

平成 21 年 5 月 29 日現在

研究種目： 基盤研究（B）
 研究期間： 2006～2008
 課題番号： 18360420
 研究課題名（和文） 船体タンク壁構造の振動予測法の確立と防振設計法に関する研究
 研究課題名（英文） Research on Estimation Method and Vibration Design of Vibration of Tank Wall Structures in Ships
 研究代表者
 安澤 幸隆（YASUZAWA YUKITAKA）
 九州大学・大学院工学研究院・准教授
 研究者番号： 10191123

研究成果の概要： 船体機関室周辺のタンク構造の振動について、その振動特性を実験および数値解析により詳細に検討して明らかにした。特に、損傷や過大振動の原因と考えられる「呼吸モード」振動に焦点をあて実船のタンク構造を模擬した、防とうタンク構造について実験室レベルで強制振動試験によって初めて再現し、数値シミュレーションとの対応を明らかにした。また、呼吸モードを励起するメカニズムについて検討を行った。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
2007年度	3,500,000	1,050,000	4,550,000
2008年度	3,200,000	960,000	4,160,000
年度			
年度			
総計	11,200,000	3,360,000	14,560,000

研究分野： 工学

科研費の分科・細目： 総合工学・船舶海洋工学

キーワード： 接水振動、タンク構造、呼吸モード、有限要素法、強制加振

1. 研究開始当初の背景

(1)船体内の機関室周辺に設置されている燃料タンクや清水タンクの構造に共振による振動疲労損傷に起因するとみられる損傷がしばしば発生していた。

(2)燃料タンクの場合は、亀裂が発生すると容易に補強や修理が行えないので、設計段階での適切な防振設計の確立が望まれた。

(3)タンク構造は、水や燃料などの液体と接しているために付加質量の影響で固有振動数が大幅に低下するので、構造振動だけでは振動予測ができない。

(4)また、実構造は、鉛直方向あるいは水平方向に防とう材や桁で補強されている複雑な防とう構造である。

2. 研究の目的

(1)狭隘タンクの振動予測と損傷の実態を調査する。

(2)設計段階において、「呼吸モード」を始めとする低次の固有振動数を予測する方法を確立する。

(3)振動予測法確立のために行う分析に基づいて、合理的な防振設計法と対策法を開発する。

3. 研究の方法

(1)実船のタンク構造の振動損傷および過大振動によるトラブル事例の調査

(2)実船のタンク構造調査に基づき、典型的なタンク構造を模擬した小型タンク構造を設計製作し、インパクト加振法により、固有振動数および振動モード計測を行う。

(3)内鋼材を有するタンク壁構造の接水振動解析が行える数値解析プログラムを開発する。

(4)呼吸モードの固有振動の簡易推定法を開発する。

(5)振動解析結果および計測結果で得られる振動モードをアニメーション等により可視化する。

(6)タンク構造の防振設計法を考案する。

(7)研究のとりまとめ

4. 研究成果

(1)各造船所に対してアンケートを行い、機関室周辺に設置されているタンクの種類、サイズ、損傷や過大振動によるトラブルの状況などの実態が明らかになった。

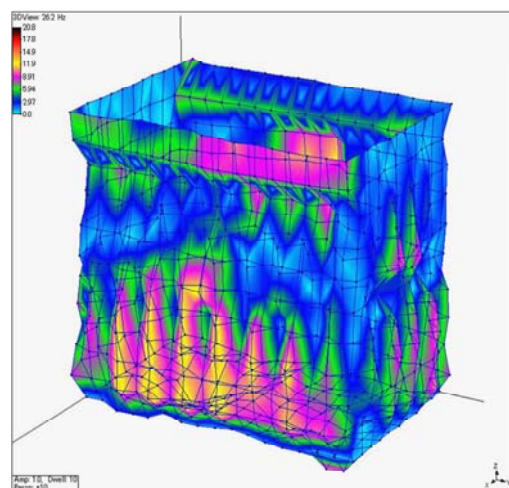


振動台上の亚克力製防とうタンク構造モデル

(2)複数個の亚克力製タンク構造を設計・製作し、比較的安価で、工作精度がよいタンク構造を製作することができるようになった。

(3)振動台にボルト固定されたタンク全体に対して鉛直方向強制変位により「呼吸モード振動」が初めて実験室において再現された。

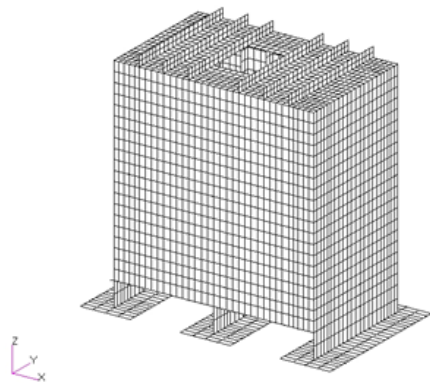
(4)振動台上のタンク構造モデルに対して、鉛直方向に強制加振を行い、約770点の計測点に対して、周波数応答関数を調べることで、振動モードを得ることができ、さらに可視化ソフトウェアによってアニメーション表示することができた。



計測結果のアニメーション表示

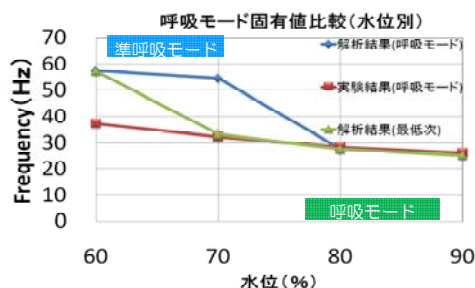
(5) 無補強タンク構造の呼吸モードについて流体の運動モードを仮定することにより、固有振動数が簡易推定できるようになった。これを拡張することにより防とう構造タンクについても簡易推定できる可能性が示された。

(6) 市販のFEM解析用プリポスト用ソフトウェアを流体の付加質量マトリックスを求めるための境界要素法に援用することにより、独自に開発されたプログラムを複雑な防とう構造タンクの接水振動解析に適用することが可能となった。



詳細数値解析に用いた有限要素モデル

(7) 呼吸モードが励起される起振形態について数値解析によりメカニズムを調べ、タンク側面の加振では、呼吸モードが励起されにくく、底面、周辺フロアの上下起振が呼吸モードを励起することがわかった。また、底面の構造が、呼吸モードの固有振動数に大きな影響を及ぼすことがわかった。



水位変化による固有振動数の計測結果と数値解析結果のグラフ

(8) タンク内の水位変化に対して仮想質量法を用いた接水振動FEM解析を行い、推定される固有振動数と、振動計測結果を比較し、水位が減少していくと計測から得られる呼吸モードの固有振動数が数値解析では得られなくなるすなわち数値解析の限界が判明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計5件)

- ① 安澤幸隆, 佐野敦司, 岡田崇, 機関室周辺の防撓タンク構造の呼吸モード振動に関する実験的研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第4巻, pp.443-446, 2007年、査読無
- ② Yukitaka YASUZAWA, Takashi OKADA, Atsushi SANO, Experimental and Numerical Study on Breath-Mode Vibration of Stiffened Deep Tank Structure, Proceeding of The 21st Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, pp. 325-332, 2007, 査読無
- ③ 安澤幸隆, 岡田崇, 佐野敦司, 柳和久, 豊田真, タンク構造における呼吸モード振動の解析法と防振対策法に関する研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第6号, pp.399-402, 2008年、査読無
- ④ 安澤幸隆, 佐野敦司, 機関室周辺の防撓タンク構造の呼吸モード振動に関する実験的研究(第2報), 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第7W号, pp.49-52, 2008年、査読無
- ⑤ 豊田真, 桜井朋樹, 安澤幸隆, 液位が変化する段重ねタンクの有孔水平仕切り板による振動特性制御に関する研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第7E号, pp.35-38, 2008年、査読無

〔学会発表〕(計5件)

- ⑥ 安澤幸隆, 佐野敦司, 岡田崇, 機関室周辺の防撓タンク構造の呼吸モード振動に関する実験的研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第4巻, pp.443-446, 2007年
- ⑦ Yukitaka YASUZAWA, Takashi OKADA, Atsushi SANO, Experimental and Numerical Study on Breath-Mode

Vibration of Stiffened Deep Tank Structure, Proceeding of The 21st Asian-Pacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures, pp. 325-332, 2007

- ⑧ 安澤 幸隆, 岡田 崇, 佐野 敦司, 柳 和久, 豊田 真、タンク構造における呼吸モード振動の解析法と防振対策法に関する研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 6 号, pp.399-402, 2008
- ⑨ 安澤 幸隆, 佐野 敦司、機関室周辺の防撓タンク構造の呼吸モード振動に関する実験的研究(第 2 報)、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 7W 号, pp.49-52, 2008 年
- ⑩ 豊田真、桜井朋樹, 安澤 幸隆、液位が変化する段重ねタンクの有孔水平仕切り板による振動特性制御に関する研究、日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第 7E 号, pp.35-38, 2008 年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

安澤 幸隆 (YASUZAWA YUKITAKA)
九州大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号：1 0 1 9 1 1 2 3

(2) 研究分担者

吉川 孝男 (YOSHIKAWA TAKAO)
九州大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号：5 0 3 8 0 5 7 2

前田 正広 (MAEDA MASAHIRO)
九州大学・大学院工学研究院・助教
研究者番号：7 0 1 7 3 7 1 3

(3) 連携研究者

なし