



Análise de Estruturas Sanduíche

Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – FEC – UNICAMP

Autores: Marta Francisca Suassuna Mendes de Souza (Bolsista)

Prof. Dr. Nilson Tadeu Mascia (Orientador)

Cidade/Estado: Campinas/SP

Agência Financiadora: PIBIC/CNPq

Palavras Chave: Estruturas Sanduíche – Vigas – Tensões

1- Objetivos

O presente projeto visou estudar e analisar a composição e o comportamento estrutural das Estruturas Sanduíche. Através de intenso estudo bibliográfico, aliado a uma análise da conceituação teórica, tornou-se possível atingir os objetivos propostos.

2- Introdução

Estruturas sanduíche são estruturas compostas de duas faces finas de material resistente, separadas por uma camada mais espessa de material com menor densidade, que possui também menor rigidez e menor resistência. O uso desse tipo de estrutura vem se difundindo devido à sua capacidade de aliar alta rigidez à flexão e baixo peso.

A principal função das faces nesse tipo de estrutura é fornecer a rigidez à flexão e ao cisalhamento requeridas e suportar, por conseguinte, as cargas de flexão e de cisalhamento no plano. Dentre os materiais típicos utilizados na confecção das faces estão as ligas de alumínio, o titânio, o aço, os plásticos reforçados com fibras e a madeira compensada. Já no caso do núcleo, podem ser utilizados polímeros em espuma, borrachas sintéticas, madeira de baixa densidade e cimentos inorgânicos.



Figura 1 - Painéis Sanduíche.

3- Metodologia

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho incluiu, inicialmente, uma revisão bibliográfica teórica que contemplou as teorias de laminados, assim como as principais teorias ligadas às Estruturas Sanduíche, avaliando as suas propriedades mecânicas. Após isso, foram analisados o comportamento e a utilidade dessas estruturas através de um estudo das aplicações mais recentes.

4- Análise de Estruturas Sanduíche

4.1- Critérios de Resistência para Estruturas Sanduíche

Um dos objetivos de um critério de resistência é, através de um ensaio simples de ruptura por tração ou compressão, determinar parâmetros para que seja possível prever a ruptura desse material sob outras formas de tensão.

Os cinco principais critérios de resistência existentes para análise de compósitos são: *Critério da máxima tensão normal*, *Critério de Máxima Energia de Distorção*, *Critério de Tsai-Hill*, *Critério de Tsai-Wu* e *Critério de Hoffman*.

4.2- Modos de Falha para Estruturas Sanduíche

Existem diversos modos de falha em estruturas sanduíche, sendo os principais expostos a seguir:

• Escoamento ou ruptura das faces

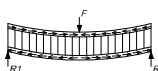


Figura 2 - Falha por escoamento ou ruptura das faces.

• Cisalhamento no núcleo

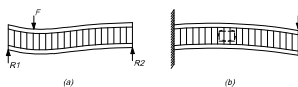


Figura 3 - Falha por cisalhamento no núcleo.

• Flambagem global do painel

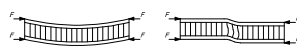


Figura 4 - Falha por flambagem global do painel.

• Deslocamento excessivo.

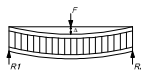


Figura 5 - Falha por deslocamento excessivo.

• Empenamento das faces (Wrinkling)

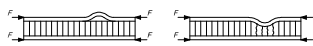


Figura 6 - Falha por Wrinkling das faces.

• Flambagem intracelular (Dimpling)



Figura 7 - Falha por flambagem intracelular da face (dimpling).

• Esmagamento do núcleo

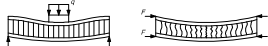


Figura 8 - Falha por esmagamento do núcleo.

5- Aplicações de Estruturas Sanduíche

• **Indústria Aeroespacial** : pás de rotor de helicóptero, bicos de aeronave, painéis de asas de aviões, dutos de ar e pisos de compartimento de cargas.

• **Indústria Militar** : construção de mísseis e veículos espaciais, além de superfícies de controle, antenas, tanques e contêineres.

• **Construção Civil**: vigas, lajes, mezaninos, passarelas, portas, fôrmas, divisórias, paredes, pisos e abrigos pré-fabricados.



Figura 9 - Casa com paredes sanduíche.

• **Indústria Automobilística**: os elementos estruturais na indústria automobilística estão exigindo cada vez mais a redução de peso sem diminuição da resistência mecânica e a estrutura sanduíche tem sido uma alternativa para esse fim.

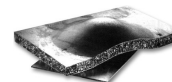


Figura 10 - Exemplo de espuma metálica utilizada entre chapas em painéis sanduíche para a indústria automobilística.

5 - Conclusão

As estruturas do tipo sanduíche têm sido vistas atualmente como uma nova classe de material, mais leve porém resistente, que desperta um grande interesse devido às suas grandes capacidades mecânicas. Trata-se, portanto, de um material inovador, que pode reduzir o peso final da estrutura em que for utilizado. Como mostrado, as estruturas sanduíche vêm sendo utilizadas nas mais diversas áreas, tais como aeroespacial, civil, automobilística e até na confecção de eletrodomésticos.

6 - Bibliografia Principal

- CALLISTER JR. W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- MENDONÇA, P. T. R. **Materiais compostos & Estruturas-sanduíche: projeto e análise**. Barueri-SP: Manole, 2005.
- <http://www.ufrgs.br/ldtm/publicacoes/06%2004.pdf>, acessado em 10/01/2009.