



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

چگونگی توزیع انرژی در اثر برخورد کشتی با سازه جکت در انرژی بالا

چکیده:

برخورد کشتی با سازه‌های دریایی ممکن است با مقادیر زیادی انرژی جنبشی همراه شود که این انرژی جنبشی به عنوان انرژی کششی در کشتی، اتصالات و یا هر دو بخش می‌شود. در این مقاله به روش FE شبیه سازی هایی صورت گرفته تا بتواند شناخت بهتری از پدیده‌ی انرژی کششی (انرژی ذخیره شده‌ی جسم در حال تغییر شکل) (Strain Energy) به ما بدهد. به منظور شبیه سازی، کشتی‌ها در ابعاد مخالفی مدل می‌شوند. بدین ترتیب جکت با ابعاد و شکل‌های مختلف در نظر گرفته می‌شوند. شرایط برخورد شامل Leg ها، brace ها، Jointها و برای مقادیر مختلف انرژی جنبشی کشتی‌ها و تأثیرات مختلف آنها می‌شود. همچنین یک بررسی کلی از مکانیسم‌های تغییر شکل پلاستیک هم در کشتی و هم در سازه اتفاق می‌افتد. ارائه می‌گردد. نتایج مدل‌های مختلف در غالب پراکندگی انرژی‌های کششی با توجه به نسبت‌های مختلف قدرت کششی اتصالات مقایسه می‌شود.

که از نتایج ساده شده‌ی FE در غالب سختی نسبی کششی و سازه به دست می‌آید تا به این وسیله پاسخ‌های دو سازه ارزیابی شوند نتایج حاصل از این مقاله برای مقیاس بزرگتر برای سکوه‌های جکت فولادی که با کشتی‌هایی با انرژی بالا برخورد می‌کنند کاربرد دارد و قابل استفاده است.

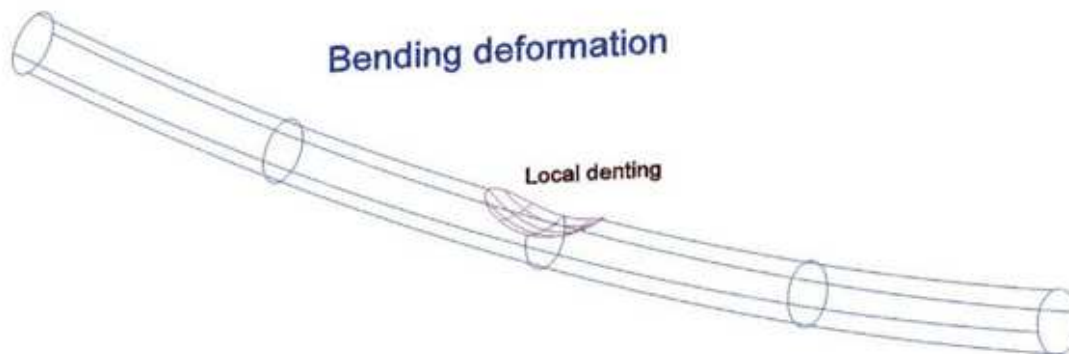
مقدمه:

ارزیابی برخورد کشتی اغلب شامل اتفاقات برخورد میانی اتصالات دریایی و کشتی‌های اطرافش به هنگام تخلیه با صورت می‌گیرد. ارزیابی ریسک باید برای برخوردهای احتمالی و حوادث ناشی از آن با توجه به میزان خطرشان نسبت به سازه و احتمال وقوع برخورد صورت بگیرد برای فرایند ارزیابی، شکست برای کلیه‌ی اعضا به صورت جداگانه یا عملکرد کلی سیستم در نظر گرفته می‌شود. یعنی ساختار عملکردی بعد از آن به عنوان مثال تکه تکه شدن (فرو رفتگی یا قطع شدن Leg (پایه‌ها) بررسی می‌شود در طی برخورد، انرژی جنبشی کشتی به انرژی تنش در کشتی یا تجهیزات (که می‌توانند شناور یا ثابت باشند) تبدیل می‌شوند مقداری از این انرژی که مرتبط با حرکت سازه که بعد از برخورد است ممکن است باقی بماند بنابراین مسئله تغییر شکل پلاستیک و شکست اعضاء سازه‌ای متأثر از برخورد

بسیار حائز اهمیت است. تعداد سکوهای ثابت بیشتر از سکوهای شناور است و بیشترین سازهای دریایی را تشکیل می دهد. بنابراین معیارهای مورد قبول و پذیرفته شده برای هر کدام از این سکوها متفاوت است و مقدار انرژی به منظور ارزیابی برخورد با توجه به معیارهای متفاوت سانحه، اندازهی کشتی و سرعت کشتی به دست می آید. فرایند برخورد برای کشتی هایی بررسی می شوند که وزن آنها تا 5000 تون باشند که البته این وزن مشخصه به بستگی به محلی که این کشتی ها در آن محله رفت و آمد می کنند دارند. و از نظر سرعت برخورد این متغیرها ممکن است از 0/5 متر بر ثانیه برای برخورد هایی با انرژی پایین تا 2 متر بر ثانیه برای انرژی بالا، متغیر باشند ترکیب این دو فاکتور می تواند منجر به افزایش قابل توجه انرژی باشد به ویژه برای تعداد و کشتی های سایز بزرگی که در سالهای آینده به آبها اضافه می شوند.

جذب انرژی:

اگرچه سختی الاستیک سازهای درگیر در برخورد می تواند بر فرایند پراکنش انرژی تأثیر بگذارد ولی برای برخورد هایی با انرژی بالا، تغییر شکل های الاستیک، بیشترین انرژی جنبشی اولیه را جذب خواهد کرد. با توجه به مهم نبودن بازرسی کشتی علاوه بر ارتعاشات الاستیک اتصالات، مکانیسم های پلاستیک مختلف، به طور محلی بر روی تاسیسات دریایی و کشتی به سناریویی برخورد برخورد بستگی دارد. اثر هر کدام از این مدها بر اساس روش های محاسبه دستی ساده، تعیین می شود.



شکل 1

فرورفتگی محلی و خمیدگی تیر:

برای تیرهایی که تحت بار عرضی قرار دارند، دو مکانیسم وجود دارد یعنی خمیدگی تیر و فرورفتگی دیواره‌ی لوله که می‌توانند با یکدیگر در تعامل باشند (شکل 1) با توجه به اینکه خمیدگی کلی ممکن است تأثیر سیستم روی تغییر شکل مهاربندها داشته باشند. پایه‌ها معمولاً در برابر فرورفتگی‌ها طراحی می‌شوند. تحقیقات گسترده‌ای با توجه به رفتار نیروهای خمشی تحت بارگیری عرضی به خصوص برای اعضای لوله‌ای شکل فولادی صورت گرفته است روابط تغییر شکل - نیروی پلاستیک برای فرورفتگی‌های محلی لوله‌ها، معمولاً با فنر معادل تعیین می‌شود که بر اساس ویژگی‌های مکانیکی و هندسی لوله‌ها تعیین می‌شوند.

$$c_2 = \frac{1.925}{3.5 + \frac{b}{D}}$$

$$c_3 = 1.0, \quad \frac{N_{Sd}}{N_{Rd}} \leq 0.2$$

$$c_1 = \left(22 + 1.2 \cdot \frac{b}{D}\right) \cdot c_3$$

$$\frac{E_d}{R_c} = c_1 \cdot \left(\frac{\chi^{c_2+1}}{c_2 + 1}\right) \cdot \left(\frac{1}{D}\right)^{c_2}$$

$$R_c = \sigma_y \frac{t^2}{4} \sqrt{\frac{D}{t}}$$

انرژی جذب شده که سبب فرورفتگی محلی شده از طریق یکپارچه سازی منحنی تغییر شکل نیرو فنر ارزیابی می‌شود روابط رایج جهت پیش بینی پاسخ جانبی لوله توسط الیاس و واکر ارائه گردید. هر چند دو معادله ممکن است به طور محسوس شامل انرژی متفاوت و مقادیر نیروی برخورد متفاوت باشند (بر اساس نسبت $\frac{D}{t}$) گسترش فرورفتگی پارامتر سهم دیگری در ارزیابی انرژی تنش پلاستیک محسوب می‌گردد که با کشتی ارتباط بیشتری ایجاد می‌کند که علت

آن منطقه تماس بزرگتر حین برخورد است. اثرات این پارامترها در حالت یکپارچه تغییر شکل فرورفتگی و جذب انرژی

در DNV به شرح زیر می‌باشد:

B: طول فرورفتگی و راستای طولی لوله

D: قطر لوله

T: ضخامت لوله

Qy : فشار بار

Ed : میزان انرژی جذب شده

Nsd: نیروی فشاری وارده (در حالت طراحی)

Nvd: ظرفیت باربری

باید به این نکته هم توجه داشت که معادله‌ی یک ممکن است پیش بینی نادرستی از جذب انرژی کشتی در برخوردهای قوسی کشتی روی پایه‌های سکو داشته باشند زیرا بر اساس منطقه‌ی برخورد سطحی می‌باشد در حالی که در برخورد، فرورفتگی‌های قوسی با اشکال نامنظم شناسایی

میشود به ویژه اگر هم bulb و هم عرضه‌ی پیش رو به لوله برخورد کند. برای تیرهای لوله‌ای شکل که تحت تغییرات شکل بزرگ قرار می‌گیرند. عمیدگی با استفاده از مکانیسم سه مفصل بر اساس اصل کارهای واقعی تخمین زده می‌شوند. بارها به عنوان یک بار متمرکز مدل می‌شوند. اثرات انعطاف پذیری محوری در تکیه گاه‌ها و مقاومت stragth اتصالات می‌توانند در معرفی بخش‌های دیگر با مقاومت محوری معادل هش‌های سازه‌ای مجاور انجام شوند.

علی‌رغم رویداد ترکیبی فرورفتگی محلی و خمیدگی تیر، تخمینی اثر 2 مدل مختلف در قالب جذب انرژی کار ساده‌ای نیست. با توجه به فرایندهایی که بر اساس تغییر شکل مقطع تحت نفوذ فرو روندهای منظم شکل صورت گرفته اثبات شد که باری مقادیر فرورفتگی کمتر از 30 درصد قطر مقطع درست نمی‌باشد خصوصاً زمانی که مناطق تماس با جسم برخورد کند نامنظم باشد. هر چند در مراجع این مقاله (آنالیز عددی پاسخ اعضای فولادی لوله‌ای در برخورد با کشتی) نشان داده شده که مقدار انرژی کشتی پراکنده شده توسط لوله بر اساس جابه جایی کلی غشاء در

تماس با برخورد کننده قابل پیش بینی است بدون توجه به آنکه خمیدگی با فرورفتگی باعث تغییر شکل شود که اگر ما فرض کنیم انرژی برخوردی فقط با در نظر گرفتن strain energy باشد. همین پیش بینی بودن در نظر گرفتن تغییر شکل برخورد کننده صورت می گیرد.

انرژی بدون بعد با توجه به بار فروپاشی استاتیکی یک لوله دایره‌ای شکل در خمش خالص (تا زمانی که بودن کمانش دیواره لوله و رسیدن به ظرفیت کامل پلاستیک مقطع زمانی که در طول تغییر شکل است) معتبر می باشد. (تعریف می شود:

$$\lambda = \frac{E}{P_{ut}t} = \frac{LE}{8\sigma_y D^2 t^2}$$

PU: کار خارجی بار فروپاشی

T: جابه جایی عرضی در نقطه اعمال بار pu

QY: فشار بار

D: قطر لوله

E: انرژی

L: طول لوله

انرژی بدون بعد از انرژی کششی سکو ارزیابی می شود تا انرژی جنبشی اولیه برخورد .

تغییر شکل محوری و کمانش:

بررسی مکانیسم تغییر شکل محوری سازه‌های دریایی با دیواره نازک کاربردهای زیادی دارد مثلا طراحی دستگاه‌ها جذب انرژی مدل ابتدایی مکانیسم کمانش، از پایه‌ای جهت محاسبه استفاده کرد که به صورت جعبه‌ای یا مقطع مربعی هساند و از روش‌های پرش مقطع طبقاتی برای تعیین واکنش خمیدگی کشتی استفاده کرده است و بعد از آن مدل سازی بر اساس تغییر شکل محوری در مقطع دایروی انجام شده است.

انرژی پلاستیک می‌تواند از تغییر شکل محوری محاسبه شود. و معادل مقدار کار مورد نیاز است برای خرد کردن اجرایی در فاصله $2H$ که H فاصله‌ی میانی دو مفصل پلاستیکی می‌باشد.

$$\tilde{l} = \left(\frac{\pi D t}{2\sqrt{3}} \right)^{1/2}$$

$$E_b = 2\pi\sigma_y t \cdot \left\{ t \left(\frac{\pi D}{2} + \tilde{l} \right) / \sqrt{3} + \tilde{l}^2 \right\}$$

محاسبه‌ی انرژی کششی پلاستیک:

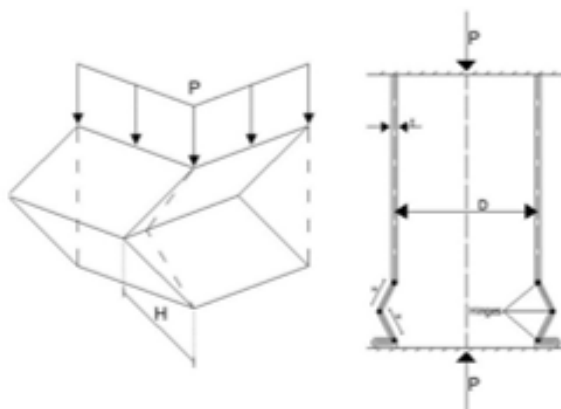
M_y : ممان حول محور y

H : فاصله‌ی میانی 2 مفصل پلاستیکی

p : قطر لوله

T : ضخامت

q_y : فشار بار وارده



معادلات برای تخمین مقدار جذب انرژی پلاستیکی بر اتصالات قاب‌ها و برای باندها و لوله‌ها کاربرد دارو این درحالی است که برای طول‌های بلند روش‌های مشابهی با روش کمانش اولیه یا حتی روش‌های دینامیکی، مقدار بالاتری را نشان می‌دهد که نیجه آن میزان کمتر جذب انرژی نسبت به معادلات 8 و 7 است.

انرژی جنوب شده در طی پیشترفت خمیدگی تقارن محور طبق معادله 9 و 10 محاسبه می‌شود.

که معادله‌ی 9 برای لوله ایی با نسبت $\frac{D}{t} \leq 40-45$ توصیه می‌شود چرا که در این جا از اثر سخت شدگی کششی در خمیدگی چشم پوشی شده است. پارامتر دیگری که تغییر شکل لوله‌ای تحت اثر عملکرد محوری دینامیکی تأثیر می

گذار و علاوه بر هندسه آن، سرعت جسم برخورد کننده است که شواهد تجربی و عددی را نشان می‌دهد در برخورد هایی با سرعت کمتر، خمیدگی سریعتر اتفاق می‌افتد نسبت به collapse .

بارگذاری کشتی:

تعداد کشتی هایی با وزن ناخالص کمتر از 100 تن، در ژانویه 2013، 86942 تخمین زده شده است که این گروه شامل کشتی های حمل و نقل عمومی، تانکر ها، حامل های غله، مسافری و کشتی های کانتینری می باشد. که در این مقدار کشتی های باربری از لحاظ تعداد در جایگاه اول و بعد از آن تانکرهای نفتی قرار دارد.

نه تنها اندازه ها و طرح کلی این کشتی ها با هم فرق می کند بلکه متریا ل مورد استفاده در ساختمان آنها با هم فرق می کنند و به دلیل آنکه امکان مدل سازی همه ی کشتی ها وجود ندارد انتخاب سازه ی کشتی برای ما مهم است.

1-تخمین بین المللی جوامع طبقه بندی (IACS) (INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASIFIVATION) که از 13 جامعه طقه بندی تشکیل می شود. اطلاعات تناژ کشتی های باربری دنیا در اختیار دارد که این اطلاعات توسط آزمایشگاه تحقیقات بنا در سواحل (PHRI) stratoary of portand harbor research institute آنالیز می شوند. رابطه ای بین جابه جایی کشتی DT و تناژ خون مرده DWT ارائه می گردد به این ترتیب رابطه ی بین DWT و ابعاد کلی (طول – LPP) به شکل زیر ارائه می گردد:

$$\text{باری کشتی } < 10000 \text{DWT} : \log(Lpp) = 0/867 + 0/310 \log(Dwt)$$

$$\text{باری کشتی } \geq 10000 \text{Dwt} = \log(Lpp) = 0/964 + 0/285 \log(Dwt)$$

$$\text{کشتی کانتینری} = \log(Lpp) = 0/516 + 0/401 \log(Dwt)$$

$$\text{تانکرهای نفتی} = \log(Lpp) = 0/793 + 0/322 \log(Dwt)$$

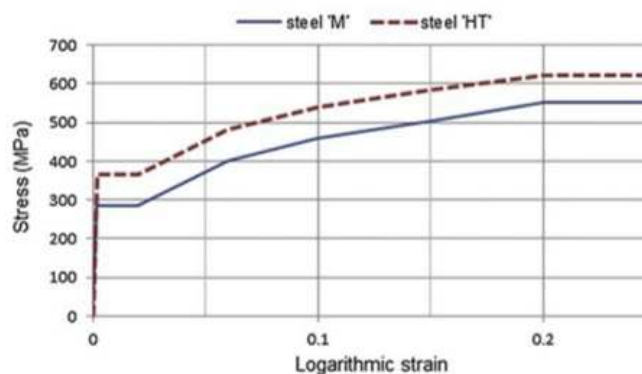
با توجه به ارزیابی برخورد کشتی با تاسیسات دریایی، PNV در برابر بارهای تصادفی، روابط تغییر شکل کمان کشتی ها را در مقابل پایه های جکت برای کشتی های بین 5000 تا 3000 تن و انرژی برخورد تا سقف 60 مگاژول را توصیه می کند. مثلا با توجه به تغییر شکل ها در اثر برخورد یک کشتی 3000 تنی به این نتیجه رسیده که سرعت تقریبی 6 متر بر ثانیه داشته، در سالهای اخیر کشتی های سنگین تری ساخته شده و از 6000 – 1985 تن افزایش پیدا کرده

است و سازه‌های دریایی در قسمت مرکز و جنوبی دریای شمال برخورد هایی با کشتی‌های تا 10000 تن هم اتفاق افتاده کشتی‌ها وابسته به محل فعالیتشان می‌توانند متغیر باشند مثلاً از 1000 تن در خلیج مکزیک تا 8000 تن در دریای شمال. تجارب و شواهد نشان داده بیشترین برخوردها ناشی از کشتی‌های پهلوگیر و باربری بوده که به هنگام تخلیه‌ی بار برخورد اتفاق افتاده و علی‌رغم فراوانی کمتر کشتی‌های عبوری، برخوردهای شدیدتر ناشی از کشتی‌های عبوری بوده که انرژی بالایی هم داشته‌اند به واسطه‌ی بالاتر در این تحقیق کشتی‌هایی با اندازه‌ی متفاوت کدل شده است که به شرح زیر می‌شود:

- 1) S2 : کشتی بارگیری بین 5000 تا 2000 تن در زمانی که کامل بارگیری می‌کنند.
- 2) S10: کشتی‌های بارگیری سنگین تر - مقادیر سنگین تر از حد معمول در این مدل فرض می‌شوند.
- 3) S200: بزرگتر از مدل S10 - تا 25000 تن .

مدل‌های اجزاء محدود Finiteelement

از آن جا که مدل‌های کشتی با هدف ارزیابی برخورد انتخاب شدند مدلی با انرژی زیادی هستند نتیجه‌ی ویژه‌ای به قوس‌های کشتی شده است. درست است که برای برخورد جانبی، ضرایب جرمی هیدرودینامیکی بزرگتر از برخورد قوس است ولی در این مدل‌ها سرعت برخورد بیشتر است بنابراین منتهی به برخورد با انرژی بالاتر می‌شود این قوس‌ها به دو نوع مرسوم (معمولی) و دماغه دار تقسیم می‌شوند. برای حالت دوم انتظار می‌رود که قوس فشار بیشتری رو به جسم مورد برخورد اعمال کند. به علت افزایش سختی حاصل از دماغه‌ای بودن، در این مقاله سه کشتی یا قوس دماغه‌ای (bulbous ship) مدل می‌شوند.



شکل 4

در این مدل‌ها اثر سخت کننده‌ای طولی هم بررسی می‌شود. بانجای شبیه سازی مسئله، دو پارامتر مهم دیگر هم بررسی می‌شوند که شامل نوع فولاد (تیپ) و مقاومت فولاد هستند. برای حالت اول، با افزایش متفاوت سخت کننده‌ها می‌توان مقاومت را هم بالا برد اما برای حالت دوم باید از منحنی‌های تنش - کرنش کمک گرفت که سرعت برخورد و عرض محلی برخورد در منطقه‌ی تماس هم در نظر گرفته می‌شود. منحنی‌های تنش کرنش فولادهای کششی که شبیه سازی شده اند با معیارهای IACS مطابقت دارد و حاصل از نتایج آزمایشگاهی کشش است. مقاومت فولادها (Yield stress) با توجه به نوع استفاده از 235mpa تا 39mpa هستند که در این مطالعه برای فولادهای متوسط این تنش را 285mpa و برای فولادهای پر مقاومت 365mpa در نظر گرفته ایم

$$m = \text{متوسط}$$

$$HT = \text{پر مقاومت}$$

منحنی رفتار پلاستیکی خطی متریال مورد استفاده شده در مدل سازی و ویژگی‌های مکانیکی متریال در شکل 4 و جدول 1 قرار داده شده است. مقدار کرنش هم برای انواع مختلف فولاد طبق فرمول Symond- cowpper تعریف شده است. مقادیر شکست بحران با توجه به ابعاد اندازه المان به دست آمده که معمولاً بین 0/2 - 0/15 است. سائز المان‌های پوسته‌ای (پوست خارجی) بین 80mm تا 100mm برای صفحات فولادی کشتی استفاده می‌شود. شکست فولاد، در مدب سازی ناشی از رفتار خورد کننده گی قوس می‌باشد.

Table 1
Steel properties of the ship models.

Steel type	E [GPa]	σ_y [MPa]	σ_u [MPa]	ϵ_u	$\sqrt{\rho}$	ρ [Kg/m ³]	C [s ⁻¹]	P
'M'	200	285	550	0.17-0.37 ^a	0.3	7800 [32]	500 [32]	4
'HT'	200	365	620	0.17-0.37 ^a	0.3	7800 [33]	3200 [33]	5

^a Dependent on the shell thickness.

تغییر شکل قوس

تغییر شکل قوس برخوردی به وسیله ماینر سکی تخمین زده شده و میتوان از مدل‌های ریاضی یا آزمایشی هم آن را تخمین زده (مدل ریاضی مثل شکل 2) به طور کلی برای آنالیز استاتیکی لازم است تغییر شکل کاملاً مشخص باشد و این تغییر شکل در طول کشتی برای هر مقطع ارزیابی می‌شود از آن جا که جزئیات بسیار بالا است و بسیار زمان می‌برد، نه از نظر پیچیده گی مدل بلکه از نظر زمان محاسبات FE، مفهوم ضخامت صفحات معادله می‌تواند قابل اعتماد باشد تا اثرات سخت کننده تسبا کوچک را مورد توجه قرار دهد در این شرایط سختی قسمت بیشتری کشتی (bow) (به وسیله سازه سخت شده جایگزین می‌شود که در آن پوسته خارجی محاسبه می‌شود).

آزمایش‌های تجربی pederson and paik نشان داد که سازه‌هایی با سخت کننده‌های طولی می‌تواند جایگزینی شود به وسیله‌ی سازه‌هایی معادل سخت نشده با استفاده از معادله ضخامت معادل.

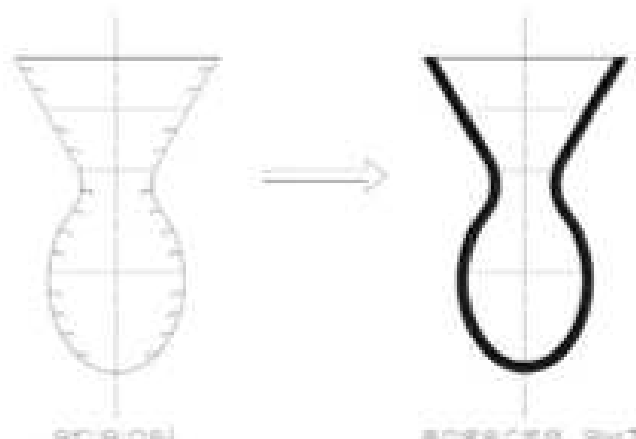
این روش توسط yang, caldwell, pederson, yamada انواع مختلف مقاطع دماغه‌ای بررسی می‌شود. میانگین نیوهای خرد کننده محاسبه شده برای سازه‌ها جایی که از ورقه‌های تقویتی استفاده می‌کنند. کمتر میشود. چشم پوشی از کماتش جانبی سخت کننده‌ها منجر به کمتر شدن لنگر پلاستیک M می‌شود. پارامترهایی مانند جرم کلی کشتی، اندازه و ابعاد کشتی، سرعت برخورد و اثرات نسبت کشتی در شرایط استفاده می‌شود. saul, Svensson حداکثر نیروی برخورد را بر اساس کشتی با پراکنش 50 درصد بر اساس شکل خمیدگی و نوع سازه ارائه می‌دهند.

$$\bar{L} = L_{pp}/275 \text{ [m];}$$

$$\bar{E}_{bow} = E_{bow}/1425 \text{ [MJ];}$$

$$E_{bow} = 1/2 \cdot 1.05 \cdot m_{ship} \cdot v_0^2 \text{ [MJ].}$$

$$P_{bow}[\text{MN}] = \begin{cases} 210 \cdot \bar{L} [\bar{E}_{bow} + (5.0 - \bar{L}) \bar{L}^{1.6}]^{0.5} & \Rightarrow \bar{E}_{bow} \geq \bar{L}^{2.6} \\ 470.4 \cdot P_0 [\bar{E}_{bow} \bar{L}]^{0.5} & \Rightarrow \bar{E}_{bow} < \bar{L}^{2.6} \end{cases}$$



شکل 5

در معادله ای که توسط yang, pederson, yamanda برای محاسبه ی بار برخورد ارائه شده بود. اثر طول کششی (lpp) هملاحظ شده بود.

در روابط بالا از پهنای مانعی که کشتی به آن برخورد می کند چشم پوشی شده است و بنابراین واکنش قوس برای برخوردها در مابل موانع عرضی محدود شده است. احتمالاً حجم فولاد تغییر شکل یافته بیشتر از حد معمول تخمین زده می شود. و عمق نفوذ آن را کمتر. مرکز برخورد در مقابل موانع عرضی محدود شده است. پارامترهایی دیگری است که باید لحظ شوند. به منظر بررسی تمام مواردی که تا الان گفته شده در این تحقیق شبیه سازی عددی ابتدا توسط 3 مول د قابل موانع سخت انجام می گیرد.

(منحنی 6): منحنی است که در سرعت های مختلف 6 و 5 و 7 متر بر ثانیه دار نیروی برخورد را بر حسب فاصله ی جمع شدگی (crushing distance) بیان می کند. برای کشتی S10 و فولاد تپ M و این منحنی نشان می دهد که مقدار جمع شدگی به واد مستقیم با سرعت در ارتباط است. (توضیح داده).

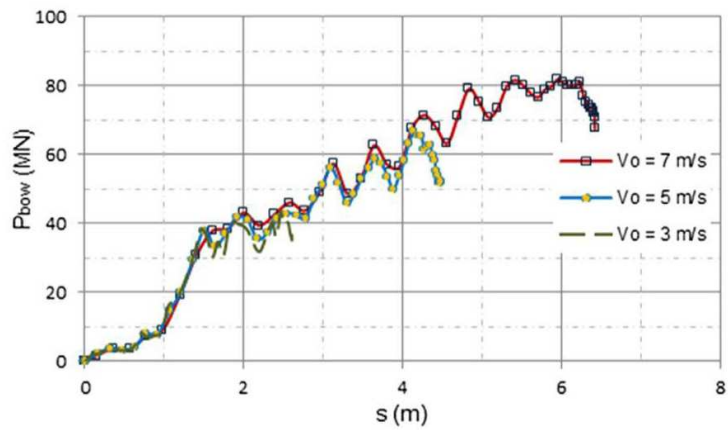
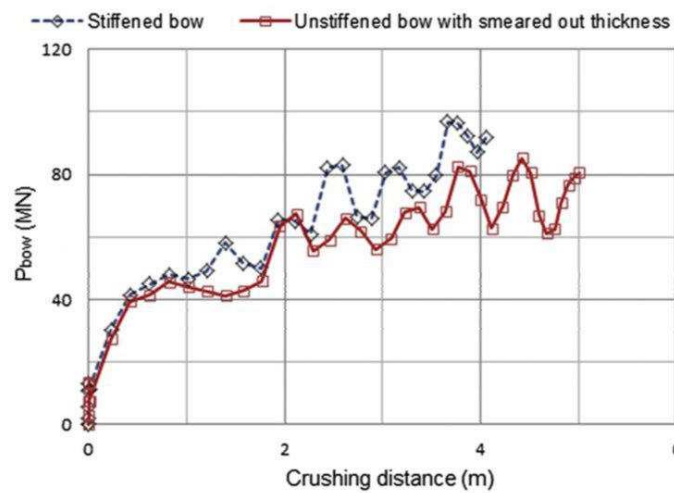
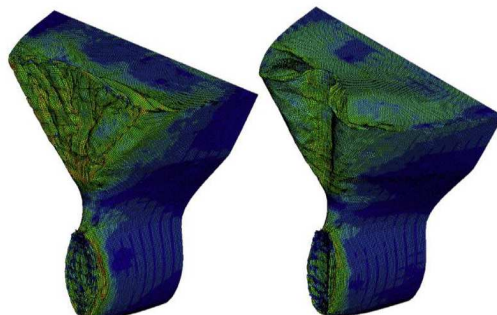


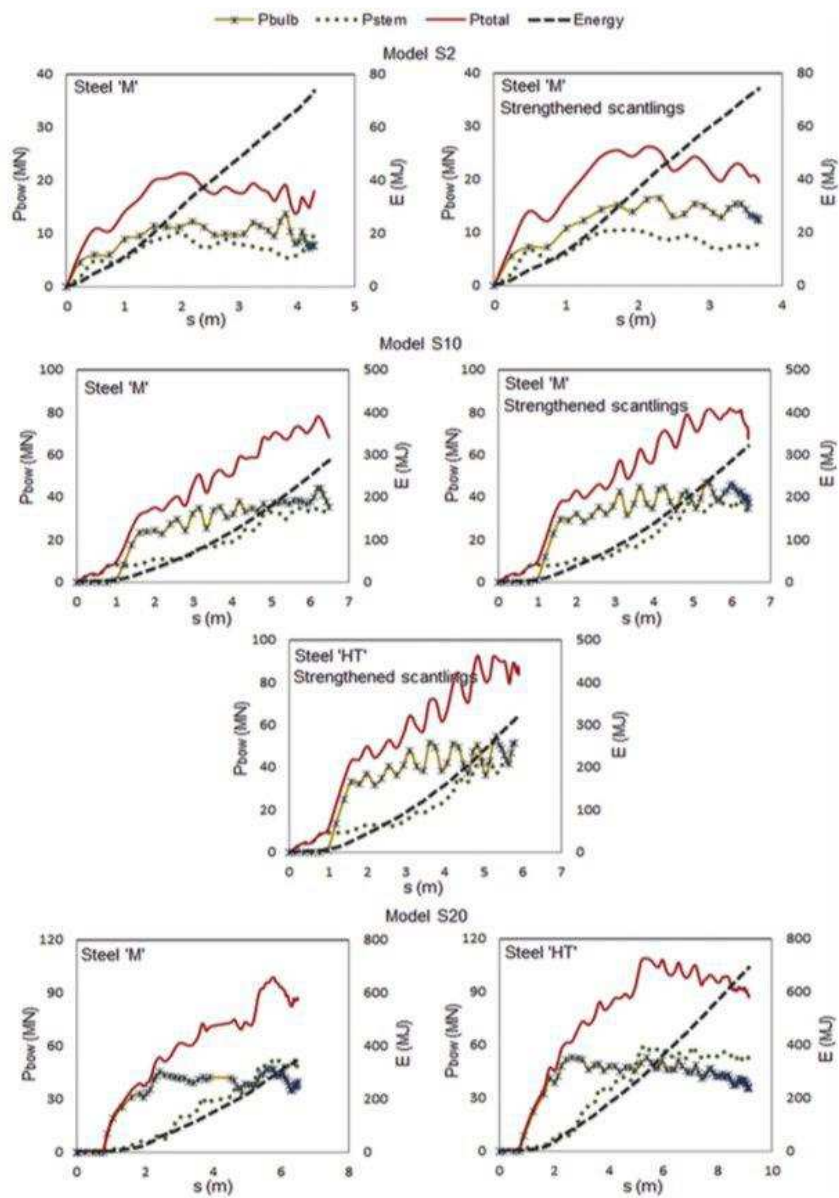
Fig. 6. Bow deformation for different impact velocities (ship 'S10').



شکل 7: منحنی نیروی تغییر شکل یافته را با سرعت ثابت برای 2 حالت مقطع سخت شده با ضخامت آغشته شده مقایسه می کند.



شکل 8) نمایانگر تغییر شکل برای 2 حالت دیواره صلب (ضخمت آغشته) و سازه های سخت شده را نشان می دهد.



شکل 9) با توجه به پارامتر ای دیگر مانند جس فولاد برای 3 مدل کشتی برسیمی کند (مقایسه شود).

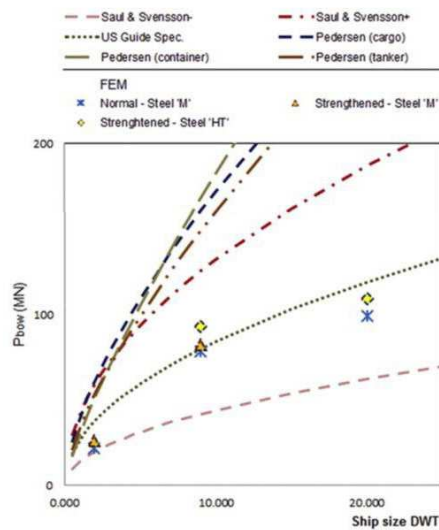


Fig. 10. Bow maximum forces.

شکل 10) نظریه و محاسبات را با توجه به نیروی برخورد قوس و وزن مرده کشتی تان می‌دهد. (مقایسه)

به نظر می‌رسد مدل FEA با معادله 14 در تکامل خوبی می‌باشد.

سیستم معادل ساده شده :

با توجه به اینکه در دو روش FE محاسبات بسیار زیادی لازم است و زمان زیادی می‌برد. روش ساده‌تری در نظر گرفته می‌شود و می‌توان انرژی جذب شده در حرکت رو به جلو کشتی و قوسی‌های تغییر شکل یافته را با یک فنر از مجموعه ای از فنر هایشان داد.

A, B اعداد ثابت و $K=28$

$$P_{\text{bow}} = \frac{\partial E_{\text{bow}}}{\partial s} = \kappa \cdot s + B$$

$$E_{\text{bow}} = A \cdot s^2 + B \cdot s$$

وقتی به برخوردهایی می‌رسیم که در آن فقط قوس دیگر است مثل برخورد کشتی با پایه‌ی سکو یا بادبند با استفاده از یک یا چند فنر به روش سختی می‌توانیم واکنش دقیق تر را نشان دهیم.

مثلا شکل 11) تبدیل 2 منطقه فشاری به فنر

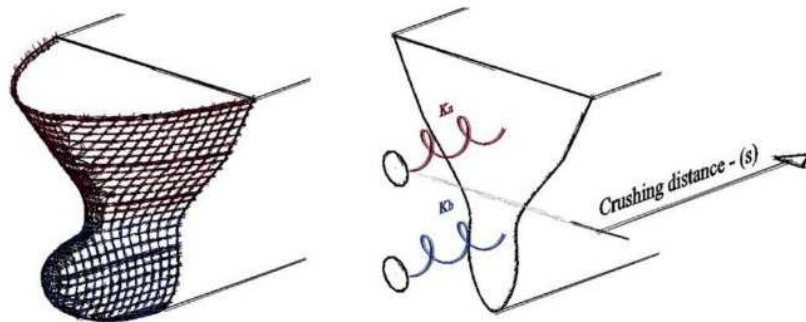


Fig. 11. Simplified system for bow response.

شکل 12) مقادیر K ، B را نشان میدهد برای حالت

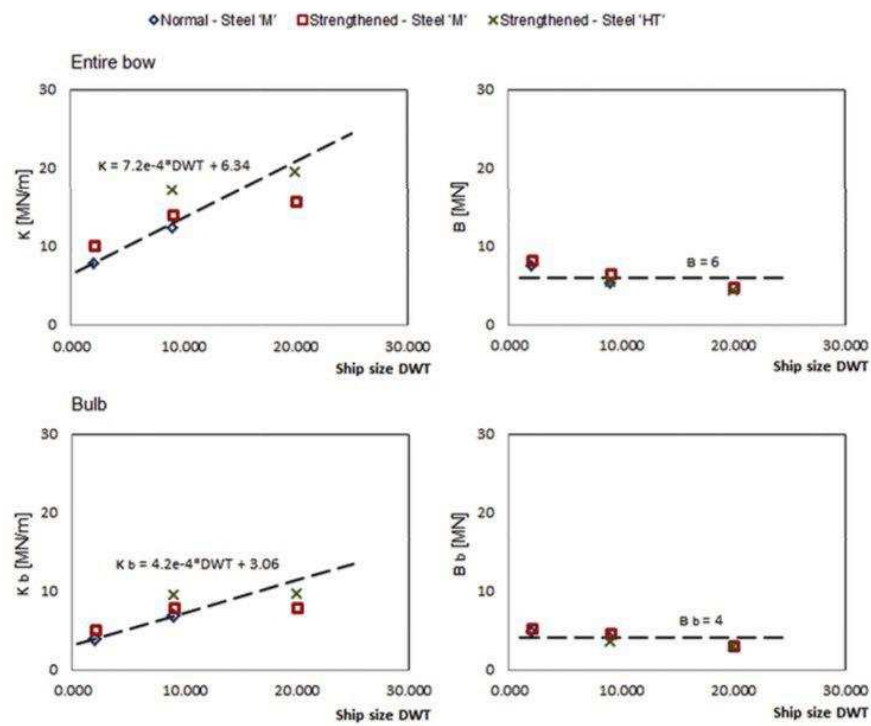


Fig. 12. Estimation of simplified ship bow equivalent system.

شکل 13) مدل های سکوها

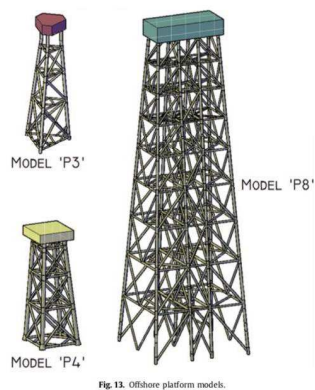


Fig. 13. Offshore platform models.

Table 2
Platforms steel material.

Part description	E [GPa]	σ_y [MPa]	σ_u [MPa]	ϵ_u	ν	ρ [Kg/m ³]	C [s ⁻¹]	P
Tube	200	345	450	0.20	0.3	7800	40.4 [34]	5 [34]

4- شبیه سازی های برخورد

سه مدل سکو در نظر گرفته شده

P3	71m	سه پایه
P4	51/6m	چهار پایه
P8	201/2m	هشت پایه

جدول 2) متریکال مورد استفاده در سکو طبق API RP - 2 A

پایه هایی که تحت تاثیر قرار گرفتند بین 15 تا 25 متر طول و 1/25 متر تا 1/70 متر قطر دارند.

... بند ها هم طول 14 تا 20 متر و قطر 0/5 تا 0/8 متر

P3 8.000 ton

P4 10.000 ton

P5 12.500 ton

قسمت‌های سازه ای با جزئیات در پیوست مقاله آمده است.

شرایط برخورد :

برای مدل سازی کشتی‌های فوق الذکر برای شبیه سازی برخورد کشتی با سکو از مدل سازی عودی استفاده شده مطالعات موردی آنالیز شده مربوط به احتمالات متفاوت برخورد سکو با کشتی سناریوی تغییر شکل متفاوت می‌باشد. این انتظار می‌رود با توجه مدل سازی کشتی‌های مختلف و همچنین سکو های مختلف انرژی پراکنده شود.

(با توجه به ضخامت های مختلف، مقادیر مختلف و مکانیسم های متفاوت پلاستیک ایجاد شده)

32 سناریوی‌های برخورد در شکل 14 نشان داده شده است.

33 اطلاعات اولیه برخورد در جدول 3 نشان داده شده است.

واکنش مدل

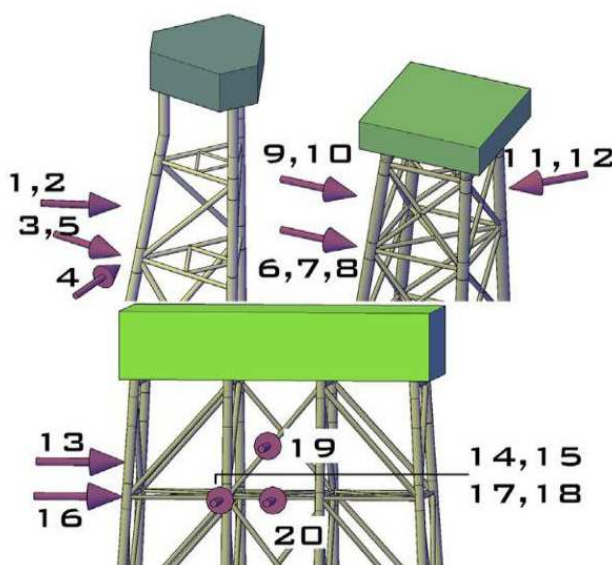


Fig. 14. Collision scenarios.

انرژی‌های دیگر در هر سناریو باید به اندازه ای باشد که اگر قسمتی از سازه نقص داشته باشد بتواند موجب تحریک و تخریب آن قسمت شود.

Table 3
Description of collision cases.

Case	Ship					Installation		
	Model	Scantlings	Steel	v ₀ [m/s]	E ₀ [MJ]	Model	l _{leg} [mm]	l _{brace} [mm]
1	'S2'	Normal	'M'	7.0	74.3	'P3'	60	20
2	'S2'	Normal	'M'	7.0	74.3	'P3'	45	20
3	'S2'	Normal	'M'	7.0	74.3	'P3'	60	20
4	'S2'	Normal	'M'	7.0	74.3	'P3'	60	20
5	'S2'	Normal	'M'	7.0	74.3	'P3'	45	20
6	'S2'	Normal	'M'	6.0	54.6	'P4'	60	20
7	'S2'	Normal	'M'	6.0	54.6	'P4'	45	20
8	'S10'	Large	'M'	3.0	59.0	'P4'	60	20
9	'S2'	Normal	'M'	6.0	54.6	'P4'	60	20
10	'S2'	Normal	'M'	6.0	54.6	'P4'	45	20
11	'S2'	Normal	'M'	6.0	54.6	'P4'	60	20
12	'S2'	Normal	'M'	6.0	54.6	'P4'	45	20
13	'S2'	Large	'M'	7.0	74.4	'P8'	50	15
14	'S2'	Large	'M'	7.0	74.4	'P8'	50	15
15	'S2'	Large	'M'	7.0	74.4	'P8'	70	20
16	'S10'	Large	'M'	4.0	104.8	'P8'	50	15
17	'S10'	Large	'M'	4.0	104.8	'P8'	50	15
18	'S10'	Large	'M'	4.0	104.8	'P8'	50	20
19	'S2'	Large	'M'	4.0	24.3	'P8'	50	20
20	'S2'	Large	'M'	4.0	24.3	'P8'	50	20

Table 4
Energy balance.

Case	Total energy						Strain energy					
	E _{ship} [MJ]	E _{ship} [%]	E _{inst} [MJ]	E _{inst} [%]	E _{rebound} [MJ]	E _{rebound} [%]	E _{total} [MJ]	E _{ship} [%]	E _{inst} [%]	E _{total} [MJ]		
1	69.0	92.9	4.2	5.6	1.1	1.5	74.3	94.3	5.7	73.2		
2	36.5	49.1	28.7	38.6	9.2 ^a	12.3 ^a	74.3	56.0	44.0	65.2		
3	61.9	83.2	11.5	15.4	1.0	1.3	74.3	84.4	15.6	73.3		
4	64.9	87.3	7.7	10.3	1.8	2.4	74.3	89.4	10.6	72.6		
5	37.7	50.7	27.5	37.0	9.1 ^a	12.2 ^a	74.3	57.8	42.2	65.2		
6	50.3	92.2	3.3	6.0	1.0	1.8	54.6	93.9	6.1	53.6		
7	47.8	87.6	5.7	10.4	1.1	2.0	54.6	89.4	10.6	53.5		
8	34.3	58.2	8.1	13.7	16.6 ^a	28.2 ^a	59.0	81.0	19.0	42.4		
9	49.1	90.0	4.2	7.8	1.2	2.3	54.6	92.1	7.9	53.4		
10	46.3	84.8	6.9	12.6	1.4	2.6	54.6	87.1	12.9	53.2		
11	52.2	95.7	1.5	2.7	0.9	1.7	54.6	97.3	2.7	53.7		
12	50.3	92.1	3.1	5.7	1.2	2.2	54.6	94.2	5.8	53.4		
13	63.0	84.6	11.0	14.8	0.4	0.6	74.4	85.1	14.9	74.0		
14	32.6	43.8	40.6	54.5	1.2	1.7	74.4	44.6	55.4	73.2		
15	48.1	64.7	25.7	34.6	0.6	0.7	74.4	65.2	34.8	73.9		
16	34.6	33.0	68.8	65.6	1.4	1.3	104.8	33.5	66.5	103.4		
17	32.8	31.3	71.5	64.0	4.9	4.7	104.8	32.9	67.1	104.3		
18	55.6	53.0	49.2	46.9	0.0	0.0	104.8	53.0	47.0	104.8		
19	0.2	0.8	7.9	32.5 ^b	16.2	66.7 ^b	24.3	2.5	97.5	8.1		
20	2.0	8.2	16.2	66.7 ^b	6.1	25.1 ^b	24.3	11.0	89.0	18.2		

^a Deck fall.

^b Brace failure.

34 جدول 4 (تعادل انرژی) در هر Case به سمت عمودی و درصدی نمایش می‌دهد. در شرایط 2 و 5 بعد از برخورد کشتی با پایه سکو شاهد ریزش عرشه هستید که مقدار تقریباً برابر دارند برای p3 برای سکو p8 فرورفتگی‌های بزرگ روی پایه به اندازه ای هست که به یک برخورد فزرو رفتگی منتهی شود.

Table 5
Installation response.

Case	Global (jacket elastic response)			Localized						Total
	Δ [m]	E [MJ]	E [%]	Struck leg/brace/joint			Adjacent members ^c			
				u [m]	E [MJ]	E [%]	No. members	E [MJ]	E [%]	
1	<0.1	4.2	100	<0.1	-0	0	0	-0	0	4.2
2	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	28.7
3	0.26	7.9	68.7	0.13	-0	0	1	3.6	31.3	11.5
4	<0.1	7.7	100	0.17	-0	0	0	-0	0	7.7
5	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	^a	27.5
6	<0.1	3.3	100	<0.1	-0	0	0	-0	0	3.3
7	<0.1	5.2	91.2	0.20	0.5	8.8	0	-0	0	5.7
8	<0.1	5.3	65.4	0.14	2.7	33.3	0	-0	0	8.1
9	<0.1	4.2	100	<0.1	-0	0	0	-0	0	4.2
10	<0.1	3.5	50.7	0.46	3.3	47.8	0	-0	0	6.9
11	<0.1	1.5	100	<0.1	-0	0	0	-0	0	1.5
12	<0.1	1.0	32.3	0.18	2.1	67.7	0	-0	0	3.1
13	0.70	11.0	100	0.60	-0	0	0	-0	0	11.0
14	0.70	14.1	34.7	1.93	20.1	49.5	1	6.4	15.8	40.6
15	0.71	12.4	48.2	1.43	13.3	51.8	0	-0	0	25.7
16	1.10	25.5	37.1	3.70	35.1	51.0	5	8.2	11.9	68.8
17	1.10	21.7	30.3	3.36	34.7	48.5	3	10.6	14.8	71.5
18	0.94	22.3	45.3	1.76	14.6	29.7	2	12.4	25.2	49.2
19	0.08	2.0	25.3	^b	5.9	74.7	^b	^b	^b	7.9
20	0.18	6.4	39.5	^b	9.8	60.5	^b	^b	^b	16.2

^a Structure global collapse – only total internal energy of installation provided.

^b Brace failure.

^c Braces with significant local contribution to the total internal energy of the installation.

Table 6
Brace deformation caused by axial loading.

Case	L [m]	D [m]	t [mm]	u_0 [m]	F [MJ]
3	25.5	0.8	20	1.5	3.7
14	20.0	0.8	15	1.5	2.8
16	15.2	0.5	15	2.7	3.1
17	9.2	0.5	15	3.8	3.0
18	9.2	0.5	20	2.0	4.7
18	20.0	0.8	20	0.9	3.6

جدول 5) پاسخ سکو Δ : جابه جایی عرشه

U : جابه جایی شما تحت اثر خمیدگی یا فرو رفتگی موضعی یا هر دو

اگر نسبت u بهن قطر لوله کوچک باشد اثر مهار بندهای مجاور نزدیک نقطه تماس قابل مشاهده است. مخصوصاً زمانی که بریس ها K شکل باشند (p3)، (p8). انرژی جذب شده در هر مهار بندی که تغییر شکل پلاستیک داده باشد در جدول 6 و شکل 15 نشان داده شده است.

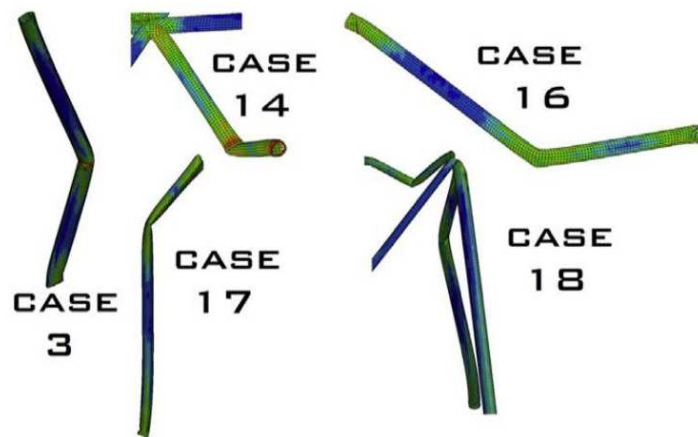


Fig. 15. Brace deformation due to axial compression.

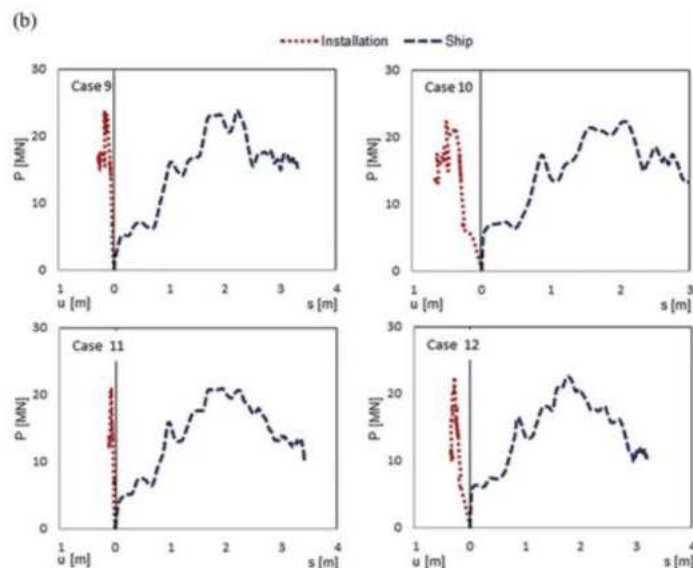
U_b : نشان دهندهی حداکثر تغییر شکل عمود بر محور لوله تحت فشار محوری

طبق معادله‌ی 9 تغییر ضخامت دیواره‌ی لوله از 10 به 20 میلی متر برای طبق قطر مورد نظر (0.8-0.5) منتهی به عامل تقریبی 1.6 برابر بیش از انرژی می‌شود. که موجب ایجاد تاشدگی تقارن محور می‌شود. از این رو همیشه لوله‌هایی که تحت فشار محوری هستند برای لوله‌های $T=15\text{mm}$ قبل از اینکه انرژی به 3 متر ژول برسد بری و برای اینکه $T=20\text{mm}$ قبل از آنکه انرژی به 4 متر ژول برسد، شکست اتفاق می‌افتد.

تنها استثنا برای حالت 18 پیدا شد که نقص در انرژی 4.7 متر ژول روی می‌دهد که احتمالاً یک بست سفت‌کنند. با طول کم وجود داشته که باعث انتقال کم‌انرژی به خمیدگی کلی دشوارتری شده. و قابلی جذب انرژی لوله را افزایش می‌دهد. به رغم بعضی از مواد که فرورفتگی موضعی کوچک برای Leg با ضخامت 45 میلی‌متر دیده شده و اکثر انرژی جنبشی به تغییر شکل کشش به انرژی فشاری تبدیل می‌شود و سبب تغییر شکل کشتی می‌شود. اما در حالت دیگر اکثر انرژی‌ها موجب تغییر شکل قاب سکو شده است.

تغییر شکل الاستیک کلی سکو و ظرفیت مرتبط سکو با جابه‌جایی کلی قاب بسیار مهم است. زیرا می‌تواند مقدار زیادی از انرژی برخوردی را برای سکوهایی بزرگ مثل p8 جذب کند. انرژی کلی نه تنها وابسته به سختی سازه در جهت برخورد می‌باشد بلکه به جابجایی کلی Δ بستگی دارد.

شکل 16) تغییر شکل مهاربند تحت فشار محوری



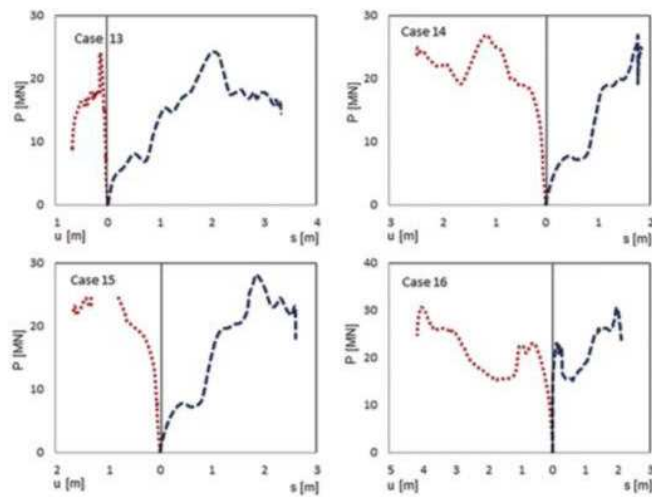


Fig. 16. (continued).

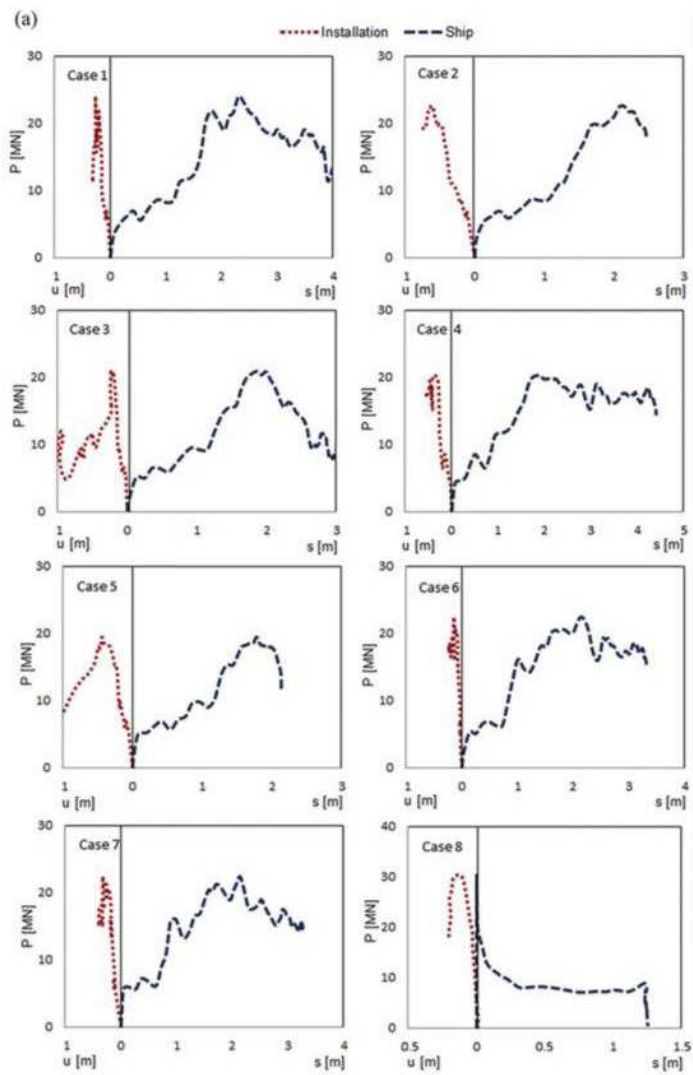


Fig. 16. a. Collision strain energy balance. b. Collision strain energy balance. c. Collision strain energy balance.

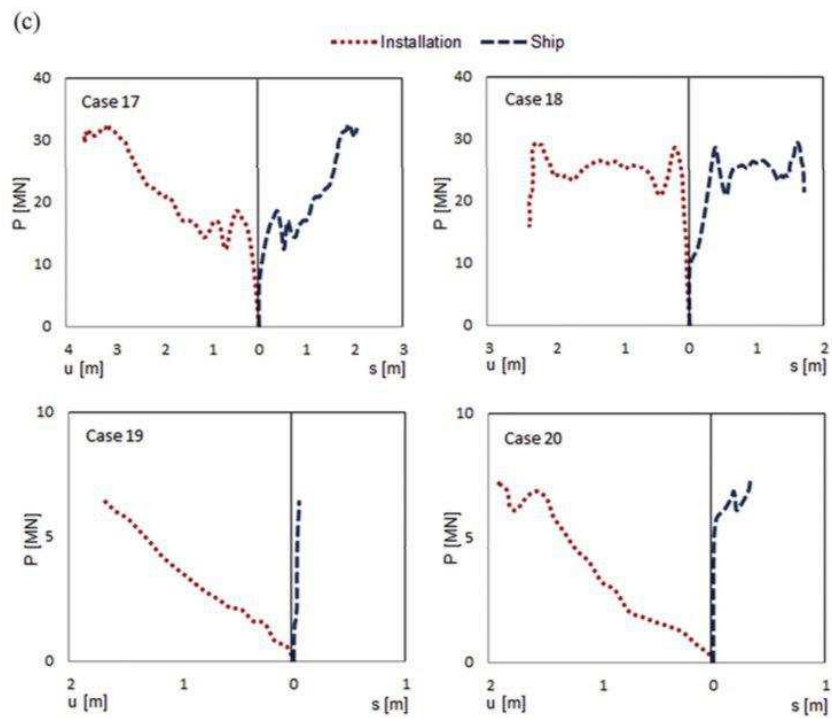


Fig. 16. (continued).

نکته دیگر مرتبط با این مسئله است که چگونه فاصله‌ی جمع شدگی قوسی محقق می‌شود مرکزیت برخورد نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. از آن جا که در تمام موقعیت‌ها بررسی شده است بخش دماغه ای کشتی با محور بخش برخوردی متناسب باشد در فاصله جمع شدگی. از جایی اندازه گیری شده که اولین تغییر شکل اتفاق می‌افتد که این‌ها همیشه با مرکز کشتی در قمت جلو مطابقت ندارند.

شکل 17) اگر محاسبات سستی دتی انجام شود ممکن است بیشتر از عملکرد کشتی روی سکو تخمین زده شود.

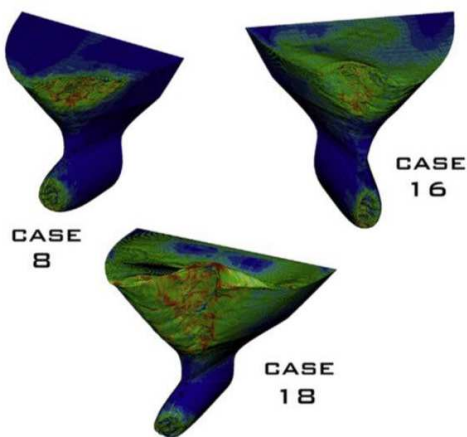


Fig. 17. Eccentric bow crushing.

بحث

مجموعه شبیه سازی‌های عمودی تعریف شده در بخش قبل اطلاعات با معنایی بر اساس پاسخ عملکرد سکو و کشتی در طیف سناریوهای مختلف برخورد به ما می‌دهد. تشکیل مدهای عددی برای تخمین واکنش قوس کشتی به خوبی مستند سازی می‌شود. بر اساس محاسبات انجام شده همچنین مدل‌های می‌تواند با فرهایی که در ابتدا سخت هستند و سپس قابلیت تغییر شکل پیدا می‌کنند. شناسایی شدند که علت آن سختی پلاستیک ثابت تقریبی است. قبل از آنکه بارگیری به حداقل میزن B برسد برای سازه اگر چه مکانیزم تغییر شکل قسمت‌های سکو به طور معمول از طریق محاسبات ساده دستی ارزیابی می‌شود اما بخش‌های مجاور که به طور مستقیم در برخورد درگیر می‌شوند می‌توانند تغییر شکلی محسوس تجربه کنند. زمانی که تاثیر کشتی مستقیماً روی یک اتصال عمل شود مهاربندی‌های مجاور ممکن است به شکل گیری مکانیسم‌های متفاوت فر آیند جذب انرژی کمک کنند. تغییرات شکل حاصل از شیتار یا خرد شدگی عمودی می‌تواند در بست‌هایی پیدا شود که بخش‌های پیرامونی یا متناسب با جهت برخورد باشند.

معادلات 7-10 نمی‌تواند بر اساس تغییر شکل در بست‌ها، مقدار انرژی را پیش بینی کند که در این صورت، همیشه با تصاویر 3 و 2 متفاوت است که این مسئله می‌تواند واکنش کلی سکو را با دقت کمتر برای برخوردهای اتصالات تخمین زمانی که اتصالات مقاومت کمتری داشته باشند. برای شرایط 14-16 تا 18 که هر کدام سبب تغییر شکل بست‌ها می‌شوند (شکل 15). منطبق متفاوتی از تنش‌های متمرکز برای هر 2 انتها و وسط سطح قابل توجه است. سهمی که اثر کمانش braceها روی رفتار کلی دارند در جدول 5 مشخص شد که تعدادی از بست‌ها با کشش پلاستیک وجود دارند که لزوماً مقدار کلی انرژی حاصل از این قسمت‌ها مشخص نمی‌شوند. اثرشان به حدود 25 درصد انرژی حاصل از سکو در برخورد است (شکل 18) در مورد انرژی کلی مقادیر انرژی الاستیک ارائه شده است. در جدول 5 جابه جایی Δ اندازه گیری شده را دنبال می‌کنند. مثل استفاده از آنالوگ‌های ساده (SDOF) را پیشنهاد

می‌کند. به شرط آنکه سختی کلی تجهیزات به مواد محسوسو تحت تاثیر تخریب موضعی نقطه باشد. با توجه به پراکنش‌های انرژی و اصول طراحی و تحقیقات amhal و storheim عامل فشرده‌گی rc میله برخوردی را در پیش بینی پراکنش انرژی به حساب می‌آورند و معتقد اند که بیشترین انرژی کشتی هنگامی که موقع برخورد تخلیه می‌شود. که rc بزرگتر از حداکثر نیروی برخورد باشد. در غیر اینصورت سکو بر اساس مکانیسم 3 مفصل تغییر شکل خواهد داد. که مراجع این مقاله $RC < 1/7$ را برای قسمت دماغه ای در نظر می‌گیرند و برای قسمت مسطح rc بزرگتر و مساوی 1.3 ممی باشد. پراکنش انرژی با توجه به قدرت نسبی در شکل 18 نشان داده شده است. برای 3 پارامتر یا نسبت مختلف. لنگر پلاستی جداره لوله طبق فرمول زیر قابل محاسبه است.

زیگما γ = بار فشاری

T = ضخامت

برای کشتی مقدار KS از رفتار تغییر شکل فرض می‌شود که قبلا به آن پرداخته شده است. برای K1 تنها قسمت‌های قوسی تغییر شکل یافته مورد بررسی قرار می‌گیرند. (شکل 1)

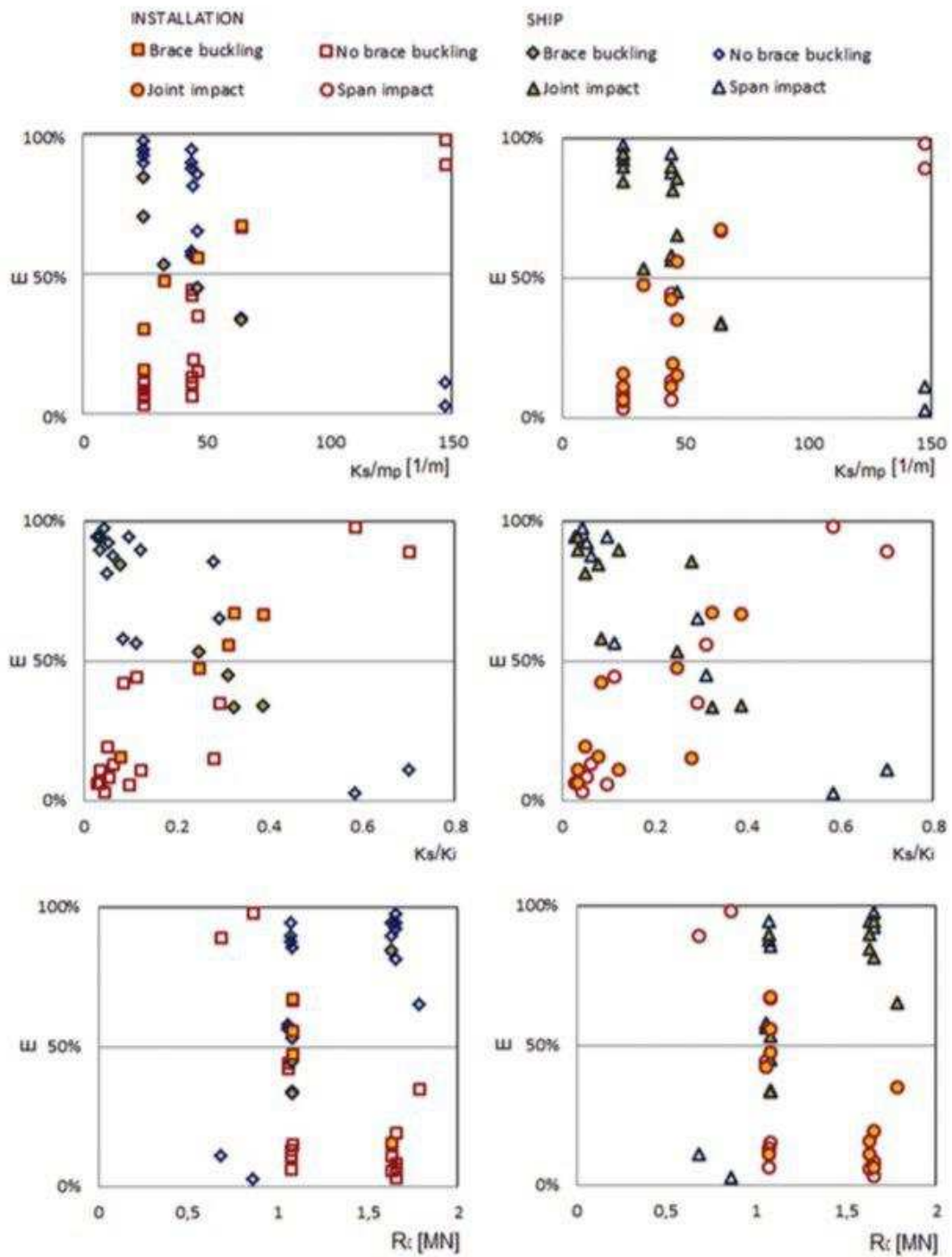


Fig. 18. Energy dissipation based on structural relative strength.

برای جفت نقطه (span- joint) نمودارها برحسب پارامترهای RC, ks/mp شناخته می‌شوند اما برای نسبت ks/ri رفتار کلی سازه، رفتار بسیار ماب تری است. و می‌توان از این نمودارها فهمید که برای اینکه جمع شدگی بدون فرورفتگی قابل ملاحظه ای باشد RC باید از 1.6 یا 1.7 بیشتر باشد. اگر فرض کنیم که کشتی قوی تر است مانند مدل S10 باید RC را به مقدار کمی افزایش دهیم. هر چند اتلاف انرژی به روش‌های دیگری هم اتفاق می‌افتد.

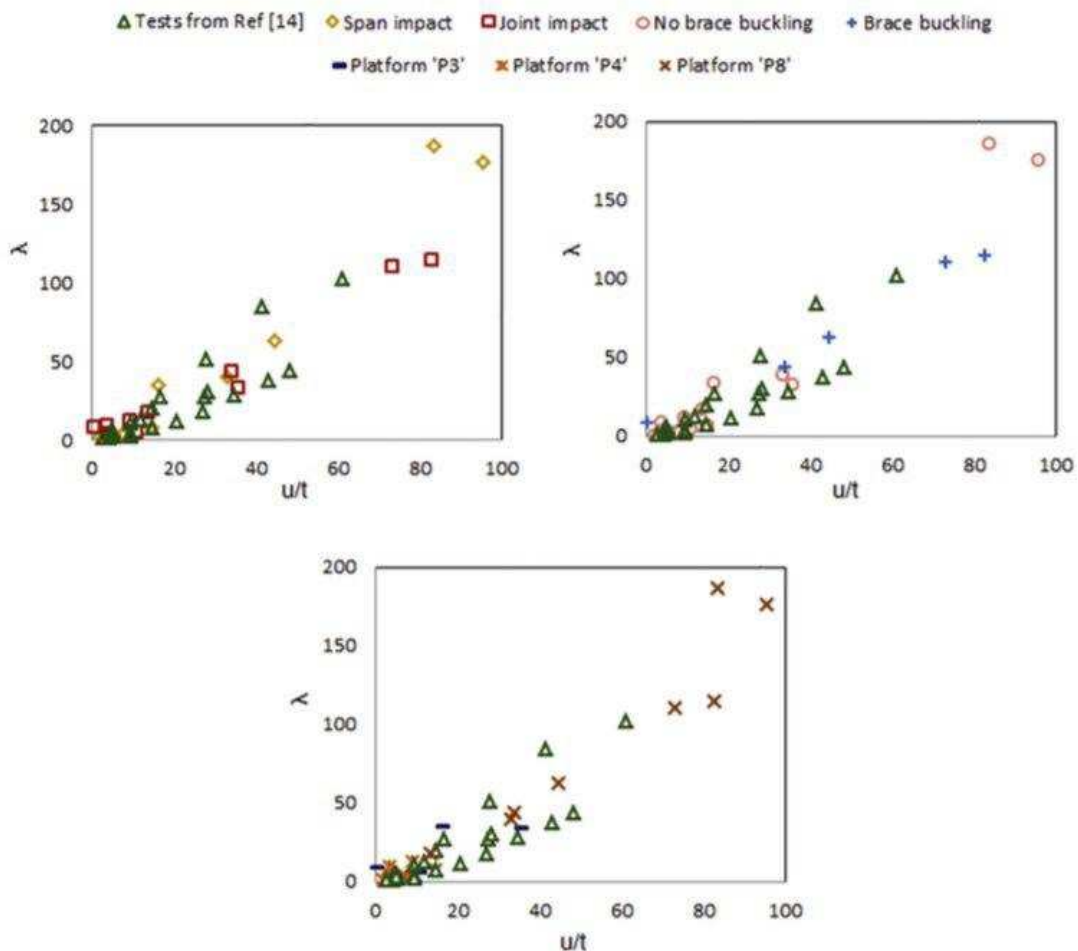


Fig. 19. Dimensionless horizontal displacement struck zone versus dimensionless strain energy of installation.

به ویژه مانی که نیاز به فاکتور فردگی نباشد، مثلاً در حالت 15، 45 درصد کل انرژی ممکن است که تقلیل یابد که علت آن ابعاد سکو و واکنش الاستیک کلی سازه است. برای منحنی ks/mp نشان می‌دهد که سکو می‌تواند از 0 تا 50 درصد تحلیل انرژی داشته باشد برای $ks/mp < 60$ و دلیل

اینکه در رنج 65 تا 145 قرار دارند عمدتاً به علت مدیر ضخامت آزمایش شده در سکوهاست که میزانشان 45 الی 70 ملی متر و 15 الی 20 برای بست ها است. برای معادلات 7 و 8 در هر شرایط طول H خمیدگی که به جذب انرژی مک می‌کند. و تحت تاثیر اندازه و سختی صفحات است بارامتر T بتن می‌کند. که آیا دیواره‌ی لوله دچار فرورفتگی شده یا نه. ks/ki تحت تاثیر ابعاد سکو است مستقیماً مربوط به انرژی قابها می‌شود.

در شکل (19) انرژی بدون بعد سکو با جابه جایی بدون بعد از آن طبق رابطه‌ی 6 مقایسه می‌شوند. همینطور داده‌های آزمایش در کنار آلیز عددی قرار دارند.

شرایط شبیه سازی عددی در ای پژوهش اخیر بر اساس نوع سکو نوع برخورد و اثر بست های مجاور در برخورد پایه با تغییر شکل پلاستیک به کاهش انرژی سکو منجر میشود.

برای محاسبه لاندا یا همان لانرژی بدون بعد در سناریی برخورد با اتصالات (ما به عنوان پایه‌های مجاور در نظر گرفته میشود).

این فرضیه بر این اساس ایست که حین برخورد دماغه کشتی به اتصالات نه تنها دماغه اتصال برخورد می‌کند معمولاً به خش هایی نیز با آن برخورد می‌کند. pu چنین میزانی برای شرایط مرزی لوله تفاوت است. که در شکل 20 نشان داده شده است. علاوه بر انرژی کشتی لول برخورد شده، هر میزان انرژی اضافی که در بازه باقی بماند از طریق مکانیسم‌های دیگری تخلیه میشود. مانند کماتش بست ها، اتصالات، قابها و ..

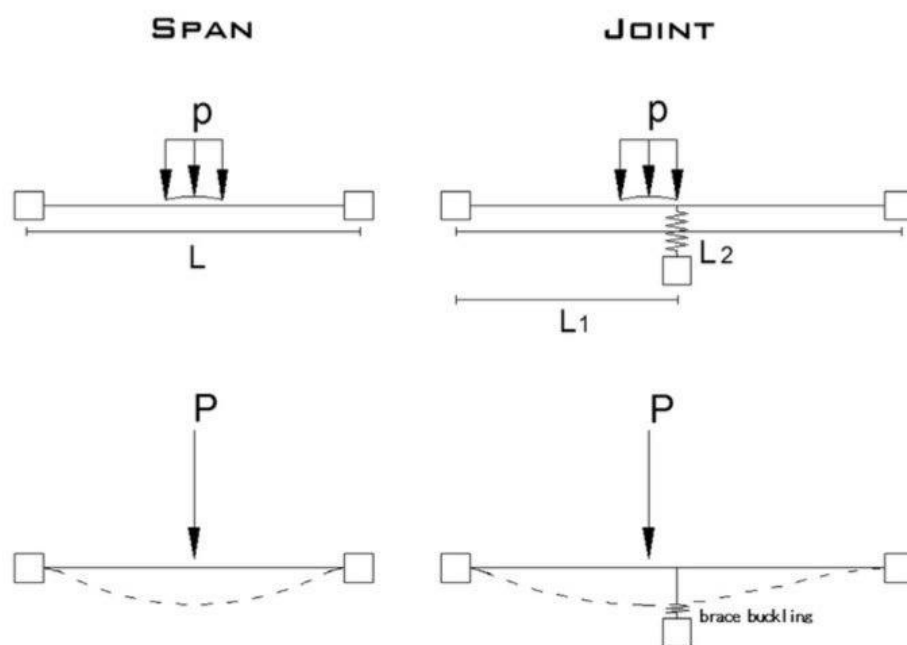


Fig. 20. Substructures considered for definition of P_{cr} .

لوله l_1 متقبط با رفتار موجی ممکن است که تا پای مجاور گسترده شده و علی رغم آنکه چندان اهمیتی هم ندارد چون انرژی کششی بر اساس خمیدگی ممکن است که نه تنها محدود به پایه‌ها نباشد. 1- کمانش نسبت‌ها بر اساس نیروی محوری به انرژی کلی کلی جذب شده توسط سکو کمک می‌کند. و در معادله 6 (انرژی بدون بعد) کمک می‌کند که به طور عمده اثرات فرورفتگی موضعی و خمیدگی را در بر می‌گیرد.

نتایج

نتایج مجموعه‌های شبیه سازی FEM با جزییات کامل برخورد میان کشتی و سکوهای فولادی ثابت با توجه به میزن پراکنش انرژی مورد تحلیل قرار گرفت و. پیش بینی افزایش اندازه کشتی های باری در آینده نزدیک و برخوردهای احتمالی کشتی شامل مقادیر بالاتری از انرژی است نسبت به آن هایی که با عملکرد و مراحل جدید بررسی می‌شوند. هم منحنی‌های بارگیری و هم سیستم‌های معادل ساده سازی شده برای کشتی‌های 250000 تن از Fem بدست آمدند. نوع متریال مورد استفاده و ابعاد مختلف طبق طبقه بندی کشتی‌ها بررسی می‌شوند. بدلیل اینکه رفتار سکو نسبت به برخوردهای قوسی

ممکن است. که در قسمت‌های مجاور اتفاق می‌افتد. ضخامت لوله‌های ساده به ویژه لوله‌های برخوردی محقق شده که تا سکو استفاده شده است. که به ابعاد سکو بستگی دارند زیرا انرژی الاستیک سبب اهمیت سکوها فولادی بزرگ می‌شوند. تبادل انرژی میان سکو و کشت حائز اهمیت هست. به ویژه در شرایطی که تقسیم انرژی به صورت 50-50 می‌باشد. که در نتیجه به مقادیر قابل توجهی انرژی تخریب یا تغییر شکل پلاستیک در هر 2 سازه شود. برای اینکه رنج کشتی‌ها مورد بررسی قرار گرفت و این شرایط مشاهده شده به ویژه زمانی که ضخامت لوله‌ها میان 45 تا 70 باشد.

در نهایت اگر آنالیز پلاستیک مقابل بارهای تصادفی حاصل از برخوردهای کشتی با انرژی بالاتر در نظر گرفته شود نتایج فعلی می‌تواند شاخص خوبی باشد.



این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی