

RUGALMASAN FELÜGGESZTETT HÍDMODELLRE HATÓ AERODINAMIKAI ERŐK KÍSÉRLETI MEGHATÁROZÁSA MONTE CARLO MÓDSZERREL

Zelei Ambrus¹

¹MTA-BME Gépek és Jarművek Dinamikája Kutatócsoport, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5. MM épület
zelei.ambrus@gmail.com

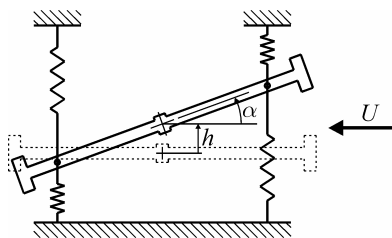
Szabó Zsolt², Stépán Gábor³

^{2,3}BME, Műszaki Mechanikai Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 5. MM épület
szazs@mm.bme.hu, stepan@mm.bme.hu

Szabó Gergely⁴

⁴Pont-TERV Zrt, 1119, Budapest, XI. Thán Károly utca 3-5.
mr.gergely.szabo@gmail.com

Nagy fesztávolságú hídszerkezetek esetén a szilárdsági követelmények kielégítése nem jelenti a szerkezet megfelelőségét, ezen kívül az alakváltozási követelményekre is nagy hangsúlyt kell fektetni. Ezen kívül a hídra ható áramlási eredetű hatásokat is figyelembe kell venni ahhoz, hogy a megépített híd veszélyes mértékű lengései elkerülhetők legyenek. Karcsú, rugalmas szerkezetű hidak többféle aerodinamikai hatás miatt jöhetnek lengésbe, ezek közül az egyik leggyakrabban előforduló jelenség a belebegés (flutter instabilitás) [1-4]. Flutter jelenség akkor léphet fel, ha rugalmasan rögzített síklap szerű testre a síkkal közel párhuzamos áramlás hat, (1. ábra). A belebegésre való hajlamot kisminta kísérletekből meghatározott ún. flutter derivatívumok kiszámításával jósolják meg [1-4].



1. ábra

Az áramlásba helyezett hídszekció modell függőleges h elmozdulásra és α szögelfordulásra képes az 1. ábrán látható módon, ahol szaggatott vonallal az egyensúlyi helyzetet jelöljük. A rendszer linearizált mozgásegyenlete:

$$\mathbf{M}\ddot{\mathbf{q}}(t) + \mathbf{C}\dot{\mathbf{q}}(t) + \mathbf{K}\mathbf{q}(t) = \mathbf{Q}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}, U), \quad (1)$$

ahol $\mathbf{q} = [h, \alpha]^T$ az általános koordináták vektora, $\mathbf{M}$ a tömegmátrix, $\mathbf{C}$ a csillapítási mátrix, $\mathbf{K}$ a merevségi mátrix és $\mathbf{Q}$ az áramlásból származó általános erőket tartalmazó vektor. Az $\mathbf{M}$, $\mathbf{C}$ és $\mathbf{K}$ mátrixok ismertek, a hídmodellre ható felhajtóerőt és nyomatékot az U szélesség, és a $\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}$ állapotváltozók függvényében kell mérésből meghatároznunk. Az [1-4] szakirodalom alapján feltételezzük, hogy az áramlásból származó erők lineárisan függenek az állapotváltozóktól, a lineáris együtthatók pedig az U szélesség függvényei:

$$\mathbf{Q}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}}, U) = \begin{bmatrix} h_1(U)\dot{h}(t) + h_2(U)\dot{\alpha}(t) + h_3(U)\alpha(t) + h_4(U)h(t) \\ a_1(U)\dot{h}(t) + a_2(U)\dot{\alpha}(t) + a_3(U)\alpha(t) + a_4(U)h(t) \end{bmatrix}. \quad (2)$$

A (2) ben szereplő h_j és a_j együtthatókat a Monte Carlo módszer segítségével határozzuk meg. A (2) egyenletet négy véletlenszerűen választott eltérő időpontban felírva lineáris egyenletrendszer adódik, amelyből a h_j és a_j együtthatók számíthatók. A tapasztalat azt mutatja, hogy az így kapott eredmények igen pontatlanok, azonban a számítás nagy számú megismétlésével az átlagértékek megbízható eredményt adnak. A módszer előnye, hogy algoritmizálása lényegesen egyszerűbb a szakirodalom által javasolt módszerekénél. Eredményeinket a szakirodalomban ajánlott más módszerekkel kapott eredményekkel vetjük össze.

HIVATKOZÁSOK

1. Theodorsen, T.: *General theory of aerodynamic instability and the mechanism of flutter*. National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), Washington, D. C., 1934, Technical Report No. 496, pp. 413-433, 1935.
2. Borri, C., Costa, C.: *Bridge Aerodynamics and Aeroelastic Phenomena: Chapter 1: Bridges*. CISM 2006 - Wind Effects on Buildings and Design of Wind-Sensitive Structures, Lecture notes.
3. Piña, R. B.: *Extraction of aeroelastic coefficients for bridge decks from small-scale wind tunnel tests*. Civil Engineering. Master's Theses, Northeastern University, 2009. <http://hdl.handle.net/2047/d10019066>.
4. http://www.tu-harburg.de/sdb/Diplomarbeiten/Diplomarbeiten/Master_Thesis_Avasar.pdf. Master Thesis, Institut für Baustatik & Stahlbau, Technische Universität Hamburg-Harburg.