
最新型の大水深対応セミサブリグ コンセプトに関する研究開発

2012年7月

一般財団法人 日本海事協会

株式会社 アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド

ClassNK
R & D P R O J E C T

目次

1. 本研究開発の目的
2. 研究概要とアプローチ
3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査
4. 実施項目-2: メキシコ湾事故後の動向調査
5. 実施項目-3: 基本コンセプトの設計検討
 1. 船体主要寸法・形状
 2. 船体性能確認
 3. 全体基本配置
 4. 船体基本構造
6. まとめ

1. 本研究開発の目的

- 掘削コントラクターが今後の大水深向けセミサブリグに要求する仕様・配置要件や、最新の主要設備仕様を調査し、世界で最近建造されている他のセミサブリグデザインに比較して技術的に差別化できる最新型のセミサブリグコンセプトを開発する。
- これにより、掘削コントラクターの要求に見合い、今後の大水深対応セミサブリグの建造需要に対応できる魅力ある国産デザインコンセプトを得ることができる。

2. 研究概要とアプローチ

- 研究期間: 2011年10月1日~2012年3月31日
- 実施項目
 1. セミサブリグ要求仕様の調査
 - 業界誌や掘削オペレーションの専門家の意見をもとに最新のセミサブリグに要求される仕様を調査する。
 - 最新の大水深リグで実績のある仕様, 今後望まれる仕様を積極的に採用し, 安心して利用可能なデザインを目指す。
 2. メキシコ湾事故調査後の動向調査
 - 公開されている報告書や規則案などで, 今後の大水深リグの設備に要求される仕様を調査し, 先取りする。
 3. 基本コンセプトの設計検討
 - 船体主要寸法・形状の検討
 - 船体性能確認
 - 全体基本配置検討
 - 船体基本構造検討

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

■ セミサブリグとドリルシップの特徴

| | セミサブ | ドリルシップ |
|--------------------|----------------|-----------------|
| 稼働水深 | 中水深から大水深まで | 中水深から大水深まで |
| 位置保持方式 | 係留式もしくはDPS | DPS |
| Variable Deck Load | ~ 8,000MT程度 | ~20,000MT程度 |
| 波浪中動揺性能 | 優秀 | 普通 |
| 外力に対する指向性 | 外力方向による差が小さい | 外力方向に船首を向ける必要あり |
| 傾斜偶力に対する復原力 | 小 | 普通 |
| デッキスペース | 正方形に近く配置自由度が大 | 細長形のために配置自由度が小 |
| 移動性 | 曳船などが必要なケースが多い | 自航可 |
| 船舶としての乗組員 | 「自航」として登録すれば必要 | 必要 |

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

■ 気象海象条件の調査 (1)

◆ 課題

- 気象海象条件の設定方法において業界標準の共通指針がない。
- 一方で、あらゆる気象海象条件に耐えられる構造にしようとするとなら経済的に成立しない。

◆ アプローチ

- 位置保持方式として大水深開発で主流のDynamic Positioning System: DPSを想定する。
- 世界の大水深の油田・ガス田が活発な海域で稼働できることを想定する。
- 極端な海象条件(北海の北部海域, 氷海域, ハリケーン等)は除外する。
- 主要海域における気象海象条件の再現期間から設計条件を逆算する。

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

■ 気象海象条件の調査 (2)

◆ 船級ルールで定められている気象海象条件

- 復原性および構造強度に対し風速の限界条件が規定されている。
(稼働状態: 36.0m/s, 異常荷重状態: 51.5m/s, 損傷時: 25.8m/s)

◆ 位置保持システムの気象海象条件

- API RP 2SK¹や ISO 19901-7²では位置保持システムの設計における風, 潮流, 波に対する再現期間が規定されている。
 - Permanent Mooring: 100年
 - Mobile Mooring: 5 or 10年
- DPSに対する再現期間の規定はないが, DPSは暴風雨時には稼働海域から退避できるので, Permanent Mooring相当の再現期間を適用するのは適当ではない。そこでMobile Mooring相当の再現期間5~10年に対し必要十分な気象海象条件をDPSの設計条件として想定することにする。
- 同じくDPSの位置保持性能において風速は1分間平均風速を適用する。

1: API RP2SK “Design and Analysis of Stationkeeping Systems for Floating Structures”

2: ISO 19901-7 “Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures
Part 7 Stationkeeping systems for floating offshore structures and mobile offshore units”

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

■ 気象海象条件の設定例

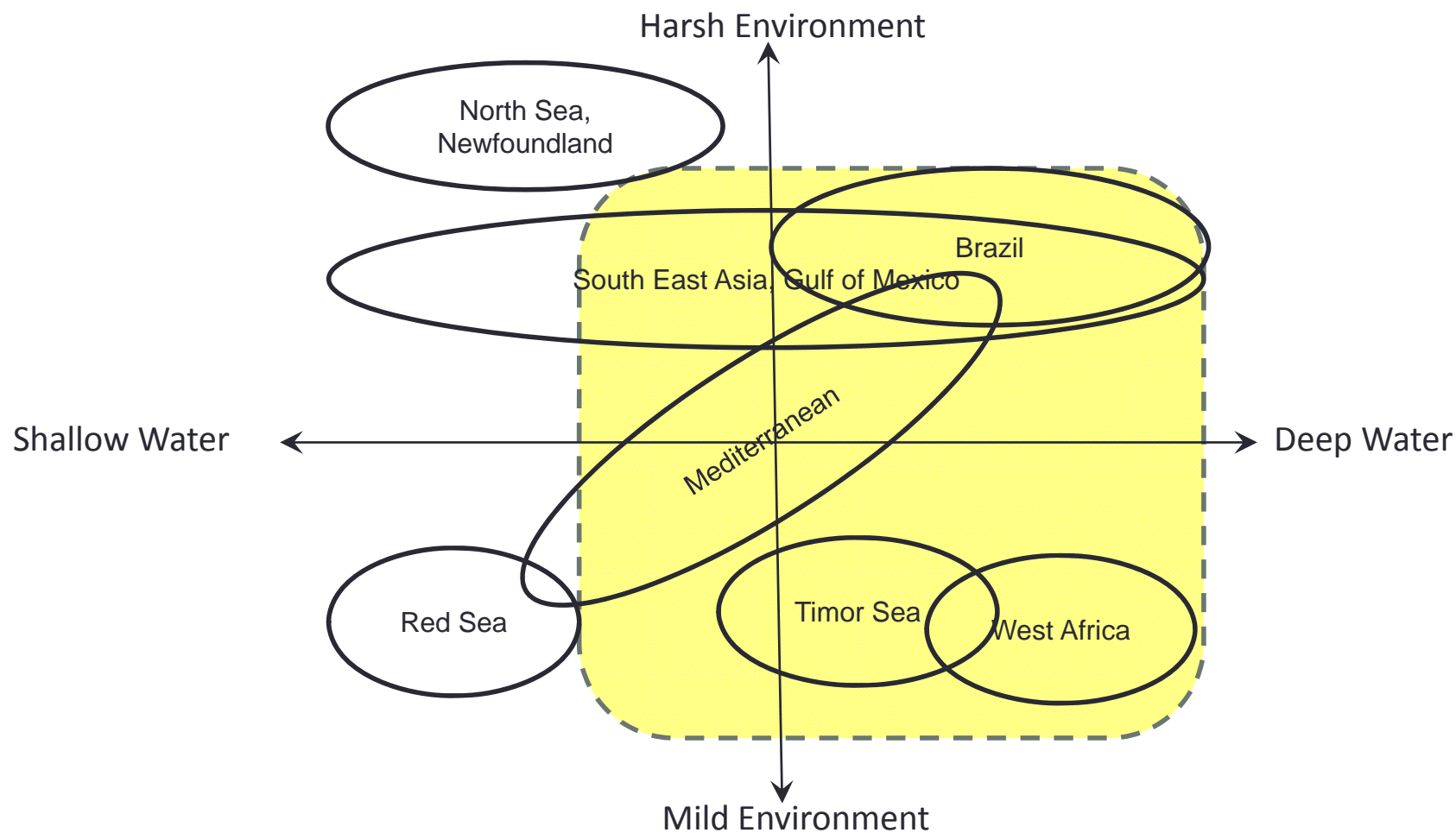
| DNV-OS-E301 ³ より | | | 他デザインの設定例 | | 本コンセプト の設定値 | API RP 95F ⁴ の 式より再現期間を 逆算 |
|----------------------------------|--------------------|----------|-----------|-------------|-----------------|---|
| 海域例 | 100年再現期待値 (風速:10年) | | Semisub A | Drillship B | | |
| Gulf of Mexico (Winter Storm) | 有義波高 | 7.3 m | 5.7 m/s | 4.5 m | 7.9 m | > 200 year |
| | 1分平均風速 | 23.9 m/s | 21.8 m/s | 23.0 m/s | 23.2 m/s | 15 year |
| | 潮流 | 1.08 m/s | 1.4 m/s | 0.8 m/s | 1.5 m/s | 36 year |
| West Africa (Nigeria, swell) | 有義波高 | 3.6 m | 5.7 m/s | 4.5 m | 7.9 m | > 200 year |
| | 1分平均風速 | 16.0 m/s | 21.8 m/s | 23.0 m/s | 23.2 m/s | > 200 year |
| | 潮流 | 1.10 m/s | 1.4 m/s | 0.8 m/s | 1.5 m/s | 32 year |
| Brazil (Campos Basin) | 有義波高 | 8.0 m | 5.7 m/s | 4.5 m | 7.9 m | 85 year |
| | 1分平均風速 | 35.0 m/s | 21.8 m/s | 23.0 m/s | 23.2 m/s | 5 ~ 10 year |
| | 潮流 | 1.60 m/s | 1.4 m/s | 0.8 m/s | 1.5 m/s | 5 ~ 10 year |
| Timor Sea (Non-Typhoon) | 有義波高 | 4.8 m | 5.7 m/s | 4.5 m | 7.9 m | > 200 year |
| | 1分平均風速 | 16.6 m/s | 21.8 m/s | 23.0 m/s | 23.2 m/s | > 200 year |
| | 潮流 | 1.10 m/s | 1.4 m/s | 0.8 m/s | 1.5 m/s | 33 year |

3: DNV OS-E301 “Position Mooring”

4: API RP 95F “Interim Guidance for Gulf of Mexico MODU Mooring Practice”

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

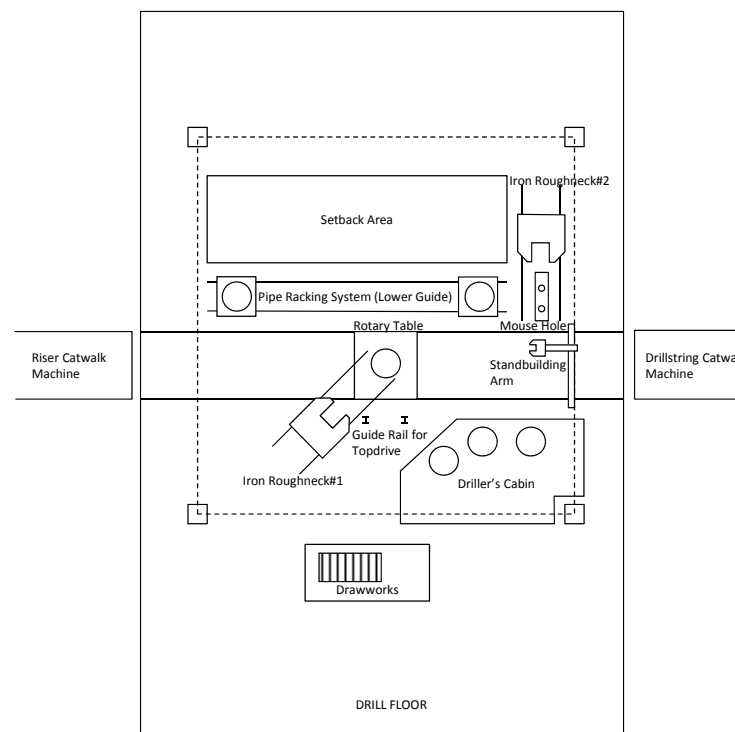
- 本コンセプトで設定した気象海象条件でカバーされる海域



3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

■ 掘削設備の要求仕様: 「作業を止めないこと」

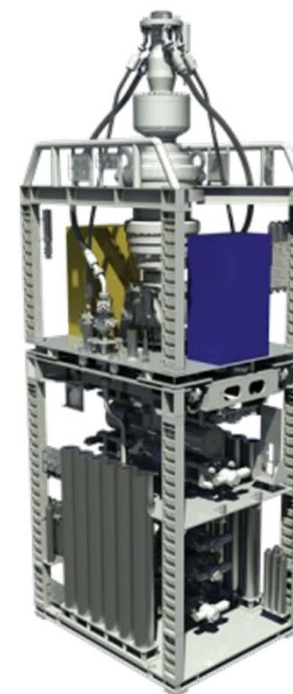
- ◆ Single Derrick with Offline Standbuilding, Dual Pipe Racking
 - 最新の大水深用セミサブとして最もバランスがよく、実績も多い方式
- ◆ Dual Mud System
 - 複数種類の掘削泥水をあらかじめ調合しておいて、井戸の状態に応じて直ちに切り替えられるシステム
- ◆ 大容量Mud Pit
 - Dual Mud Systemに対応した大容量Mud Pit
- ◆ 5th Mud Pump
 - 1台のMud Pumpがメンテナンス中でも4台運転可
 - 4台で運転中に1台をRiser MudのBoost用に利用可



Offline Standbuilding,
Dual Pipe Rackingの配置例

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

- 掘削設備の要求仕様: 「作業を止めないこと」
 - ◆ Mud Treatment & Cuttings Handling System
 - 掘削泥水の効率的かつ冗長性を持った処理・循環システムを有すること。
 - 機器のメンテナンスがしやすい配置とすること。
 - Oil Base Mudなどに対応したCuttings Handling Systemを配置できること。
 - ◆ 8 Ram BOP
 - BOPの冗長性を強化する規制動向に対応
 - ◆ Dual BOP System
 - 1台のBOPがメンテナンス中でも予備のBOPが利用可
 - 今後のBOPの保守・検査基準強化に対応



BOP (Blowout Preventer)
Drilling Contractor Magazineより

3. 実施項目-1: セミサブリグ要求仕様の調査

■ 船体設備の要求仕様:「大きいこと」

◆ 広いデッキスペースと搭載能力

- 掘削設備を余裕をもって配置できること
- 様々な状況で手配する資機材が余裕をもって搭載できること

◆ 十分な居住区収容能力

- システムの専門化や最新技術の導入による専門要員の増加に対応。
- クルーチェンジにおける引き継ぎ時の要員一時重複に対応。
- 新人クルーの教育訓練に対応。
- 女性技術者も滞在できること。

4. 実施内容-2: メキシコ湾事故後の動向調査

- 2010年4月にメキシコ湾で発生したセミサブリグの爆発・油流出事故後の規制動向について調査を行った。
- ◆ 米当局(BOEMRE)や米議会はBOPの冗長性を強化すべきとの規則・勧告や法案を発行している。
 - Ram BOPの段数を増やし冗長性を増すこと。
 - BOP Controlの冗長性を増し、通常的手段でBOPを作動させることができないケースでもより多くの別の手段を確保すること。
- ◆ また、USCGなどはIMO MODU Code改正を勧告している。
 - ガス検知器の配置とESDの起動について明確に規定すべきである。
 - 非常用発電機のAir Intakeは可燃性ガス源から極力離すべきである。
 - 消火ポンプは電源喪失時にも自己起動できるべきである。
 - 避難経路やMuster Stationは火災から保護されるべきである。
 - Fast Rescue BoatをLife Boatとは別に装備すべきである。
- ◆ DNVはノルウェーに比べ米国の規則が緩いことを指摘している。

5. 実施内容-3: 基本コンセプトの設計検討

(1) 船体主要寸法・形状

- 船体主要寸法・形状を検討する上で下記を想定した。
 - ◆ Variable Deck Load: 8,000MT at Operating/Survival, 6000MT at Transit
 - ◆ 船体構造
 - 頑強かつ復原性に寄与するBOX構造のUpper Hull
 - シンプルな矩形断面4本Column
 - シンプルなPontoon x 2本, 水平BraceからなるLower Hull
 - ◆ 居住区定員: 200名
 - ◆ Helideck: EH-101

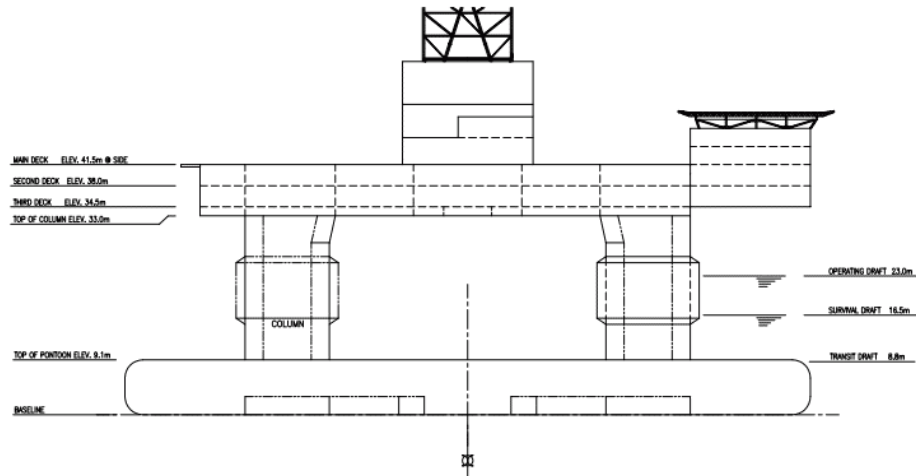
| | 本コンセプト | 他社デザインA | 他社デザインB | 他社デザインC |
|------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Upper Hull (L x B x D) | 81.5 x 78.0 x 8.5 | 74.4 x 74.4 x 8.6 | 89.6 x 78.1 x 8.5 | 83.2 x 72.7 x 9.0 |
| Column (L x B x 本数) | 17.5 x 14.0 x 4本 | 15.8 x 15.8 x 4本 | 18.4 x 14.4 x 4本 | 12.8 x 13.4 x 6本 |
| Lower Hull (L x B x D) | 114.0 x 18.5 x 9.1 | 98.8 x 20.1 x 8.5 | 108.8 x 17.3 x 10.2 | 118.6 x 15.7 x 10.1 |
| VDL (Operating) | 8,000MT | 7,000 MT | 7,000 MT | 6,200 MT |
| 居住区定員 | 200名 | 180名 | 180名 | 192名 |
| Helideck | EH-101 | EH-101 | | Sikorsky S92 |

5. 実施内容-3: 基本コンセプトの設計検討

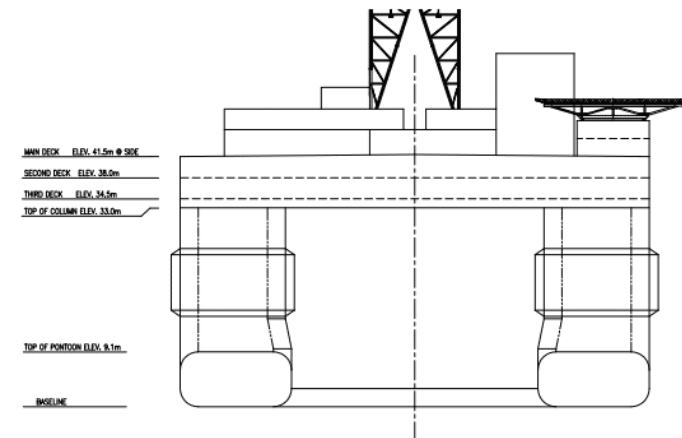
(1) 船体主要寸法・形状

■ 船体主要形状

- 頑強かつ復原性に寄与するBOX構造のUpper Hull
- シンプルな矩形断面4本Column
- シンプルなPontoon x 2本, 水平BraceからなるLower Hull



Side View

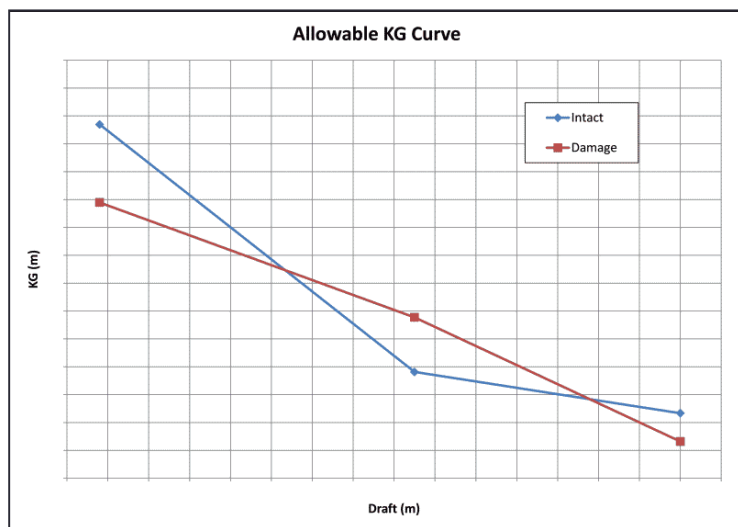
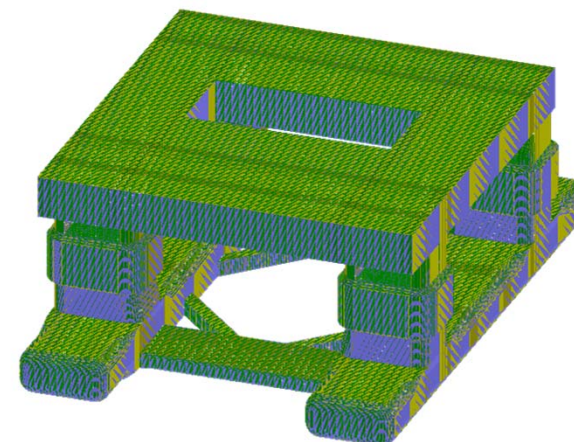


Front View

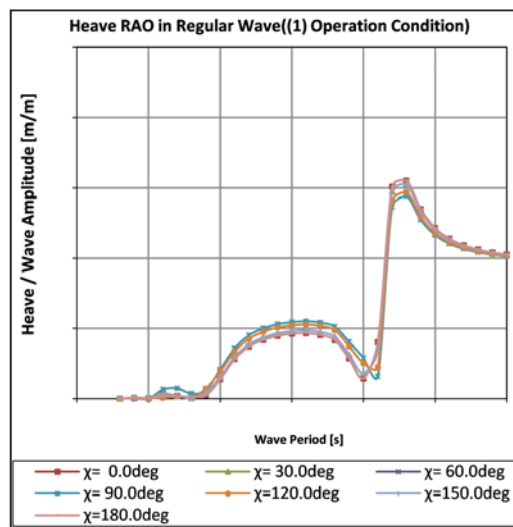
5. 実施内容-3: 基本コンセプトの設計検討

(2) 船体性能確認

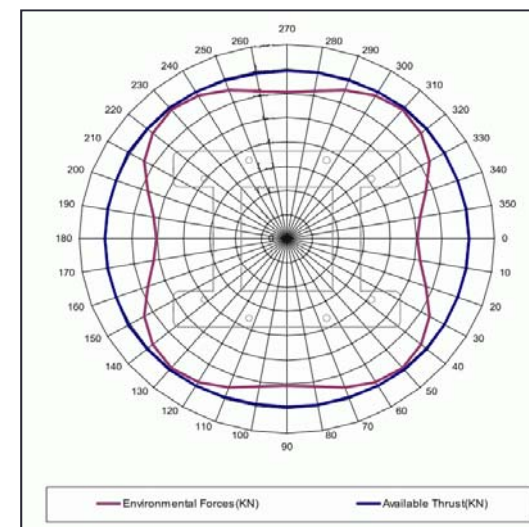
- 本セミサブリグコンセプトの船体性能確認のため、下記解析を実施した。
 - ◆ Stability Analysis
 - ◆ Motion Analysis
 - ◆ Dynamic Positioning Analysis



Stability Analysis



Motion Analysis



Dynamic Positioning Analysis

5. 実施内容-3: 基本コンセプトの設計検討

(3) 全体基本配置

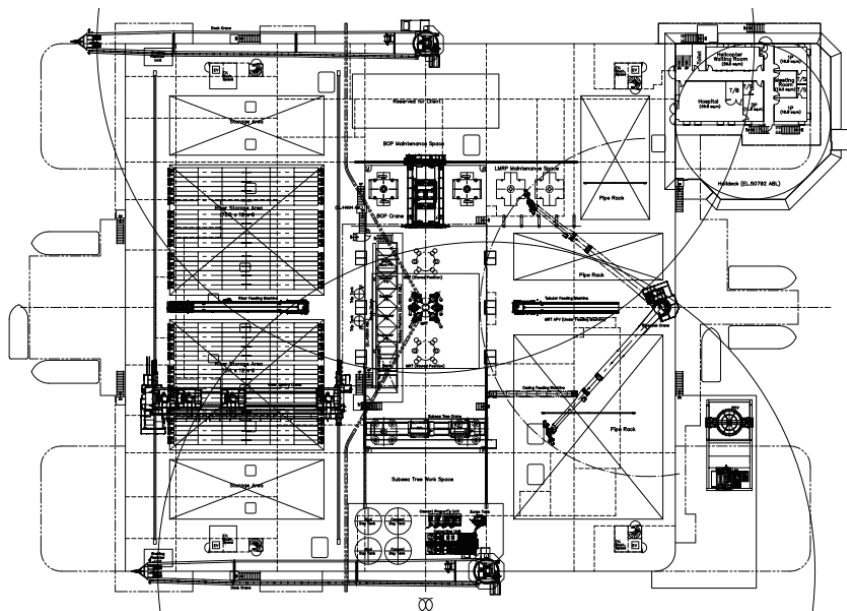
- 全体基本配置検討において下記仕様を設定した。

| | 本コンセプト | 他社デザインA | 他社デザインB | 他社デザインC |
|-------------------------|--|--|--|--|
| Max Water Depth | 3,048 m | 3,050 m | 3,000 m | 3,048 m |
| Max Drilling Depth | 12,192 m | 11,430 m | 10,000 m | 10,668 m |
| Liquid Mud (Upper Hull) | 2,000 cu.m | 1,080 cu.m | 900 cu.m | 900 cu.m |
| Liquid Mud (Column) | 1,900 cu.m | 2,990 cu.m | 2,958 cu.m | 2,000 cu.m |
| Brine | 750 cu.m | 775 cu.m | 520 cu.m | 561 cu.m |
| Base Oil | 750 cu.m | 760 cu.m | 610 cu.m | 535 cu.m |
| Sack Storage | 10,000 sacks | 6,200 sacks | 7,500 sacks | 5,100 sacks |
| Derrick | 2,000 kips Single Derrick with offline standbuild | 2,000 kips Single Derrick with offline standbuild | 2,000 kips Single Derrick with offline standbuild | 2,000 kips Single Derrick with offline standbuild |
| Mud Pump | 4 (+1) x 2,200hp | 4 x 2,200hp | 4 x 2,200 hp | 4 x 2,200 hp |
| BOP | 2 Annular + 8 Ram Dual BOP | 2 Annular + 6 Ram Single BOP | 2 Annular + 5 Ram Single BOP | 2 Annular + 6 Ram Single BOP |

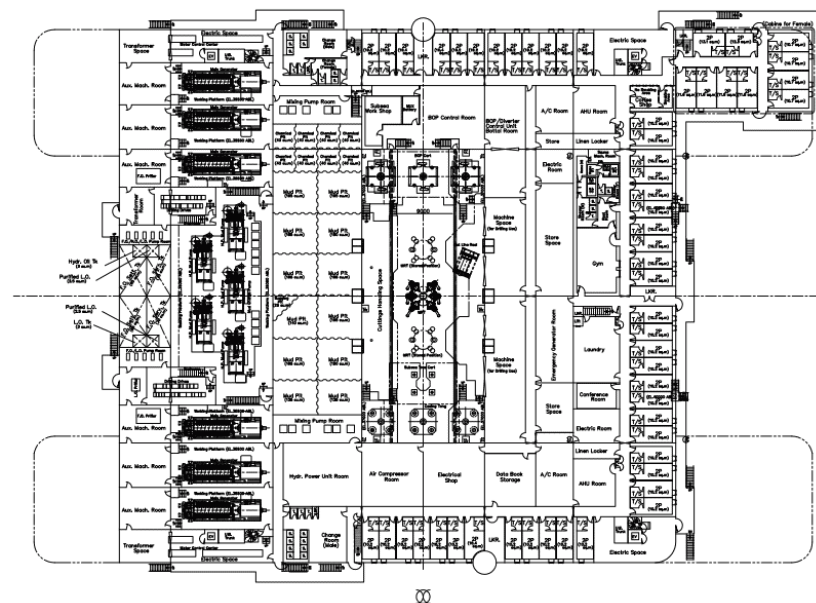
5. 実施内容-3: 基本コンセプトの設計検討

(3) 全体基本配置

- 本セミサブリグコンセプトの仕様・配置要件より全体基本配置を検討した。



Main Deck Plan

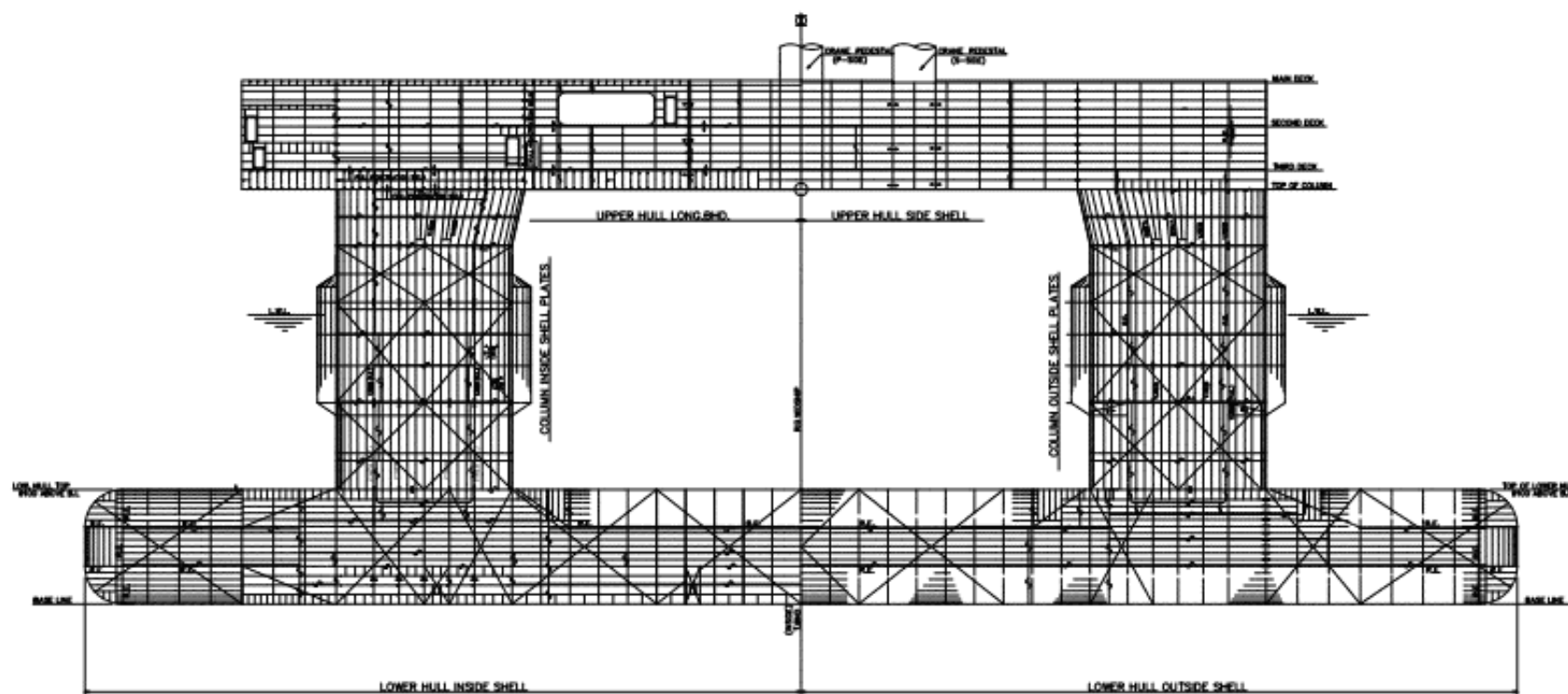


3rd Deck Plan

5. 実施内容-3: 基本コンセプトの設計検討

(4) 船体基本構造

- 本セミサブリグコンセプトの船体基本構造を検討した。



Construction Profile

6. まとめ

■ 研究成果

- ◆ セミサブリグ要求仕様の調査として下記を実施し、今後の大水深対応セミサブリグの建造需要に対応できる魅力ある国産デザインコンセプトを得た。
 - 気象海象条件を調査して世界の主要海域で稼働可能な設計条件を設定した。
 - 掘削コントラクターが今後の大水深向けセミサブリグに要求する仕様・配置要件や、最新の主要設備仕様を調査した。
- ◆ メキシコ湾事故後の規制動向を調査し、特にBOPの冗長性に関する要求を先取りしてコンセプトに織り込んだ。
- ◆ 基本コンセプトの設計検討を行い、デザインの成立性を確認した。

■ 今後の展開

- ◆ 本研究成果の基本コンセプトを下敷きに大水深セミサブリグの基本設計を展開し、実際のプロジェクトに適用可能なデザインを確立する。

謝辞

本研究を実施するにあたり、共同実施者である一般財団法人 日本海事協会殿には多大なご協力、ご助言を頂きました。あらためて御礼申し上げます。

ご清聴ありがとうございました。

本研究は、一般財団法人 日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより支援を受けて実施しました。