

超大型洋上貯炭積出設備 に関する研究

平成28年2月29日

ジャパン マリンユナイテッド株式会社



目次 (1/2)

- **研究の概要**
- **超大型洋上貯炭積出設備の概要**
- **荷役設備の概要**
- **荷役シーケンス**
- **トリム計算とバラスト注排水制御**
- **損傷時復原性**

目次 (2/2)

- **自然環境条件と環境外力**
- **位置保持設備**
- **船体構造**
- **構造強度計算**
- **洋上接合工事**
- **洋上接合に関する溶接施工試験**
- **まとめ**

研究の概要

インドネシアでは石炭生産量が増加し続けているが、河口付近に石炭積出港を建設する場合、川からの土砂の流入が多く、棧橋を相当沖合まで延伸する必要があることや、毎年莫大な浚渫費用が掛かるなど、地域的難易度が高い。

このため、現在は河口から十分離れた沖合にて、輸送バージからばら積み貨物船に直接積み替えが行われているが、近い将来、石炭生産量に対応できなくなることが懸念されている。



この解決策として

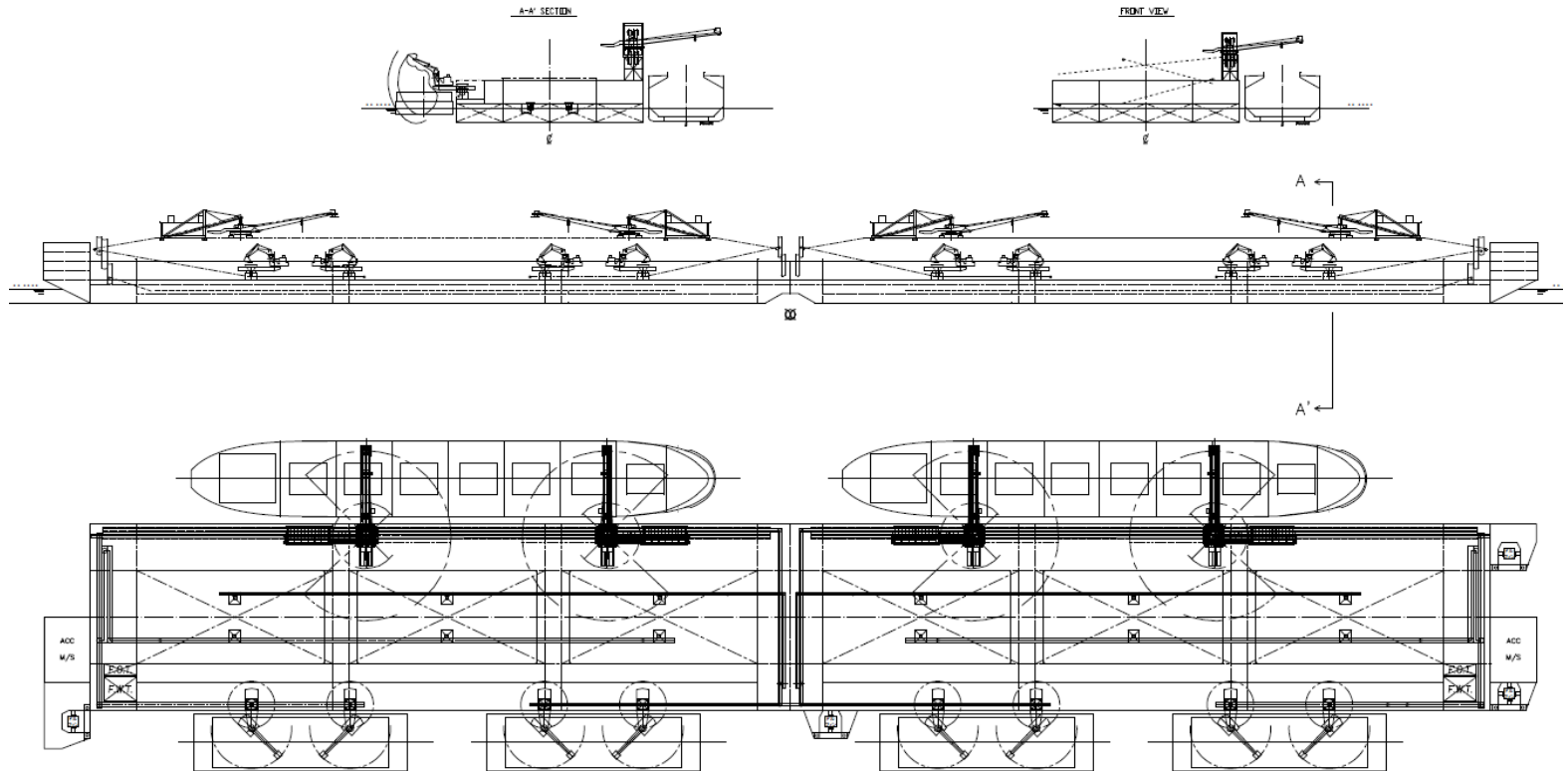
メガフロート技術を応用した超大型洋上貯炭積出設備を洋上に設置し、増え続ける石炭生産量に対応することが考えられる。

本研究では、超大型洋上貯炭積出設備の概念設計を取り纏め、洋上接合工法を検討、洋上接合溶接施工試験を実施し、それらのガイドラインを作成する。

超大型洋上貯炭積出設備の概要

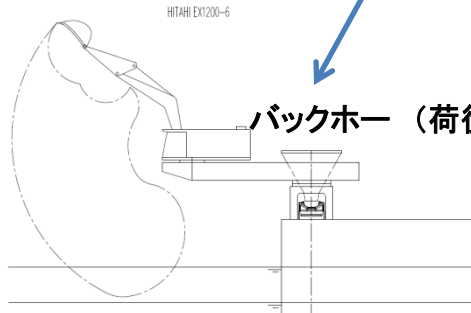
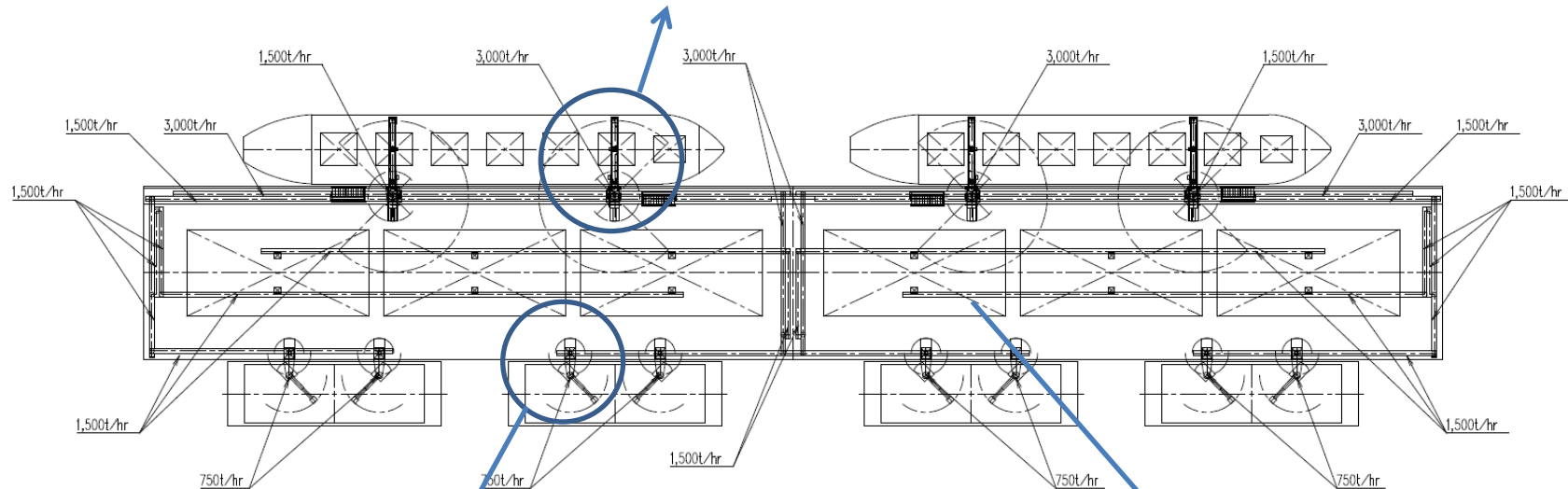
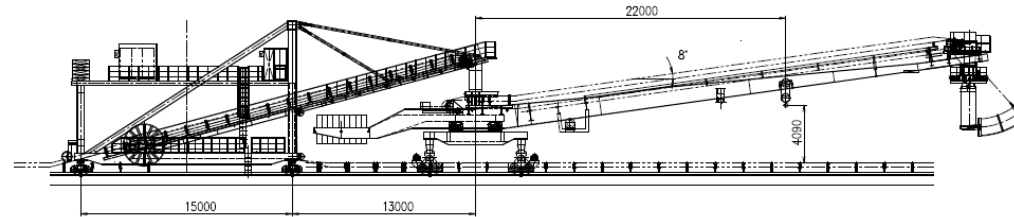
【主要目】

- | | | | |
|---------------|------|-------------|------------|
| ・垂線間長さ: | 600m | ・最大貯炭量: | 160,000トン |
| ・幅(型): | 80m | ・バラストタンク容量: | 約328,000トン |
| ・全通基盤構造深さ(型): | 8m | ・居住区人員: | 100人 |
| ・全高(型): | 18m | ・石炭積出能力: | 年間2,000万トン |
| ・計画満載喫水: | 約6m | | |



荷役設備の概要

スプレッタ (積出能力 1500t/h & 3000t/h)



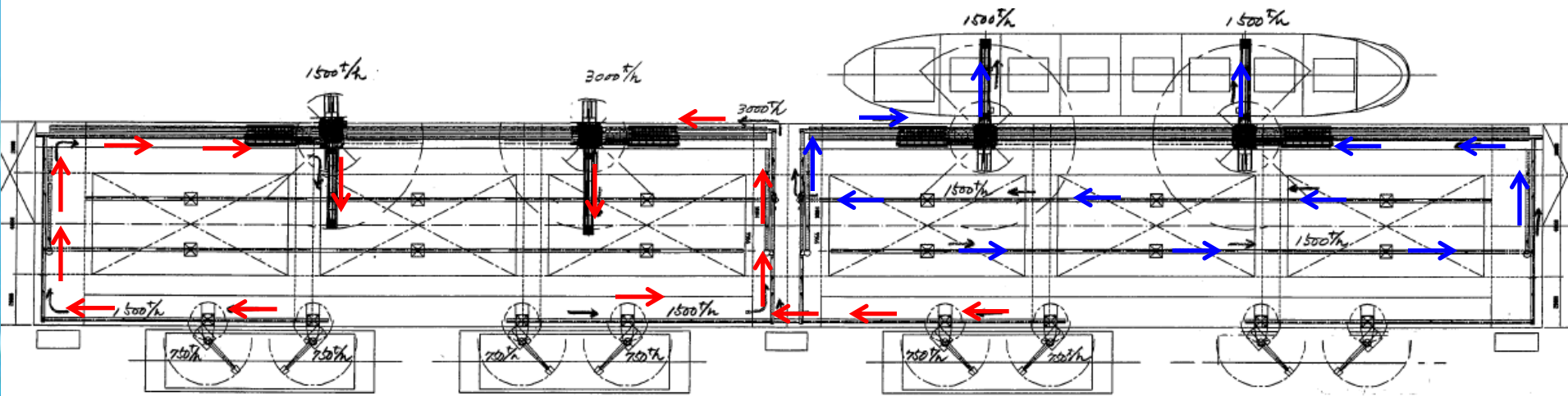
バックホー (荷役能力 750t/h)



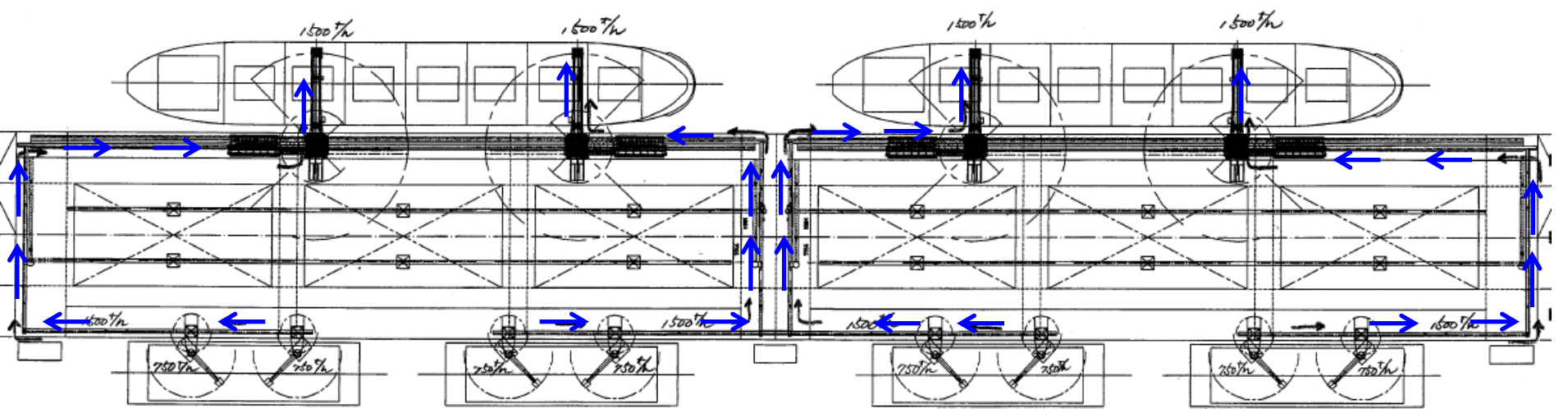
ベルトコンベア (荷役能力 1500t/h)

荷役シーケンス

CASE 1 ; 3隻の石炭バージからホールドへの積み込みと、ホールドから石炭運搬船への積出しを同時に行う。



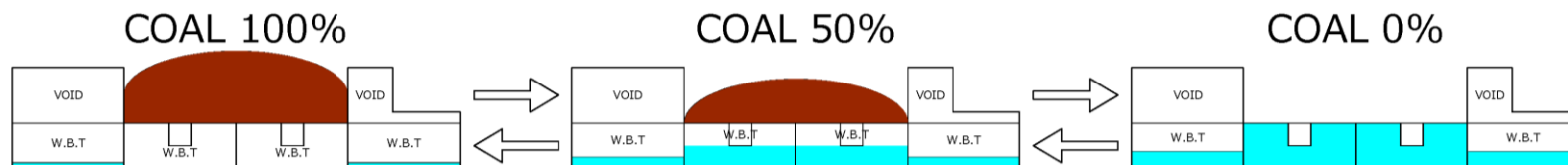
CASE 2 ; ホールドを介さずに、石炭バージから石炭運搬船へ直接積出しを行う。



トリム計算とバラスト注排水制御

本貯炭積出設備は石炭艙の積載量が変化した場合でも、喫水6.0m、トリムヒールなしの状態を維持するようにバラスト積載量を調整して操業する。

バラストポンプは3000m³/hを6台(内1台は予備)装備する。

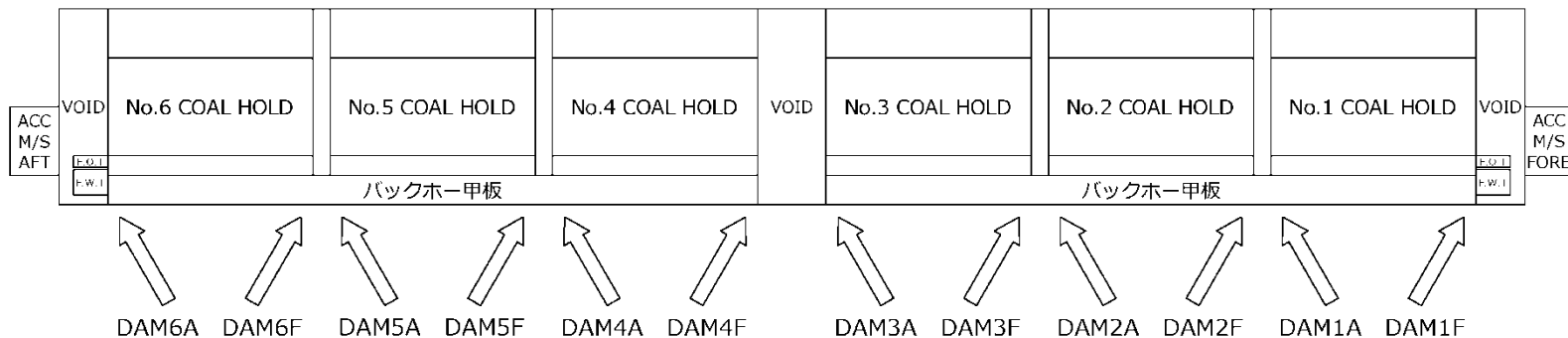


バラスト装置は各ホールド内の貯炭量に合わせて、コンピューター制御にて自動的に注排水するシステムとする。

トリム計算結果から、喫水6.0m、トリムヒールなしの状態を維持できることを確認した。

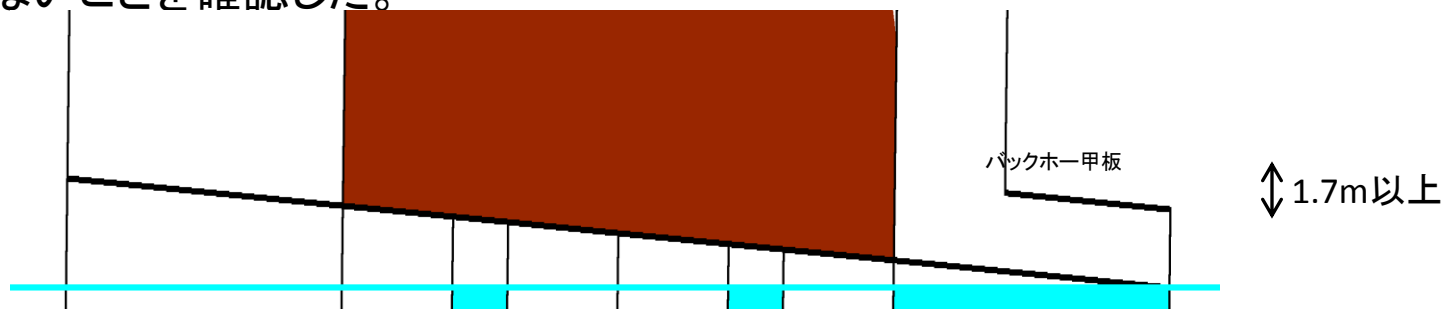
損傷時復原性

隣接2区画の損傷を想定し、12種の損傷ケースを仮定して損傷時復原性を計算した。



浮体の前部・中央部・後部のVOIDが損傷するケースにおいては、コンベアトンネルを通じて浸水が拡大することを想定した。

損傷時復原性計算結果から、想定した全ての損傷状態において、右舷のバックホー甲板(高さ10m)は、水面から1.7m以上の高さを維持しており、冠水しないことを確認した。



自然環境条件と環境外力

自然環境条件(インドネシア 南スマトラを想定)

			$\theta=90$	$\theta=0$	備考
風	通常時	m/s	15.0		荷役作業限界として(想定)
	暴風時		23.0		現地の観測記録から100年再現確率の風
波	通常時	m	1.0		想定
	暴風時		1.8		4.2 現地計測データより(波方向を限定) *3 *3)現地の地形から、南北方向に浮体の長手方向を配置して、100年再現の波(4.2m)は短辺側に受ける様にする
潮流	平均	m/s	0.35		現地計測データ0.68ktsを採用

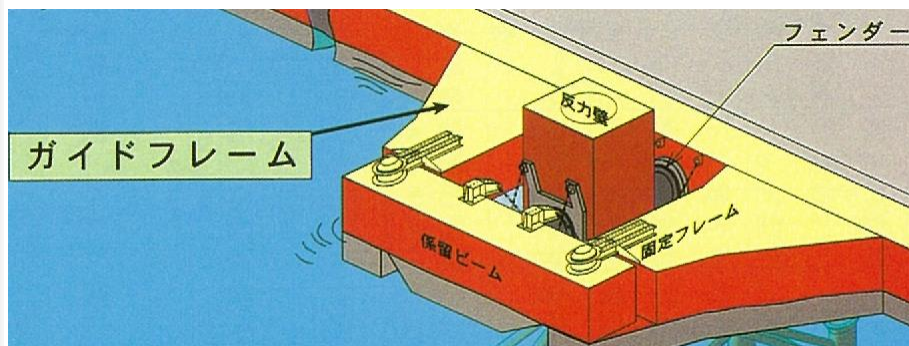


環境外力計算結果(位置保持設備の設計に使用する)

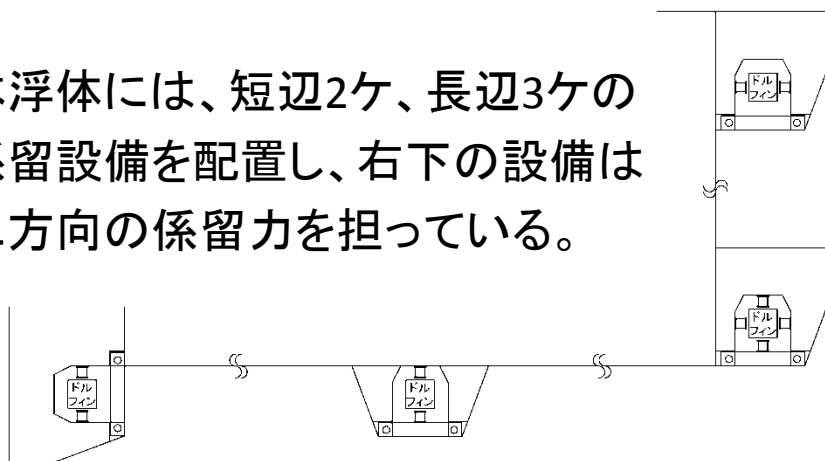
			風抗力 (t)	流れ抗力 (t)	波漂流力 (t)	合計 (t)
通常時	$\theta=0$	Fmean	49.9	7.7	8.8	66.3
		Fmax	112.2	7.7	8.8	128.6
	$\theta=90$	Fmean	144.6	38.3	38.4	221.3
		Fmax	325.4	38.3	38.4	402.1
暴風時	$\theta=0$	Fmean	45.3	3.7	90.4	139.4
		Fmax	76.6	3.7	90.4	170.7
	$\theta=90$	Fmean	340.1	27.7	124.5	492.3
		Fmax	574.7	27.7	124.5	726.9

位置保持設備

位置保持設備は、ドルフィンガイドフレーム方式とする。



本浮体には、短辺2ヶ、長辺3ヶの係留設備を配置し、右下の設備は二方向の係留力を担っている。



ガイドフレーム取り付け工事は国内で実施し、現地で係留時に係留ビームを設置する。



船体構造

- ・二重底、二重船側及び二重甲板を有する縦式構造とした。
- ・材質は全て軟鋼。

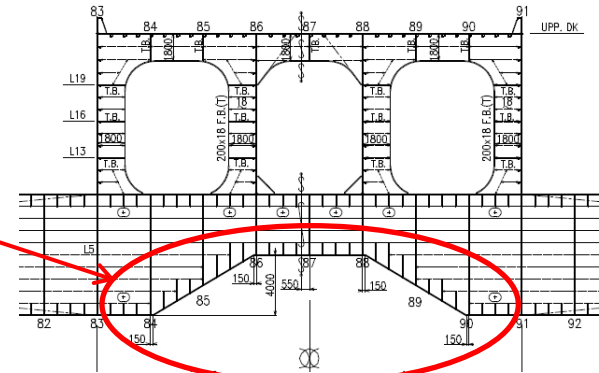
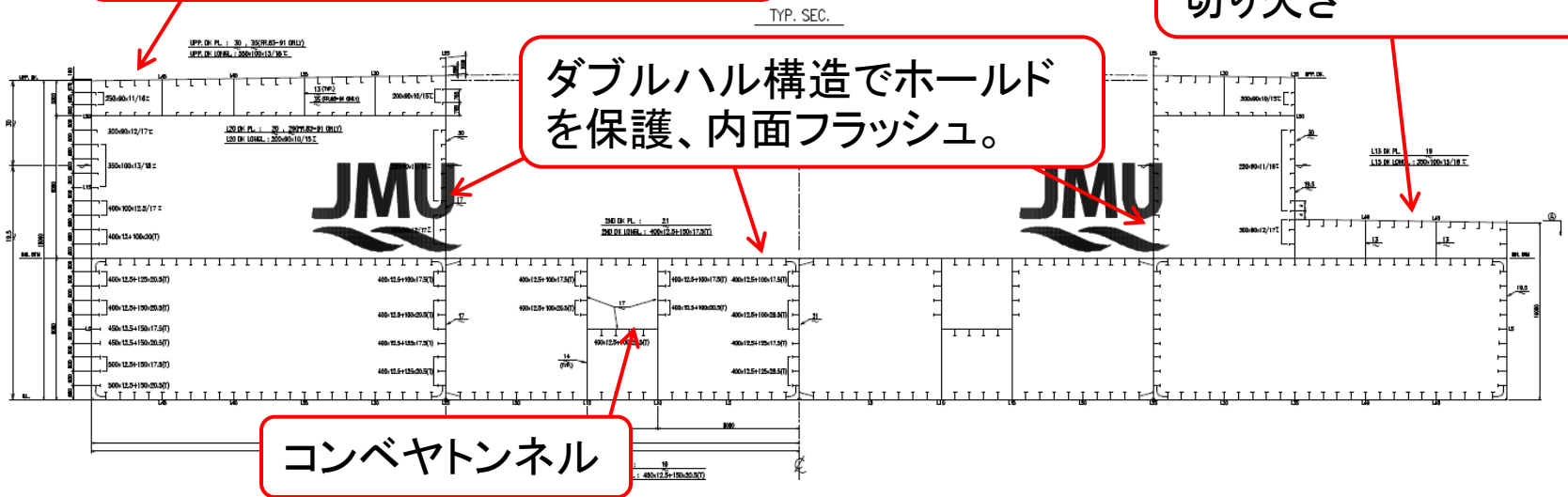
荷役装置の荷重に対応するため
二重甲板を採用。縦強度にも寄与。

バックホー設置用の
切り欠き

ダブルハル構造でホールド
を保護、内面フラッシュ。

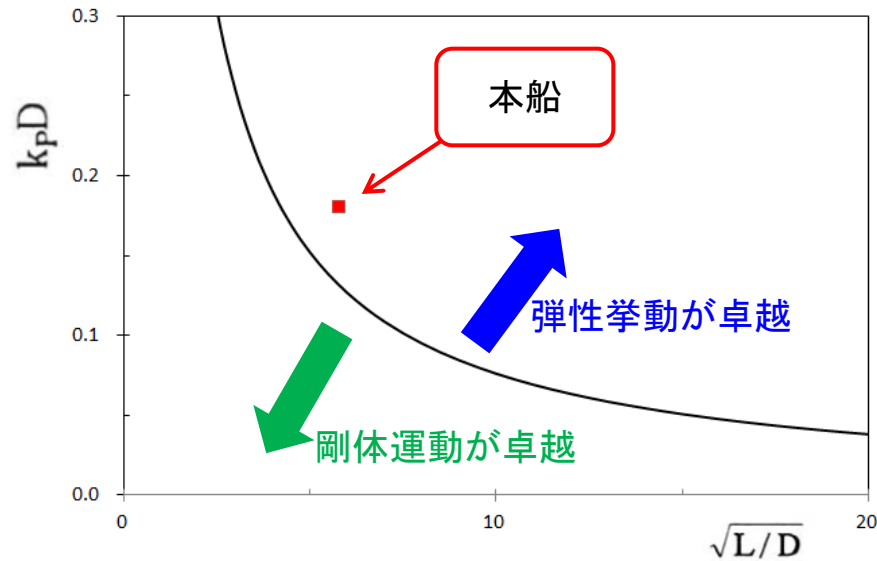
コンベヤトンネル

洋上接合部には切欠きを設け、
気中溶接が可能な構造とした。



構造強度計算

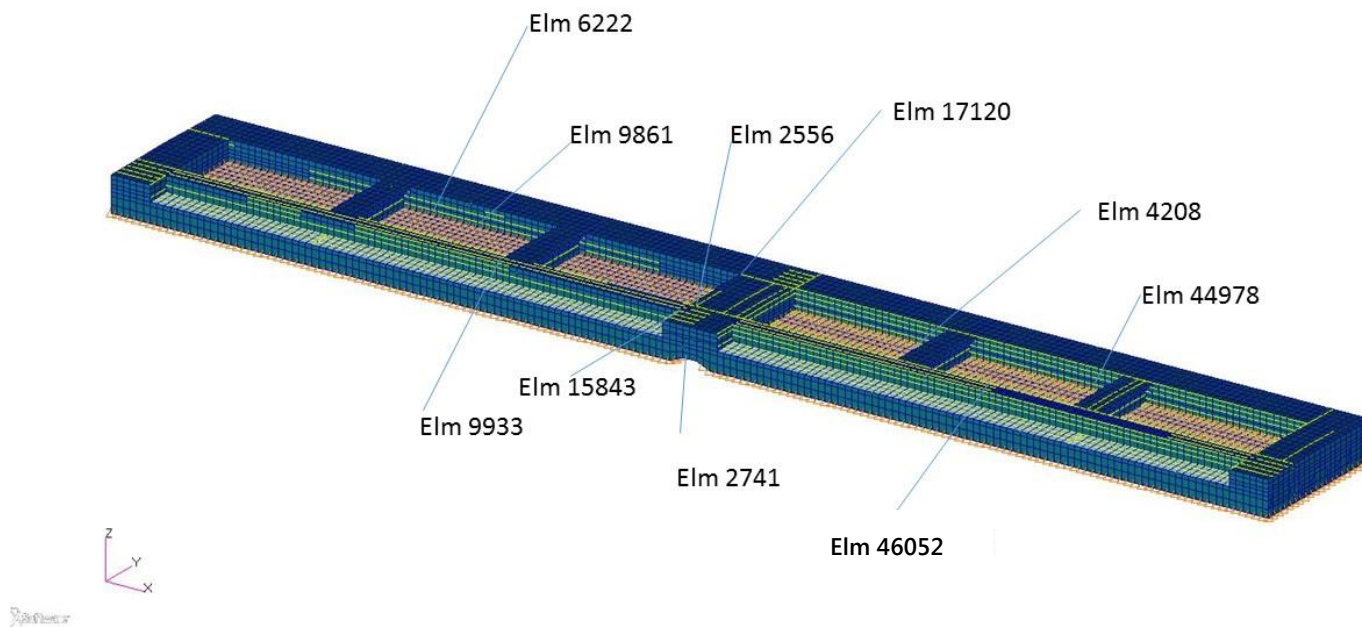
- ・部材寸法計算により初期スカントリングを決定した
- ・簡易判定式にて弾性挙動が卓越する範囲にあることを確認。流力弾性応答解析を実施した。



超大型浮体式構造物 技術基準案・同解説(改訂版)の
算式による判定結果

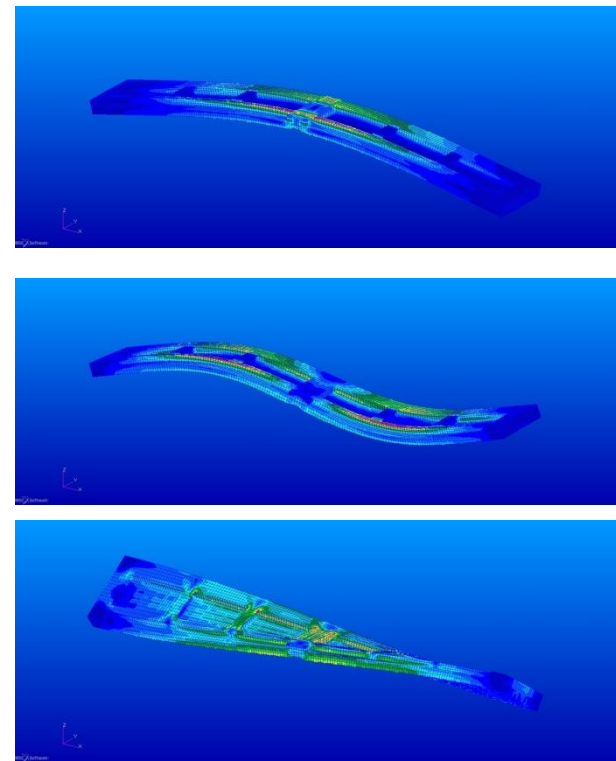
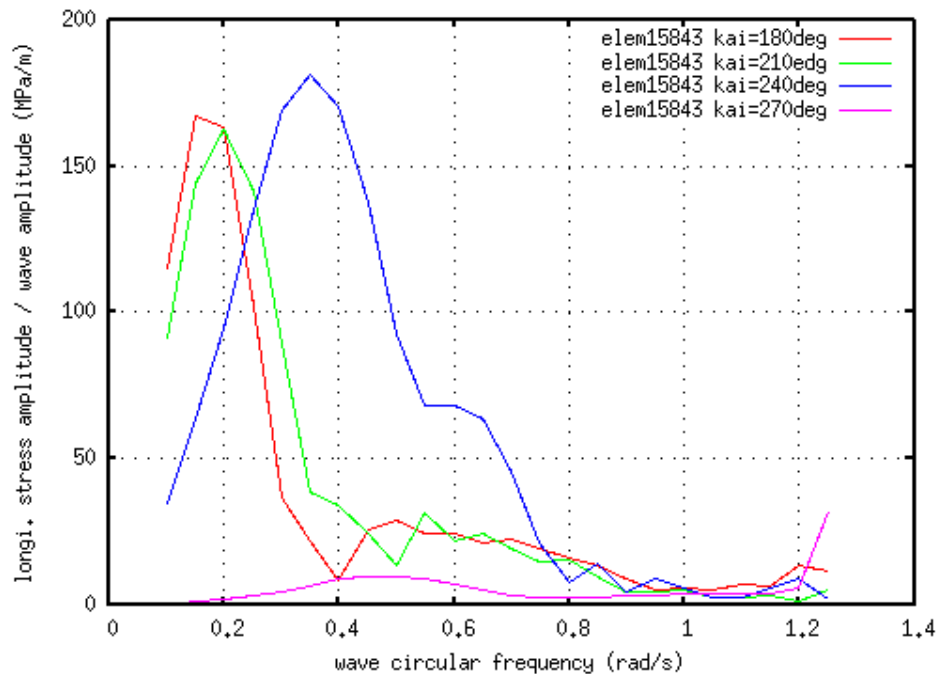
流力弾性応答計算

- ・決定されたスカントリング (Net) から流力弾性応答解析のためのモデルを作成。
- ・ハルガーダ応答を見ることを主目的とし、ガーダ・フロアサイズ程度のメッシュ。
- ・モード法と直接法の両方で計算。精度確認の上でモード法 (26モード) を採用。
- ・波向き0-90度を30度刻み4ケース × 波周期24ケース (0.2-1.2rad/s)。



流力弾性応答計算結果

- ・変位応答、加速度応答、応力応答の応答関数を作成。
- ・設計海象中の最大期待値130MPa。斜波60度、浮体中央右舷側デッキで発生。
- ・静的応答解析による静水中応力(50MPa)を考慮しても安全と判定。
- ・レール部の傾斜角は1度を下回り、機能性も満たす。

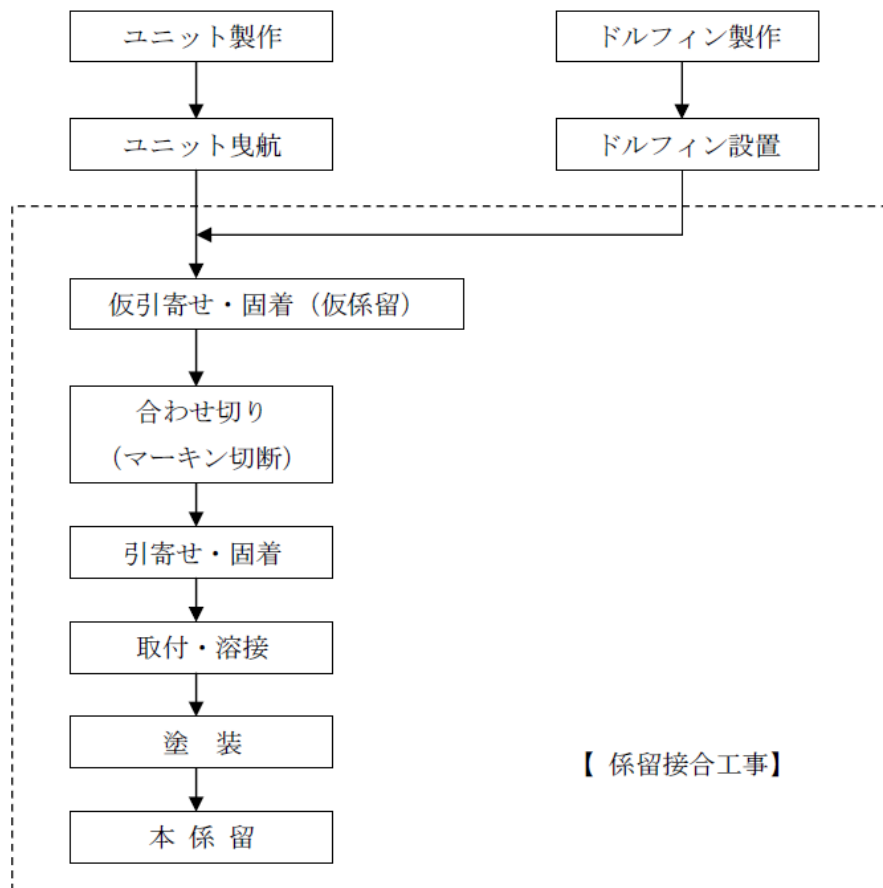


浮体中央付近の応力応答関数

構造強度計算(非常時の縦強度について)

- ・ バラスト自動制御システムの故障によりバラスト制御機能が喪失したと想定し、その後1時間の間気付かず操業を続けたとしても、縦強度的には許容値を下回ることを確認した。
- ・ 1区画浸水状態において、健全なバラストタンクに適切にカウンターバラストを注水することにより、縦強度的に許容値を下回る状態とすることが可能であることを確認した。

作業の流れ



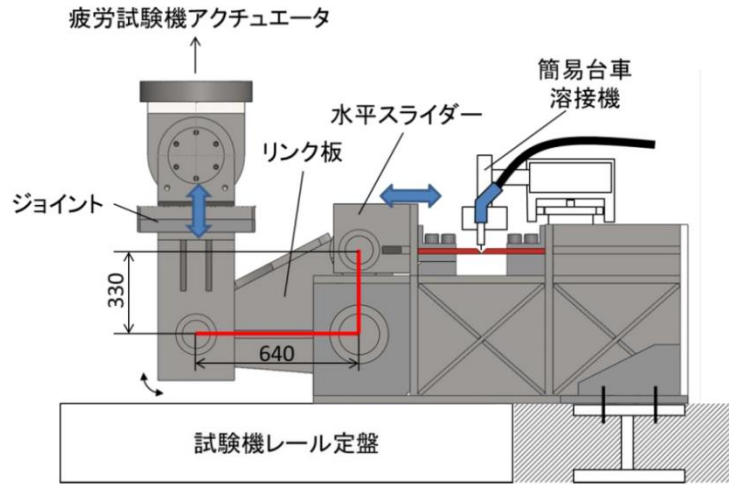
仮係留から本溶接を行うまでの間、接合部における動揺、変形を都度押さえこんでいく作業が必要。



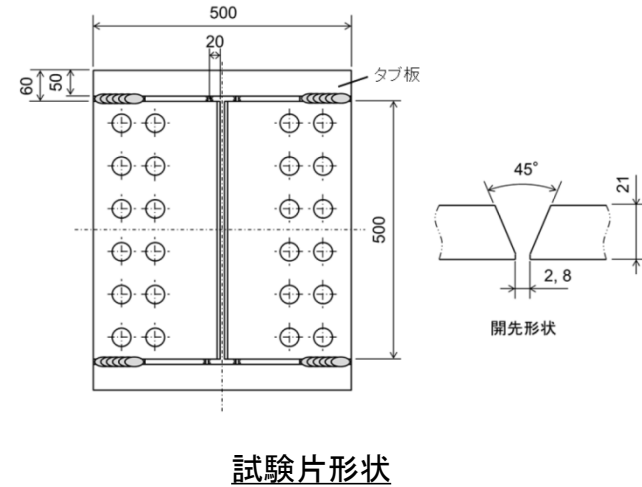
フェンダー間に木製ライナーを挟み込みユニットが衝突するのを防止しつつ、ジャッキで引き寄せ・固着した状態

洋上接合に関する溶接施工試験

本船の洋上接合時の状態を想定し、大気中の微小動揺下での溶接施工試験を実施。



載荷方法



試験片形状



溶接施工条件案

	許容値
ルートギャップ	2 ~ 8 mm
開先変動量	0.2 mm
開先変動周波数	0.3 Hz 程度
有義波高(目安)	0.35m

まとめ

- 超大型洋上貯炭積出設備の概念設計を実施した。
- 本貯炭積出設備は、年間2000万トンの石炭積出能力を持つ。
- 主要な稼働状態のトリム計算を実施し、設計の整合性を確認した。
- 損傷時復原性能を計算し、設計の整合性を確認した。
- 弾性応答解析を実施し、船体強度を確認した。
- 洋上でのブロック接合工事の実施要領を検討し、その結果を取り纏めた。
- 洋上接合のための溶接施工試験により、健全な溶接が可能な溶接条件を見出し、実施工時の条件を提案した。
- 「超大型洋上貯炭設備」に対するガイドラインを作成した。
- 今後は、実プロジェクトに際し、実際の運用状況に則した安全性評価を更に深めていく必要がある。