sina-pub.ir

مطالعه مقایسه ای در عملیات راه اندازی جکت در دریای چین جنوبی

چکیده :

راه اندازی یک عملیات اولیه ضروری برای jacket های بزرگ در آب های عمیق است. نیروها و واکنش های حرکتی نقاط کلیدی در طی یک عملیات راه اندازی، اندازه گیری شده که می توانند به عنوان یک معیار برای نتایج آزمایشگاهی وعددی باشند و از این رو اعتماد بیشتری به عملیات زیر ایجاد کنند. این مقاله یک مطالعه جامع را ارائه می دهد که در آن اندازه گیری های میدانی، نتایج عددی و تجربی به منظور بررسی روند پویایی راه اندازی یک jacket بزرگ مقایسه می شود. تفاوت بین داده های اندازه گیری میدانی و نتایج تجربی مورد بررسی قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل حساسیت شامل موقعیت و barge trim و ضریب اصطکاک در امتداد مسیرهای skid-way با استفاده از مدل عددی کالیبره شده انجام می شود. تلاش ها باعث روشن شدن اثر ضریب drag در مدل های شبیه سازی- froude از طریق شبیه سازی مدل های آزمایشگاهی مقیاس داده شده و شبیه سازی های عددی خاص شده است.

معرفی:

راه اندازی یکی از وظایف مهم در هنگام نصب فرا ساحلی یک jacket است و شامل خطرات قابل توجه و چالش های فنی، به خصوص برای jacket های بزرگ است. همانطور که jacket در طول skid-wayمی لغزد، trimو آبخور bargeeراه انداز (bargee launching) تغییر می کند و در نتیجه، پاسخ حرکتی barge را تحت تاثیر قرار می دهد. هنگامی که jacket شروع به مایل شدن در ابتدای بازوی شیب دار (rocker arm) می کند، که خطرناک ترین مرحله عملیات است، بار rocker arms به حداکثر مقدار خود می رسد .

پس از جدا شدن از barge، jacket بطور نوسانی در آب فرو میرود تا برای رسیدن به حداکثر عمق که می تواند فرو برود، تا جایی که ممکن است بسیار نزدیک به کف دریا باشد. بنابراین، مهم است که ایمنی نیروها و واکنش های حرکتی چنین سیستم راه اندازی را پیش بینی کنید.

برای پیش بینی درست پاسخ های کلیدی حرکت، مطالعات متعددی از عملیات راه اندازی jacket انجام شده است.

sina-pub.ir

Honarvarو همکاران (2008) یک مدل آزمایشی و یک شبیه سازی عددی عملیات راه اندازی jacket را مقایسه کرد. تفاوت بین نتایج آزمایشگاهی و عددی شناسایی شد و ارتباط بین عدد رینولدز (Re) و ضریب drag هیدرودینامیک (CD) مورد بحث قرار گرفت. با توجه به بارهای سازه ای و پاسخ های حرکتی، تست مدل ها و شبیه سازی های عددی نیز برای عملیات راه اندازی انجام شد. جو و همکاران (2001) اثرات پارامترهای مختلف) ابعاد bargeو jacket و شرایط اولیه (barge را بر روی عملیات راه اندازی بر اساس نرم افزار تجزیه و تحلیلی SACS ارائه کرد. نتایج نشان داد که بار متوسط و تأثیر نیروها بر روی jacket میتواند با افزایش زاویه trim (موقعیت، تراز) و آبخور کاهش یابد، در حالی که زاویه trim و آبخور تاثیر مرزی(کم) بر روی عمق نفوذ (فرورفتن در آب) jacket داشت Xiong .و همکاران (2013) عملیات راه اندازی نوعی jacket را با مقایسه تست مدل ها و شبیه سازی های عددی مورد بررسی قرار دادند. این نویسندگان توافق خوبی بین دامنه حرکتی pitch و بار سازه ای با استفاده از دو روش مختلف گزارش دادند. تأخیر زمانی نیز در مدل آزمایشی با توجه به مقیاس و اندازه تاثیرات مشاهده شد.

برای به دست آوردن درک بهتر از راه اندازیjacket ، تلاش برای ایجاد تکنیک های قابل اعتماد برای اندازه گیری های میدانی انجام شده است. بر اساس اندازه گیری های میدانی راه اندازیjacket Liwan 3-1 ، یک سری از تحلیل های راه اندازی jacket انجام شد.

او و همکاران (2013) یک مطالعه تطبیقی بر اساس تجزیه و تحلیل عددی و اندازه گیری میدانی انجام دادند که نشان می دهد که اثر ضریب اصطکاک جنبشی (Cf)در امتداد مسیرهای skid-wayتوجه است.

ژانگ و همکاران (2013) آزمایشی برای بررسی مسیرهای راه اندازی (launching trajectory) انجام داد و بیشتر نتایج تجربی را با اندازه گیری میدانی مقایسه کرد. این مطالعه نشان داد که Cf در امتداد skid-way باید تا 0.04 کاهش یابد تا اطمینان از تشابه آن با جنبشی داشته باشد.یک روش پردازش داده های اصلی از اندازه گیری میدانی توسط Chen و همکاران ارائه شده است (2013). در مطالعه خود، قانون کامپوزیت Simpson برای به دست آوردن مسیر حرکت jacket وbarge استفاده شد. این حرکات مسیریابی از اندازه گیری میدانی راه اندازی jacket Liwan 3-1بدست آمد و توسط Chen et al ارائه شد. (b.2014).

sina-pub.ir

اندازه گیری های میدانی سازه های فرا ساحلی و پاسخ های دینامیکی آنها در موقعیت دریای واقعی برای اعتبارسنجی به شبیه سازی های عددی و برای اعمال مشکلات طراحی مهندسی دریایی مطلوب است (Drazen et al)، (2012). با این حال، با توجه به چالش های فنی و اقتصادی مختلف، تاکید بیشتر بر روی نظارت بر سکوعملیاتی در مقایسه با اندازه گیری های میدانی از روش های نصب و راه اندازی دریایی، مانند راه اندازی jacket ،است.

این مقاله ارائه یک مطالعه مقایسه ای از اندازه گیری های میدانی، مدل های آزمایشی مقیاس داده شده و شبیه سازی های عددی بر اساس اندازه گیری های میدانی حاصل از راه اندازی jacket بزرگ Panyu 1-34 می باشد. بخش 2 به طور خلاصه سیستم راه اندازی jacket را از لحاظ مراحل راه اندازی، barge و jacket و شرایط راه اندازی اولیه jacket را توضیح می دهد. تنظیمات آزمایشی به طور خلاصه در بخش 3 ارائه شده است. شرایط محیطی در طی عملیات راه اندازی نیز در این بخش روشن شده است. برای اعتبار سنجی نتایج تجربی و درک بیشتر پویایی های(حرکت مکانیکی) راه اندازی، اندازه گیری های میدانی انجام شد و سری زمانی حرکات barge و jacket و بار بازوها(rocker arm) به عنوان بخشی از اندازه گیری میدانی اندازه گیری شد. بخش 4 تنظیم پیکربندی(شکل بندی) سیستم اندازه گیری میدانی را مورد بحث قرار می دهد. بسیار مهم است که اطمینان حاصل شود که اندازه گیری هایی که در طول عملیات راه اندازی jacket بدست می آید، به اندازه کافی قابل اطمینان و معتبر هستند به همین منظور تجهیزات مکانی و خطاهای اندازه گیری نیز در بخش 4 آمده است. بر اساس داده های اندازه گیری میدانی، شبیه سازی های عددی معتبر و کالیبره می شوند. بخش 5 به طور خلاصه به پیشینه نظری راه اندازی jacket تحت فرض وضعیت ثابت دریایی و حرکت دو بعدی می دهد. با استفاده از مدل عددی کالیبره شده، تحلیل حساسیت به منظور تعیین تأثیرات زاویه تراز barge و آبخور، مرکز ثقل jacket(COG) و ضریب اصطکاک جنبشی در طول مسر skid-way ،انجام می شود.

2. سیستم راه اندازی جکت

jacket با موفقیت در آبهای عمیق 190 متری با کمک barge راه انداز (launching bargee)، راه اندازی و نصب شد. برای توصیف حرکت سیستم راه اندازی jacket، دو سیستم مختصات معرفی می شوند: سیستم مختصات جهانی

sina-pub.ir

(og-XgYgZg) و سیستم مختصات جسمی ثابت. همانطور که در شکل 1 نشان داده شده است، سیستم اولی نسبت به زمین ثابت شده و سطحx-y آن با سطح آب همخوانی دارد. سیستم دومی ، با جکت ثابت وحرکت می کند و سطح x-y آن با خط تراز آب jacket هماهنگ است. علاوه بر این، سیستم مختصات barge ثابت شده (og-XgYgZg) ،با barge حرکت می کند و سطح x-y آن با keel bargee سازگار است. مبدا هر سیستم مختصات در مرکز سطح برای سادگی، قرار دارد.

در ابتدای راه اندازی، bargeمتعادل با شرایط راه اندازی با آبخور میانی barge 11.12 متر و زاویه تراز (موقعیت)4.25 درجه رسید. شکل 2 تصویری از سیستم راه اندازی اولیه را نشان می دهد. همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است، فاصله افقی بین COG jacket و بخش وسط barg تقریبا 16.6 متر است.

یک جفت skid-way فولادی در عرشه barge وجود دارد. فاصله افقی بین دو skid-way 24 متر و طول کلی هر کدام 150 متر است.

شکل 3 یک مقطع عرضی از skid-way را نشان می دهد. همانطور که در شکل 3 نشان داده شده است، یک جفت cradle فولادی بر روی یک عضو jacket جوش داده شده و در طول با jacket می لغزد. پوشش گریس و تفلون بکاربرده شده در سطوح تماس skid-way و cradle راه اندازی اعمال می شود. ضریب اصطکاک جنبشی در محدوده 0.03-0.08 برای سطح تماس با چوب- گریس- تفلون است. (Denton, 2013)

2-2 راه اندازی شرایط

در ابتدای راه اندازی، bargeمتعادل با شرایط راه اندازی با آبخور میانی barge 11.12 متر و زاویه تراز (موقعیت)4.25 درجه رسید. شکل 2 تصویری از سیستم راه اندازی اولیه را نشان می دهد. همانطور که در شکل 2 نشان داده شده است، فاصله افقی بین COG jacket و بخش وسط barg تقریبا 16.6 متر است.

یک جفت skid-way فولادی در عرشه barge وجود دارد. فاصله افقی بین دو skid-way 24 متر و طول کلی هر کدام 150 متر است.

sina-pub.ir

شکل 3 یک مقطع عرضی از skid-way را نشان می دهد. همانطور که در شکل 3 نشان داده شده است، یک جفت cradle فولادی بر روی یک عضو jacket جوش داده شده و در طول با jacket می لغزد. پوشش گریس و تفلون بکاربرده شده در سطوح تماس skid-way و cradle راه اندازی اعمال می شود. ضریب اصطکاک جنبشی در محدوده 0.03-0.08 برای سطح تماس با چوب- گریس- تفلون است. (Denton, 2013)

2.3. مراحل دوازدهم

مرحله تعادل (ballasting): برای رسیدن شرایط ، تراز و آبخور مورد نظر، در barge .

مرحله لغزش (کشویی): لغزش بر روی barge به علت وزن خود jacket بدون خم شدن نوک بازوهای شیب دار.

مرحله خم شدن : لغزش jacket با خم شدن rocker arms ، تا زمانیکه زاویه آنها به حداکثر مجاز چرخش خود برسد تا jacket را به داخل آب هدایت کند.

مرحله خود راستی(قائم شدن) jacket:وقتی از barge بطور کامل جدا می شود چند نوسان خواهد داشت تا به حالت آرام و بدون نوسان برسد).این نوسان حول ((COG انجام میشود.

در این مقاله، مرحله لغزش و مرحله خم شدن به طور دقیق مورد بررسی قرار می گیرد، زیرا این دو مرحله بیشتر مورد توجه هستند.

3. تنظیمات آزمایشی

مدل های آزمایشی راه اندازی jaket تایید شده اند تا قبل از شروع به کار، هیچ جنبه مهمی از عملیات میدانی نادیده گرفته نشده باشد. در مدل های آزمایشی ، قوانین اندازه (مقیاس) Froudeبر اساس اثرات شتاب گرانشی استفاده شد و این آزمایش ها با استفاده از مقیاس 1:50 در حوضچه موج آزمایشگاه دولتی مهندسی اقیانوس انجام شد. برای عملیات راه اندازی میدانی، معمولا کمتر از 80 ثانیه از مرحله لغزشی تا مرحله قائم شدن خود سازه طول می کشد. معمول است فرض کنیم که سطح دریا ثابت است برای مدت 20 دقیقه تا 3-6 ساعت(DNV ، 2014) بدین ترتیب، مدل آزمایشی با شرایط پایه (draft=11.12 m, trim=4.25°) در یک وضعیت ثابت دریایی بازسازی شد.

sina-pub.ir

3.1 ابزار تجربی

مدل های راه اندازی شامل jaket فولادی، barge، تجهیزات لغزشی rocker arms و چند ابزار تجربی بود. مدل تجهیزات لغزشی عمدتا شامل cradles راه اندازی و یک جفت skid-way بود که به ترتیب به اعضای jacket و عرشه barge متصل بود. شکل 4 بخش متناوب تجهیزات لغزشی را نشان می دهد. همانطور که در شکل 4 نشان داده شده است، برای کاهش ضریب اصطکاک ، روان کننده های روغنی و پوشش های teflon مورد استفاده قرار می گیرند.

دو سیستم نوری غیرمستقیم شامل دوربین و نشانگرها برای اندازه گیری پاسخ حرکت سیستم راه اندازی مورد استفاده قرار گرفت. (Zhao et al., 2014) .چنین دوربین هایی می توانند نور را که توسط هر نشانگر منعکس می شوند، دریافت و سپس حرکت هر یک از تنه ها(قسمت ها) را با خطای اندازه گیری 0.1 میلیمتر اندازه گیری کنند. علاوه بر این، چهار سنسور فشاری یک بعدی بر زیر rocker arms برای اندازه گیری بارهای آنها نصب شده است، همانطور که در شکل 5 نشان داده شده است. محدوده اندازه گیری و خطای اندازه گیری چنین سنسورها به ترتیب 0.5 کیلوگرم و 50 کیلوگرم است. در ابتدای راه اندازی، الکترومغناطیس برای جدا سازی jacket استفاده می شود. هنگامی که جریان خاموش می شود، میدان مغناطیسی قطع می شود و jacket شروع به لغزش بر روی barge می کند.

3.2. کالیبراسیون سیستم راه اندازی

در تمام مراحل، ابعاد و ویژگی های جرم) جرم، COGو اینرسیjacket (، bargeوrocker arms با دقت بر طبق مقادیر طراحی ،اندازه گیری و کالیبره شده است. به طور خاص ، میله های سربی تطبیق داده شدند و مکان این میله های سرب در داخل اعضای jaket تنظیم شد. خصوصیات اینرسی barge بوسیله وزن مدل barge نیز تایید شد.

ضریب اصطکاک در طول skid-way نیز یکی از پارامترهای اصلی عملیات راه اندازی است.در مدل آزمایشی یک ماشین atwood با کشیدن یک بلوک بالای یک سطح افقیEagleson (، .(1945همانطور که در شکل 6 نشان داده شده است، بلوک جرمی m1 شتاب میگیرد وقتی که به بلوک در حال حرکت در اثر وزن m2 متصل می

sina-pub.ir

شود،وقتی بلوک m2 به فاصله مشخص h میرسد بلوک متحرکm1 شروع به توقف می کند. سپس ضریب اصطکاک جنبشی می تواند به وسیله این رابطه بدست آورد :

$$C_f = \frac{m_2 h}{m_1 h + (m_1 + m_2)d} \qquad (1)$$

بر اساس آزمایش برای تعیین ضریب اصطکاک لغزشی، Cf در طول 0.06 skid-way بود.

4.1 سیستم GPS یکپارچه و INS

یک سیستم جهت یاب بر اساس اینرسی (INS) می تواند با یک سیستم موقعیت یابی جهانی(GPS) برای برآورد موقعیت و سرعت کلی در 6 درجه آزادی یکپارچه شود(Fossen, 2011) (DOFs) .

به طور خاصی، GPS قادر به ضبط دقیق موقعیت از دو آنتن GPS بدون خطای drift است. با این حال، GPS تنها در بالای سطح آب عمل می کند، زیرا سیگنال های ماهواره ای در زیر آب ضعیف هستند. در همین حال، INS، که در داخل یک مخزن آبگیر قرار گرفته است، می تواند به طور موثر حرکت های زیر آب را ثبت کند. برای سیستم GPS و INS یکپارچه، خطاهای موقعیت به ترتیب 2.0 متر در جهت افقی و 4.0 متر در جهت عمودی است. خطای دید آن 0.1 درجه است. آلیاژ محفظه استوانه ای فولادی قادر به مقاومت در برابر فشار آب 3.0 مگاپاسکال است و مانند دستگاه های مکانیکی درز گیری شده و اتصالات مقاوم برابر آب است که مانع از ورود آب به بشکه از طریق شیار پیچ و یا کابل های هم محوراست. علاوه بر این، هنگامی که به طور کامل شارژ شده است، باتری لیتیوم- یونی در محفظه می تواند دستگاه GPS / INS را به مدت 24 ساعت روشن نگه دارد. جزئیات دستگاه GPS / INS یکپارچه در شکل 7 نشان داده شده است. در این زمینه، دو مجموعه از دستگاه های یکپارچه GPS / INS بر روی jacket جوش داده شده و یکی بر روی barge نصب شده است. شکل 7 مکان های نصب و راه اندازی GPS / INS سیستم هایی که jacket نصب شده را نشان می دهد. مکان های آنتن های GPS به طور هدفمند برای اطمینان از زمان مناسب برای دریافت سیگنال های GPS و اطمینان از کوتاه ترین فاصله به دستگاه GPS / INS یکپارچه انتخاب شده است.

4.1 سیستم GPS یکپارچه و INS

sina-pub.ir

تقویت کننده سیگنال برای رفع مشکل میرایی سیگنال طراحی شده است. و signal shielding به دلیل زاویه (θ) بین آنتن های GPS و عضو jacket نسبتا ضعیف بود. برای سهولت دسترسی به دستگاه GPS / INS یکپارچه پس از راه اندازی، سیستم های نصب شده روی جک تقریبا 39 متر پایین تر از jacket نصب شده بود. پس از راه اندازی، jacket توسط جرثقیل lift شد تا موقعیت به صحیح جا نمایی شده برسد. شکل 8 مرحله تکرار و موقعیت قائم شدن آن را نشان می دهد. همانطور که در شکل 8 نشان داده شده است، عمق دستگاه های GPS / INS یکپارچه 2 تا 4 متر است که باعث تسهیل در برداشتن دستگاه GPS / INS یکپارچه از jacket شد.

4.2.اندازه گیری فشار

سنسورهای FBG(Fibre Bragg grating) اطلاعات کرنش با جزئیات دقیق را با حداقل نفوذ در سازه میزبان ارائه می دهند . (Tyler et al., 2013).شکل 9 موقعیت نصب و راه اندازی strain gaugesدر rocker arm را نشان می دهد. برای به حداقل رساندن خطای تصادفی به دلیل تغییرات دما، سنسورهای جبران کننده دما با strain gaugesنصب شده اند. به طور خاص، حسگرهای A1 و B1 برای جبران تأثیرات دمای آب استفاده شده و سنسور های A5 و B5 برای جبران دمای هوا تهیه شده است. سطوح حسگر با ژل سیلیکا ضد آب پوشیده شده بود. خطاهای پس ماند برای جبران اصلاحات معمولا به ترتیب 2-1 pm می باشد. (Micron Optics, 2012).

5.پس زمینه نظری عملیات راه اندازی ژاکت

با فرض حرکت دو بعدی در یک صفحه عمودی، معادله حرکت در حوزه زمان می تواند به صورت زیر باشد:

که q برداری با 3 درجه آزادی است. این بدان معنی است که پویایی (dynamic)مربوط به حرکت در roll,sway وyaw ، نادیده گرفته می شود I.ماتریس 3*3است C .و K ب ه ترتیب ماتریس های مجهول و سختی هستند. بردار Sنیروی تحریک نامیده می شود.

$$I\ddot{q} + C\dot{q} + Kq = s \qquad (2)$$

در مواردی که امواج ورودی وجود ندارند، نیروی تحریک barge می تواند به صورت زیر نوشته شود:جایی که A ماتریس جرم افزوده است؛ هسته دوره حلقه(t) D، مرتبط با اثرات حافظه، ماتریس توابع شتاب منفی (تاخیری)است (Chen et al., 2014a).

sina-pub.ir

$$s = -A\ddot{q} - \int_0^t D(t-\tau)\dot{q}(\tau)d\tau \qquad (3)$$

جو و همکاران (2002) توصیف کردند یکی از بارهای اعمال شده به چنینjacket ، اصطکاک در جهت مماسی است. که Cf ضریب اصطکاک و FN نیروی واکنش طبیعی است.

$$F_f = C_f F_N \qquad (4)$$

نیروی هیدرودینامیکی روی jacket شاملdrag ، added massو تعامل(کنش و واکنش) هیدرودینامیکی بین دو بدنه است. از تعاملات هیدرودینامیکی در تجزیه و تحلیل راه اندازی صرفه نظر می شود. نیروی هیدرودینامیکی را می توان با استفاده از معادله زیر محاسبه کرد:

$$F_h = C_M \rho V \dot{U} - \frac{1}{2} C_D \rho A |U| U \qquad (5)$$

که ρ تراکم سیال است؛ V و A به ترتیب حجم و ناحیه غوطه ور هستند؛ U سرعت نسبی بین عضو jacket و جریان بیرونی است. CDو CM به ترتیب ضریب dragو ضریب added mass نامیده میشوند.

تجزیه و تحلیل دامنه زمان با استفاده از نرم افزار رایانه ای MOSES انجام می شود. روش Newmark برای ارائه یک راه حل موثر برای معادلات حرکت استفاده می شود(Nachlinger ، . .(2006با توجه به مسیر حرکات barge و نیروهای rocker arms ، تجزیه و تحلیل دینامیکی و حساسیت نیز انجام می شود.یک نمونه شبیه سازی شده با پارامترهای(Cf =0.037, CD =1.20, Trim=4.25° and draft=11.12 m)

برای تجزیه و تحلیل عددی انتخاب شده است. شکل 10 مدل های MOSES مورد استفاده برای شبیه سازی عددی را نشان می دهد.

6. نتایج و بحث ها

در این بخش، تجزیه و تحلیل آماری داده های میدانی ارائه شده است. بر اساس داده های میدانی، روش های عددی کالیبره ومعتبر شدند. تلاش ها باعث شفاف سازی نفوذ (تاثیر) شرایط اولیه و ضریب اصطکاک برروی پاسخ های راه اندازی می شوند. علاوه بر این، بررسی تأثیر ضریب drag ارائه شده است.

sina-pub.ir

6.1 حرکات مسیر

سری زمانی حرکات pitchحاصل از شبیه سازی عددی و تجربیات با مقادیر اندازه گیری های میدانی مقایسه شده است. علاوه بر این، مسیر حرکات نقطه جلوی jacket (FP) و نقطه پایانی ((EP و پاسخ حرکت عرضی سیستم راه اندازی بررسی شده است.

6.1.1 حرکت حرکات

برای یک عملیات راه اندازی موفق، حرکت pitch باید برای اطمینان از پایداری jacket و barge بررسی شود. شکل 11 سری زمانی از حرکات pitch و فاصله لغزشی نسبی بین دو جسم ثبت شده در اندازه گیری های میدانی را نشان می دهد.در زمان کج شدن که زاویه مربوط بین jacket و barge شروع به افزایش قابل توجهی می کند، در 23.2 ثانیه رخ می دهد. در همین حال، فاصله نسبی بین دو جسم به 90.1 متر می رسد) فاصله اولیه بین مرکز ثقل jacketو 88.1 tilting beam متر است(، نشان می دهد که مرکز ثقل jacket درست از tilting beam عبور می کند.زمان جداسازی، هنگامی که زاویه pitch jacket به اوج خود می رسد، در 34.4 ثانیه رخ می دهد. حداکثر مقدار حرکت pitch برای jaket و barge به ترتیب 18.2 درجه و 6.8 درجه است. زاویه pitch barge در محدوده طراحی (8.0 درجه) باقی می ماند، که نشان دهنده پایداری barge در طی راه اندازی است.

سری زمانی حرکات pitch jacket به دست آمده از شبیه سازی عددی، آزمایشی و اندازه گیری های میدانی در شکل 12 مقایسه شده است. از شکل 12 می توان نتیجه گرفت که نتایج عددی به خوبی با نتایج میدانی موافق هستند. نتایج تجربی نیز توافق کیفی خوب با اندازه گیری های زمینه نشان می دهد. با این حال، عملیات راه اندازی در آزمایش در مدت زمان بسیار طولانی تر از عملیات راه اندازی میدانی است. علاوه بر این، حداکثر زاویه pitch در آزمایش (20.6 درجه) کمی بزرگتر از اندازه گیری میدانی آن است. گزارش شده است که Cf در امتداد skid –way می تواند چنین اختلافاتی را در زمان کج شدن و زمان جداسازی باعث شود. (he و همکاران، 2013؛ ژانگ و همکاران، 2013).

6.1.2 رول نسبی و حرکات ناگهانی

sina-pub.ir

برای بررسی پاسخ های حرکتی عرضی در اندازه گیری های میدانی، سری زمانی از حرکات نسبی roll و yaw بین jacket و barge در شکل 13 نشان داده شده است. همانطور که در شکل 13 نشان داده شده، زاویه مربوط به roll بین -0.3 درجه و 2/0 درجه متغیر است و زاویه yaw در 1.0 درجه متغیر است. این نشان دهنده ثبات خوبی از عملیات راه اندازی در جهت عرضی است. هنگام لغزیدن(سر خردن)، jacket به bargee مقید می شود. بنابراین، زاویه مربوط به roll بین دو تنه نزدیک به 0 درجه است. هنگامی که jacket از rocker arms جدا می شود، زاویای کم (جزئی) roll و yaw تمایل به تولید شدن، به علت عدم تقارن سازه jacket، از قبیل انحراف عرضی مرکز ثقل و یا شرایط محیطی، دارند. با توجه به دامنه های کوچک حرکت های roll و yaw ، حرکت راه اندازی را می توان به حرکت دو بعدی در صفحه عمودی ساده کرد. لازم به ذکر است که بسیاری از رویدادهای نامطلوب، از جمله شکست سازه ای و یا واژگونی barge، ممکن است در صورت حرکت roll وpitch قابل توجه ،بین دو بدنه رخ دهد. با افزایش وزن و ابعاد jacket، مشخصات jacket و barge باید بررسی شود تا از ایمنی عملیات راه اندازی اطمینان حاصل شود.

6.1.3 عمق غواصی

برای جلوگیری ازهر آسیب به سازه، مهم است که اطمینان از دوری(جدایی) بین jacket و بستر دریا اطمینان حاصل شود. موقعیت های عمودی نقاط FP و EP از jacket با ترسیم مسیرهای دو نقطه در شکل 14 بررسی می شود. همانطور که در شکل 14 نشان داده شده است، حداکثر عمق نفوذ این دو نقطه به ترتیب 76.8 متر و 93.8 متر است. این نشان می دهد که با توجه به عمق آب 195 متری ،می تواتند ایمن باشد. موقعیت عمودی jacket در EP به طور چشمگیری در حدود 34.2 ثانیه افزایش می یابد، زمانی که jacket ازbarge جدا می شود. آن شروع به نوسان می کند و نهایتا در عمق آب 93.3 متر تثبیت می شود. بر این اساس، حداکثر عمق (87.2) متر و زمان 41.4 ثانیه برای نقطع FP است و بعدا به موقعیت تعادل خود می رسد (18.7 متر).

حرکات مسیری که از سه روش به دست آمده بیشتر در شکل 15 مقایسه شده است. برای EP، حرکت مسیر در شبیه سازی عددی به شدت با آن در اندازه گیری های میدانی منطبق است، در حالی که انحراف زمانی حدود 15 ثانیه در

sina-pub.ir

آزمایش وجود دارد. برای FP، حرکات مشابه در جهت عمودی را می توان در شکل 15(b) مشاهده کرد. برای توضیحات شفاف تر در حرکات jacket در مسیر عمودی، مقادیر حداکثر و تعادلی FP وjacket EP در شکل 16 نشان داده شده است. عمق نفوذ این دو نقطه در تعادل، که می تواند از مرکز شناوری و مرکز ثقل jacket بدست آید، اساسا بدون تناقض است. با این وجود، حداکثر عمق نفوذ FP در شبیه سازی عددی (88.5 متر) و در آزمایش (97.3 متر) بزرگتر از اندازه گیری میدانی (76.1 متر) است..

به طور کلی اختلاف میان سه روش در FP بیشتر مشهود است. واضح است که فاصله بین COG jacket و FP بسیار بزرگتر از COG و EP است. این نشان می دهد که حرکت عمودی FP نه تنها به حرکت عمودی COG jacket ، بلکه همچنین به Pitch jacket هنگامی که jaket از barge جدا می شود مربوط است. همانطور که قبلا ذکر شد، زمانی که jacket از rocker arms جدا می شود، زاویه Pitch در آزمایش (20.6 درجه) کمی بیشتر از شبیه سازی عددی (18.8 درجه) و اندازه گیری میدانی (18.2 درجه) است. بزرگی قسمت نوک FP،jacket را مشتاق به عمق نفوذ بیشتر می کند. علاوه بر این، ممکن است برخی از تاثیرات امواج میدانی که در آزمون های مدل و شبیه سازی های عددی نادیده گرفته شده باشد. حرکات موج ناشی از barge ممکن است بر روی شرایط اولیه راه اندازی تأثیر بگذارد، در نتیجه ، حرکت Pitch jacket و حرکت عمودی FP را تحت تاثیر قرار می دهد.

6.2 بارهای بازوی راک

سری زمانی ثبت شده نیرو های rocker arms و سرعت jacket در شکل 17 نشان داده شده است. همانطور که در شکل 17 نشان داده شده است، حداکثر نیروی وارده به rocker arms (6956MT) در 25.6 ثانیه رخ می دهد. در همین حال، jacketبه سرعت با سرعت 4.46 m / s می لغزد . نیروهای واکنش به سرعت در مرحله کج شدن تغییر می کنند، زیرا نیروی شناوری، اصطکاک و نیروی هیدرودینامیکی به طور مداوم تغییر می کند به طوریکه jacket به طور همزمان چرخیده و به پایین می لغزد.

sina-pub.ir

برای شناخت بیشتر بارهای rocker arms، مقایسه ای از نتایج سه روش در شکل 18 ارائه شده است. به طور کلی، توافق خوب بین حداکثر مقادیر به دست آمده از سه ابزار مشاهده شده است. حداکثر نیروی واکنش در شبیه سازی عددی 0.5٪ بزرگتر از آنچه در اندازه گیری میدان ثبت شده است.

در مقابل، حداکثر نیروی واکنش در آزمایش کمتر از آنچه در اندازه گیری میدانی دیده می شود است. همانطور که قبلا مورد بحث قرار گرفت، بارهای rockers توسط عوامل بسیاری از جمله وضعیت دریا و حرکت دو بدنه ،قطعی می شوند. در بحث زیر، حساسیت عددی تجزیه و تحلیل با در نظر گرفتن تاثیر شرایط ابتدایی راه اندازی و ضریب drag بر حداکثر بار rockers ارائه خواهد شد. به طور کلی، نیروی حداکثر نیروی واکنش بر روی هر rocker arm تخمین زده می شود که 29 درصد وزن jacket را برآورد می کند.

6.3 مطالعه حساسیت

شرایط اولیه شامل تراز barge (trim)و آبخور، موقعیت طولی(LCG) jacket COG و ضریب اصطکاک جنبشی در امتداد skid-ways است. برای تعیین کیفیت اثرات این پارامترها، پاسخهای بحرانی راه اندازی، از جمله حرکت pitch jacket، عمق نفوذ(شیرجه) و حداکثر بار rocker arms تحت شرایط خاص، مورد بررسی قرار گرفته است. مقادیر بی بعد هر نوع پاسخ راه اندازی تحت شرایط مختلف ، که نسبت هر مقدار به حداکثر مقدار خودش بستگی دارد را توصیف می کند . تجزیه و تحلیل حساسیت با استفاده از روش عددی انجام می شود و شرایط اولیه مربوطه در جدول 3 ذکر شده است.

6.3.1 انبار بارج و پیش نویس

اختلافات واکنش های بحرانی راه اندازی در برابر حالت trim barge در شکل 19 نشان داده شده است. از طریق مقایسهٔ این 5 trim شرایط، می توان نتیجه گرفت که trim اولیه دارای تأثیر کمی بر روی حداکثر بار rocker ها است. با در نظر گرفتن حداکثر بار rocker ها تحت trim 3.25 درجه به عنوان مرجع، مقادیر مربوطه در مورد 1-2، 1-3، 1-4 و 1-5 به ترتیب ٪ 1.65، ٪ 4.80، ٪ 8.04 و ٪ 12.9 کاهش می یابند.

sina-pub.ir

واضح است که تراز بزرگتر(بیشتر) منجر به کاهش بار حداکثر rockers می شود. روند مشابهی در زمان کج شدن و زمان جداسازی آشکار است : تراز بزرگتر با راه اندازی سریعتر همراه است. در مقابل، trim(تراز)هیچ اثر قابل توجهی بر عمق حداکثر شیرجه(نفوذ) ندارد. یک سهم ممکن در این پدیده جالب ممکن است گرانش(ثقل) jacket باشد. همانطور که زاویه تراز اولیه افزایش می یابد، اصطکاک روی jacket کاهش می یابد، که باعث می شود سرعت لغزش بالاترمی باشد. علاوه بر این، اثر افزایش جابه جایی و سرعت در مرحله اوج(کج شدن)، در نتیجه افزایش نیروی هیدرودینامیکی بر رویjacket ، به طور مستقیم بار حداکثر rocker را کاهش می دهد.

شکل 20 نشان دهنده تاثیرات آبخور barge بر روی حرکات jacket و ماکزیمم بار(نیرو) rocker است. یک ارتباط جزئی بین آبخور و حداکثر بار rocker مشاهده شده است. به طور خاص، در مقایسه با مورد 2-1، بارهای حداکثر rockerدر موارد 2-2، 2-3، 2-4 و 2-5 به ترتیب 1.10٪، 2.10٪، 3.42٪ و 4.41٪ کاهش می یابند. این نشان می دهد که آبخور بیشترهمچنین می تواند بار حداکثر rocker را کاهش دهد. رابطه معکوس بین زمان کج شدن(اوج) و آبخور مشاهده شده است. علاوه بر این، بین عمق حداکثر نفوذ و آبخور رابطه صریحی وجود ندارد. یکی از دلایل احتمالی این پدیده ممکن است این باشد که شناوری به علت جابجایی بزرگتر افزایش می یابد، که منجر طولانی تر شدن زمان کج شدن(اوج) می شود. به همین ترتیب، بار حداکثر rocker با آبخور بیشتر،با توجه به جبران وزن jacketتوسط شناوری، کاهش می یابد.

یکی از یافته های جالب این است که زاویه trime تاثیر بیشتری از آبخور بر روی حداکثر بار(نیرو) rocker دارد. با موارد 1-1 و 2-1 به عنوان مرجع ، نسبت بارها در برابرتغییرات تراز (trim) در شکل 21 نشان داده شده است. برای افزایش 3٪ حداکثر بار rocker، تغییرات در زاویه آبخور و trim به ترتیب 1.31 m و 0.73 درجه است.این نشان می دهد که تغییرات کوچکتر تراز (trim)منجربه تغییرات مشابه در بار(نیرو) rocker می شود. پدیده مشابهی در شبیه سازی های عددی انجام شده توسط Jo و همکاران دیده شده است) .2002).

6.3.2 موقعیت طولی COG ژاکت

sina-pub.ir

شکل 22 تاثیرات LCG jacket ،بر روی واکنش های حرکتی و بارهای rocker را نشان می دهد.یک انحراف مثبت LCGبه این معنی است که آن نزدیکتر به پاشنه barge حرکت می کند، در حالی که یک مقدار منفی نشان دهنده فاصله ای دورتر از پاشنه barge است. همان طور که در شکل 22 نشان داده شده است، عمق حداکثر نفوذ FP ،11.3٪ کاهش می یابد، زیرا انحراف از LCG jacket از +2.0 متر تا -2.0 متر تغییر می کند و مقدار مربوط به EP،1.44٪ با همان تغییرات مشابه افزایش می یابد . با توجه به این اطلاعات، LCG jacketرابطه نزدیکی با حرکت pitch jacket دارد. همانطور که COG jacket دورتر از پاشنه barge حرکت می کند، زاویه pitch jacketافزایش می یابد (به سمت پایین) و در نتیجه، حداکثر عمق نفوذ FP افزایش می یابد. یکی دیگر از پدیده جالب در شکل 22 مشاهده شده است که حرکت pitch jacket به وضوح مربوط به حداکثر عمق نفوذ FP است. روند مشابهی در تغییرات حداکثر زاویه pitch و حداکثر عمق نفوذ FP نسبت(در مقابل) به انحراف LCG دیده می شود. این روند نشان می دهد که حرکت عمودی FP می تواند به شدت تحت تاثیر حرکت pitch jacket قرار گیرد. از جنبه بار (نیرو) سازه ای، بارهای حداکثر نیرو در rocker در مقایسه با مورد 3-1 موارد 3-2، 3-3، 3-4 و 3-5 به ترتیب٪ 1.04، ٪ 2.06، ٪ 3.0.09 و ٪ 4.16 کاهش می یابد. افزون بر این، زمان کج شدن(اوج) 5.0٪ افزایش می یابد زیرا انحراف LCG jacket از +2.0 متر تا -2.0 متر متغیر است. همانطور که در بالا توضیح داده شد، وقتی COG jacketاز روی tilting beam عبور می کند، jacketروی rocker arms شروع به کج شدن می کند. در زمان کج شدن ، اثر انحراف منفیLCG ، در نتیجه افزایش جابجایی جکت، افزایش نیروی شناوری و نیروهای هیدرودینامیکی است و بنابراین بارهای rockers را کاهش می دهد.

به طور کلی، LCG jacket از نظر حرکات و بار سازه ای نقش مهمی در عملیات راه اندازی بازی می کند. مطلوب است که COG jacket را به سمت پاشنه barge حرکت دهید تا بهینه سازی بارهای rocker و عملیات بعدی(upending) شود.

6.3.3 مقدار اصطکاک سینتیکی (Cf)

sina-pub.ir

برای بررسی تاثیرات Cf در امتداد skid-way ، تغییرات نیروی rocker و پاسخهای حرکتی در شرایط معین Cfدر شکل 23 نشان داده شده است. همانطور که در شکل 23 نشان داده شده است، پاسخ های حرکت jacket به طور قابل توجهی توسط Cf تحت تاثیر قرار می گیرد به طور خاص در زمان کج شدن و زمان جداسازی.

همانطور که Cf از 0.025 تا 0.060 افزایش می یابد، زمان کج شدن و زمان جداسازی به ترتیب به میزان 56.4٪ و 42.4٪ افزایش می یابد.

رودریگز و همکاران (2014)، ضریب اصطکاک دینامیکی و تاثیرات آن در راه اندازی jack-up با استفاده از روش تجربی مورد بررسی قرار دادند. این نویسندگان گزارش دادند که یک Cf کوچکتر میتواند مدت زمان لغزش jacket را در طول مسیرهای راهاندازی کوتاهتر کند. علاوه بر این، هیچ اثر واضح از Cf بر حداکثر بار rocker و حداکثر pitch jacket دیده نمی شود. ضریب اصطکاک باید به اندازه کافی پایین باشد تا بتوان چنین راه اندازی شده با وزن خود سازه را فعال کرد.

6.4 ضریب کشیدن (CD)

از نتایج فوق، در رفتارهای راه اندازی بین آزمایش و اندازه گیری های میدانی تفاوت وجود دارد. چند دلیل ممکن برای این تفاوت در مدل های شباهت Froude شامل Cf و CD است. همانطور که قبلا بحث شده است، نیروی هیدرودینامیکی که بر روی jacket عمل می کند، در ارتباط نزدیک به CD است. تخمین زده شده Re در نمونه اولیه 6^10*5/2 و در مدل مقیاس تقریبا 3^10*5/8است CD .تابع پارامتر Re و نسبت زبری است(ks / D) ، که ks ضریب زبری معادل nikuradse است(Sumer، .(2006شکل 24 CD نشان داده شده به عنوان کاربردی از این پارامترها است(Achenbach and Heinecke، . 1981)همانطور که در شکل 24 نشان داده شده است، CDاز 1.4 تا 1.0 تقریبا در مورد استفاده از سیلندرزخیم با ks/d=3*10^-3 هستد. برای بررسی اثرCD ، شبیه سازی های عددی در مقیاس کامل (مورد 5-1 و 5-2) انجام می شود و با آزمایش مقایسه می شود.

شکل 25 سری زمانی از حرکات pitch مشاهده شده در آزمایش، مورد 5-1 و مورد 5-2 را نشان می دهد. همانطور که در شکل 25 نشان داده شده است، عملیات راه اندازی در مورد 5-2 پیشرفت ، کمی سریعتر از موارد 5-2 و

sina-pub.ir

آزمایش است. زمان کج شدن در مورد 5-2 تقریبا 34.7 ثانیه است، در حالی که jacket شروع به کج شدن در 36.4 ثانیه در مورد 5-1 و در 36.9 ثانیه در آزمایش، می کند. و حداکثر زاویه pitch در مورد 5-2 (21.0 درجه) کمی بزرگتر از آن در آزمایش (20.8 درجه) و مورد 5-1 (18.0 درجه) است. توضیح احتمالی برای تفاوت ممکن است این باشد که نیروهای هیدرودینامیکی بزرگتر، در مدل مقیاس شده می توانند راه اندازی را کاهش دهند و در صورت استفاده از همان ضریب اصطکاک (0.06) حرکت pitch را به طور جزئی کاهش دهد.

برای درک بیشتر اثرCD ، آمار پاسخ های راه اندازی در مورد 5-1، مورد 5-2 و آزمایش در جدول 4 خلاصه شده است. از جدول 4 می توان گفت که عمق حداکثر غرق شدن FP در مورد 5-2 بزرگتر از آن در آزمایش و مورد 5-1 است، که نشان دهنده همبستگی بین حداکثرعمق نفوذ FP و حداکثر زاویه pitch است. با توجه به بارهای حداکثر rocker، مقایسه ها نشان می دهد که CD می تواند یک تاثیر نسبت تقریبا کم را داشته باشد.

همانطور که قبلا بحث شده تفاوت در Cf ممکن است اختلاف مشخصی را در زمان راه اندازی بین مدل آزمایشی و اندازه گیری های میدانی ایجاد کند. یک Cf بزرگتر در مدل آزمایشی می تواند تاخیر زمان قابل توجهی را برای عملیات راه اندازی jacket نشان دهد. در حالی که تاثیر CD در پاسخ راه اندازی می تواند بسیار کم باشد. به طور کلی، گرانش و اصطکاک در مرحله لغزشی غالب هستند و بنابراین اثر Cf در زمان کج شدن بازتاب می یابد. در حالی که نیروهای شناوری، اصطکاک و هیدرودینامیکی در مرحله کج شدن مهم هستند. اثر CD ممکن است در پاسخ های راه اندازی در مرحله کج شدن بیشتر نمایان شود.

7.نتیجه گیری

با مقایسه رفتارهای راه اندازی jacket که به وسیله سه روش مختلف به دست آمده، پاسخ های حرکتی و بارهای rocker armsبه طور جامع مورد بررسی قرار می گیرند. این مطالعه نتیجه گیری های زیر را انجام می دهد:

1. اندازه گیری های میدانی موفقیت آمیز پروسه های راه اندازی دینامیکی را هنگامی که 6 حرکت DOFs و بارهای Rockerاندازه گیری شده است، که ثابت کرد عملیات امن از راه اندازی mega jaket است. علاوه بر این، داده های

sina-pub.ir

میدانی اطلاعات ارزشمندی را برای شبیه سازی های عددی آینده و مدل های آزمایشی برای عملیات راه اندازی jacketفراهم می کند.

2.مدرل های آزمایشی برآورد حداکثر بارهای rocker و زمان مورد نیاز برای رسیدن به مرحله کج شدن را پیش بینی می کنند. به طور خاص، Cfدر امتدادskid-way ،تاثیرات واضح بر روی تاخیر زمانی در مدل آزمایشی. بنابراین، پیشنهاد شده است که چند مجموعه از مدل آزمایشی با Cf مختلف انجام شود. علاوه بر این، تفاوت در شرایط محیطی و CD می تواند تاثیر منفی در پاسخ های راه اندازی داشته باشد. همچنین پیشنهاد شده است که آزمایش های راه اندازی در یک وضعیت دریایی طراحی شده برای پیش بینی راه اندازی در مقیاس کامل به طور کامل و جامع انجام شود. اگرچه مدل های آزمایشی از نظر زمان راه اندازی با راه اندازی میدانی متفاوت هستد، این آزمایش ها می تواند تعریفی از مقدار حداکثر مقدار بار rocker و حداکثر عمق نفوذ jacket را فراهم کند .

3.همانطور که در مطالعه حساسیت نشان داده شده است، حرکت pitch jacket و حداکثر عمق نفوذ در نقطه جلویی و نقطه پایانی، به انحراف LCG jacket حساس هستند، که ممکن است در طراحی و ساخت jacket چالشی ایجاد کند. از دیدگاه بارها(نیروها)، یک تراز (trim)و آبخور و انحراف LCG بزرگترمطلوب است.