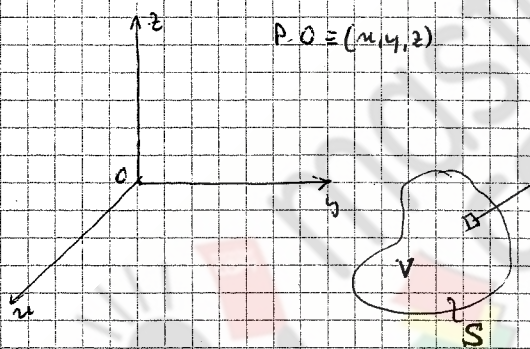
AERODINAMICA 26 ott. 2010

Prof. Ing. POLITO Luigi tel: 050·2217251 (diretto)

Ricevimento: • Martedì 15.30/16.30 esame 12.09.2011
Mercoledì 15.30/17.20 27

Libri: Bertin-Smith Aerodinamica per Ingegneri
Anderson-Bowden Aerodynamics of wings and bodies (SOLO)
Appunti Lucidi web

TEOREMA di GAUSS (della divergenza) "dimostrazione del principio di Archimede fatta col teorema di poi..."



MASTER COPY
Tel. 388/9837745

Prendiamo un solido immerso in un fluido in equilibrio, in presenza della sola pressione.
La forza risultante ed il momento rispetto al polo (origine degli assi) sono:

$$\underline{F} = -\int_S p\,\underline{n}\,dS \qquad \underline{M}_o = -\int_S p\,\underline{n} \wedge (P-O)\,dS$$

Non è detto che la pressione sia uniforme, essa è definita soltanto sulla superficie del solido, non all'interno.
La prolunga all'interno del solido (ci sono fluidi in equilibrio).
Chiamiamo in causa Gauss: $\int_S \underline{n} \cdot \underline{F}\,dS = \int_V \mathrm{div}\,\underline{F}\,dV$

$$\underline{i} \cdot \underline{F} = -\int_S p\,\underline{i} \cdot \underline{n}\,dS = -\int_V \frac{\partial p}{\partial x}\,dV = -\underline{i} \cdot \int_V \nabla p\,dV$$

per $\underline{j}$ e $\underline{k}$ vale lo stesso, quindi:

$$\underline{F} = -\int_V \nabla p\,dV$$

Lo stesso ragionamento lo applico al momento: $\int_V \dots dV = \int_S \dots dS$

$$\underline{i} \cdot \underline{M}_0 = -\int_S p\, \underline{i} \cdot \underline{n} \wedge (P-O)\, dS = \quad \text{(prodotto misto)}$$

$$= +\int_S p\, [\underline{i} \wedge (P-O)] \cdot \underline{n}\, dS = \int_V \nabla \cdot [p\, \underline{i} \wedge (P-O)]\, dV =$$

ma $\underline{i} \wedge (P-O) = \underline{i} \wedge (x\underline{i} + y\underline{j} + z\underline{k}) = y\underline{k} - z\underline{j}$

allora avremo:

$$\underline{i} \cdot \underline{M}_0 = \int_V \nabla \cdot [p \cdot (y\underline{k} - z\underline{j})]\, dV = \dots = \int_V \left(y \frac{\partial p}{\partial z} - z \frac{\partial p}{\partial y} \right) dV =$$

$$= -\underline{i} \cdot \int [\nabla p \wedge (P-O)]\, dV$$

Analogamente per le componenti j-esima e k-esima, dunque:

$$\underline{M}_0 = -\int_V \nabla p \wedge (P-O)\, dV$$

- Se la pressione è UNIFORME, il carico è utile lavorare con la pressione adimensionale.

$$C_p = \frac{p - p_\infty}{\frac{1}{2} \rho_\infty V_\infty^2}$$

Se $p = \text{cost} \Rightarrow \nabla p = 0$, finché il corpo è chiuso, posso usare il C_p senza problemi

$(p - p_\infty) + p_\infty$ (integro solo il p_∞)

L'equilibrio idrostatico di una (immaginaria di prolungare il campo all'interno del solido, come se all'interno ci fosse liquido):

$$\nabla p = \rho \underline{g}$$

$$\underline{F} = -\int_V \rho \underline{g}\, dV \qquad \text{(peso del liquido spostato)}$$

$$\underline{M}_O = \int_V \rho \underline{g} \wedge (P-O)\, dV$$

27. Okt. 2010

CENTRO AERODINAMICO: punto rispetto al quale il momento non varia al variare dell'incidenza.

Il CA esiste sempre perché combinando variazioni minime e il diagramma sperimentale che unisce la forza normale ad un asse corpo, la forza longitudinale rispetto all'asse corpo ed il momento rispetto al vertice anteriore

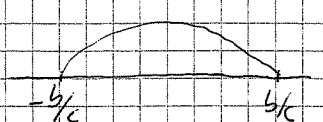
$\Rightarrow$ qualunque diagramma, in un certo intervallo di incidenze è approssimabile ad una parabola. $\Rightarrow$ Questo basta ad affermare che il centro aerodinamico esiste.

DISTRIBUZIONE DI PORTANZA (da parabolica ad ellittica)

Inizialmente Prandtl pensò che:

l = lift $\rightarrow$ portanza della sezione

$$l(y) = l_0 \left[1 - \left(2y/b\right)^2\right]$$



in $\pm b/c$ (all'estremità dell'ala) il campo di velocità indotta annulla ad infinito,

viene in seguito la matematica che consente di passare a

$$l(y) = l_0 \sqrt{1 - \left(2y/b\right)^2}$$

facendo il diagramma della $l(y)$ si ottiene un'ellisse, si ha il diagramma della DISTRIBUZIONE ELLITTICA della PORTANZA.

Nel secondo caso i vortici concentrati hanno intensità infinita, mentre la velocità indotta è finita.

28. OKT. 2010

EQ. di del moto

Se prendiamo un cubetto di un micron di lato abbiamo circa 27000 000 di molecole. È impensabile descrivere il moto di ogni singola molecola.

Nel 1800 non si conosce ancora che la materia fosse costituita come sappiamo, credevano che fosse un continuo: dividendola all'infinito troviamo sempre quella proprietà del fluido principale iniziale.

La chimica inizierà a dare le prime informazioni sulla vera essenza e composizione delle materie.

- Navier: pensava ancora al continuo.
- Stokes: mette a punto le equazioni di Navier per come le conosciamo oggi.

Nel tempo le equazioni non furono trovate non si sapevano risolvere, a meno di particolari situazioni: - fluido non comprimibile etc.

Il modello euleriano non comprendeva tutte le forze, ad esempio non comprendeva la portanza ⇒ Paradosso di d'Alembert

↓

Se prendo un fluido incomprimibile e non viscoso (euleriano) e una qualunque forma che si muove con velocità costante da un certo momento in poi, la risultante delle forze aerodinamiche è zero.

(Studiamo lo spirito del modello e quindi il fallimento)

Questo modello, anche se non corretto, funzionava per certi versi bene: nel piano non metteva la ~~circolazione~~ circuitazione, che dà sollecitazioni polidrome ⇒ non c'erano i vortici.

Quando non c'era la PORTANZA → le cose funzionavano.

Il modello newtoniano concepiva il fluido come un aggregato di molecole: ~~il fluido~~ ogni particella arrivava al corpo senza accorgersi delle altre, rimbalzando contro il corpo perdendo la sua quantità di moto, mantenendo la componente tangenziale e rimpallavano.

Tutte le parti in cui poteva aver qualsiasi forma → non contribuiva la forza.

→ con Helmholtz in mezzo a considerare la sua faccia del corpo tagliato. Mentre il flusso completamente fermo e calcolava il conto tra flusso uscente e flusso meno.

⇒ trovare una coerenza realistica abbastanza col mio pantano bene (da stella)

→ Torniamo a Boltzmann:

Inizio a considerare la molecola, che ha meno le equazioni non continue.

Introduco la FUNZIONE PROBABILITÀ DI DISTRIBUZIONE NELLO SPAZIO DELLE FASI

Le molecole dell'aria sono bistondibe, la situazione si complica.

Consideriamo un gas monoatomico

L'atomo è un punto come un punto materiale

La posizione della molecola è data dalle classiche componenti:

x_1, x_2, x_3. (Spazio a 3 dimensioni delle posizioni)

δV_x : volume posizionato

$\underline{v}$ vettore velocità

Consideriamo anche lo spazio delle velocità: c_1, c_2, c_3

$\underline{c}$

δV_c

Questo spazio è a 6 dimensioni: SPAZIO delle FASI (moltiplico i due spazi)

Esiste una funzione di distribuzione tale che: $f = f(\underline{x}, \underline{c}, t)$ $\delta V_x \delta V_c$

Questa è funzione anche del tempo e mi permette di trovare quante molecole ci sono nell'intorno t se moltiplicato per i due volumetti

$$dN(t)\Big|_{\delta V_x \delta V_c} = f(\underline{x}, \underline{c}, t)\, \delta V_{\underline{x}}\, \delta V_{\underline{c}}$$

(spostamenti → con 3 dimensioni ho un volume; esempio in x_1 + infinitesimo)

È il ~~numero~~ numero di molecole che si trova nello spazio in quell'intorno.

⇒ È il passaggio da discreto a continuo

⇒ Si possono scrivere le equazioni integro differenziali di Boltzmann.

(cercando a studiare gli urti)