



ESTUDO DO ENSAIO DE TRAÇÃO NA FLEXÃO UTILIZANDO O LATTICE DISCRETE ELEMENT METHOD (LDEM) IMPLEMENTADO DENTRO DO AMBIENTE ABAQUS

Arthur Macedo Carvalho, discente de graduação, Universidade Federal do Pampa, Campus
Alegrete

Luis Eduardo Kostascki, docente, Universidade Federal do Pampa

E-mail: arthurcarvalho.aluno@unipampa.edu.br

O concreto é um material amplamente utilizado na construção civil devido à sua alta resistência à compressão. Entretanto, quando se trata da sua resistência à tração, este composto possui características que ainda são pouco conhecidas no campo da engenharia. Portanto, para estudar o comportamento deste material submetido aos processos de dano e fratura por tração, há hoje diversas técnicas de experimentação baseadas em modelos de escala reduzida. Para isso, é realizada a modelagem de amostras de concreto as quais são submetidas a esforços de tração direta ou indireta até a sua ruptura. Contudo, todas as etapas envolvidas neste processo consomem uma quantidade considerável de tempo e material. Devido a isso, a presente pesquisa tem origem na necessidade de emprego de novos métodos que possibilitem a obtenção de informações precisas acerca deste material, porém livre dos custos de execução associados aos modelos experimentais. O presente trabalho busca validar a aplicação do Lattice Discrete Element Method (LDEM) no ambiente Abaqus para analisar o comportamento mecânico do concreto submetido à tração indireta. Para isso, através de simulações do ensaio de flexão em quatro pontos realizadas no software Abaqus/Explicit, busca-se obter resultados de tensão máxima semelhantes aos encontrados em ensaios experimentais, bem como representar corretamente os mecanismos de ruptura do material ensaiado. O concreto foi modelado com o LDEM no software Matlab, considerando as propriedades encontradas nos experimentos e a heterogeneidade do material, a partir da inclusão da aleatoriedade de distribuição das propriedades no sólido. Para isso, a distribuição aleatória da tenacidade foi estabelecida para cada simulação, sendo realizadas várias simulações para representar a variabilidade de resposta dos ensaios. Foram realizados dois modelos, um em estado plano de tensões e outro em 3D. Em ambos os modelos foi necessário adotar uma configuração na qual, nas regiões de apoio e aplicação do carregamento, fosse utilizada uma malha de Elementos Finitos (FEM) no lugar do LDEM, para evitar que o modelo rompesse nesses pontos. O modelo em 3D possui 20 módulos do LDEM na direção da espessura e largura e 80 módulos na direção do comprimento, correspondendo a um corpo de prova de 100 mm x 100 mm x 400 mm. O modelo em duas dimensões tem a mesma largura e comprimento, porém uma espessura de um módulo, sendo todos os nós do modelo restritos na espessura, para gerar o estado plano de tensões. A determinação da amplitude da simulação foi feita de modo que a velocidade do carregamento não influenciasse significativamente nos resultados de tensão máxima obtidos. Para isso, foram realizadas várias simulações com amplitudes diferentes para determinar para qual faixa de valores de velocidade de carregamento a tensão máxima observada permanece aproximadamente constante. Assim, compararam-se as respostas encontradas nas simulações 2D e 3D entre si e com os resultados experimentais. Nos ensaios experimentais de flexão em quatro pontos

utilizados com referência, a tensão máxima média encontrada foi de 4,45 MPa. Já para as simulações realizadas com os modelos em 3D e 2D, os resultados encontrados, respectivamente, foram de 5,26 MPa e 5,51 MPa. Portanto, observa-se que as resistências máximas médias encontradas são bem próximas entre si para os dois modelos, e não diferem significativamente em relação aos resultados experimentais. Além disso, tanto para o modelo em 3D quanto para o modelo em 2D, a fissuração ocorreu no terço central da amostra como era esperado. Com base nisso, conclui-se que ambos os modelos apresentaram comportamento satisfatório, pois, além de conseguir captar as deformações e os mecanismos de ruptura corretamente, possibilitaram a obtenção de valores de tensão máxima média próximos aos encontrados nos ensaios experimentais, o que demonstra o potencial de eficiência das abordagens adotadas e contribui de forma positiva para a validação do método aplicado.

Agradecimentos: ao Programa de Desenvolvimento Acadêmico (PDA) pelo incentivo à pesquisa.

Palavras-chave: Lattice Discrete Element Method; Ensaio de tração na flexão; Flexão em quatro pontos; Simulações numéricas; Tensão.