

AVALIAÇÃO NUMÉRICA TRIDIMENSIONAL DA INFLUÊNCIA DA DISTRIBUIÇÃO E MORFOLOGIA DOS AGREGADOS NO COMPORTAMENTO DE CONCRETOS

Rafael Rodrigues Lopes

Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Paccola

Departamento de Engenharia de Estruturas

Escola de Engenharia de São Carlos

rafael.r.lopes@usp.br

Objetivos

Tendo em vista a importância e a massividade da utilização de concreto no mundo, o estudo de concretos mais viáveis ecológica e economicamente se torna uma necessidade imensa. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a familiarização com o Método dos Elementos Finitos como ferramenta de estudo no aprimoramento de concretos de alto desempenho, usando como base o princípio de empacotamento de partículas.

Utilizando ferramentas computacionais convenientes e adaptando outras pré-existentes, busca-se avaliar a influência da distribuição e morfologia de partículas no efeito de empacotamento.

Métodos e Procedimentos

Foram utilizadas ferramentas computacionais para avaliar a qualidade de um traço de Concreto de Alto Desempenho (CAD), buscando conhecer as respostas de um corpo de prova desse concreto sujeito a forças de tração e compressão. O traço adotado foi, em razão volumétrica, 1 : 0,08 : 2,5 : 2,2 de CP-V, Sílica Ativa, Areia Quartzosa e brita 0 (Rossi, 2023). Além disso, foi adotada uma relação

água-cimento de 0,45. As características de cada um dos componentes do traço foram inseridas na simulação, tomando a Sílica e a Areia como partículas esféricas, variando seu material e granulometria, e a Brita foi assumida como prismas. O cimento e a água compõem uma malha de matriz cimentícia, gerada pelo *software Mechanical APDL*, do ANSYS. Gerada a malha e as partículas, é possível, com auxílio de uma ferramenta criada pelo grupo de pesquisa do departamento de engenharia de estruturas (SET) da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), simular o comportamento desse traço aos esforços.

Resultados

Como pode ser observado na figura 1, houve uma deformação do cubo ao aplicar as cargas, o que denota uma resposta do Corpo de Prova às forças aplicadas. Ao analisar essa resposta e comparar com pesquisas que utilizaram do mesmo traço, é possível realizar uma comparação com relação à resposta do corpo à distribuição das partículas em seu interior. Dessa forma, obtém-se uma deformação interessante ao se verificar a formação mais acentuada em locais onde existem poucos agregados graúdos, uma vez que esses limitam a deformação, graças ao seu módulo

de elasticidade menor. Também pode-se notar a distribuição de tensão mais acentuada nas bordas do corpo de prova, demonstrando o comportamento padrão em ensaios de compressão e tração do concreto.

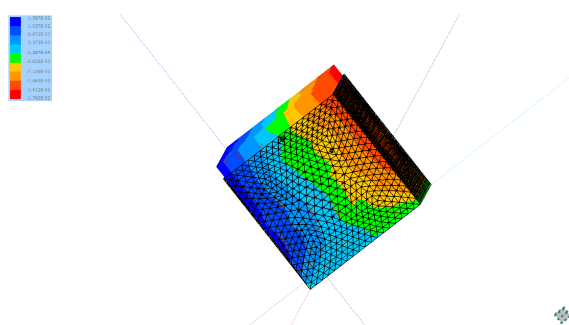


Figura 1: Deformação de um cubo de concreto sujeito à tração

Conclusões

Tendo em vista os objetivos do projeto, de analisar tridimensionalmente as simulações, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados com êxito, além de comprovar a eficiência do método utilizado.

Devido a adversidades na execução do projeto, não pôde-se avançar tanto quanto desejado, portanto não foi possível por exemplo executar um traço real e comparar os resultados. Mas ainda assim, a verificação foi de grande valia no desenvolvimento técnico e acadêmico.

Agradecimentos

Agradeço principalmente aos pesquisadores e funcionários do SET/EESC/USP, que possibilitaram a execução desse trabalho, oferecendo as ferramentas computacionais e traços para verificação dos resultados.

Referências

CASTRO, A. L. Aplicação de conceitos reológicos na tecnologia dos concretos de alto desempenho. 2007. 302 f. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

CASTRO, A. L., LIBÓRIO, J. B. L., PANDOLFELLI, V. C. Desempenho de concretos avançados para construção civil, formulados a partir do método de dosagem computacional. *Cerâmica*, v. 55, n. 333, p. 233-251, 2009.

CODA, H. B. O método dos Elementos Finitos Posicional: Sólidos e Estruturas - Não Linearidade Geométrica e Dinâmica. São Carlos: EESC/USP, 2018.

LOPES, H. M. T. Aplicação do conceito de empacotamento de partículas na otimização de dosagem de concretos de cimento Portland. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2019.

NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. 5ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

ROSSI, M. L. Análises experimental e numérica de vigas de aço revestidas de concreto de alta resistência com baixo consumo de cimento em situação de incêndio. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

SAYÃO, V. A. Avaliação numérica do comportamento de concretos: Impacto da morfologia e distribuição dos agregados. Programa Unificado de Bolsas (PUB), Universidade de São Paulo. São Carlos, 2023.