

INFLUÊNCIA DA RIGIDEZ INICIAL DE LIGAÇÕES COM CHAPA DE TOPO AJUSTADA NA ANÁLISE ESTRUTURAL

Ketellen Vieira de Arruda¹, Bruno Eizo Higaki¹

¹ Departamento de Engenharia Civil, Centro Universitário FEI

ketellenv@gmail.com; bruno.higaki@fei.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar a influência da rigidez inicial de ligações parafusadas viga pilar com chapa de topo ajustada na análise estrutural de pórticos planos de aço.

1. Introdução

A análise estrutural é uma etapa muito importante pois consiste em obter a resposta da estrutura às ações aplicadas. Segundo Paulin (2007), nos projetos em geral, as ligações são consideradas com um comportamento idealizado no qual se admite que elas podem se comportar como perfeitamente rígidas (engaste) ou perfeitamente flexíveis (rótula perfeita). A grande maioria das ligações utilizadas na construção em aço não se comporta como perfeitamente rígida ou perfeitamente flexível, mas como um estado intermediário, influenciando o comportamento global da estrutura. Devido a este fato, tem sido crescente a tendência de se considerar as ligações como semi-rígidas, ou seja, de levar-se em conta a rigidez real das ligações, buscando-se aproximar os resultados do comportamento real da estrutura.

Segundo a NBR8800:2008 é permitido de forma simplificada a consideração do comportamento idealizado de engaste ou rótula. A norma permite ainda que a rigidez inicial das ligações seja determinada de acordo com o método das componentes apresentado pelo Eurocode 3:2005 Design of steel structures – Part 1.8: Design of Joints.

Um tipo de ligação muito utilizado em estruturas metálicas é o do tipo viga pilar parafusada com chapa de topo ajustada (flush end-plate). Este tipo de ligação, que normalmente é classificada como semi-rígida, muitas vezes é tratada como ligação rígida na análise estrutural e, posteriormente, dimensionada para resistir o momento fletor solicitante sem considerar seu comportamento na determinação dos esforços internos solicitantes e na verificação dos deslocamentos.

2. Metodologia

Foram realizadas análises estruturais utilizando o software ANSYS 19.0 (2018), que é baseado no método dos elementos finitos (MEF). Foi estudado também o Eurocode 3 - Part1-8:2005, para a determinação da rigidez inicial pelo método das componentes.

A partir do estudo do método das componentes foi desenvolvida uma planilha eletrônica para o cálculo da rigidez inicial de ligações viga pilar com chapa de topo ajustada.

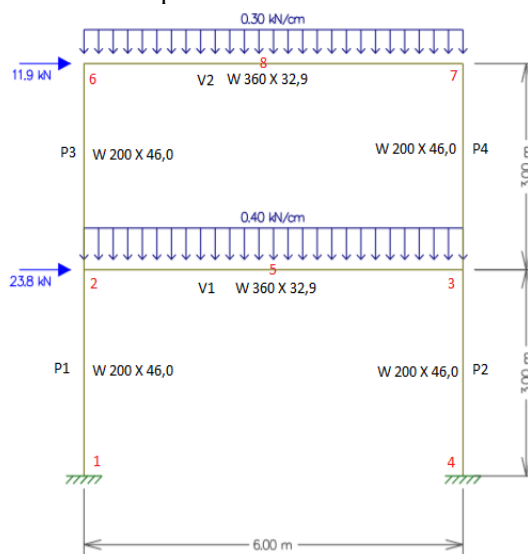
As estruturas definidas foram analisadas numericamente via método dos elementos finitos

considerando inicialmente as ligações com o comportamento idealizado. Com os resultados obtidos as ligações foram dimensionadas e sua rigidez inicial definida. Após isso, as estruturas foram novamente analisadas considerando o comportamento real das ligações.

3. Resultados e Discussões

O pórtico estudado é composto por 2 pavimentos com vão de 6 metros e pé direito de 3 metros em cada andar. Os pilares são perfis W 200 x 46,0, e as vigas perfis W 360 x 32,9. A Figura 1 ilustra a geometria, vinculação e carregamentos considerados para o pórtico estudado.

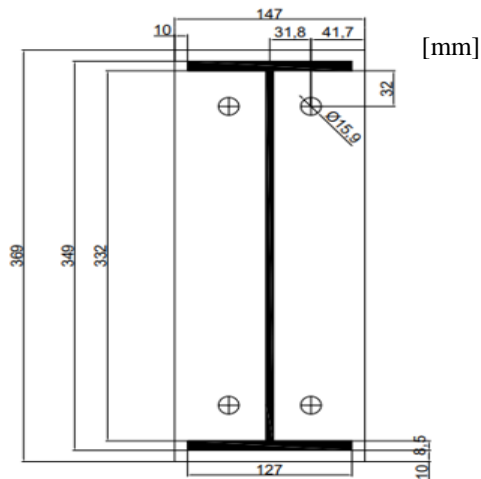
Figura 1 – Geometria, vinculação e carregamentos do pórtico estudado



Fonte: Autor

A chapa de topo da ligação do pórtico está ilustrada na Figura 2. As dimensões estão em mm. Os parafusos são da classe ASTM A325 com diâmetro de 15,90 mm ou 5/8". Foi considerada a espessura da chapa igual a 20 mm. De acordo com a metodologia do método das componentes e as dimensões da placa, a rigidez inicial da ligação foi de 1803461,68 kN.cm/rad. A Tabela 1 mostra o momento fletor resistente e o solicitante da ligação e a validação da chapa de topo, pois só poderá ser utilizada caso seu momento resistente seja maior que o solicitante.

Figura 2 - Chapa de topo ajustada com unidades em mm



Fonte: Autor.

Tabela 1 - Verificação da validade da chapa de topo

Mj,Rd [kN.cm]	9200,00
Mj,Sd [kN.cm]	8836,00
Verificação	CHAPA DE TOPO VALIDADA

Fonte: Autor.

Inicialmente a estrutura foi analisada considerando suas ligações rígidas, que ocasionou um momento fletor na ligação viga-pilar de 12915,00 kN.cm. Ao considerar a rigidez secante de 901730,81 kN.cm/rad o momento fletor reduziu para 8836,00 kN.cm, esforço no qual se validou a chapa de topo.

A Tabela 2 mostra os momentos fletores das duas análises e suas diferenças em porcentagem.

Tabela 2 - Comparação entre os momentos fletores do pórtico com ligação rígida e com rigidez determinada

Nós	Local	Localização	Pórtico II Não Linear Geométrico			Diferença (%) Rígido X Rigidez Calc.	Diferença (%) Rotulado X Rigidez Calc.
			Rígido Momento [kN.cm]	Rigidez Calculada Momento [kN.cm]	Rotulado Momento [kN.cm]		
1	Pilar P1	BASE	-1448,30	-2774,60	-8518,70	91,58	-67,43
2	Pilar P1	TOPO	-1744,70	-903,58	-2194,00	-48,21	-59,13
2	Viga V1	ESQUERDA	-7286,3	-4529,50	0,00	-37,84	∞
5	Viga (Momento Máximo) V1	VIGA V1	7983,10	11366,00	18044,20	42,38	-37,01
3	Viga V1	DIREITA	-12915,00	-8836,40	0,00	-31,58	∞
3	Pilar P2	TOPO	6158,60	4176,00	-2452,50	-32,19	-270,28
4	Pilar P2	BASE	-4598,00	-4645,80	-7901,40	1,04	-41,20
2	Pilar P3	BASE	5550,10	3634,00	-2193,70	-34,52	-265,66
6	Pilar P3	TOPO	-5464,00	-3241,80	0,00	-40,67	∞
6	Viga V2	ESQUERDA	-5458,20	-3236,80	0,00	-40,70	∞
8	Viga (Momento Máximo) V2	VIGA V2	6909,00	9000,30	13522,60	30,27	-33,44
7	Viga V2	DIREITA	-7907,90	-5963,80	0,00	-24,58	∞
7	Pilar P4	TOPO	-7913,80	5969,70	0,00	-24,60	∞
3	Pilar P4	BASE	-6766,50	-4669,30	-2452,60	-30,99	90,38

Fonte: Autor.

As maiores diferenças entre o pórtico rígido e com rigidez determinada estão nos nós 1 (base do pilar P1) acréscimo de 91,58%, 5 (momento máximo da viga V1) acréscimo de 42,38%, e 8 (momento máximo da viga V2) acréscimo de 30,27%. Esses acréscimos nos momentos são importantes pois influenciam no dimensionamento da estrutura e relatam a importância da consideração da rigidez inicial da estrutura.

4. Conclusões

Houve influência considerável da determinação da rigidez inicial calculada nos momentos fletores do pórtico. Os pontos onde houveram as maiores diferenças foram a base do pilar P1 e os momentos máximos das vigas V1 e V2. A consideração da rigidez inicial reduziu consideravelmente os momentos fletores nas ligações viga-pilar.

A determinação da rigidez inicial também influenciou na chapa de topo da ligação do pórtico, pois o maior momento nas ligações viga-pilar passou de 12915,00 kN.cm considerando as ligações rígidas, para 8836,00 kN.cm considerando a rigidez inicial das ligações, validando a chapa de topo.

Ao considerar uma ligação semi-rígida a distribuição de momento fletor da estrutura muda completamente daquela considerada como ligação rígida. No pórtico estudado, houve um aumento dos momentos máximos das vigas, o que acarreta em um subdimensionamento caso a estrutura fosse considerada com ligações rígidas. Já comparando com as ligações rotuladas, as ligações semi-rígidas apresentaram momento inferior nos momentos máximos das vigas, acarretando em um superdimensionamento caso a estrutura fosse considerada com ligações rotuladas.

5. Referências

- ABNT NBR 8800:2008. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios. Rio de Janeiro, 2008.
- EUROCODE 3, EN 1993-1-8 Design of steel structures – Part 1.8: Design of Joints, (“stage 49 draft”). Central Secretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brussels, 2005.
- PAULIN, Michelle Magalhães. Estabilidade em Estruturas de Aço. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

Agradecimentos

À instituição Centro Universitário FEI por possibilitar a realização da pesquisa e ao CNPq pela concessão da bolsa.

¹ Aluno de IC do CNPq. Projeto com vigência de 08/17 a 08/18.