

5

Conclusões e sugestões para trabalhos futuros

5.1.

Conclusões

Este trabalho experimental estudou parâmetros que afetam os ensaios de aderência entre o concreto e o CFC por meio de ensaios tração-compressão de corpos-de-prova, compostos de dois cubos de concreto (móvel e fixo) ligados por tiras de tecidos de CFC coladas em suas laterais opostas. Os blocos tinham as mesmas características geométricas. Os parâmetros estudados foram tipo de carregamento atuante (carregamento monotônico crescente e carregamento em ciclos de carga e descarga), resistência à compressão do concreto ($f_c = 23,3 \text{ MPa}$; $f_c = 28,4 \text{ MPa}$ e $f_c = 37,1 \text{ MPa}$) e diferentes tipos de superfícies de aderência do CFC ao substrato de concreto (face lisa e face rugosa dos cubos de concreto).

Foram realizados 18 ensaios em corpos-de-prova de concreto variando-se os parâmetros. A execução dos ensaios de aderência ocorreu de forma satisfatória e apenas um ensaio não foi considerado nas análises.

Os resultados obtidos nos ensaios de aderência realizados neste estudo permitem concluir que:

1. Considerando os dados experimentais deste trabalho e de Meneghel (2005) o valor característico da resistência última de aderência foi de $f_{bk} = 1,44 \text{ MPa}$;
2. Para as diferentes resistências à compressão do concreto no intervalo estudado não se obteve uma formulação que indicasse a influência de f_c . Porém, nas equações 4.6, 4.7 e 4.8 tem-se o módulo de elasticidade do concreto E_c , que está associado à sua resistência à compressão, então essa dependência existe.

3. o valor de G_F obtido com a curva $G_F = f(\tau)$ usando-se $\tau = f_{bk}$ é superior ao valor G_{Fk} calculado com o modelo de Holzenkämpfer (1994) que adota uma curva $\tau \times s$ bilinear, concluindo-se que esse modelo fornece valores à favor da segurança;

4. tem-se com o critério de Coulomb-Mohr generalizado os limites $0,301 \leq \frac{f_b}{\tau_{máx}} \leq 0,511$ (Tabela 4.6), donde como um valor inicial pode-se estimar a tensão de aderência da ordem de 30% da tensão tangencial máxima resistida pelo substrato de concreto, isto é, $f_b = 0,291\tau_{máx}$ sendo $\tau_{máx} = \frac{1}{2}\sqrt{f_c f_{ct}}$;

5. os diferentes modos de carregamentos estudados (monótonico crescente e carregamento em ciclos de carga e descarga) não influenciaram os valores das resistências últimas de aderência obtidas;

6. os diferentes tipos de superfícies do concreto (superfície lisa e superfície rugosa dos cubos), sobre os quais foram colados os CFC, pouco influenciaram as resistências últimas de aderência, dadas por $f_{bu} = \frac{F_u}{l_{b,efet} b_f}$. Para as superfícies rugosas o acréscimo nas resistências últimas de aderência foi da ordem de 5%;

7. a análise da resistência do substrato do concreto indica que para $f_c < 23MPa$ a resistência última pode ser inferior a $1,44MPa$, que é o valor encontrado para a tensão característica de aderência, logo pode ocorrer uma ruptura por deslocamento do concreto.

8. verifica-se que para concretos $15MPa \leq f_c \leq 22MPa$ pode ser adotada, à favor da segurança, uma relação linear entre f_b e f_c . Ressalta-se que esses valores têm a finalidade de orientar o projetista, pois são valores extrapolados.

9. o Boletim da Fib (2000) prescreve que substrato de concreto deve ter uma resistência mínima à tração de $1,5MPa$, de modo a ter-se um efetivo reforço

com CFC, daí a adoção da formulação adotada para se calcular f_b em função de

$$f_c \text{ e } m = \frac{f_c}{f_{ct,sp}}, \text{ ou adotando-se uma relação empírica entre } f_{ct,sp} \text{ e } f_c.$$

5.2. Sugestões para trabalhos futuros

Como sugestões para trabalhos futuros têm-se:

- realizar um estudo experimental para o ensaio de tração-tração com os mesmos parâmetros dos ensaios de tração-compressão realizados nesse trabalho, para permitir uma melhor avaliação da aderência, comparando-se os resultados fornecidos por esses dois tipos de ensaios;
- realizar uma análise numérica com o uso de um programa elaborado com método dos elementos finitos, usando-se os mesmos parâmetros dos ensaios de tração-compressão realizados nesse estudo, de modo a conceber uma sistemática para que seja possível fazer simulações numéricas;
- realizar o mesmo estudo experimental para o ensaio de tração-compressão utilizando-se tiras de CFC inclinadas com ângulo de inclinação até 10° , para avaliar a influência da mão-de-obra na qualidade e resistência do reforço executado;
- realizar ensaios de flexão utilizando-se uma camada de tecido com carregamento abrupto (carregamento de impacto);
- realizar ensaios de tração-compressão para cargas cíclicas;
- realizar ensaios de tração-compressão, tal como os desta pesquisa, mas utilizando-se diversos tipos de materiais compósitos.