

ESTUDO NUMÉRICO SOBRE A INFLUÊNCIA DO ESFORÇO AXIAL NO COMPORTAMENTO DE ISOLADORES DE BASE DO TIPO HDRB

Braz César, M.T.¹; Carneiro de Barros, R.²

¹Asistente

Departamento de Mecânica Aplicada
Instituto Politécnico de Bragança

²Prof. Associado

Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



RESUMO

Neste estudo apresenta-se um modelo numérico utilizado no código de cálculo ABAQUS para a análise de elastómeros. Este modelo foi utilizado para estudar o comportamento de isoladores sísmicos para estruturas de edifícios (isolamento de base do tipo HDRB). Numa primeira fase valida-se o modelo numérico através da comparação com resultados experimentais e posteriormente efectua-se um estudo paramétrico para avaliar a sensibilidade destes dispositivos relativamente ao nível de esforço axial aplicado.

1- INTRODUÇÃO

A introdução de dispositivos de isolamento sísmico nos edifícios de elevada importância socio-económica começa a ser uma realidade em Portugal. Esta observação torna-se mais importante à medida que se vai generalizando a utilização da nova regulamentação europeia, nomeadamente o Eurocódigo 8 (EC8).

Nos últimos anos foram elaborados bastantes estudos sobre isolamento de base para verificar e desenvolver as suas potencialidades no sentido de prevenir/diminuir os danos provocados pelos sismos de elevada magnitude.

Desde o sismo de Kobe (1995), a utilização de isolamento sísmico revelou-se como um dos processos mais seguros de

controlo de vibrações em estruturas de edifícios devido ao seu carácter passivo e ao reduzido custo relativamente a outras soluções mais complexas.

Essencialmente, o sistema de isolamento pretende reduzir a resposta sísmica da estrutura nas componentes da aceleração e dos deslocamentos relativos para que a frequência da estrutura, que é determinada pela rigidez dos isoladores, se afaste da gama de frequências predominantes nas acelerações sísmicas. Simultaneamente, o amortecimento dos isoladores, constituídos por elastómero natural (NRB), elastómero com alto amortecimento (HDRB) ou elastómero com núcleo de chumbo (LRB), deve ser escolhido para garantir a referida redução de acelerações e deslocamentos no conjunto estrutura/isolador.

Os materiais que constituem estes dispositivos (elastómeros) apresentam algumas vantagens relativamente a outros materiais: (1) podem acomodar grandes deformações (superiores a 100% para tensões simples); (2) A lei constitutiva tensão-extensão apresenta um comportamento altamente não-linear; (3) apresentam um comportamento praticamente incompressível. Os ensaios experimentais elaborados por diversos investigadores/laboratórios que estudaram o comportamento destes dispositivos e a sua modelação numérica, permitiram aferir que os elastómeros utilizados nos isoladores apresentam um comportamento hiperelástico.

Este comportamento pode ser definido através da energia potencial de deformação (“strain energy potential”), que corresponde à modelação utilizada na ferramenta numérica (ABAQUS) utilizada no presente estudo, e que define a energia acumulada no material por unidade de volume de referência (volume inicial). O software apresenta várias formulações baseadas nesta metodologia (Odgen, Mooney-Rivlin, etc.) para simular o comportamento isotrópico e quase incompressível dos elastómeros que constituem os isoladores.

Os modelos numéricos foram desenvolvidos e realizados no código do pacote ABAQUS e tiveram como suporte os trabalhos elaborados por vários autores e os resultados obtidos em espécimes ensaiados em laboratório.

No entanto, os isoladores sísmicos colocados na base de um edifício podem instabilizar devido à variação do esforço axial durante a ocorrência de um sismo de grande intensidade.

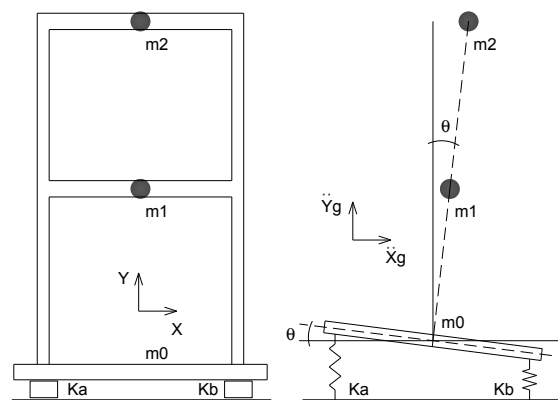


Fig 1 – Modelo estrutural do edifício com isolamento de base.

Esta variação, relacionada com a componente vertical da acção sísmica, com a geometria do edifício e com as características do dispositivo, pode provocar um aumento significativo do momento derrubador, condicionando a estabilidade global da estrutura, conforme ilustrado na Figura 1.

Este aspecto pode condicionar a utilização destes dispositivos em estruturas que, pela sua geometria e/ou pelas características da acção sísmica, possam potenciar o aparecimento de tracções no isolador ou uma diminuição brusca do esforço axial.

Assim, os objectivos deste trabalho são bipartidos: (1) pretende-se validar o modelo analítico utilizado para simular os isoladores do tipo HDRB (“High Damping Rubber Bearings”) através do software comercial ABAQUS e (2) pretende-se avaliar o comportamento dinâmico destes dispositivos para vários níveis da componente vertical das cargas gravíticas (carga axial).

Depois de uma breve descrição dos dispositivos e das suas propriedades físicas, apresentam-se os resultados experimentais de um dispositivo e a correspondente formulação numérica. Validam-se os resultados experimentais e procede-se ao estudo da importância da variação do nível de esforço axial no comportamento do isolador. Finalmente, são apresentados os resultados mais importantes e as conclusões das análises numéricas elaboradas.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho enquadra-se na actividade preliminar de investigação do projecto COVICOCEPAD, projecto de investigação coordenado pelo segundo autor, e serve de apoio para a modelação que os autores pretendem utilizar no estudo e/ou melhoramento do comportamento dinâmico de algumas estruturas, cujo âmbito se enquadra nos trabalhos de investigação do desempenho dinâmico de estruturas sujeitas a acções dinâmicas.

REFERÊNCIAS

- ABAQUS Inc., Getting Started with ABAQUS, USA, 2006.
- ABAQUS Inc., ABAQUS/Standard User's Manual, USA, 2006.
- Naeim, F., Kelly J.M., Design of Seismic Isolated Structures: from theory to practice, John Wiley and Sons, New York, USA, 1999.
- Kelly, J.M., A predictive model for the stiffness and damping properties of fiberreinforced bearings. Proc. third IAEA Research Co-ordination Meeting, Hertford, UK, 1998.
- Alhan, C., Gavin H., Parametric Analysis of Passive Damping in Base Isolation, 16th ASCE Engineering Mechanics Conference (July 16-18, 2003), University of Washington, Seattle, USA, 2003.
- Fuller, K.N.G., Gough, J., Ahmadi, H.R., FE analysis of seismic isolators: comparison with experimental results". Proc. third IAEA Research Co-ordination Meeting, Hertford, UK, 1998.
- Ahmadi, H.R., Coveney, V.A., Fuller, K.N.G., High damping natural rubber for seismic isolation bearings , Transactions of 11th conference on Structural Mechanics in Reactor Technology, (Tokyo, August 1991) volume K2, p.151, 1991.
- Soong, T.T., Dargush G.F., Passive Energy Dissipation Systems in Structural Engineering, 2nd edition, John Wiley & Sons Ltd., Chichester, West Sussex, England, 1999.
- Davies, C.K.L., De, D.K., Thomas, A.G., Characterisation of the behaviour of rubber for engineering design purposes (1) Stress and strain relations, Rubber Chem. Tech., 67, 716, 1994.
- Forni, M., Martelli, A., Dusi, A. and F. Bettinali, 1996, Status of Italian Test Data on Seismic Isolators and Comparison with Computer Predictions: Analysis of HDRBs, Proceedings, The First Research Coordination Meeting Held in San Petersburg, Russian Federation, 27-31 May, Report IAEA-RC-624 (IWGFR/94), Vienna, Austria, 1996.