

ÁRAMLÁSBA HELYEZETT RUGALMASAN FELFÜGGESZTETT SÍKLAP DINAMIKÁJÁNAK ANALITIKUS VIZSGÁLATA

Szabó Zsolt¹

¹BME, Műszaki Mechanikai Tanszék, 1521 Budapest
szazs@mm.bme.hu

Zelei Ambrus²

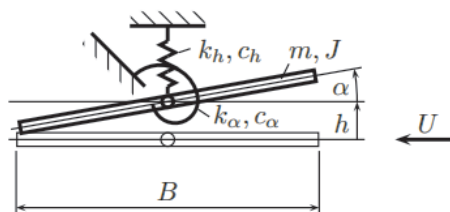
²MTA-BME Gépek és Járművek Dinamikája Kutatócsoport
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5. MM épület
zelei.ambrus@gmail.com

Szabó Gergely³

³Pont-TERV Zrt., 1119 Budapest, Thán Károly u. 3-5.
mr.gergely.szabo@gmail.com

Áramlásba helyezett testek jellegzetes dinamikai viselkedést mutatnak az áramlási illetve geometriai paraméterek értékeitől függően. Ilyen tipikus viselkedés a villanyvezetékek csapkodó, táncoló mozgása (*galloping*), vagy a karcsú, nagy fesztávú hídszerkezetek belebegése (*flutter*), valamint az örvényleválás okozta gerjesztés következtében kialakuló mozgás [1].

A következőkben a belebegésszerű stabilitásvesztés analitikus leírasi lehetőségeit tekintjük át egy síklapra ható áramlási erők figyelembe vételével. Ehhez az 1. ábrán látható l hosszúságú, B szélességű és elhanyagolható vastagságú, m tömegű homogén síklemez síkmozgását vizsgáljuk az U sebességű, ρ sűrűségű, ideális síkáramlásban. A síklap a súlypontjában k_h illetve k_α merevségű lineáris illetve torziós rugókkal van felfüggesztve, ezen rugók csillapítási tényezőit c_h illetve c_α jelöli. A síklapnak a súlypontján átmenő, a mozgás síkjára merőleges tehetetlenségi főtengelyre számított tehetetlenségi nyomatéka J .



1. ábra

A súlypont egyensúlyi helyzetétől mért függőleges $q_1 = h$ elmozdulását és $q_2 = \alpha$ szögelfordulását véve általános koordinátáknak, valamint eltekintve a vízszintes irányú mozgásoktól, a síklemez mozgásegyenlete a következő alakot ölti:

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & J \end{bmatrix} \ddot{\mathbf{q}} + \begin{bmatrix} c_h & 0 \\ 0 & c_\alpha \end{bmatrix} \dot{\mathbf{q}} + \begin{bmatrix} k_h & 0 \\ 0 & k_\alpha \end{bmatrix} \mathbf{q} = \begin{bmatrix} L_h(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}, U) \\ M_\alpha(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}, U) \end{bmatrix}, \quad (1)$$

ahol a jobboldali általános erővektor a síklapra ható áramlásból eredő erők súlypontba redukáltjának L_h függőleges irányú erő komponensét és M_α nyomatékát tartalmazza, melyek természetesen a zavartalan U megfúvási sebességtől is függenek. Ideális kvázi-stacionárius áramlásban, a síklap \dot{h} sebessége által befolyásolt γ relatív megfúvási szög kifejezésével és a Zsukovszkij-transzformáció alkalmazásával ezekre a következőket kapjuk [2]:

$$L_h = \frac{U}{U_{rel}} \frac{\rho}{2} U_{rel}^2 B l 2\pi \sin \gamma, \quad M_\alpha = \frac{B}{4} \frac{\rho}{2} U_{rel}^2 B l \pi \sin 2\gamma \approx \frac{B}{4} L_h, \quad (\gamma = \alpha - \arctan \frac{\dot{h}}{U}, U_{rel}^2 = U^2 + \dot{h}^2). \quad (2)$$

A fenti kifejezéseket α és \dot{h} szerint linearizálva illetve adott fokig sorba fejtvé és visszaírva a mozgásegyenletbe elvégezhető a stabilitásvizsgálat megfelelő lépései, és előállíthatók a dimenziótlanított stabilitástérképek illetve bifurkációs diagramok.

HIVATKOZÁSOK

- [1] BORRI, C., COSTA, C.: *Bridge Aerodynamics and Aeroelastic Phenomena: Chapter 1: Bridges*. CISM 2006 – Wind Effects on Buildings and Design of Wind-Sensitive Structures, (2006), Lecture notes.
[2] GRUBER, J., BLAHÓ, M.: *Folyadékok mechanikája*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.