

8

Considerações Finais e Conclusões

A maior contribuição deste trabalho é a apresentação de uma proposta de vigamentos mistos que se mostraram viáveis tecnicamente, após a análise parcial teórico-experimental de modelos em escala real. Os resultados previstos e os resultados medidos apresentaram boa correlação. São apresentadas algumas sugestões para a continuidade deste trabalho, pretendendo orientar estudos que complementem e esclareçam elementos aqui estudados.

8.1.

Considerações Finais

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, buscou-se caracterizar o comportamento misto aço-concreto e quantificar a capacidade resistente à flexão de uma nova proposta de vigamentos de piso, por meio de uma abordagem teórica e experimental.

A combinação aço-concreto apresenta algumas vantagens em relação à utilização isolada de estruturas de aço ou de concreto. Desta forma, em certas situações, estes sistemas podem ser a melhor opção. A utilização dessa proposta de vigamentos mistos nas edificações, além de promover maior estabilidade estrutural e maior resistência ao fogo, conduz a uma diminuição na altura do pavimento e, conseqüentemente, a uma redução da altura total da edificação.

O sistema proposto é constituído por perfil celular parcialmente embutido na laje de concreto. Como não foram utilizados conectores de cisalhamento, a resistência ao cisalhamento longitudinal foi alcançada por meio do preenchimento das aberturas da viga com concreto e armadura transversal, criando um mecanismo baseado no princípio “perfobond”.

Com base no estudo teórico foi realizada uma análise paramétrica para avaliação do comportamento estrutural e também para a seleção dos casos mais competitivos em termos de custo e velocidade de montagem. Os resultados

demonstraram que o perfil $\frac{1}{2}$ W 410 x 38,8 apresentou vantagem na maioria dos casos (para os vãos 7, 8 e 9 m), modificando-se somente a largura efetiva da laje.

Foram realizados dois ensaios com modelos de vigas mistas, utilizando perfil $\frac{1}{2}$ W 360 x 32,9 com comprimento de 6 m e laje de concreto com largura efetiva de 1200 mm e espessura de 80 mm. Para o modelo VM-01 foi utilizada ligação aparafusada em suas extremidades com vigas transversais, atingindo um vão de 6,18m. No modelo VM-02, optou-se por utilizar a viga apoiada sobre os aparelhos de apoio e utilizando cantoneiras soldadas à mesa superior para garantir sua estabilidade. Com esta modificação o vão diminuiu para 5,85 m.

8.2. Conclusões

8.2.1. Análise Experimental

A investigação experimental proporcionou informações básicas necessárias para a compreensão do comportamento a flexão das vigas celulares parcialmente embutidas no concreto, assim como, da interação e dos mecanismos de transferência do cisalhamento longitudinal.

- O sistema de ensaio utilizando dois atuadores, ativados por uma bomba e com registros controlando o fluxo de óleo em sincronização com a aplicação de cargas, mostrou-se bastante eficiente. Pôde-se notar que na maior parte dos ensaios, a diferença entre cargas nos atuadores não ultrapassou 1%. Mas isso não ocorreu durante a fase de descarregamento, devido à falta de controle sobre as forças.
- Todos os modelos estruturais apresentaram inicialmente um comportamento elástico, até atingir o estado limite de serviço e o escoamento da mesa inferior do perfil. Durante a fase elástica, os modelos praticamente não apresentaram deslizamentos na interface aço concreto.

- As análises foram feitas baseando-se nos gráficos: Momento Fletor x Deslocamento no meio do vão, Momento Fletor x Deslizamento relativo e Momento Fletor x Deformação no perfil. Estes gráficos descreveram muito bem o comportamento à flexão de ambos os modelos. Entretanto, não foram identificados modos de ruína da laje nem da viga metálica.
- A alma do perfil próximo às aberturas, região de maior concentração de tensões, não apresentou nenhum problema de instabilidade.
- Durante os ensaios foi possível perceber que o escoamento do aço controla a resistência última da seção. No modelo VM-01, o perfil atingiu o escoamento, chegando à plastificação; entretanto, foi observado pouco grau de danificação do concreto. No protótipo VM-02, com aumento de 47,5% da área de aço devido ao acréscimo do perfil “U”, foi possível atingir cargas de ensaio maiores e notar um grau de fissuração da laje maior.
- Os ensaios das vigas mistas demonstraram satisfatoriamente um comportamento misto e resistência ao cisalhamento longitudinal. Isto confirma que a combinação da armadura transversal incorporada no concreto na região com abertura na alma aumenta significativamente a resistência ao cisalhamento. Mesmo após a movimentação das vigas para posicioná-las para o ensaio e a utilização de diversos pré-testes, ainda deve ter existido rigidez residual da ligação por aderência química entre o aço e o concreto, durante o ensaio final.
- O ensaio realizado com o perfil travado nas suas extremidades pelas cantoneiras comprovou ser mais eficiente do que o realizado com ligação aparafusada por meio de chapas, com melhor estabilização do sistema misto.

8.2.2.

Análise Comparativa Teórico-Experimental

- Os valores obtidos através do modelo teórico considerando a resistência plástica da seção mostraram-se satisfatórios para uma análise preliminar do comportamento geral do sistema misto.
- O protótipo VM-01 apresentou praticamente o mesmo comportamento elástico das previsões teóricas, atingindo 97% do momento resistente último esperado pelo modelo analítico. Já o modelo VM-02 atingiu 84% da capacidade resistente última prevista teoricamente.
- O modelo de viga mista, VM-01, atingiu 64,3% da sua capacidade resistente ao cisalhamento vertical. Já o protótipo VM-02, 84,5%.

8.3.

Recomendações para Trabalhos Futuros

Visando dar continuidade aos estudos seguindo a mesma linha de pesquisa, sugere-se:

- Estudar a interação entre o aço e o concreto por meio de ensaios experimentais de *push-out*, para a região com abertura preenchida com concreto. E assim, avaliar o comportamento e a resistência ao cisalhamento longitudinal. Também, analisar a contribuição das armaduras longitudinais, podendo variar a quantidade e posição por abertura.
- Melhorar o comportamento da ligação entre o aço e o concreto adicionando chapa soldada à alma do perfil na região do concreto. Isso faz com que a área de contato para o efeito “dowel” aumente, mas de modo a evitar tensão ao longo da espessura da alma.
- Elaborar uma análise teórica, numérica e experimental do comportamento e resistência de diferentes tipos de abertura na alma do

perfil. Podendo-se realizar um estudo paramétrico e avaliar a melhor configuração geométrica, levando-se em consideração a rigidez, a resistência última à flexão e a resistência ao cortante vertical e longitudinal.

- Realizar avaliação do conforto humano (vibrações excessivas).
- O sistema proposto foi ensaiado em temperatura ambiente. Sugere-se estudar o comportamento das vigas mistas em situação de incêndio.
- Ensaiai dois modelos em escala real, solidarizados por meio de uma capa de concreto, simulando a situação real de uso do sistema em obras.
- Avaliar comparativamente os custos de fabricação do sistema proposto com sistemas alternativos de vigamentos de piso.