

ANÁLISE DO MÓDULO DE ELASTICIDADE ESTÁTICO DE CONCRETO COM AGREGADOS GRAÚDOS NATURAIS E COM AGREGADOS GRAÚDOS RECICLADOS

Autora: Camila Werner Menegotto | Orientador: Claudio de Souza Kazmierczak

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo principal identificar os motivos pelos quais o ramo elástico da curva tensão/deformação para a análise do módulo de elasticidade estático de concretos com agregados reciclados é menor do que em concretos com agregados naturais.

MATERIAIS

Foram moldados três concretos com diferentes tipos de agregados, sendo um com agregado graúdo natural de basalto (Referência), o segundo com agregado reciclado de cerâmica vermelha (RCV) e o terceiro com agregado reciclado de concreto com resistência de 20 MPa (ARC 20). O traço utilizado para todos os concretos foi 1:2,42:2,58 (cimento/areia/brita), com uma relação água/cimento 0,54. Na tabela 1 encontra-se os materiais utilizados e o quantitativo dos mesmos:

Tabela 1 - Traços utilizados

| | Referência | ARC 20 | RCV |
|--------------------------|------------|---------------------------|---------------------------|
| Cimento CP V - ARI (kg) | 1 | 1 | 1 |
| Areia natural de rio(kg) | 2,42 | 2,42 | 2,42 |
| Brita 0 e brita 1 (kg) | 2,48 | 1,736 + 0,744 (reciclado) | 1,736 + 0,744 (reciclado) |
| Água (kg) | 0,54 | 0,54 | 0,54 |
| Aditivo Glenium 51 (kg) | - | 0,002 | 0,003 |

MÉTODO

Os concretos foram moldados conforme a ABNT NBR 5738:2015, em corpos de prova cilíndricos de 10x20cm. A cura dos corpos de prova ocorreu em uma sala climatizada durante 28 dias com temperatura controlada entre 23°C +/- 2°C, ficando submersos em água e hidróxido de cálcio. Foram determinados a resistência a compressão diametral e o módulo de elasticidade estático.

- Ensaio de compressão, conforme a NBR 5739:2007



- Ensaio de Módulo de Elasticidade Estático, conforme a NBR 8522



RESULTADOS

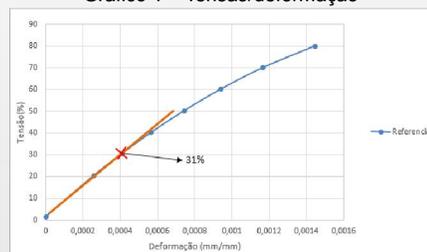
Na tabela 2 é possível observar o módulo de elasticidade calculado em diferentes níveis de carregamento em relação a tensão de ruptura (em diferentes patamares de ensaio). Ao analisar o módulo em 30% da carga final de ruptura (valor normalizado para cálculo do módulo de elasticidade) observa-se que o concreto de referência apresenta um módulo de elasticidade maior que os demais. A diferença entre eles ocorre devido ao fato dos agregados reciclados apresentarem maior porosidade em sua micro estrutura, o que gera fissuração e conseqüente deformação em um nível de carregamento inferior que o de referência.

Tabela 2 - Comparativo do Módulo de Elasticidade nos 3 concretos

| Patamar (%) | Módulo de Elasticidade | | |
|-------------|------------------------|-----------|----------|
| | Referência | ARC 20 | RCV |
| 0,5 | 113,9022 | -120,6211 | 299,3212 |
| 20 | 36,3051 | 34,6126 | 29,1187 |
| 30 | 34,1774 | 32,5851 | 27,3399 |
| 40 | 32,6214 | 30,9533 | 26,1568 |
| 50 | 30,9788 | 29,4491 | 25,1301 |
| 60 | 29,3528 | 27,8776 | 24,0255 |
| 70 | 27,5677 | 26,1836 | 22,7418 |
| 80 | 25,4272 | 24,0445 | 21,1217 |

Analisando os gráficos tensão/deformação gerados a partir do ensaio de módulo de elasticidade é possível observar o momento em que as micro fissurações começam a aparecer no concreto.

Gráfico 1 – Tensão/deformação



O gráfico 1 representa o concreto de referência, o qual apresentou fissurações em sua estrutura a partir de 31% da carga final de ruptura. Analisando os gráficos dos concretos com agregado de ARC 20MPa e de RCV, percebeu-se uma curvatura semelhante, contudo as fissurações iniciaram aos 29% e 24% respectivamente da carga final de ruptura.

CONCLUSÕES

Substituindo agregados graúdos naturais por agregados graúdos reciclados, as fissuras resultantes do carregamento começam a surgir num nível inferior ao de concretos com agregados naturais. Para o concreto ARC 20MPa, ao introduzirmos um agregado reciclado com uma resistência mecânica inferior ao do novo concreto, se formam mais zonas de transições frágeis, gerando fissurações antes do previsto em concretos com agregados naturais. No caso do concreto com agregado de cerâmica vermelha, isso ocorre porque o agregado aumenta a porosidade do concreto. Em conseqüência recomenda-se que o módulo de elasticidade de concretos com agregados reciclados não seja estimado da mesma forma que em concretos com agregados naturais.