

コンテナ船の大型化への対応について

— 高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計 —

一般財団法人 日本海事協会

© Copyright by NIPPON KAIJI KYOKAI

1. コンテナ船の大型化と構造部材の極厚化
2. 高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計
3. 脆性亀裂アレスト性能の評価方法
4. まとめ

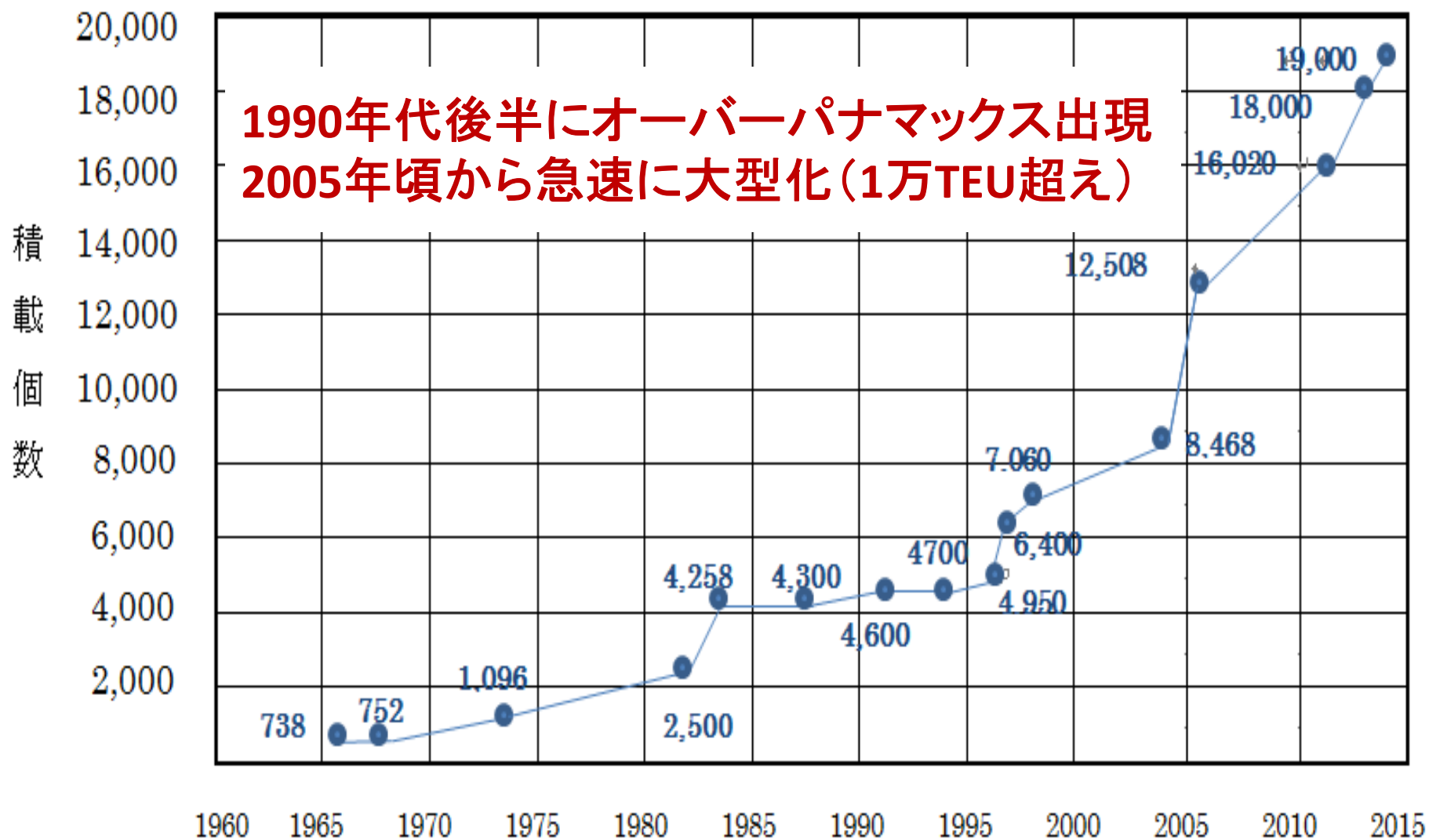
1. コンテナ船の大型化と構造部材の極厚化

2. 高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計

3. 脆性亀裂アレスト性能の評価方法

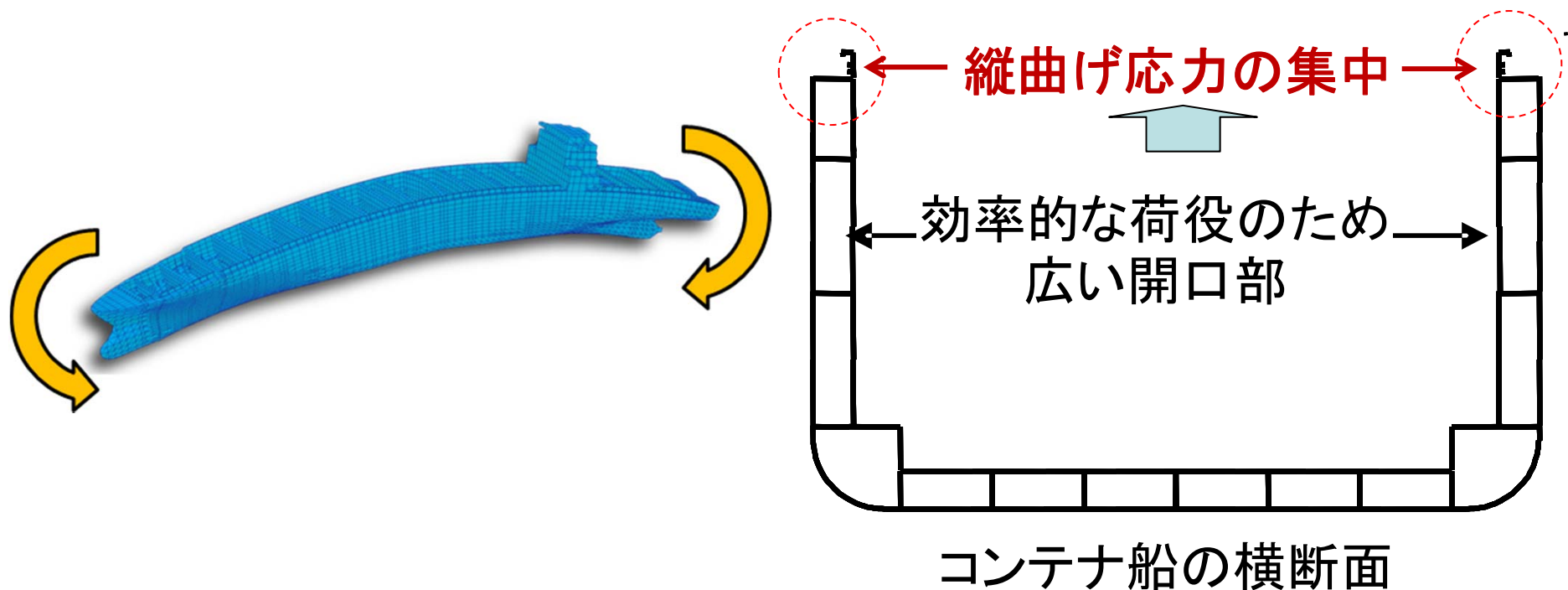
4. まとめ

コンテナ船の大型化



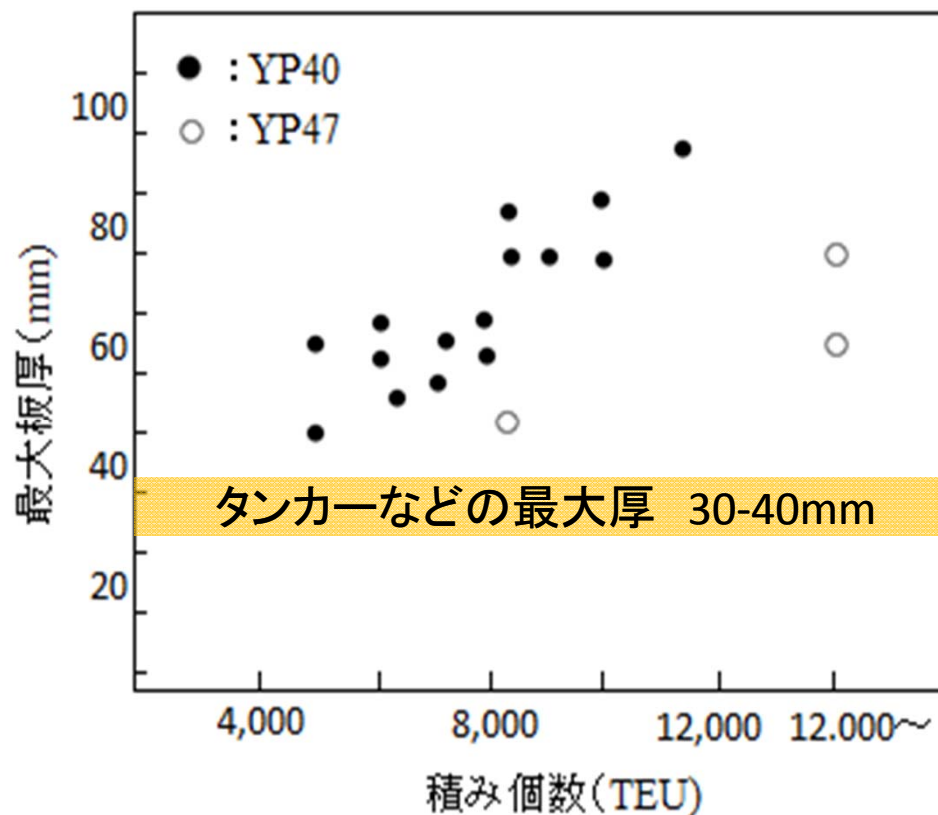
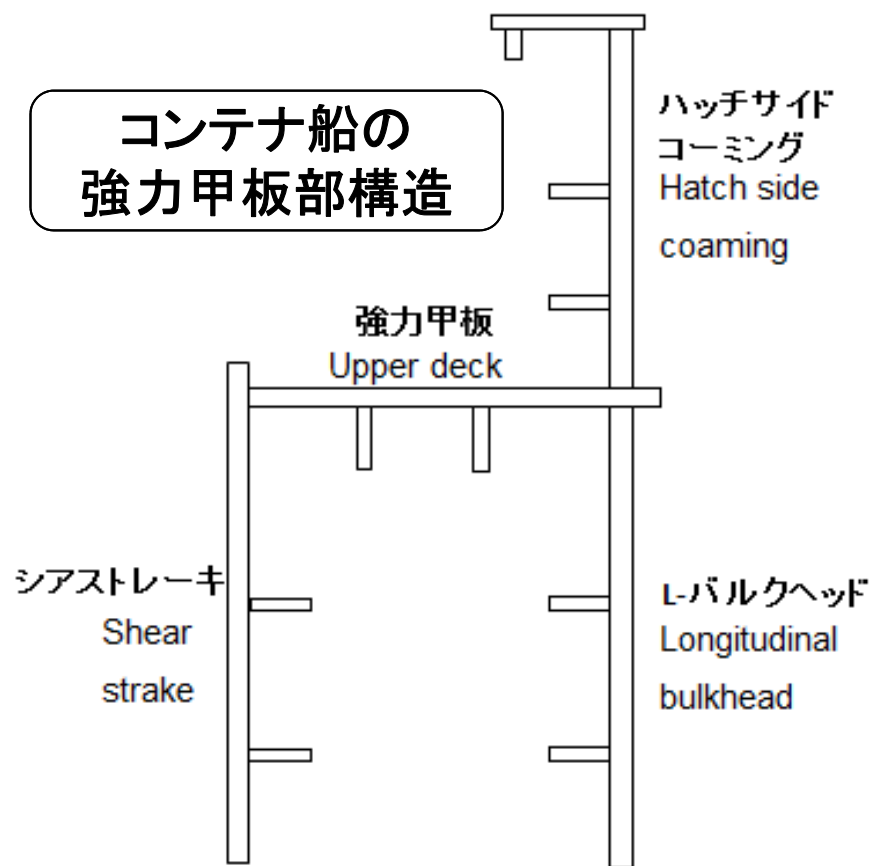
国交省資料を改訂

効率的な荷役のため**広い開口部**が必要
限られた**縦通部材**で**船体縦曲げ強度**を確保
→ **構造部材の高強度化・極厚化**



コンテナ船の構造部材の極厚化 ClassNK

板厚50mm超えの高強度極厚鋼板を コンテナ船の強力甲板部構造に適用



1. コンテナ船の大型化と構造部材の極厚化

2. 高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計

3. 脆性亀裂アレスト性能の評価方法

4. まとめ

船体折損等の大規模破壊を防止すべく
脆性破壊に対する安全性評価が極めて重要

構造部材の極厚化

→ 破壊靱性(脆性破壊に対する抵抗力)が低下



極厚鋼板のアレスト性能

脆性亀裂の伝播を停止させるアレスト性能は
鋼板表面の塑性変形域に大きく依存

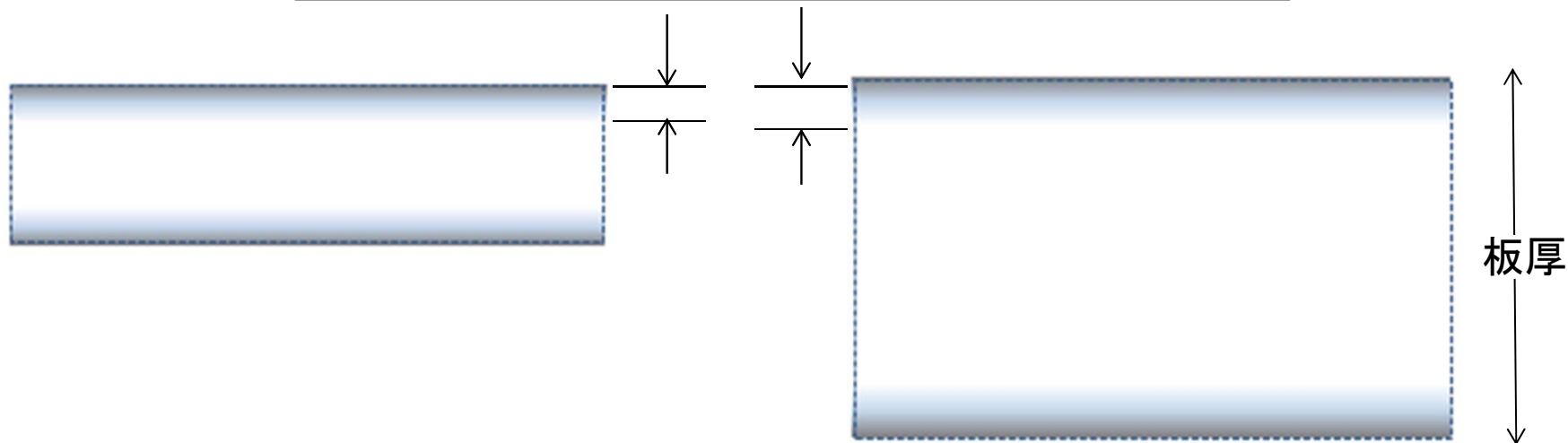


板厚が厚くなると塑性変形域の割合が減少



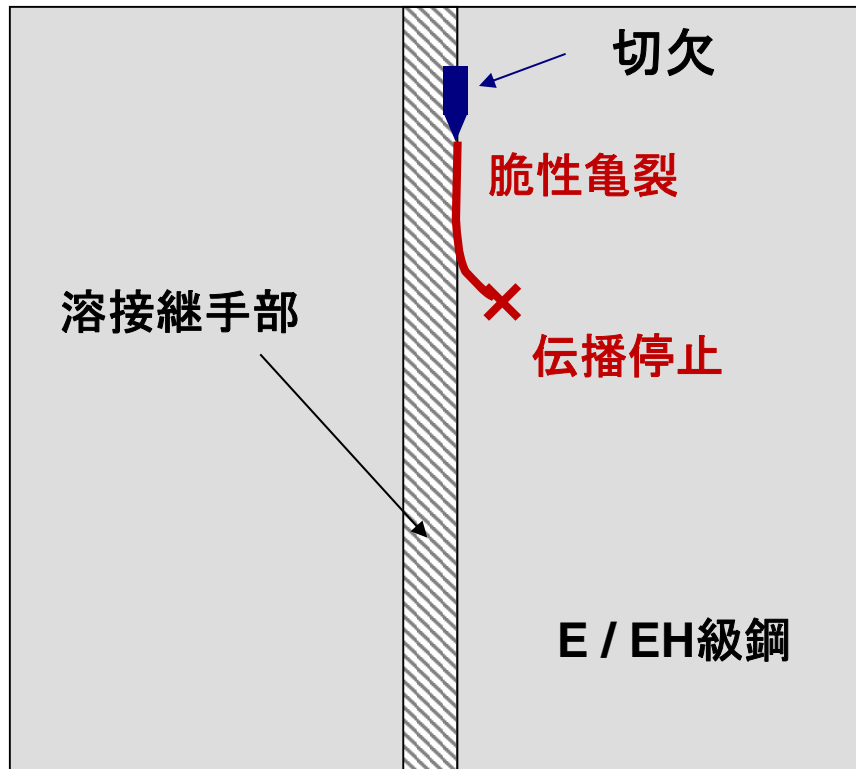
極厚鋼板では脆性亀裂アレスト性能が相対的に低下

塑性変形域(板厚によらずほぼ一定)



極厚鋼板に対するアレスト性能評価

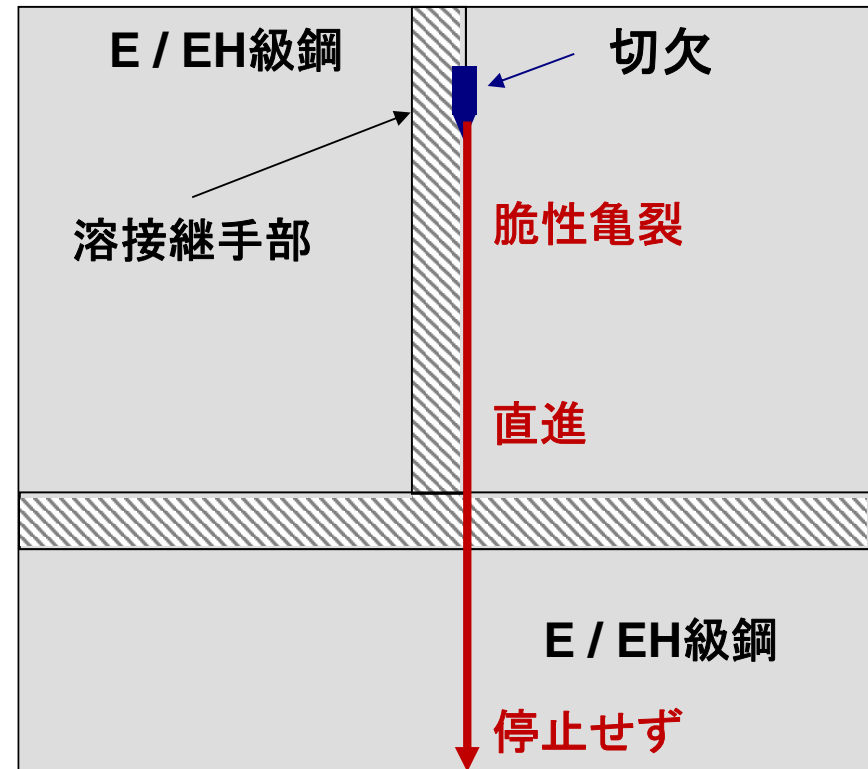
板厚：35mm



・脆性亀裂は溶接継手部に沿って伝播した後、母材側に逸れる

・E/EH級鋼であれば、脆性亀裂は停止

板厚：60mm



・脆性亀裂は溶接継手部に沿って直進

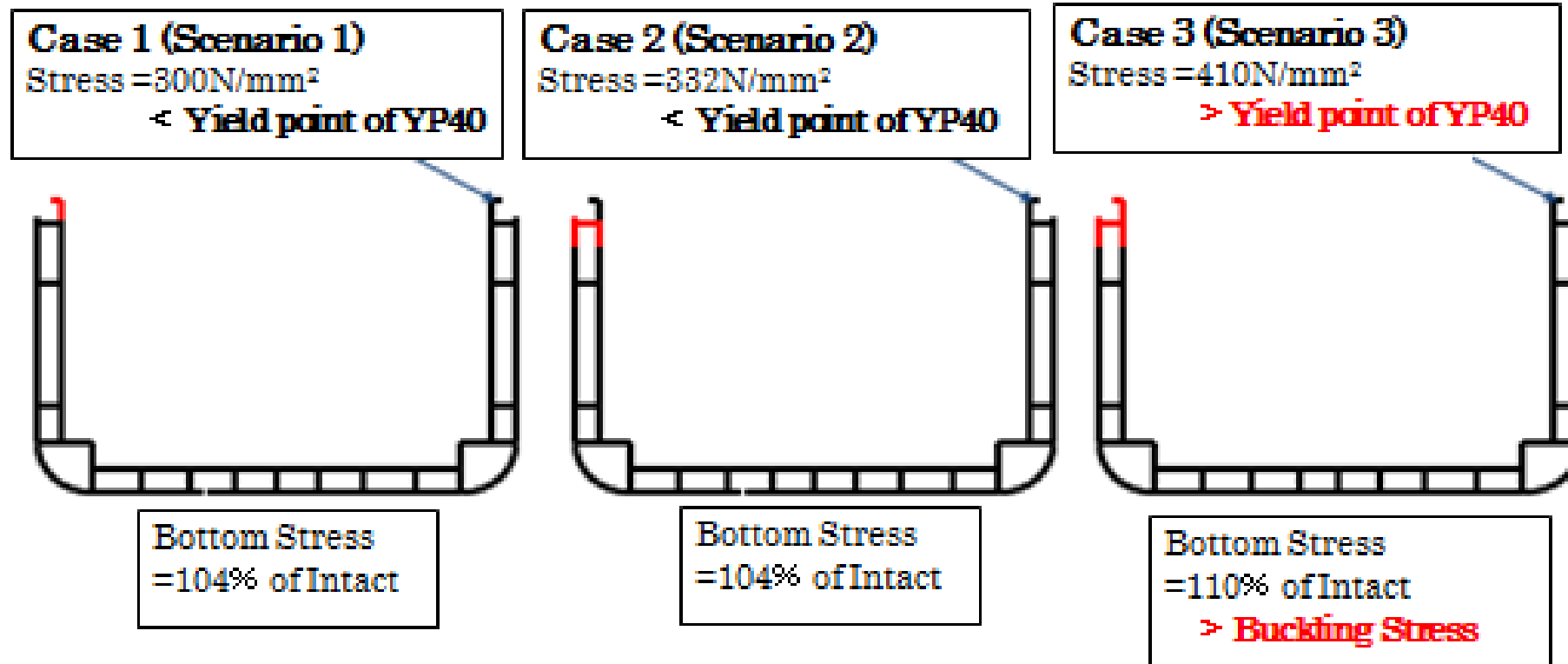
・E/EH級鋼であっても脆性亀裂が停止しない

- ・脆性亀裂の発生防止 → 建造時の非破壊検査
- ・脆性亀裂の伝播停止 (万一の脆性亀裂発生を想定)
→ **脆性亀裂アレスト設計 (バックアップ機能)**

ハッチサイドコーミング		建造時の非破壊検査	脆性亀裂アレスト設計
鋼種	板厚 (mm)		
KA36 KD36 KE36	$50 < t \leq 100$	適用	非適用
KA40 KD40 KE40	$50 < t \leq 85$	適用	非適用
	$85 < t \leq 100$	適用	適用
KE47 船体ブロックのバット溶接が エレクトロガス溶接の場合	$50 < t \leq 100$	適用	適用
KE47 船体ブロックのバット溶接が エレクトロガス溶接以外の場合	$50 < t \leq 100$	適用	適用

脆性亀裂発生時のシナリオ

ハッチサイドコーミング+強力甲板の同時破壊により
大規模破壊の危険性あり



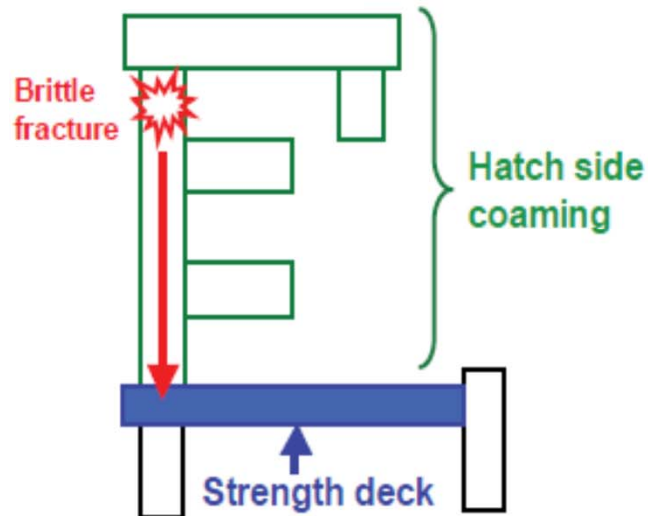
Case 1 : Hatch side coaming cracked (one side only)

Case 2 : Upper Dk, Sheer strake, Longitudinal Bhd. cracked (one side only)

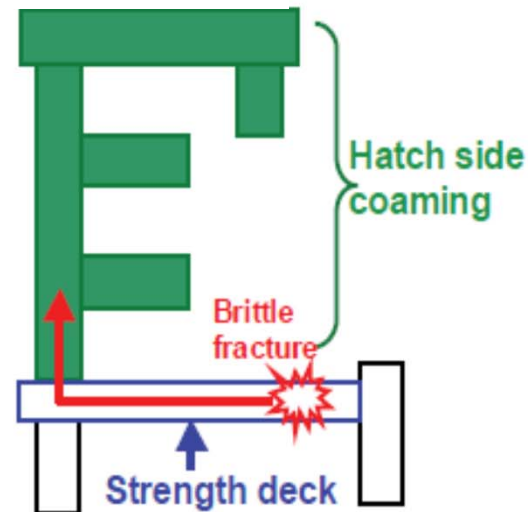
Case 3 : Hatch side coaming, Upper Dk, Sheer strake, Longitudinal Bhd.

脆性亀裂アレスト設計の想定シナリオ **ClassNK**

シナリオ1



シナリオ2



シナリオ1

ハッチサイドコーミングで発生した
脆性亀裂を強力甲板で停止させる

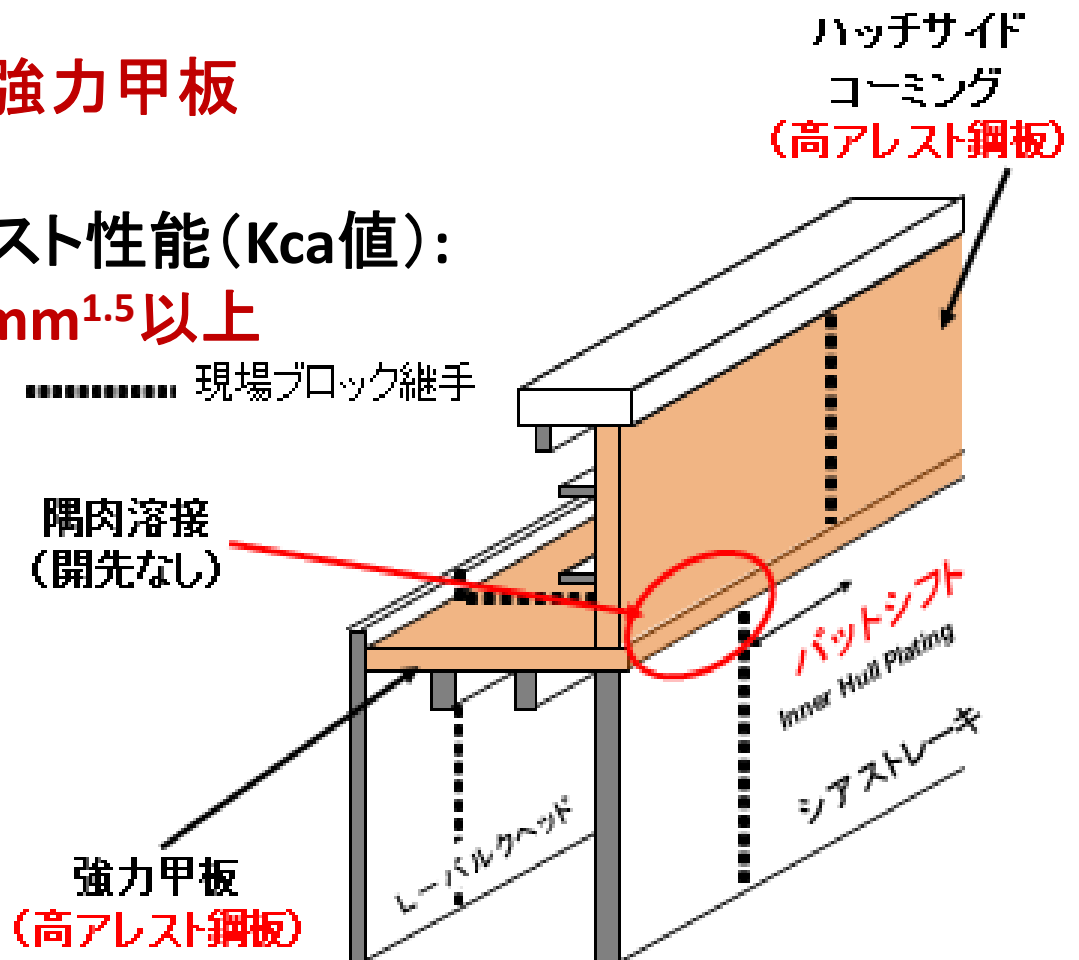
シナリオ2

強力甲板で発生した脆性亀裂を
ハッチサイドコーミングで停止させる

脆性亀裂アレスト設計の概要 ($t \leq 80\text{mm}$) **ClassNK**

ハッチサイドコーミング+強力甲板の同時破壊の防止 → 高アレスト鋼+バットシフト

- 高アレスト鋼適用部材:
ハッチサイドコーミング+強力甲板
- 適用板厚: 80mm以下
- 高アレスト鋼板の必要アレスト性能(Kca値):
-10°Cにおいて $6,000\text{N}/\text{mm}^{1.5}$ 以上
- バット継手シフト量:
300mm以上



板厚80mm超え極厚鋼板の必要アレスト性能 **ClassNK**

超大型コンテナ船用極厚鋼板 ($t > 80\text{mm}$) のニーズが高まる



板厚80mm超え100mm以下の極厚鋼板に
必要なアレスト性能 (Kca値) に係る共同研究を鋭意実施中

共同研究への参画:

- ・日本溶接協会 (大学、学識経験者、鉄鋼メーカー、研究機関)
- ・関連造船所
- ・日本海事協会

研究期間: 2014年12月 ~ 2016年内 (研究成果取りまとめ中)

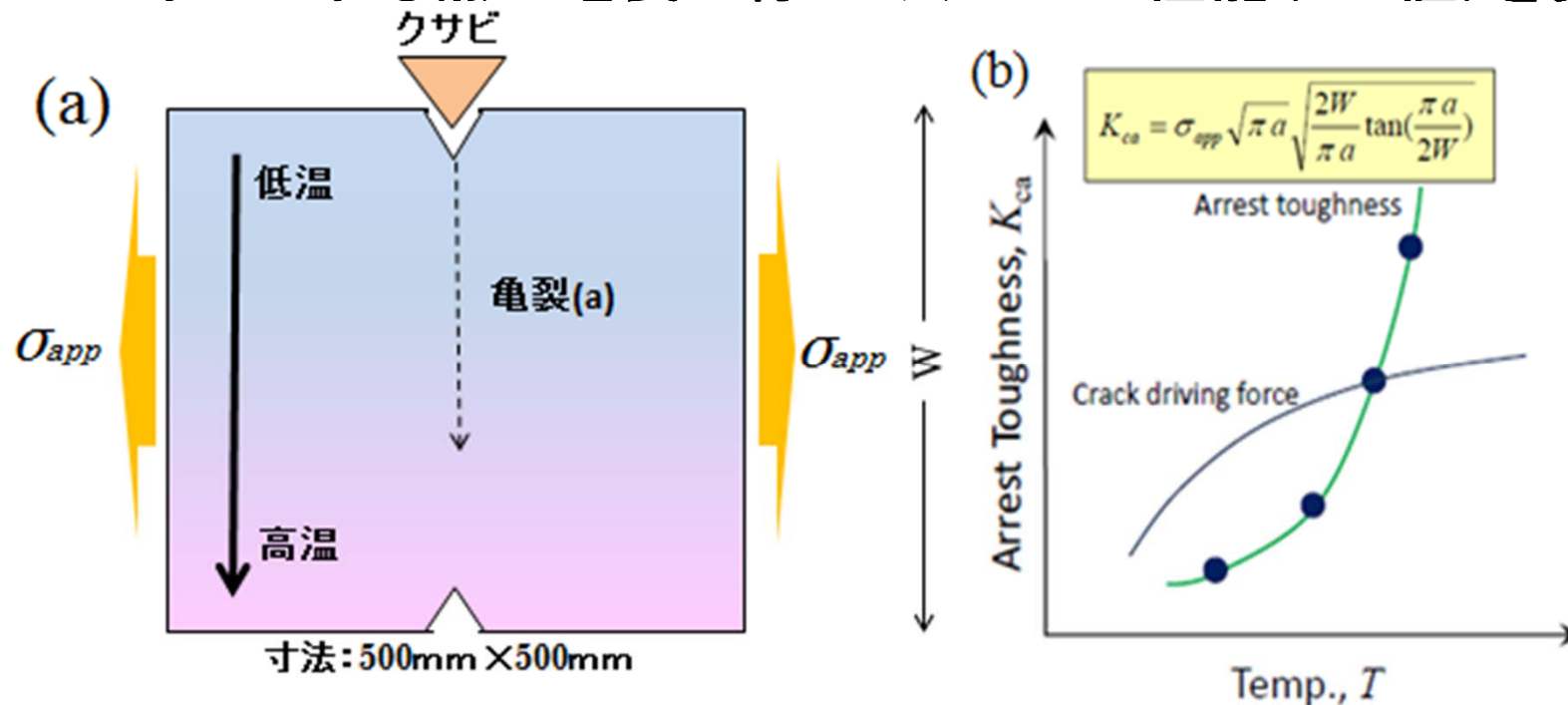
1. コンテナ船の大型化と構造部材の極厚化
2. 高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計
3. 脆性亀裂アレスト性能の評価方法
4. まとめ

- 1) 鋼板のアレスト性能を評価する試験方法の確立
- 2) コンテナ船のハッチサイドコーミングと強力甲板の構造を模擬した大型試験体による実証試験(大型構造モデルアレスト試験)により脆性亀裂を停止させるために必要なアレスト性能(Kca値)を検証

鋼板のアレスト性能を評価する試験方法 ClassNK

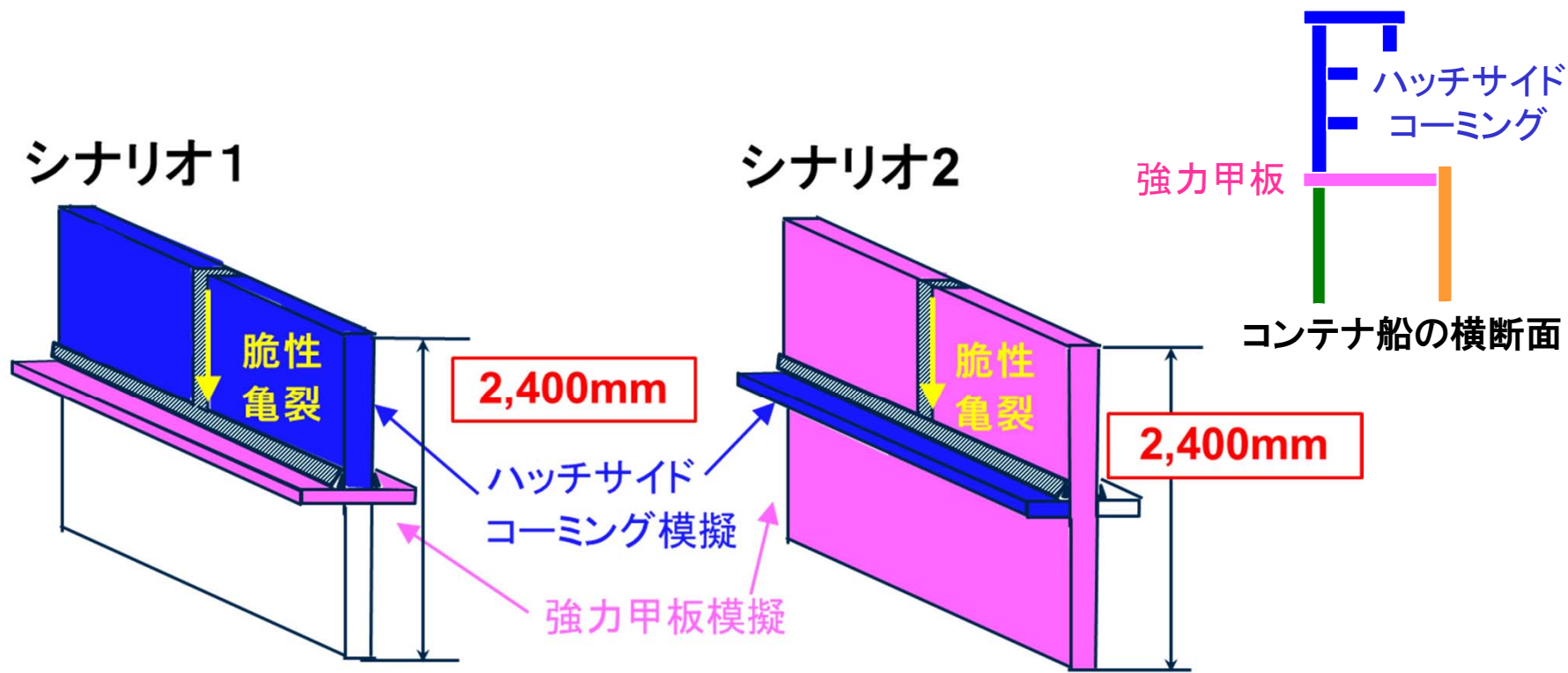
温度勾配型ESSO試験 (WES 2815: 2014 / ISO規格とすべく審議中)

- (a) 試験体には低温→高温の温度勾配を付与
応力を負荷した状態で、クサビを打ち込むことにより強制的に脆性亀裂を発生
- (b) 脆性亀裂の駆動力と温度上昇に伴う鋼板の靱性向上が
バランスする点で亀裂が停止→アレスト性能(Kca値)を算出

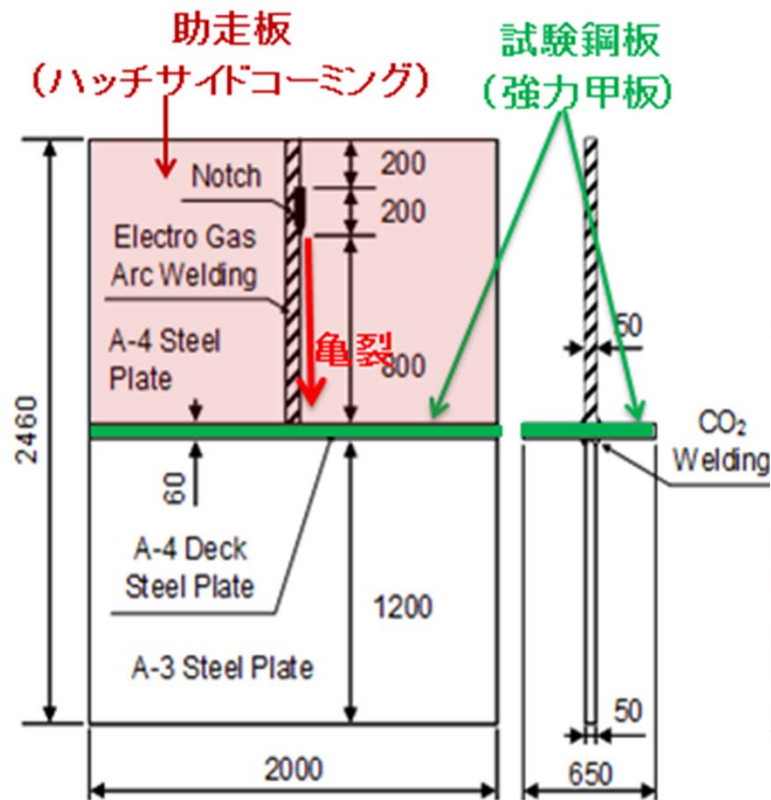


実船で脆性亀裂を停止させるために
必要なアレスト性能(Kca値)を検証

→ コンテナ船のハッチサイドコーミングと強力甲板の構造を模擬した大型試験体による実証試験

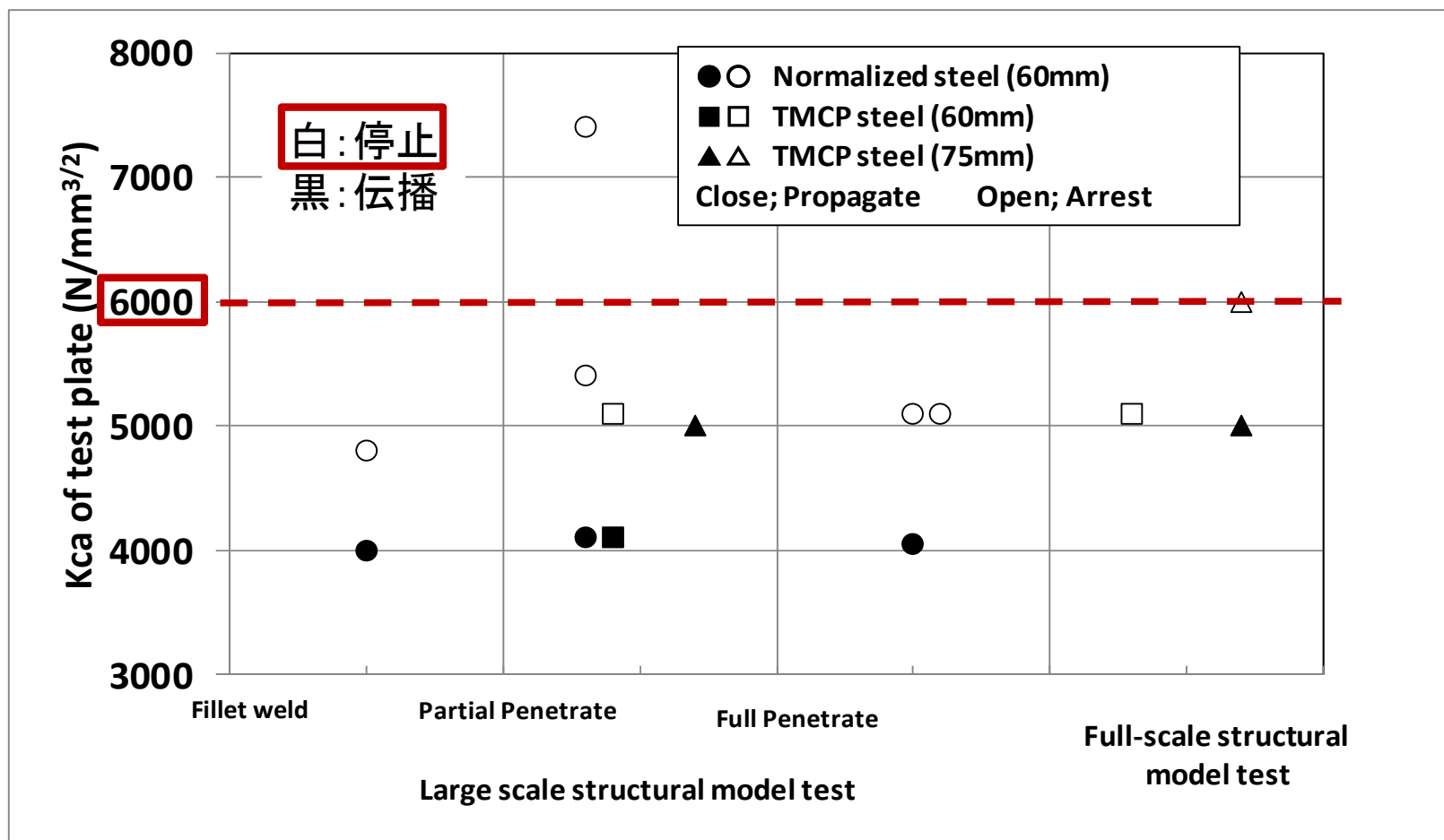


脆性亀裂はハッチサイドコーミングの溶接継手を伝播 → 強力甲板に突入後、停止



大型構造モデル試験結果のまとめ ($t \leq 80\text{mm}$) ClassNK

Kca \div 5,000では脆性亀裂の停止・伝播が混在
kca \geq 6,000で脆性亀裂を停止



1. コンテナ船の大型化と構造部材の極厚化
2. 高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計
3. 脆性亀裂アレスト性能の評価方法

4. まとめ

- ・コンテナ船の大型化に伴い構造部材が高強度化・極厚化
- ・万一の脆性亀裂発生を想定して、高アレスト鋼による脆性亀裂アレスト設計（高アレスト鋼＋バットシフトの適用）を規則化（板厚80mm以下）
- ・大型コンテナ船のハッチサイドコーミングと強力甲板の構造を模擬した大型試験体による実証試験より、高アレスト鋼に必要なアレスト性能（Kca値）を検証（板厚80mm以下）
- ・板厚80mm超え100mm以下の極厚鋼板に必要なアレスト性能（Kca値）に係る共同研究を鋭意実施中