LA SEMBLANÇA MECANICA I ELS ASSAIGS AMB MODELS

La teoria de la semblança mecànica fou ideada per NEWTON. Com és sabut, consisteix a construir models de tamany més petit, però del tot semblants geomètricament, a l'objecte del qual volem avalorar determinades característiques. Per assaigs amb els models, determinem les valors numèriques dels efectes que desitgem conèixer i mitjançant relacions que provenen de la proporcionalitat entre el model i l'original, traspassem a aquest els efectes calculats.

En la construcció dels vaixells i avions això té gran importància, especialment pel que es refereix al càlcul de la resistència a l'avenç. Si bé hi han mitjans per conèixer-la un cop construïts [1], resulta molt més interessant saber el seu valor en projectar-los, car així podem posar-los en condicions de què sigui mínima.

En el que segueix, aplicarem la teoria de la semblança mecànica al cas dels vaixells.

A París, per tal d'efectuar els assaigs amb models, hi ha un canal de 60 m de llarg i 10 m d'ample, amb una fondària de 4'50 m. Als costats són estesos uns carrils, sobre dels quals passa una plataforma de planxa metàl·lica, moguda elèctricament, en la que hi ha fixat el model per mitjà d'un aparell que registra: la resistència (assenyalada per la tensió d'una molla) els temps i els espais recorreguts.

El model que, com hem dit, ha d'ésser geomètricament semblant, ha de tenir, demés, semblança cinemàtica i mecànica, o sigui en els temps i en les masses, semblança que referirem a la geomètrica, com a continuació s'indica.

Siguin L, T i M les dimensions fonamentals del vaixell, i L_m, T_m i M_m, les del model.

Els coeficients de proporcionalitat seran:

$$\frac{L}{L_m}=l \qquad \frac{T}{T_m}=t \qquad \text{i} \qquad \frac{M}{M_m}=m$$

[1] Per exemple en els vaixells, remolcant-los amb un cable que porti un dinamòmetre inscriptor. La tensió marcada és la resistència que oposen a moure's. Així ho féu M. FROUDE (1871), qui remolcà el "Greyhount" per l'"Active".

Càlcul de la relació entre m i l.

Observem que tant el model com l'original estan en l'aigua, de manera que les densitats seran iguals en els dos sistemes:

$$d = 1 = \frac{M}{L^3} = \frac{M_m}{L_m^3}$$

(puix, com ja sabem, les dimensions de la densitat són $[ML^{-3}]$.

Deduïm, doncs:

$$m = \frac{M}{M_m} = \frac{L^3}{L_m^3} = l^3$$

Relació entre t i l.

Com que els dos sistemes estan subjectes a la gravetat, és evident que tindrà el mateix valor per a ambdós.

$$\frac{L}{T^2} = \frac{L_m}{T_m^2}$$

car les dimensions de la gravetat, que no és res més que una acelleració, són $[LT^{-2}]$; de manera que:

$$t = \frac{T}{T_m} = \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{L_m}} = \sqrt{l}$$

Construït el model geomètricament semblant al vaixell projectat, l'hem de lastrar fins a aconseguir que pesi $\frac{M}{l^3}$ segons ens indica la relació entre m i l, amb la qual cosa s'esfondrarà dintre de l'aigua un puntal que valdrà el de l'original dividit per l.

Ara bé, a quina velocitat hem d'arrossegar el model?

Calculem la relació de velocitats. (Emprarem, com abans, el subíndex m, per designar les dimensions o qualitats inherents al model):

$$\frac{V}{V_m} = \frac{L\ T^{-1}}{L_m\ T_m^{-1}} = \frac{L\ T_m}{L_m\ T} = l.\ \frac{1}{t} = \frac{l}{t} = \frac{l}{\sqrt{l}} = \sqrt{l.}$$

de manera que l'estirarem a una velocitat V_m, igual a la velocitat de la qual volem averiguar la resistència, dividida per $\sqrt{l}$ (arrel quadrada de la relació d'eslores) o sigui:

$$V_m = V : \sqrt{l}$$

Experimentem i trobem la resistència del model, que hem de referir a l'original. La resistència és una força i com que força = massa $\times$ acceleració, les seves dimensions seran: [LMT^{-2}] i la raó de semblança:

$$l_m \, T^{-2} = l.l^3 (\sqrt{l}\,) = \frac{l.l^3}{l} = l^3$$

que és, precisament, la mateixa relació que hi ha entre les masses; per tant, la resistència *per tona de desplaçament* és igual en el model que en l'original.

Els resultats així trobats per experimentació directa no difereixen molt. S'ha de tenir, però, en compte que les resistències oposades al moviment d'un vehicle per l'aigua són de naturalesa molt complexa. En primer lloc, tenim que la secció mestra del vaixell oposa una resistència a moure's proporcional al quadrat de la velocitat, exactament igual que qualsevol placa en un fluid. Aquesta resistència s'anomena d'ensopegament i val:

$$r_e = k.\ A^2.\ V^2$$

en què A^2 és l'àrea de la secció mestra.

En segon terme, s'ha de tenir present una resistència d'origen dinàmic. Tot cos que es mou adquireix un estat de balanceig, que si no és aminorat mitjançant una resistència que es diu deguda a la formació d'ondes, acabaria per fer enfonsar el vaixell. Tal resistència és proporcional a la quarta potència de la velocitat. La seva valor és:

$$r_0 = f \frac{M^{0'66}}{L} V^4$$

De més a més, hi ha la resistència dita de lliscament que és la que oposa la superfície mullada en moure's sobre l'aigua. Així com les altres s'ajusten bé amb els resultats obtinguts amb els models, aquesta última difereix sensiblement. Els resultats s'afinen molt més, recobrint el model amb una capa de parafina, el que li dóna certa semblança amb el pintat de les construccions navals.

Com ha pogut observar-se en l'anterior aplicació, els assaigs amb models són força interessants i és d'esperar que de la mateixa manera que s'han obert pas en la navegació marítima i aèria se n'obriran en altres branques, gràcies als positius milloraments que se'n poden derivar, sense necessitat d'unes despeses masse elevades.

LLUÍS AUGUET