従うこと。	・規則 GF 編 16.3.3-5.(2)及び規則 N 編 6.5.3-5.(2)に従い、180 度曲げた状態で傷、割れ等が生じないこと。	
2.8 疲労試験 (S-N 曲線)	規則 GF 編 6.4.12.(2)(d)及び規則 N 編 4.18.2-4.(2)に従い、S-N 曲線を設定すること。	・IIW 又は DNVGL-RP-C203 に規定される S-N 曲線と同等以上の最小疲労強度を持つこと。	
2.9 腐食性試験	本会の適当と認める家規格又は国際規格に従うこと。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。	
2.9.1 粒界腐食試験	ASTM A262 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。	
2.9.2 一般腐食試験	ASTM G31 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。	
2.9.3 応力腐食割れ (SCC) 試験	ASTM G36 及び ASTM G123 等の国家規格又は国際規格に従うこと。	・本会の適当と認める国家規格又は国際規格に従うこと。	
2.9.4 アンモニア適合性腐食試験	アンモニアを積載する場合、適合性を確認するため、1.5 に従い追加の試験を実施すること。	・1.5 に規定する判定基準に従うこと。	

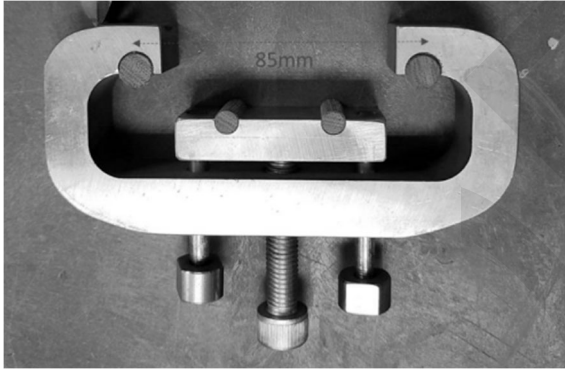
「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>1.5 アンモニアを積載する場合の追加の適合性試験</p> <p>1.5.1 一般 <u>試験は ASTM B858 等の国家規格又は国際規格に従うこと。当該規格は銅合金を対象とした規格であり、高マンガンオーステナイト鋼は適用対象外である。従って、次の追加の標準試験を実施すること。</u></p> <p>1.5.2 試験 <u>-1. 試験片は ISO 7539-2 及び ISO 16540 に従って作製すること。試験片は、試験前に 4 点曲げ試験により、一定のひずみ下で曲げ変形を与えること。供試材の合計最大ひずみは、大気温度における材料の降伏応力に等しくすること。加えられたひずみを測定するために、ひずみゲージを使用すること。溶接された試験片の場合、ひずみゲージは溶接継手の両側に取り付けること。供試材は、試験中その形状を維持するよう拘束すること。詳細は試験片の準備に関する要件中に規定する。</u> <u>-2. 次のアンモニア環境下において、合計 36 個の試験片（それぞれのアンモニア環境下において、3 つの溶接継手及び 3 つの母材に対する試験片）を、次の 4 つのアンモニア環境下に 30 日間、浸漬及び暴露すること。</u> <u>(1) 液相アンモニア環境、アンモニアの沸騰温度よりわずかに低い温度、例えば -33.5℃、大気圧で、次の液体アンモニア組成のアンモニアを冷却することにより得られる環境：</u> <u>(a) 0.1 質量%の水と 2.5 ppm の酸素</u> <u>(b) 2.5 ppm の酸素</u></p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	<p>MSC.1/Circ.1599/Rev.3 APPENDIX 2</p>

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>(2) 常温 (25℃) 及び大気圧での気相アンモニア環境で、次の気体アンモニア組成から得られる環境： <u>(a) 純アンモニア (99.99 %以上)</u> <u>(b) 0.9 体積%の酸素と 99.1 体積%のアンモニア</u></p> <p>(3) -20℃及び大気圧での気相アンモニア環境で、次の気体アンモニア組成から得られる環境： <u>(a) 純アンモニア (99.99 %以上)</u> <u>(b) 0.9 体積%の酸素と 99.1 体積%のアンモニア</u></p> <p>-3. 応力腐食割れ試験は、<i>ISO 7539</i> 及び <i>ISO 16540</i> の要求事項に準拠して実施すること。</p> <p>-4. 試験報告書は、<i>ISO 16540</i> に準拠し、すべての手順、設定データ、試験及び環境に関する情報を記載し、次を含めること。</p> <p>(1) 試験片の方向、種類及び寸法 (2) 材料の概要 <u>(a) 母材の化学成分及び引張特性</u> <u>(b) 溶接材料の化学成分及び引張特性</u> <u>(c) 溶接の種類、溶接金属及び熱影響部の硬さ</u> (3) 4点曲げ試験の設定データ (4) 目標応力及びたわみ量 (5) ひずみ測定手順 (6) 負荷手順 (7) 試験環境 (温度、水分及び酸素含有量並びに <i>pH</i>)</p> <p>1.5.3 判定基準 浸漬後及び暴露後、適切な倍率の光学顕微鏡により、すべての試験片に対し応力腐食割れの有無について検</p>	<p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規)</p>	

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>査すること。試験報告書には、割れの位置及び数を明記し、必要に応じて蛍光浸透探傷試験を実施し、結果を記載すること。溶接継手を評価する場合、割れの位置が、母材、溶接部又は HAZ のいずれの位置にあるかを明記すること。表面き裂が観察されない場合は、異なる2箇所を縦方向に切断し、適切な倍率で断面検査を行うこと。孔食の有無と最大深さを報告すること。試験後、試験結果を提出し、本会の承認を得ること。</p> <p>1.5.4 負荷に使用するジグ <u>試験片に一定のたわみを加えるため、図3に規定する外側ローラー間隔 85 mm の耐食合金製の治具を使用すること。望ましくない電解腐食を避けるため、試験片はセラミック製ローラーにより電氣的に絶縁すること。</u></p> <p>図3 4点曲げジグの形状</p>  <p>1.5.5 試験片の準備 -1. 試験片は厚さ 40 mm の熱間圧延鋼板から加工し</p>	<p>(新規) (新規)</p> <p>(新規)</p> <p>(新規) (新規)</p>	

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>たもので、溶接後熱処理は施さないこと。曲げ試験片の外半径側は、熱間圧延鋼板の元の面とすること。試験前に曲げ加工を施し、タンク内でアンモニアに曝される表面は無加工の面とすること。</p> <p>-2. 4点曲げ試験片は、図4に示すように、片面が溶接されたままの状態を溶接試験片を試験する場合を除き、一様な長方形断面で厚さが一様な平板とすること。観察は、40 mmの熱間圧延鋼板の元の面（溶接試験片の場合は最終層）に対し実施する。溶接継手の場合、試験は最終層のビードに対し実施する。</p>	<p style="text-align: center;">(新規)</p> <div style="text-align: center;"> <p style="text-align: center;">図4 4点曲げ試験片（母材及び溶接継手）</p> </div> <p style="text-align: center;">(新規)</p> <p style="text-align: center;">(新規)</p>	
<p>1.5.6 たわみの測定</p> <p>-1. 引張側の面の中心におけるたわみを測定するため、ダイヤルゲージを取り付けること。試験荷重は、要求される降伏応力レベルとし、試験中、形状を維持するように試験片を拘束すること。たわみ量 Y は、ISO 16540 に従い次の式によること。</p> $Y = \frac{(3H^2 - 4A^2)\sigma}{12Et}$		

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>-2. ここで、σは応力（この場合は降伏応力）、Eは弾性係数、tは試験片の厚さ、Aは内側支持と外側支持の間の距離、Hは外側の支持間の距離である。4点曲げ試験に先立ち、厚さ40mmの板の一軸引張試験を行い、必要なたわみ量の計算に用いる降伏応力を決定すること。溶接試験片に対する試験を簡略化するため、母材と同じたわみ量とすること。</p>	<p>(新規)</p>	

DRAFT

「高マンガンオーステナイト鋼の適用」 新旧対照表

新	旧	備考
<p>船用材料・機器等の承認及び認定要領</p> <p>附属書 1.3 高マンガンオーステナイト鋼の製造方法の承認要領</p> <p>1.4 承認試験</p> <p>1.4.3 試験の詳細</p> <p>-4. 製造者の申出によりアンモニア適合性腐食試験を実施する場合にあっては、<u>鋼船規則 N 編附属書 6.4.1-1.中 1.5</u>に従うこと。</p>	<p>船用材料・機器等の承認及び認定要領</p> <p>附属書 1.3 高マンガンオーステナイト鋼の製造方法の承認要領</p> <p>1.4 承認試験</p> <p>1.4.3 試験の詳細</p> <p>-4. 製造者の申出によりアンモニア適合性腐食試験を実施する場合にあっては、<u>MSC.1/Circ.1599/Rev.2</u>に従うこと。</p>	<p>Circ.1599 を N 編に取入れたことによる参照先の修正</p>
<p style="text-align: center;">附 則</p> <p>1. この改正は、2026 年 1 月 1 日から施行する。</p>		