

Inguratzen gaituen aluminioa

J. M. Rodriguez Ibabe (CEIT)

Diseinuaren ikuspuntutik pieza ala osagai bat egiteko materiala aukeratzea aldagai desberdinen araberakoa da. Aldagai horien analisia errazteko, bi talde desberdinetan banaturik kontsideratuko dira. Lehen taldean, piezak eduki beharko dituen ezaugarriekin (mekanikoekin, elektrikoekin, korrosioarekiko portaerarekin eta abarrekin) erlazionaturik dauden baldintza batzuk kontutan hartzen dira. Bigarrenetan aldiz, materialaren prezioarekin erlazionaturik daudenak kontsideratuko dira. Bi talde horiek batera kontutan hartuz, kasu bakoitzerako behar den material egokiena aukeratzen da.

Egunero gertatzen denarekin konparatuz, lehen esandakoa beharbada sinplegia da. Askotan materialaren lorpen-prozesuak, ezaugarriak eta prezioa erlazionaturik daude. Hauetako adibide batzuk zenbait konposite-mota desberdinetan daude. Lorpen-prozesuak oraindik oso bereziak direnez, zenbait konposite garestiegi da eta ondorioz, berauek erabiltzea nahikoa mugatuta dago. Aldiz, produktu horiek gero eta gehiago erabiltzen baldin badira, produkzioa igo-

takoan materialaren prezioa jaitsi egingo da. Gainera, nahiz eta beraien ezaugarri teknologikoak hobetu gabe mantendu, prezioa jaitsita beste materialekin konparatuz konkurrentzialtasuna handiagotu egingo da. Ikusten denez, prozesua ziklikoa da.

Une honetan konpositeekin gertatzen ari dena ez da berria. Lehen ere beste materialekin gauza bera gertatu zen eta aluminioaren kasua horren adibidetzat kontsidera daiteke. Artikulu honetan aluminioaren eboluzioa kontutan hartuko da. Adibide hau zenbait konposite eta



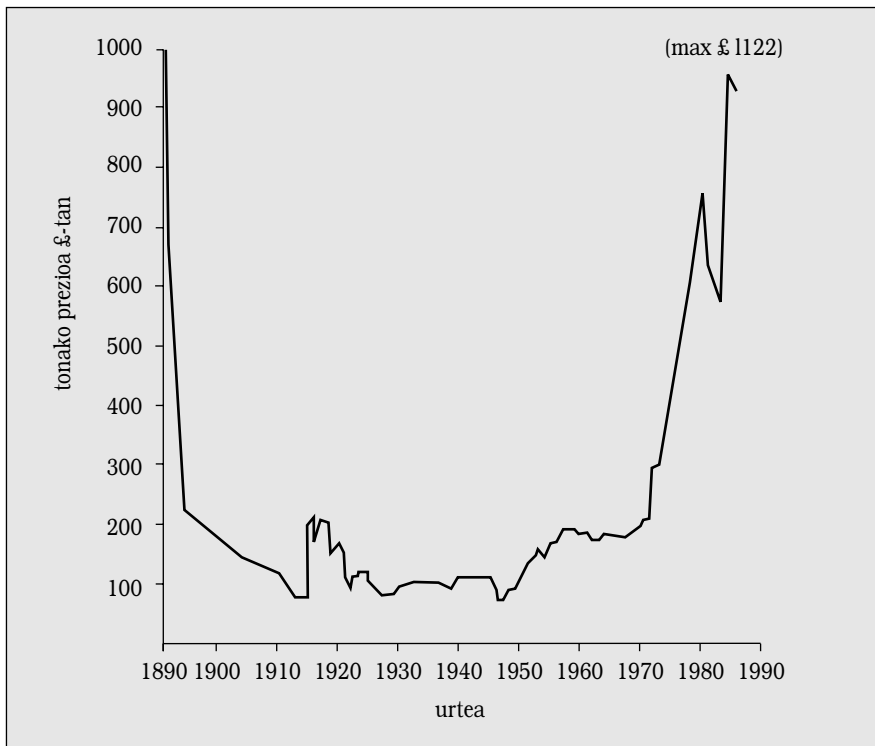
INSTALLUX



material berritan jarritako esperantzaren eta oraindik duen erabilpen eskasaren artean dauden desorekak ulertzeko oso lagungarria izango da.

Sukaldaritzarako tresnetatik hasita, leihoak, automobilaren eta gainerako garraio-sistema desberdinen zati eta osagaietatik edateko latetaraino, une honetan egunean zehar aluminioz egindako piezarik ez erabiltzea ia ezinezkoa da. Hala ere aluminioa ez da aspaldidanik erabilitako materiala; bere historia joan den mendearen erdian hasi baitzen.

Aluminioa ez da izadian libre egoten eta joan den mendearen hasiera arte ez zen ezagutu. 20.eko hamarkadan Friedrich Wöhler ikerlari alemanak lehenengo aluminiozko globuluak lortu zituen. Dena den, artean teknologikoki bidea urratu gabe zegoen eta beste 30 urte behar izan ziren aluminioa komertzializatzeko. 1854. urtean Sainte-Claire Deville kimikari frantsesa aluminio kloruroa potasioarekin tratatuz (potasioaren ordeztasun merkeagoa zen sodioa erabili zuen gero) aluminio-barrak komertzialki lortzen hasi zen eta hurrengo urte-



Aluminioaren prezio-aldaketak 1886. urteaz gero. Ikusten denez, 70.eko hamarkadatik aurrera krisi energetikoaren ondorioz aluminioaren prezioa nabarmen igo da.

an Pariseko Erakusketan aurkeztu zen produktu berri gisa.

Devilkek erabilitako prozeduragatik aluminioa oso garestia zen eta garai hartan material berri hori zilar gisa kontsideratzen zen. Horren ondorioz hurrengo 30 urteetan urteko munduko produkzioa ez zen hiru tonara iritsi. Garai hartan kopuru handiagoa produzitzeko zeuden arazoak ez ziren teknologikoak; ekonomikoak baizik. Aluminioaren prezioa hain altua zelako, erabilpena guztiz mugatua zen. Dena den,

garai hartan ikertzaileek etorkizun handiko materiala zela kontsideratzen zuten (historia hau zenbait konposite eta aleazio berrirekin errepikatzen ari da).

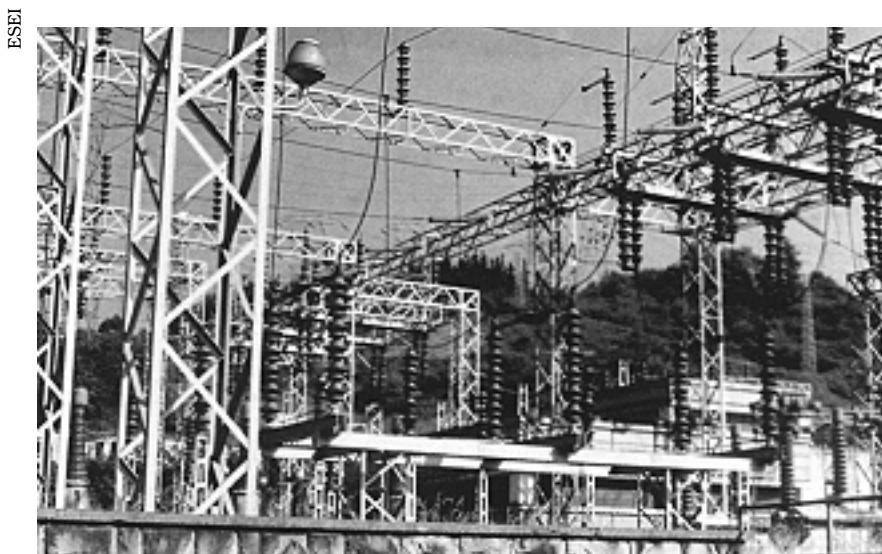
Aluminioaren prezioa jaisteko beste lorpen-bide bat asmatu behar zen eta hori ez zen gauzatu 1886. urterarte. Urte hartan eta independenteki, Charles Martin Hall iparramerikarrak eta Paul Louis Toussaint Hérault frantsesak aldi berean prozedura elektrolitiko bat asmatu zuten aluminioa lortzeko. Aluminio

oxidoa (alumina), kriolita deituriko mineralen disolbatuta, temperatura altuetan korrante elektriko baten bidez aluminioa eta oxigenoa eman ez deskonposatzen da. Hall/Hérault prozedura orain arte erabili da eta agerian dagoenez, elektrizitatearen garrantzia oso handia da. Beraz, aluminioaren garapena beste teknologi mota baten eboluzioaren menpekoa izan zen. Elektrizitatea merke eta ugari erabili ahal izan arte prozedura elektrolitiko kontutuan hartzea ez zen posible izan. Gaur egun ere, aluminio-tona bat lortzeko 15-18 MWh behar dira.

Prozedura berri horri esker aluminioaren prezioa nabarmen jaitsi zen (ikus irudia), baina hala ere salmenta oso mugatua zen. Hall-ek Pittsburgh hirian lantegi bat martxan jarri zuen aluminioa produzitzeko, baina berehala konturatu zen metala saldu gabe lantegian metatzen ari zela. Garai hartan bezero onena Pittsburgh-eko burdintza zen. Industria hartako teknikariak altzairu baten ezaugarriak egoera likidoan zegoenean aluminioa gehituta hobetu egiten zirela konturatu ziren. Dena den altzairu-tona batean oso aluminio gutxi behar denez, bistakoa da erabilpen horrekin aluminioaren merkatua nahikoa murrizta zela (harrigarria dirudi burdintza aluminioaren lehenetariko bezeroa izatea; orain arlo askotan altzairuaren eta aluminioaren (aluminio-aleazioen, noski) artean konpetentzia gogorra dago).

Ondorioz, lorpen-prozedura aldatuta metala merkeagotzea nahitaezko baldintza zen, baina hala eta guztiz ere horrekin erabilpena hedatuko zela ez zegoen baieztaturik. Horretarako merkatu berriak bilatu behar ziren eta kasu bakoitzean sortzen ziren arazo teknologiko berriei erantzuna eman behar zitzairen.

Merkatu berriak sortzeko aluminioaren ezaugarriak kontutan hartu behar ziren. Ezaugarrietan ondoko hauek dira garrantzitsuenak: dentsitate baxua (metal arina dela



Elektrizitatea garraiatzeko erabiltzen diren tentsio handiko airetako kableak aluminiozkoak dira.

Aluminioaren erabilpenak

Aplikazio elektrikoak: kobreakin konparatuz bere eroankortasun elektrikoa % 65ekoa da, baina bere dentsitate eta prezioa txikiagoak izanik, distantzia handiko sare elektrikoak osatzeko material egokiena da. Gaur egun, elektrizitatearen erdia aluminioan zehar garraiatzen da.

Industria kimikoak: bere korrosioarekiko portaera oso ona izanik, elikagaiak prozesatzeko eta ontziratze material aproposa da, altzairu herdoilgaitza baino merkeagoa delarik (askotan aluminioaren erabilpen garrantzitsuen aeronautika-arlokoa dela pentsatzen da eta materialaren ezaugarrien ikuspuntutik horrela da. Dena den, ALCOA-ren (munduko aluminio-produzitzailer handienaren) produkzioaren erdia edateko latak egiteko da).

Erabilpen estrukturalak: aluminio-aleazio batzuen erresistentzia/pisua/erlazioa oso ona da esturturetan beste material-motak ordezkatzeko. Gainera berauen korrosioarekiko portaera egokia izanik, mantenu-kostuak oso baxuak izaten dira. Aplikazio hauetarako Al/Mg/Si eta Al/Mg/Si/Mn aleazioak erabiltzen dira. Bestalde, estrusioaren bitartez geometria bereziak lor daitezke (honen adibide aluminiozko leihoetan erabiltzen diren sekzio bereziak dira). Talde honen barnean, leihoak, balkoizko barandak, manparak eta abar kontsidera daitezke.

Garraioa: arlo honetan trenen eraikuntzan, bai esturturetan bai barneko osagai desberdinetan (ateetan, maletak uzteko barretan, ...), aspalditik erabiltzen da aluminioa bere dentsitate baxuari esker. Automobiletan ere zenbait osagaitan pisua jaisteko asmoz aluminioa erabiltzen da (pistoi, karter, eta abarretan) eta beste zenbait aplikazioetan bere eroankortasun termikoa ona delako (bloketan, kulatetan). Dena den, nahiz eta bere dentsitatearen balioa oso interesgarria izan, karrozerietan altzairua ordezkatzuz, material nagusi izateko, oraindik ez da benetako alternatiba gisa kontsideratzen.

Aeronautika: aluminioaren garapena neurri handi batean aeronautikaren industriari esker gertatu da. Kobrea duten aleazioak (tratamendu termikoei esker berauen erresistentzia mekanikoa handia da) erruz erabili dira hegazkinetan. Hala ere, hurrengo urteetan zenbait konpositek hegazkinetako aluminio-kopuru handi bat ordezkatzeko. Dena den, azken hamarkadan Al/Li aleazio berriak garatzen ari dira eta honi esker aluminioak bere garrantzia arlo honetan mantentzeko (Airbus 320 hegazkin europarra adibidez, ohizko erresistentzia handiko aluminio-aleazioez gain, Al/Li aleazio berriez ere hornituta dago).

kontsideratzen da), korrosioarekiko portaera ona, eroale elektriko ona, konformatzeko (hau da, forma bereziak emateko) egokia eta beste metalekin aleatuz erresistentzia mekaniko onak ere lor daitezke (aplikazio gehienetan aluminioa beste elementuekin aleatuta egoten da).

Ezaugarri horiek kontutan hartuz, erraz uler daiteke aluminioaren hedapena XX. mendeko teknologia berriekin erlazionatuta dagoela. Bere dentsitatea txikia denez, hegazkinen fuselajerako lehenengo unetik material egokien gisa azaldu zen. Bere ezaugarri elektriko eta dentsitateari esker, elektrizitatea garraiatzeko erabiltzen diren tentsio

handiko airetako kableak aluminiozkoak dira. Beraz, aluminioaren erabilpen-hedapena ezin da beste teknologien edo aurrerapenen garapena kontutan hartu gabe ulertu.

Neurri handi batean aluminioaren garapen-teknologia (aleazio berriak, tratamendu termikoak, lotze-prozedurak eta abar) aeronautikarekin erlazionatu da. Arlo honetan material hau duela denbora gutxi arte jaun eta jabe izan da (etorkizunari begira zenbait konposite gero eta gehiago erabil daitezke). Aldiz, beste garraio-sistemetan aluminioaren hedapena ez da hain zabala izan. Hauetako adibide bat automobilena da.

Lehen aipatu denez, aplikazio berri bat azaltzen denean, askotan arazo teknologiko berriak sortzen dira. Automobilaren pisua jaisteko ahal den pieza eta osagai gehienak aluminioz egin nahi direnean hori gertatzen da. Hau da, pisua jaisteko asmoz ezin da zuzen-zuzenean orain arte altzairuzkoa zen pieza aluminioz egin, nahiz eta erresistentzia mantentzeko aluminio-aleazio egokia aukeratu. Ondoko arazo hauek aipa daitezke: xafra konformatzeko prozedurak eta tresneriak, gainazalaren bukaerako kalitatea, material desberdinen arteko soldadura eta korrosioa. Guzti hori kontutan hartuz, duela denbora gutxi Honda etxeak NSX deituriko kirol-automobilaren bertsio berezi bat kaleratu du. Ohizko bertsioan aluminio-portzentaia ez zen % 7tik gora igotzen, baina pisua jaisteko asmoz, karrozerian aluminioa erabiliz material honen portzentaia % 31ra igo zen, horrela karrozeriaren pisua 140 kg jaitsiz.

Bertsio hau kaleratzeko, karrozeriaren diseinu berria garatu zen, aluminioaren (hau da, aluminio-aleazioen) ezaugarri mekanikoak (erresistentzia, zurruntasuna, zailtasuna) altzairuarekin konparatuta oso desberdinak direla kontutan hartuz. Gainera, altzairuen xaflen





Airbus 320 hegazkin europarra, ohizko erresistentzia handiko aluminio-aleazioez gain, Al/Li aleazio berriez ere hornituta dago.

konformazioa oso landuta dago. Aldiz, aluminiozko xaflen konformazioak nahikoa berriak dira (aluminioaren estrusioa oso ondo menperatzen da, baina beste lorpen-prozesuekin ez da gauza bera gertatzen) eta horren ondorioz, automobila egin baino lehen aluminioaren forjaketan Honda etxeak sakon aztertu zuen. Gauza bera esan daiteke gainerako arazoez (xaflaren bukaerako kalitateaz, dimentsioen zehaztasunaz, soldaduraz eta abarrez).

Aluminiozko automobil berri hori kaleratu ondoren, Hondako tek-

nikarien esanetan oraindik arazo asko daude konpondu gabe. Altzairuzko xaflak konformatzeko dituen erraztasunak ezin dira aluminioaren ezaugarriekin konparatu eta produkzio-arloan lehia egin ahal izateko, forjaketarako tresneria (makinak, matrizeak, labaingarriak eta abar) egokitu egin behar dira.

Dena den, automobilaren karrozerietan erabiltzeko aluminioaren arazo handiena ez da teknologikoa; ekonomikoa baizik. Altzairuzko xaflen prezioa, aluminiozkoarekin konparatuz askoz merkeagoa da.

Beraz, kasu honetan ere lehen esandako beste aplikazioekin gertatzen zen bezalakoa da. Ondorioz, hurrengo urteetan arlo horretan ez dirudi aldaketa handia izango denik.

Amaitzeko, orain arte azpimarratu ez den honako ezaugarri garrantzitsua kontutan hartu behar da: aluminioa material birziklagarria da. Europako Elkartearen aginduen ondorioz, zenbait kasutan materialen aukeraketa birziklatzeko duen ahalmena kontutan hartuz egiten da. Ikuspuntu horretatik, aluminioa oso material egokia da. Zabortegetan bildu ondoren, bere urtze-tenperatura baxua delako (ez da 700 °C-ra iristen), aluminiozko txatarra erabiltzea nahikoa merkea da. Aldiz, altzairuarekin konparatuz, metal magnetikoa ez delako zabortegetan biltzea zailagoa da.

Laburbilduz, artikuluan zehar metalen artean altzairuaren ondoren gehien erabiltzen den aluminioaren eboluzioa kontutan hartu da. Nahiz eta orain ia eguneroko bizi-moduan pieza asko aluminiozkoak izan (ala besteak beste aluminioa ere zenbait osagaitan erabili), bere garapena beste teknologia eta faktoreen menpe dago. Besteak beste energiaren prezioaren gora-beherak aipatu behar dira (aluminioa lortzeko energia asko behar denez, honen prezioaren igoerak aluminioaren prezioa nabarmen igoarazten du). Beste kasu batzuetan, aluminioa erabiltzeak piezaren diseinuaren eta materialaren lantze-prozeduren ikuspuntutik aldaketak eta birplan-teamenduak eskatzen ditu. Automobilaren adibidean ikusi denez, horretarako urte askoko lana behar da. Neurri handi batean, azken urteotan konposite deituriko material berriekin ere horixe gertatzen ari da. Konpositeekin batez ere, baina material zeramikoa erabiltzeko kasu askotan produkzio-arloan tresneria eta diseinuak ere egokitu egin behar dira eta horretarako nahitaez denbora behar da.



Honda etxeak NSX deituriko kirol-automobilaren bertsio berezi bat kaleratu du. Ohizko bertsioan aluminio-portzentaia ez zen % 7tik gora igotzen, baina pisua jaisteko asmoz, karrozerian aluminioa erabiliz material honen portzentaia % 31ra igo zen, horrela karrozeriaren pisua 140 kg jaitsiz.