

大型石炭貯蔵浮体の隔壁配置に関する検討

A Study on Bulkhead Arrangement of a Large Floating Structure for Coal Loading/Unloading

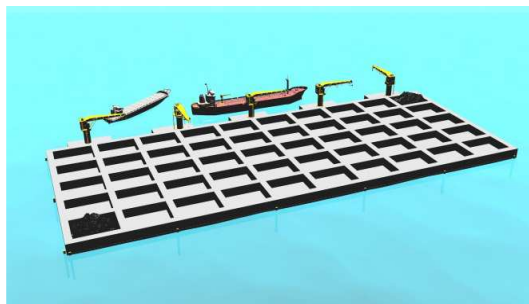
○菊地幸司¹, 木下大輔¹, 恵藤浩朗², 佐藤千昭³, 村田一城⁴, 居駒知樹², 増田光一²

*Koji KIKUCHI¹, Daisuke KISHITA¹, Hiroaki ETO², Chiaki SATO³,
Kazuki MURATA⁴, Tomoki IKOMA², Koichi MASUDA²

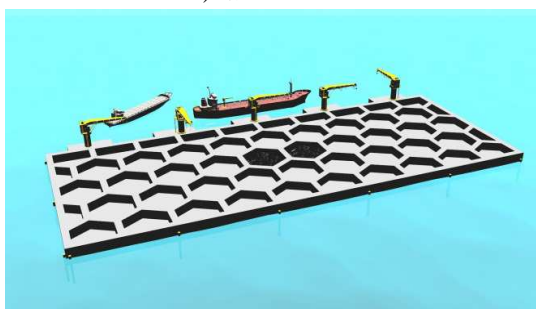
Abstract: The bulkhead installed on the deck of a large floating structure for coal loading/unloading is generally arranged in a grid form. And then the bulkhead which was arranged in a honeycomb form is suggested, and it was considered about deformation and stress by a structural point of view.

1. 緒言

石炭貯蔵浮体では, Fig.1 a)に示す通り一般的には船舶の貨物倉にならない浮体甲板上に格子状に配置される隔壁によって区画される構造となることが想定されるが, 場合によっては浮体に大きな応力が発生することも考えられる. そこで浮体甲板上の隔壁配置を Fig.1 b)に示すような強度をあまり損なわずに必要な材料を削減可能なハニカム状^[1]にすることで構造的観点から支持浮体自身の構造応力がどう変化するか考察し, その場合の石炭の荷役工程についても検討を行うことを目的とする.



a) 格子モデル



b) ハニカムモデル

Fig.1 隔壁配置を変化させた石炭貯蔵浮体

2. 有限要素法による理論解析

本解析では石炭貯蔵浮体を 2 次元要素である三角形要素でモデル化し, 弾性曲げ振動を仮定した微小たわみ理論を適用し有限要素法^[2]により解析した.

3. 隔壁配置に関する検討

石炭貯蔵浮体は Fig.2 に示すように甲板上部に隔壁を配置された形となり, 全体的な浮体のサイズは Table 1 に示すとおりである. 石炭貯蔵部は格子モデル, ハニカムモデル共に x 軸方向に 10 分割, y 軸方向に 5 分割に区別している. 格子モデル及びハニカムモデルの隔壁の全長を比較するとハニカムモデルの方が隔壁に使用する鋼材の量が 3%程度少なく, 両モデルの鋼材量を等しくするために格子モデルの隔壁の厚さを 7.0[m], ハニカムモデルの隔壁の厚さを約 6.8[m]とした. また石炭貯蔵浮体を構成する各部材の剛性を等価剛性として見積もった. 平面要素の諸元を Table 2 に示す.

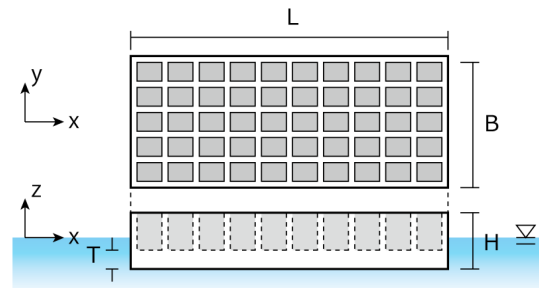


Fig.2 計算モデル (隔壁配置: 格子)

Table 1 石炭貯蔵浮体のサイズ

L	519.6 [m]	B	210 [m]
H	18[m]	T	8[m]

Table 2 平面要素の諸元

Young's modulus [MPa]	0.147×10^5
Poisson's ratio	0.300

格子モデル, ハニカムモデル共に石炭積み込み可能な甲板上面積は約 7.4 万[m²]であり, 0.8[t/m³]の石炭を 10[m]の隔壁に対し 11[m]まで積み上げたとなると, この石炭貯蔵浮体に最大で約 65 万[t]強の石炭を積載できることを確認でき, 空荷の場合の喫水が約 4.5[m]の両モデルは最大積載荷重をかけた時, 多く見積もつ

ても 13.3[m]の喫水となり、モデルの深さが構造深さの 18[m]を超えないことが確認できた。

格子モデルとハニカムモデルを水面に浮かべ中央部に約 2 区画分の石炭が積載したことを想定した荷重を作用させて変形状態や応力分布などを算出した計算条件 1 の結果を Fig.3 に、次に対角の 1 区画ずつに石炭を積載させたケースである計算条件 2 の結果を Fig.4 に示す。

Fig.3 から分かるとおおり、両モデル共に力が作用している中央部がたわむ形で変形している。また浮体が中心で折れ曲がるようにしてたわむため、ハニカムモデルのハニカム状の隔壁が微小ながらもつぶされるような変形となるため格子モデルよりも少し大きく抵抗する結果が得られるかと予想していたが、ハニカムの周囲を固定していなかったためハニカム構造の特性を活

かしきれず、格子モデルよりも大きい変形量を示す結果で得られた。また応力解析結果を確認すると、隔壁上部で最大応力が生じていた。

また Fig.4 の結果では格子モデルもハニカムモデルも変形量及び最大応力の値がほとんど変わらない結果で得られることが確認できる。Fig.3 のような中央部のみ、もしくは Fig.4 のような対角に石炭が積載した場合など、構造物全体が変形するのではなくある特定の部分が変形するような荷重が作用した今回の構造モデルでは最大でも 4.0[N/mm²]弱という結果で得られたことから、本モデルに石炭を積載してもある程度のバランスを保ち、強度的にも満足できる浮体強度なのではないかと考えている。

4. 荷役方法

石炭貯蔵浮体の現在の運用方法は、石炭を効率よく積み出すために格子状の場合、隔壁上部に移動可能なクレーンを設置し、縦横に移動させて石炭を積み出している。しかし、ハニカム状の場合は隔壁が直線的な配置ではないため移動するクレーンを活用することは難しい。そこで隔壁上部にベルトコンベアを配置し石炭を積み出す方法に加え浮体内部を活用し、上部から積まれた石炭を各区画の下部からベルトコンベアなどを用いて荷おろしする方法も検討しており、積み出しの効率化が可能と考えられる。

5. 結言

本研究により以下に示す結果が得られた。

- ・ 本研究で提案する石炭貯蔵浮体の規模について、格子モデル、ハニカムモデル共に石炭を最大限積載した状態であっても水没しない設計であることを確認した。
- ・ 部材量を一定とした格子モデルとハニカムモデルの応力変形結果を比較すると、曲げ変形とねじれを示す変形双方で隔壁の配置による大きな差は生じず、強度をあまり損なわずに必要な材料を削減可能なハニカム構造の性質を活かせていない結果を示した。
- ・ ハニカム状の構造で石炭の積み出しを行う場合、隔壁上部だけではなく、各区画の下部にもベルトコンベアを敷くことで積み出しの効率化が可能となると考えられる。

6. 参考文献

- [1] 小川俊夫, 岡崎徳臣:「各種ハニカム構造の圧縮強度について」, 1993.
- [2] 山田嘉昭:「マトリックス構造解析の基礎理論」, 培風館, 1972.

