

Comportamento Estrutural de Navio Tanque Suezmax devido a Momento Vertical Extremo

Leandro C. Trovado Segen F. Estefen
Programa de Engenharia Oceânica – COPPE/UFRJ
Rio de Janeiro, Brasil

Resumo

A falha estrutural de navio tanque Suezmax devido a momento vertical extremo é analisada. Este presente trabalho descreve a simulação numérica utilizada, bem como a sua correlação com resultados experimentais. Painéis em escala reduzida representativos do fundo do navio sob carregamento axial compressivo são analisados com a finalidade de efetuar estudos de correlação para aferição do modelo numérico usado na análise em escala real. Os modelos de aço em escala reduzida são produzidos utilizando técnicas apropriadas para manter a tolerância das distorções em escala reduzida dentro das recomendações de projeto. O modelo numérico é representado por elementos de placa assumindo pequenas deformações e grandes rotações. Não linearidades geométrica e do material e distribuição da imperfeição geométrica inicial são incorporados na análise. Modelo numérico em escala real representativo do compartimento entre gigantes transversais da região central de um navio tanque Suezmax é analisado sob as condições de aquebramento e tosamento para avaliar a influência da distribuição da imperfeição geométrica inicial na relação momento-curvatura e no comportamento de falha dos painéis.

Introdução

Falha estrutural de navio tanque Suezmax devido à flexão vertical extrema é analisada. Modelos em escala reduzida representativos do fundo do navio sob carregamento compressivo são analisados para efetuar estudos de correlação com a finalidade de ajustar o modelo numérico a ser usado na análise estrutural em escala real.

Os modelos reduzidos de aço são produzidos usando técnicas apropriadas para manter em escala a magnitude das distorções dentro das tolerâncias recomendadas. Estes modelos são mapeados utilizando um equipamento laser tracker com precisão sub-milimétrica. Uma nuvem de pontos é obtida e processada por um software específico para gerar a superfície real do painel, a ser exportada para um programa de elementos finitos, no qual é executada a análise estrutural para obtenção da resistência última.

O modelo numérico é discretizado por elementos de placa assumindo pequenas deformações e grandes rotações. Não linearidades geométrica e do material e distribuição da imperfeição geométrica inicial são incorporadas na análise. Modelo numérico em escala real representativo do compartimento entre gigantes transversais da região central de um navio tanque Suezmax é analisado sob as condições de aquebramento e tosamento através de rotações incrementais controladas, com atenção especial direcionada ao modo de falha associado ao fundo e ao convés respectivamente. As propriedades do material utilizado nos modelos em escala real e reduzida foram obtidas através de testes de tração uniaxial.

Finalmente, os painéis reforçados são analisados para identificar a iniciação do colapso em uma chapa entre reforços e a influência na propagação da falha de toda a estrutura. Interação entre painéis e reforços é identificada para melhor descrever a comportamento global da falha.

Estudos de correlação numérico-experimental foram apresentados por Estefen (2006) para ajustar os modelos numéricos a serem usados na avaliação da resistência última de painéis em escala real. Modelos reduzidos de aço representativos de painéis de uma coluna de plataforma semi-submersível foram fabricados. Tolerâncias dimensionais equivalentes como prescritas para o protótipo foram obtidas para o modelo reduzido. O modelo teórico foi baseado no método dos elementos finitos, incorporando não linearidades geométrica e do material.

Sun e Wang (2005) descrevem o procedimento para calcular a resistência última de estruturas de navios, considerando modos de falha do chapeamento, reforços e da viga-navio.

Rigo et al. (2001) executou uma avaliação da sensibilidade da curva tensão-deformação no momento de flexão último do casco e a relação momento-curvatura.

Ikeda et al. (2001) estudou a influência da redução da espessura devido à corrosão na resistência longitudinal última de navios tanque antigos com casco singelo. A taxa de redução do módulo de seção da viga-navio é aproximadamente a mesma da área de flange do convés e/ou chapas do fundo com reforços longitudinais e longarinas. Comportamento linear é observado entre a taxa de diminuição da resistência longitudinal última e o módulo de seção.

Estefen et al. (2007) estudou a influência de diferentes distribuições de imperfeições geométricas na resistência de colapso de um segmento da coluna de plataforma semi-submersível representada por um arranjo estrutural entre reforços gigantes, baseado em análise não linear por elementos finitos. A magnitude da imperfeição geométrica inicial confirma a sua influência no colapso devido ao carregamento axial. No entanto, a maior influência na resistência última e na sequência de falha é devido ao modo da imperfeição inicial.

Correlação numérico-experimental

Estudos de correlação numérico-experimental foram executados para ajustar o modelo numérico a ser usado para avaliar a resistência última estrutural de um compartimento do navio tanque Suezmax. Inicialmente modelos reduzidos de aço representativos de painéis do fundo foram fabricados em escala 1:19. Tolerâncias dimensionais referentes às magnitudes das distorções geométricas em escala foram obtidas para o modelo reduzido. O modelo teórico foi baseado no método dos elementos finitos, incorporando não linearidades geométrica e do material.

O modelo reduzido de aço foi construído através da soldagem de chapas finas fixadas em um gabarito especialmente projetado para minimizar as distorções durante o processo. O processo de soldagem utilizado foi o arco elétrico com eletrodo de tungstênio e gás inerte de proteção (TIG), amperagem de 30 A, sem material de adição, Fig. 1. Antes da soldagem é realizado um pré-aquecimento a aproximadamente 250°C.



Fig. 1: Sondagem do modelo reduzido

Após o término de todos os procedimentos de soldagem, o modelo é submetido a um aquecimento uniforme e posterior resfriamento a temperatura ambiente por 24 horas com a finalidade de aliviar as tensões residuais geradas durante o processo de fabricação.

O modelo é retirado do gabarito que possui comprimento (a) de 240,50 mm, espaçamento entre reforços (b) de 43.70 mm e espessura da chapa (t) de 1 mm. O reforçador tem espessura da alma (t_w) de 0.67 mm, altura da alma (h_w) de 21.60 mm, largura do flange (b_f) de 7.60 mm e espessura do flange (t_f) de 1 mm. As chapas das extremidades possuem a metade do espaçamento entre reforços para obter as condições de contorno adequadas. A Fig. 2 mostra o modelo reduzido de aço do painel enrijecido.

A magnitude e distribuição das imperfeições geométricas iniciais foram medidas usando o equipamento Laser Tracker adquirido pela COPPE – Laboratório de Tecnologia Submarina. Este é um sistema de medida por contato portátil que usa tecnologia laser apresentando precisão sub-milimétrica, Fig. 3. Durante este procedimento é colhida uma nuvem de pontos tridimensionais pertencentes à geometria do modelo.

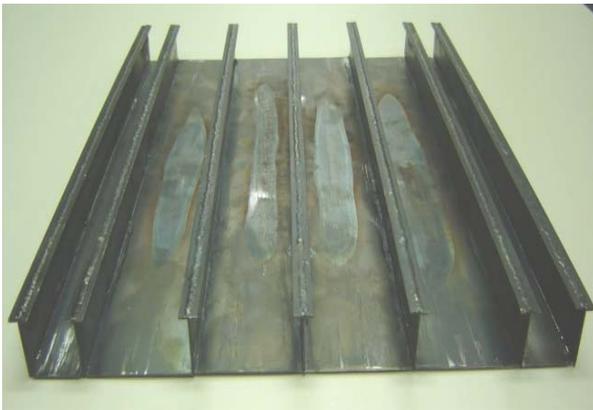


Fig. 2: Modelo reduzido de painel enrijecido



Fig. 3: Medição do modelo reduzido

A nuvem de pontos medida é usada para gerar superfícies através da utilização do software Verisurf (2006). O modelo computadorizado definido por superfícies é exportado para o programa de elementos finitos ABAQUS, Hibbitt et al. (2006), para a simulação numérica da resistência limite devido à compressão axial. O modelo numérico possui a geometria muito próxima do modelo reduzido de aço, já que foi criado a partir de pontos do próprio modelo. Desta forma as distorções geométricas iniciais são equivalentes entre os modelos.

Para a aquisição de dados durante o teste experimental de compressão, o modelo foi instrumentado com extensômetros elétricos. Foram usados extensômetros biaxial (direções longitudinal e transversal) e uniaxiais (direção longitudinal). O posicionamento dos extensômetros no modelo são mostrados na Fig.4. O teste de compressão foi executado em uma máquina Instron, modelo 8802.



Fig. 4: Posicionamento dos strain-gages no modelo reduzido

Um estudo de sensibilidade de malha foi realizado para definir o refinamento de malha mais apropriado para a subsequente análise de resistência última. O refinamento de malha foi definido com 45 elementos ao longo do comprimento e 15 elemento entre reforços longitudinais. No reforçador, ao longo da altura da alma e largura do flange foram utilizados 8 e 2 elementos respectivamente. O painel foi representado no ABAQUS por elementos de casca S4. Ele é capaz de analisar chapas finas e espessas, considera pequenas deformações e grandes rotações. A curva tensão deformação utilizado no modelo numérico foi obtida através de um ensaio de tração uniaxial de um corpo de prova retirado de uma chapa utilizada na fabricação do modelo reduzido. A tensão de escoamento (σ_0) e o módulo de young (E) são 365 N/mm² e 207.863 N/mm² respectivamente.

Com o término do teste de compressão do modelo reduzido de aço e da análise numérica, foi possível efetuar uma comparação entre os resultados experimental e numérico. A Fig. 5 mostra a força resistida versus o deslocamento axial aplicado. A maior carga para a falha foi obtida para o modelo experimental com valor 1.03% superior ao valor numérico. No regime pós-colapso, a curva experimental é muito próxima da numérica até cerca de 1 mm de deslocamento. Para maiores deslocamentos os valores experimentais são levemente inferiores que os valores numéricos.

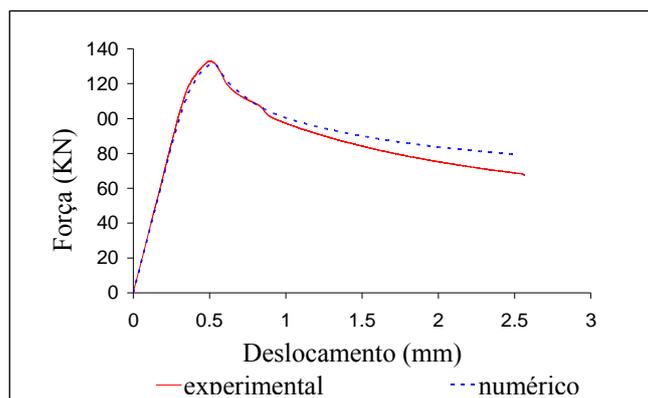


Fig. 5: Força resistida versus deslocamento axial aplicado

As Figs. 6 e 7 mostram os modos de pós-colapso do teste experimental e da simulação numérica respectivamente.



Fig. 6: Pós-colapso – teste experimental

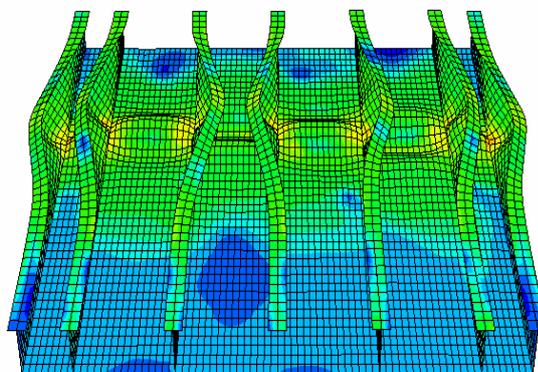


Fig. 7: Pós-colapso – simulação numérica

Após o término da correlação numérico-experimental foi possível verificar que o modelo numérico representa de forma confiável o fenômeno experimental e desta forma pode ser utilizada para efetuar análises numéricas em escala real.

Comportamento estrutural de navio sobre flexão vertical

A posição da onda em relação ao corpo do navio tem uma influência considerável na distribuição de empuxo ao longo do comprimento do navio. Uma onda de comprimento equivalente ao comprimento do navio pode ocupar uma variedade de posições. Duas condições críticas são consideradas na análise. A primeira considera a crista nas perpendiculares e o cavado no meio do navio. Nesta condição o navio estará em tosamento, com o convés em compressão e o fundo em tração. A outra condição considera a crista no meio do navio. Nesta condição o navio estará em alquebramento, onde o convés apresenta tração e o fundo compressão, como mostra a Fig. 8.

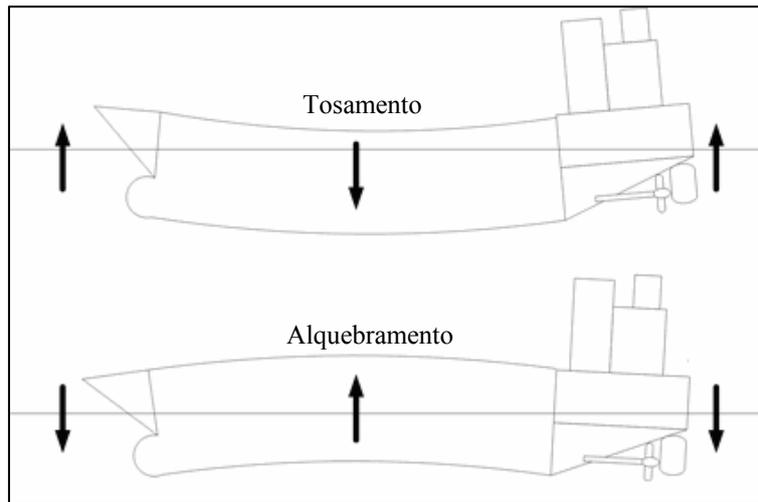


Fig. 8: Navio nas Condições de Tosamento e Alquebramento

Neste presente trabalho a resistência estrutural devido à flexão vertical é estudada até o limite da capacidade, no qual é determinada o máximo momento vertical que o navio pode absorver.

Distorções geradas pelos processos de fabricação, imperfeições geométricas iniciais, são quantitativamente representadas pela distância da superfície atual da idealizada durante o projeto. Este tipo de imperfeição, caracterizado pela forma e amplitude da imperfeição, é a principal causa da diferença da carga de fambagem em painéis nominalmente idênticos.

Modelo numérico do navio tanque – Compartimento entre gigantes transversais

O navio tanque escolhido para este estudo tem as seguintes características geométricas principais:

- comprimento total (LOA.) = 254 m;
- comprimento entre perpendiculares (LBP) = 244 m;
- boca (B) = 42 m;
- calado (D) = 21;
- pontal (T) = 15 m;
- deslocamento = 126.000 ton.

Baseado nestas informações, foi modelada a região de um compartimento típico entre gigantes transversais posicionado na região central do navio. As dimensões são:

- comprimento de porão: 31,36 m;
- espaçamento entre gigantes transversais: 4,48 m;
- altura do duplo fundo: 2,3 m;
- largura do duplo costado: 2,5 m.

A Fig. 9 ilustra os elementos longitudinais principais da seção entre gigantes transversais.

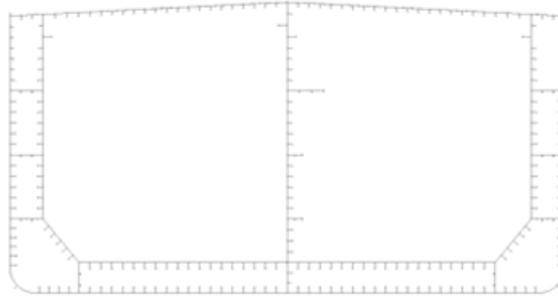


Fig. 9: Elementos longitudinais da seção entre gigantes

A análise é restrita aos painéis reforçados entre gigantes transversais na região central do navio. Para minimizar os efeitos de borda, dois espaçamentos entre gigantes transversais vizinhos, anterior e posterior, ao espaçamento central foram considerados. Desta forma o modelo ficou composto de três espaçamentos entre gigantes transversais. Uma condição de simetria longitudinal foi utilizada para minimizar o tempo computacional e arquivo de saída, uma vez que nada influi no resultado. A Fig. 10 mostra a posição da região analisada em um porão de carga característico.

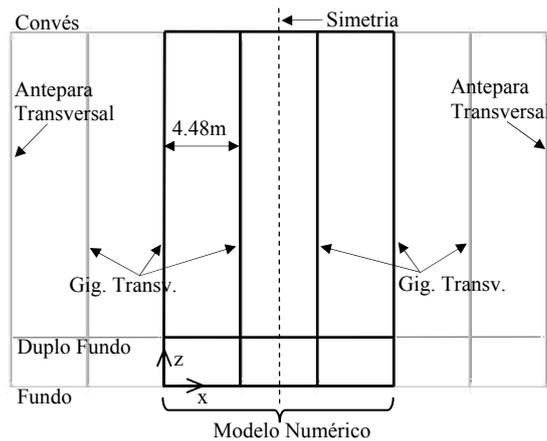


Fig. 10: Posição do modelo numérico no porão de carga

Para modelar o compartimento do navio tanque Suezmax foi conveniente criar um meio automático para implementar e variar a imperfeição geométrica inicial nas chapas e entre reforços. Isso foi feito utilizando um programa CAD. A partir da suposição de que as imperfeições geométricas tenham um comportamento senoidal, é possível definir a superfície aplicando a eq. 1 em uma nuvem de pontos pré-estabelecida. Neste caso a nuvem de pontos utilizada contém cinco linhas com vinte e nove pontos cada.

$$w(x, y) = w_{\max} \cdot \sin\left(\frac{m \cdot x \cdot \pi}{a}\right) \cdot \sin\left(\frac{n \cdot y \cdot \pi}{b}\right) \quad (1)$$

onde:

w - deslocamento fora do plano no ponto local;

w_{\max} - máximo deslocamento fora do plano do painel;

x - posição longitudinal do ponto;

y - posição transversal do ponto;

m - número de semi-ondas longitudinais;

n - número de semi-ondas transversais;

a - comprimento longitudinal da chapa;

b - comprimento transversal da chapa.

A Fig. 11 mostra uma chapa típica entre reforços longitudinais com deslocamentos fora do plano amplificadas. Com a nuvem de ponto utilizada é possível construir chapas com no máximo 7 semi-ondas na longitudinal e uma na transversal com boa aproximação da superfície.

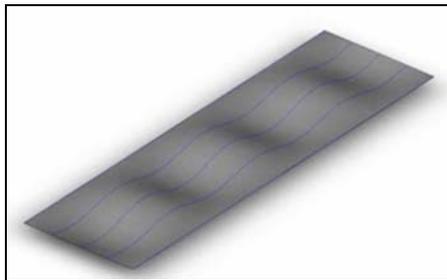


Fig. 11: Chapa com distorções amplificadas

Estes painéis foram utilizados para construir todos os elementos estruturais do compartimento do navio estudado, Fig. 12.

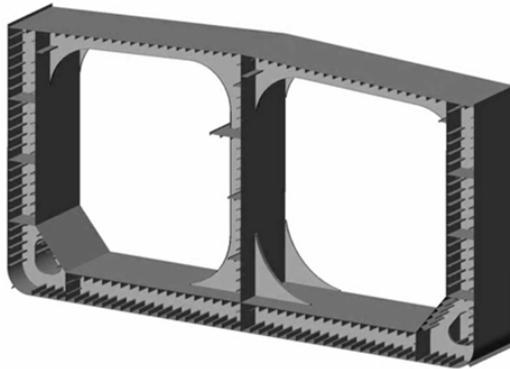


Fig. 12: Modelo geométrico de compartimento de navio tanque Suezmax

Após a construção deste modelo é possível inserir imperfeições em qualquer painel ou reforço longitudinal. Uma vez o modelo numérico finalizado é relativamente fácil a mudança da imperfeição porque basta alterar os valores da eq.1 presente em cada painel para atualizar a geometria com a nova imperfeição. O modelo computacional é então exportado para o programa de análise de elementos finitos ABAQUS, Hibbitt et al. (2006).

No estudo numérico-experimental inicialmente foi utilizado o elemento de casca do ABAQUS S4 (com quatro pontos de integração) e um refinamento de malha com 45 elementos na longitudinal e 15 elementos entre reforços longitudinais. Devido ao grande número de elementos da seção estudada no modelo reduzido foi verificado a

possibilidade de utilizar o elemento S4R (com 1 ponto de integração) e um menor refinamento de malha. O melhor resultado foi obtido usando o elemento S4R com 36 elementos na longitudinal e 12 elementos entre reforços longitudinais. Esta combinação diminui o tempo computacional para a análise e também reduz o tamanho do arquivo de saída. Resultados usando elementos S4 (malha 45x15) ou S4R(malha 36x12) para chapas entre reforços longitudinais foram praticamente idênticos como mostrado na curva de tensão média compressiva longitudinal (σ_L) versus deformação média compressiva (ϵ_L), Fig. 13, onde σ_0 e ϵ_0 tensão e deformação de escoamento respectivamente. Para o gigante transversal foi utilizado o elemento de casca triangular S3R devido a complexidade dessa estrutura.

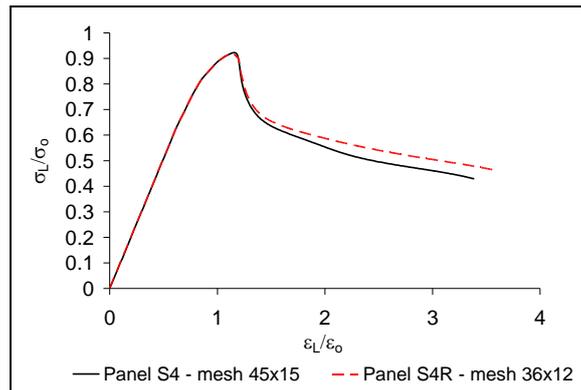


Fig. 13: Comparação entre resultados das malhas com elementos S4 (45x15) e S4R (36x12)

O modelo numérico do navio é submetido às condições de carregamento de alquebramento e tosamento através da aplicação de rotações incrementais controladas para todos os nós da borda oposta ao plano de simetria do modelo, denominada borda de carga. Foi utilizada uma restrição de acoplamento no ABAQUS, Hibbit et al. (2006), em todos os nós da borda de carga, que consiste no acoplamento da borda de carga em um ponto de referência. Desta forma as rotações incrementais são aplicadas no ponto de referência e este transmite o movimento para toda a borda de carga. O ponto de referência foi posicionado no eixo neutro vertical inicial. Por consequência do acoplamento, os nós pertencentes à borda de carga permanecem em um mesmo plano durante toda a análise, sendo que este plano acompanha a rotação do ponto de referência.

As condições de contorno para a borda de carga foram aplicadas diretamente no ponto de referência, sendo: deslocamentos ao longo dos eixos de y e z iguais a zero ($U_y = U_z = 0$) e rotação em torno do eixo x igual a zero ($\theta_x = 0$). Na borda de simetria foi aplicada a condição de simetria em relação ao eixo x, que consiste em deslocamento no eixo x igual a zero ($U_x = 0$) e rotações em torno dos eixos y e z iguais a zero ($\theta_y = \theta_z = 0$).

A curva tensão-deformação do material que foi utilizada na análise possui tensão de escoamento (σ_0) e módulo de Young (E) de 235 N/mm² e 210.000 N/mm², respectivamente, e foi obtida a partir de ensaios de tração uniaxial.

A geometria do painel assumida no modelo numérico tem as seguintes características. O convés, duplo fundo e fundo possuem chapas com comprimento (a) de 4480 mm, espaçamento entre longitudinais (b) de 830 mm e espessura (t) de 16.5, 16.0 e 19 mm, respectivamente. Dimensões dos reforços do convés: espessura da alma (t_w) de 13 mm, comprimento da alma (h_w) de 300 mm, largura do flange (b_f) de 90 mm e espessura do flange (t_f) de 17 mm. Dimensões dos reforços do duplo-fundo: espessura da alma (t_w)

de 11.5 mm, comprimento da alma (h_w) de 475 mm, largura do flange (b_f) de 150 mm e espessura do flange (t_f) de 18 mm. Dimensão dos reforços do fundo: espessura da alma (t_w) de 11 mm, comprimento da alma (h_w) de 425 mm, largura do flange (b_f) de 150 mm e espessura do flange (t_f) de 18 mm.

Quatro análises foram executadas no estudo do compartimento do navio tanque Suezmax submetido à flexão extrema. Dois modelos foram desenvolvidos e submetidos a alquebramento e tosamento. A imperfeição geométrica inicial da chapa foi representada por uma distribuição senoidal dada pela eq.1. Todos os modelos tem a magnitude máxima da imperfeição de acordo com o recomendado pela DNV (2004), eq. 2. Para estes modelos, todos os reforçadores longitudinais e transversais foram assumidos como geometrias sem imperfeições.

$$w_{\max} = 0.005b \quad (2)$$

O primeiro modelo, denominado modelo 1, tem o modo e distribuição das imperfeições com uma semi-onda em ambas as direções ($m=1, n=1$). O segundo modelo, modelo2, tem o modo de distribuição das imperfeições coincidente com o modo natural de flambagem ($m=4, n=1$). O modo natural de flambagem do fundo e duplo fundo foi determinado usando um tamanho reduzido do painel reforçado.

Resistência última de flexão

A Fig. 14 mostra a relação momento-curvatura obtida para os modelos 1 e 2 nas condições de tosamento e alquebramento. Em alquebramento, os momentos resistidos para os modelos 1 e 2 foram de 9,67 e 8,15 E+09 N.m respectivamente. A queda no momento último para o modo de imperfeição coincidente com o modo natural de falha (modelo 2) comparada com o modelo 1 é de 15,72%. Em tosamento, o momento último para os modelos 1 e 2 foram 7,92 e 6,34 E+09 N.m, respectivamente. A redução do momento ultimo do modelo 2 foi de 19,95 para este caso.

Em relação a curvatura (1/m) correspondente ao momento último resistido, os resultados obtidos para a condição de alquebramento para os modelos 1 e 2 são 3,13 e 1,77 E-04 respectivamente. Os valores obtidos para a condição de tosamento foram inferiores àqueles da condição de alquebramento, correspondendo a 1,42 and 1,06 E-04 para os modelos 1 e 2 respectivamente. As quedas de curvaturas necessárias às falhas do modelo 2 em relação ao modelo 1 são de 43,45 and 25,35% para alquebramento e tosamento, respectivamente.

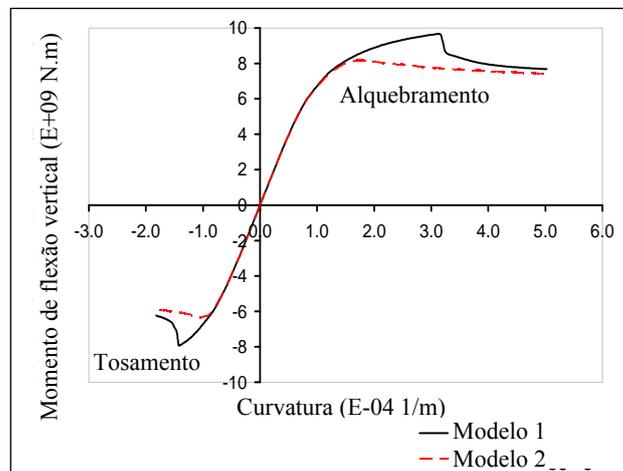


Fig. 14: Relação Momento-curvatura – modelo 1 e 2

Seqüência de falha

O resultado obtido para o modelo 1 em alquebramento mostra que o reforço da longarina lateral em ambos os bordos foram os primeiros elementos estruturais a falhar, com uma tensão compressiva de 188 N/mm^2 . Em seguida toda a longarina lateral de ambos os bordos falharam. Sem a resistência das longarinas laterais, o fundo inicia o processo de falha das chapas e reforços longitudinais. O último elemento a falhar na região do fundo foi a longarina central. A Fig. 15 mostra a condição de pós-colapso na região do bojo.

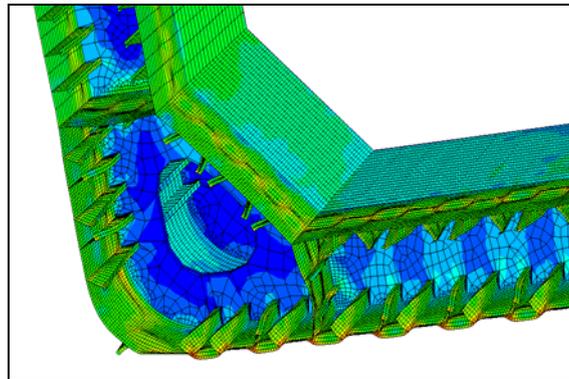


Fig. 15: Pós-colapso do modelo 1 em alquebramento

O modelo 2 em alquebramento teve sua primeira falha na longarina central com uma tensão compressiva de $143,6 \text{ N/mm}^2$. No modelo 1 este mesmo elemento estrutural foi o último a falhar, com tensão de $232,6 \text{ N/mm}^2$. Quase todas as chapas falharam antes dos reforços adjacentes.

Analisando os resultados para a condição de tosamento, pode ser verificado que o primeiro elemento a falhar para o modelo 1 foi uma chapa da antepara longitudinal com uma tensão compressiva de 220 N/mm^2 . Então, a seqüência de falha é quase simultânea para as chapas e reforçadores. O último elemento estrutural do convés a falhar foi uma chapa com tensão compressiva de 225 N/mm^2 . Para o modelo 2, quase todas as chapas falharam antes dos reforços adjacentes. A primeira elemento a falhar foi uma chapa com tensão compressiva de 189 N/mm^2 . Os últimos elementos a falhar foram os reforços do costado.

Conclusões

Este presente trabalho estudou a influência da distribuição geométrica inicial na resistência ao colapso de compartimento entre gigantes transversais de navio tanque Suezmax submetido a momentos extremos de alquebramento e tosamento.

O estudo de correlação foi executado usando o resultado de experimentos em escala reduzida e simulações numéricas para construir o modelo numérico, refinamento de malha e formulação dos elementos finitos, a ser usada na simulação em escala real.

O modo das distorções iniciais coincidentes com o modo natural de flambagem de uma chapa reduz a carga de flambagem. Entretanto, alguns outros modos de imperfeição podem ter efeito inverso, dificultando flambagem, necessitando assim de uma carga superior para a falha.

Resultados obtidos para resistência última devido à flexão por aquecimento e tosamento dos modelos 1 e 2 indicaram um decréscimo de 15,72 and 19,95%, respectivamente. Considerando os resultados de ambos os momentos de flexão vertical e curvatura de colapso, é confirmado que o carregamento de tosamento é dominante para a resistência última de navios tanque.

Medidas em escala real da distribuição das imperfeições geométricas em uma estrutura naval durante a construção pode contribuir para um melhor entendimento do mecanismo de falha por flambagem se devidamente incorporado na análise numérica.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao suporte da FINEP e da PETROBRAS no contexto do acordo entre o Ministério de Ciência e Tecnologia e a TRANSPETRO para a desenvolvimento tecnológico da indústria de construção naval brasileira. Agradecimentos especiais a Marcelo Pinheiro e Marcelo Oliveira que fabricaram os modelos reduzidos de aço. O primeiro autor é bolsista de mestrado do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo (PRH-03).

Referências

Estefen, T. P. and Estefen, S. F. (2006) “Semisub column ultimate strength under compressive loading”, World Maritime Technology Conference, March 6-10, London, UK.

Estefen, T. P., Werneck, D. S. and Estefen, S. F. (2007) “Influence of the geometric imperfection on the buckling behavior of floating platform column under axial load”. Proceedings of the 26th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, June 10-15, San Diego, USA.

Eyres, D. J. (2001). “Ship Construction”. Fifth Edition, Elsevier Butterworth Heinemann, Oxford.

Ikeda, A., Yao, T., Kitamura, O., Yamamoto, N., Yoneda, M. and Ohtsubo, H. (2001) “Assessment of ultimate longitudinal strength of aged tankers”. Proceedings of the 8th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures, September 16-21, Shanghai, China, Vol. II, pp 997-1003.

Hibbitt, Karlsson and Sorensen (2006) “ABAQUS User`s and Theory Manuals”. Version 6.5.

Offshore Standard Det Norske Veritas (2004) “DNV-OS-C401, Fabrication and testing of offshore structures”.

Rigo, Ph., Toderan, C., Yao, T. (2001) “Sensitivity analysis on ultimate hull bending moment”. Proceedings of the 8th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures, September 16-21, Shanghai, China, Vol. II, pp 987-995.

Sun, Haihong and Wang, Xiaozhi. (2005). “Procedure for calculating hull girder ultimate strength of ship structures”. Journal of Marine Systems and Ocean Technology, Vol. 1, No. 3, pp 137-143.