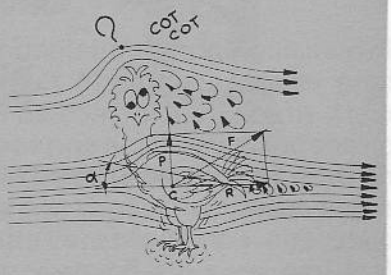
PORTANZA E RELATIVO COEFFICIENTE DI PORTANZA

Alcuni solidi, orientati in un certo modo rispetto al vento relativo sviluppano azioni aerodinamiche che danno anche risultanti dirette verso l'alto. Quando queste forze uguagliano il peso del corpo o lo superano, questi può anche sollevarsi....ovvero qualche volta anche i polli volano.



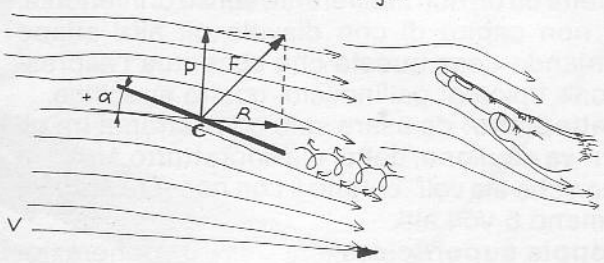
Avete mai provato, viaggiando in auto, a tenere una mano fuori dal finestrino, tesa contro il vento? Finché la mano mantiene un assetto praticamente parallelo all'aria che l'investe se ne sta diritta come l'avete messa, ma appena provate ad alzare le dita assieme verso l'alto cominciate a sentire una spinta che, se non forzate il movimento con il polso, manterrà la vostra mano in assetto decisamente cabrato. Se accelerate ancora la macchina, la mano si alzerà ma non supererà una certa inclinazione. Viaggiando invece a velocità costante manterrà un certo assetto finché non varierete ancora la vostra velocità.

Paragoniamo la nostra mano ad una superficie piana e vediamo cosa sta succedendo in una situazione analoga. Supponendo nullo l'attrito dell'aria che si avrebbe dallo scorrimento della stessa sulla superficie, investiamo il nostro piano con un flusso parallelo ad esso. Nessuna forza interviene a modificare l'assetto della nostra superficie e tutto il campo aerodinamico che si crea intorno ad essa [fig. 1].

Fig 1

Proprio come nel caso della mano tesa contro il vento. Proviamo ora ad inclinare la superficie di un certo angolo, pochissimi gradi, 3° o 4°. L'angolo α è detto incidenza e può essere negativo o positivo, a seconda di come si viene a trovare la superficie rispetto all'aria che investe. Nel nostro caso l'incidenza è positiva. La lastra verrà turbata da una forza che tenderà ad alzarla verso l'alto e leggermente all'indietro. Questa forza sarà direttamente proporzionale, a parità di superficie, all'inclinazione dell'angolo di incidenza ed alla velocità con cui essa è investita. Entro un certo limite di inclinazione! La suddeta forza prende il nome di Forza Aerodinamica Totale, ed il punto di applicazione sarà il Centro di Pressione [fig. 2].

Fig. 2



Scomponendo la Forza che agisce sulla lastra, troveremo che i 2/3 di essa è composta dalle depressioni dorsali createsi nella parte superiore della superficie, ed 1/3 è dovuta alle sovra pressioni della parte inferiore.

La nostra lastra è quindi più succhiata verso l'alto che non spinta. Scomponendo la forza F in otteremo due vettori, uno perpendicolare alla direzione del flusso che chiameremo PORTANZA, e l'altra parallela alla direzione del flusso che investe la superficie, ma diretta in senso contrario, che chiameremo RESISTENZA. A seconda che diamo alla lastra una incidenza positiva avremo come risultato una portanza positiva, diretta cioé verso l'alto. Con incidenza negativa avremo portanza negativa. In entrambi i casi però il vettore RESISTENZA sarà sempre diretto al contrario del moto. La relazione che lega le tre forze sarà data dal teorema di Pitagora, cioé $F = \sqrt{P^2+R^2}$.

Cerchiamo di isolare la Portanza e di quantizzarla.

Indicando con S la superficie della lastra, in m^2; con ρ la densità dell'aria in Kg massa/m^3; con V la velocità del fluido che investe il tutto, e con Cp il coefficiente di portanza, rappresentato da un valore numerico, otterremo che la **portanza P è uguale al prodotto di** $\frac{1}{2}\rho V^2 SCp$.

La portanza non è altro che una forza e viene espressa in Kp (chilogrammi peso). Dalla formula, si deduce che la portanza è direttamente proporzionale a tutti gli elementi legati alla stessa. La densità dell'aria è la massa d'aria contenuta in un metro cubo, praticamente il peso specifico rapportato alla gravità. Tanto maggiore sarà la densità dell'aria; a parità degli

altri valori, tanto maggiore sarà la portanza. La densità dell'aria non è un valore costante, ma varia con la quota. Al livello del mare come standard vale 0,125; che poi non è altro che il rapporto tra il peso di un metro cubo che vale 1,25 Kg e la gravità 9,81 m/sec². Al crescere della quota il suo valore cala, a 6500 mt di quota vale 0,063 e continua a calare proporzionalmente mano a mano che la quota aumenta. A 1200 mt vale circa un quarto del suo valore al livello del mare. Pensate che l'acqua ha una densità 800 volte superiore all'aria. La posizione del centro di pressione, solo però con le superfici piane, è legata dalla relazione x=l (0,20+0,30 sen α). Con x è indicata la distanza del centro di pressione dal bordo anteriore della lastra, e con l la sua larghezza totale. Da questa relazione, che ripeto vale solo per le superfici piane, si nota che il centro di presione retrocede con l'aumentare dell'angolo di incidenza. Esempio limite gli angoli di 90°, il cui seno vale 1, il centro di pressione cade perfettamente al centro della superficie.

Le superfici piatte sono quindi estremamente stabili, in quanto all'aumento dell'angolo di incidenza retrocede il centro di pressione creando un momento picchiante che ristabilizza il piano nella sua posizione iniziale. Al contrario, calando cioè l'incidenza, il centro di pressione avanza creando un momento cabrante che tenderà sempre a ristabilire l'equilibrio primario. Finora abbiamo visto che dando incidenza ad una lastra piana si viene a mutare il campo aerodinamico e la lastra in particolare diviene portante.

Un solido cioè investito da un fluido può sviluppare reazioni aerodinamiche con componenti dirette verso l'alto. Quando il valore di queste reazioni supera il peso del corpo che la genera, questo potrà sostenersi o addirittura sollevarsi. Le superfici curve hanno una particolare tendenza ad assoggettarsi a questo fenomeno. Per definire la posizione di una lastra curva rispetto al vento relativo, bisognerà prima definire la "corda". La corda non è altro che il segmento che congiunge il bordo d'entrata con quello d'uscita della superficie curva. Nel nostro caso quindi l'incidenza della lastra curva sarà data dall'angolo che si forma tra la corda e la direzione del flusso [fig. 3]. A parità di superficie e di incidenza, una lastra curva, rispetto ad una piana, sviluppa delle portanze

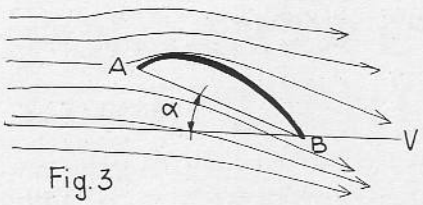


Fig. 3

segmento AB = corda

maggiori, causa proprio della sua curvatura che provoca depressioni maggiori sul dorso e deflette più verso il basso l'aria ventrale. La particolarità delle lastre curve, rispetto sempre a quelle piane, è che ad incidenza zero esse sono già portanti, grazie proprio alla geometria della curvatura. Per annullarne la portanza si dovrà quindi dare una incidenza negativa che dipende sempre dalla curvatura. Al contrario delle superfici piane, lo spostamento del centro di pressione nelle lastre curve avviene all'opposto. **All'aumentare dell'angolo di incidenza, il centro di pressione si sposta in avanti venendo così a creare un momento cabrante che tenderà sempre di più ad aumentare l'incidenza dell'ala.** Al contrario, calando l'angolo di incidenza, il centro di pressione si sposterà all'indietro creando un momento picchiante che tenderà ad abbassare ancora di più l'incidenza stessa. La formula della portanza è identica a quella delle superfici piane, l'unico valore che cambia sarà legato al coefficiente di portanza che in questo caso sarà maggiore.
Da quanto finora detto si deduce che un'ala per essere stabile dovrebbe essere costruita da una lastra piana, ma per avere una forte portanza dovrebbe essere costituita da superfici curve, a scapito quindi della stabilità. Con le attuali macchine della quinta generazione, i doppia superficie, definiti a vela flessibile, più per definizione che per logica; e visto che la doppia superficie aumenta sempre in percentuale rispetto alla superficie proiettata, con un aumento proporzionale delle stecche della zona superiore ed inferiore della vela (vedi ultimo Explorer), di vela flessibile rimane solo la parola. Possiamo quindi paragonare le nostre ali a profili veri e propri, con tanto di classificazione in merito. Definiamo intanto il profilo alare. Questo non è altro che una sezione dell'ala fatta con un piano parallelo alla direzione del fluido [fig. 4].

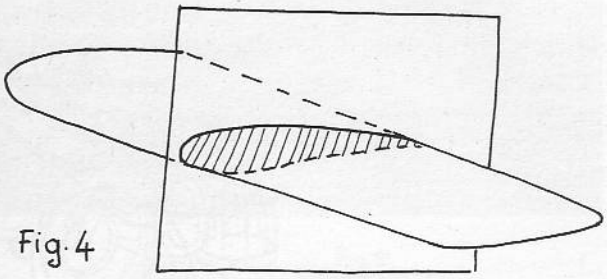


Fig. 4

Nel caso di un profilo alare, la corda è costituita dal diametro del cerchio minore che circoscrive il bordo d'entrata e quello di uscita. La linea superiore del nostro profilo, che va dal bordo d'entrata a quello d'uscita, viene definito "dorso od estradosso"; la parte inferiore "ventre od intradosso". Di solito lo spessore del profilo, dato molto importante per la classificazione dello stesso, non viene indicato con un valore numerico, ma con un rapporto tra il suo valore massimo "Smax" e la corda "l".
Il risultato di questo rapporto viene definito spessore relativo "Sr = Smax / l". Per dare una

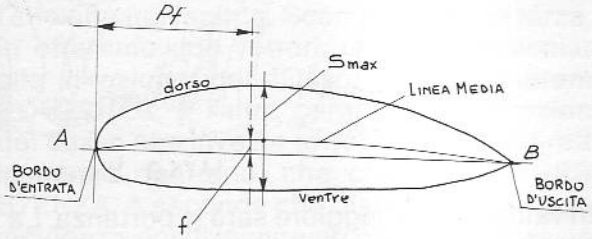


Fig. 5

segmento AB = corda alare "l"

inarcamento "i" = $\frac{f}{l}$

spessore relativo "Sr" = $\frac{S_{max}}{l}$

dimensione alla curvatura del profilo si usa la "linea media di profilo", ottenuta dalla linea che congiunge il bordo d'entrata e quello d'uscita, passando però geometricamente a metà del profilo. La distanza massima che si ottiene tra

Anche il più grosso costruttore di ultraleggeri americano ha cambiato in:

ROTAX Bombardier

Motori per aviazione bicilindrici da: 275 - 380 - 500 - 650 CC a raffreddamento forzato.

Distributore autorizzato: Guido Zanzottera - via Loveno 9 - Menaggio Como tel. 0344/32686 - 31415
Carrelli e deltaplani

la linea media e la coda alare viene definita "freccia di inarcamento del profilo" e la misura Pf dà la distanza di tale freccia dal bordo d'entrata. Con il rapporto tra la freccia di inarcamento del profilo e la corda viene indicato l'inarcamento "i". Altro fattore di notevole importanza per la definizione di un profilo è il valore di Pf, in quanto esso influisce ,notevolmente sulle proprietà di scorrimento dello stesso. Una prima suddivisione dei profili alari [fig. 6] in

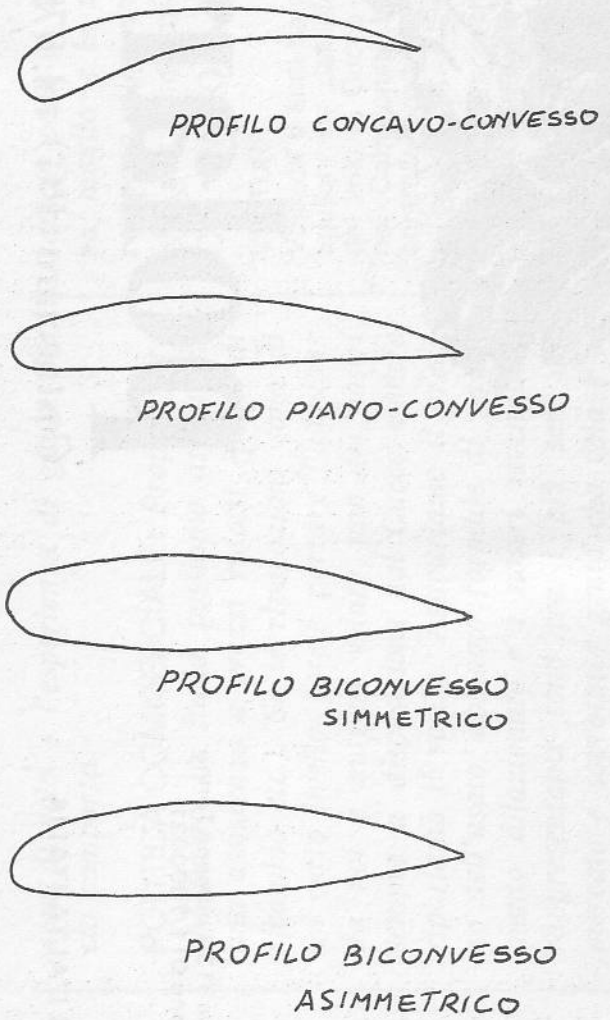


Fig.6

base alla loro forma geometrica ne classifica quattro specie: profili concavo-convessi; profili piano-convessi; profili biconvessi assimetrici; profili biconvessi simmetrici. Ogni profilo a sua volta viene poi suddiviso in base al valore del suo spessore relativo Sr. Avremo cioè spessori sottili per "Sr" minore od uguale a 0,08. Semispessi per valori di "Sr" compresi tra 0,08 ' 0,14. Spessi per valori di "Sr" uguali o superiori a 0,14. La NASA, il famosissimo Ente Spaziale Americano, ha catalogato e codificato un altissimo numero di profili alari. Ad esempio il profilo NASA 3413 sta ad indicare un inarcamento del 3% dato dal valore della prima cifra, posizione Pf dell'inarcamento al 40% della corda alare (seconda cifra) ed uno spessore relativo del 13% dato dalle ultime due cifre.

Chi progetta quindi, ha a sua disposizione infinite combinazioni di profili di un pò tutti i tipi tra cui scegliere. La scelta viene dettata solo dall'impiego che verrà fatto dal mezzo che si sta progettando.

Un profilo concavo-convesso, nel campo aeronautico, sarà destinato ad aerei che avranno forte portanze a basse velocità, tipo gli aerei da lavoro agricolo o da osservazione. Un profilo piano-convesso è spesso usato nella costruzione di aerei da turismo, mentre il biconvesso simmetrico o asimmetrico viene comunemente impiegato nella progettazione degli aerei di linea.

Certo che quando un aereo è costruito il suo profilo alare è e rimane solo quello che gli è stato dato. Penso che ben difficilmente qualcuno provi di variarlo, cosa invece che si può benissimo fare con i delta di uso comune, entro certi limiti.

Con le macchine della quinta generazione, dare una curvatura diversa alle stecche, influisce sul rendimento dell'ala, a seconda che la si voglia accelerare o rallentare. Attenzione però a come fate il lavoro.

Ricordo che durante i campionati italiani tenuti a Pinzolo, nel 1978, il Mariah di Angelo Crapanzano, andava decisamente meglio dell'altro che era in gara e dire che il pilota dell'altro Mariah, tral'altro un carissimo amico, non era certo un pollo. Angelo mi confidò poi in seguito di avere modificato tutto l'aquilone a modo suo e sopratttutto il profilo dato dalle stecche metalliche. Altra cosa curiosa, per allora, la vidi fare da Steve Moyes, manico intercontinentale, ai campionati mondiali di Grenoble nel 1979. Steve, che allora pilotava uno "Stinger" di nuovo disegno, usava una steccatura diversa a secondo della prova che doveva fare in gara. Per le gare di distanza, dove l'efficienza aveva la sua importanza, Steve usava delle stecche metalliche praticamente diritte e tendeva al massimo la vela sulle estremità, al contrario di quanto faceva nelle prove di tempo o di precisione, dove montava le stecche di serie e allentava la vela.

Ricordate però che nel 1979, l'unico doppia superficie era l'Atlas, tra l'altro senza steccatura nell'intradosso.

(1 - Continua)

Testo e disegni di
ERIO ATTI