



ENER-4201 VIRTAUSLASKENNAN PERUSTEET

Tentti 27.2.2012

Kirjallisuuden käyttö kielletty.

(Tehtävät 1, 2 ja 3: 5 pist./tehtävä, tehtävä 4: 10 pist.)

1. Selitä lyhyesti mitä tarkoittavat

- rakenteellinen laskentaverkko
- kontrollitulavuusmenetelmä
- validointi ja verifiointi
- toisen kertaluvun ylävirtakaava
- alirelaksaatiokerroin
- numeerinen diffuusio
- paineperustainen ratkaisija
- k - ε -turbulenssimalli
- viivästetty korjaus
- TVD-menetelmä

2. Suureen ϕ siirtoa konvektiolla ja diffuusiolla yksiulotteisessa alueessa hallitsee yhtälö

$$\frac{d}{dx}(\rho u \phi) = \frac{d}{dx} \left(\Gamma \frac{d\phi}{dx} \right).$$

Reunaehdot ovat ϕ_0 kohdalla $x = 0$ ja ϕ_L kohdalla $x = L$. Johda algebralliset yhtälöt $\phi(x)$:n ratkaisemiseksi käyttäen kontrollitulavuusmenetelmää ja tasan jakautunutta laskentaverkkoa. Käytä diffuusiotermin diskretointiin keskidifferenssikaavaa. Diskretoi konvektiotermin ensimmäisen kertaluvun ylävirtakaavalla.

3. Ratkaistaessa kokoonpuristumatonta virtauskenttää paineen laskentaan ei ole käytettävissä yhtälöä, jossa paine olisi muuttujana. Selitä miten paine- ja virtauskenttien ratkaisu saadaan toteutumaan paineperustaista ratkaisijaa käytettäessä ja missä järjestyksessä yhtälöt ratkaistaan, jos mukana on myös skalaarisuureita. Mitä vaihtoehtoisia menetelmiä tiedät tilanteen ratkaisemiseen ja mitä menetelmää käyttäisit, jos tilanne on ajasta riippumaton? Entä jos tilanne on aikariippuva?
4. Seuraavan sivun kuvassa oleva turbulentti virtaus tilanne halutaan laskea käyttäen turbulenssin mallinnukseen k - ε -turbulenssimallia. Tilanne on kaksiulotteinen ja virtausaineena on ilma. Tilanne on myös mitattu ja suorilta a , b , c ja d on olemassa mitattuja aikakeskiarvonopeuden arvoja. Voit olettaa, että käytössäsi on tarvittavat esikäsittely-, laskenta- ja jälkikäsittelyohjelmistot. Reunaehdoista tunnetaan seuraavat tiedot (kaikki tiedot aikakeskiarvotietoja):



- pinta A : nopeuskomponentit ja lämpötila
- pinnat B , C , E ja F : kiinteä pinta, vakio lämpötila
- pinta D : kiinteä pinta, vakio lämpötila (eri kuin muilla pinnoilla)
- pinta G : paine tunnettu

Selitä seuraavat seikat:

- Millaisia seikkoja huomioit laskentaverkkoa tehdessäsi?
- Mitä erityispiirteitä käytetty turbulenssimalli ja valitsemasi seinämänkäsittely tuo laskentaverkon muodostamiseen?
- Esitä periaatekuva käyvästä laskentaverkosta (voit tehdä verkosta tarkoituksella liian harvan).
- Miten varmistut, ettei laskentaverkon tiheys vaikuta tuloksiin?
- Mitä yhtälöitä käyttämäsi laskentaohjelmisto ratkaisee?
- Millaisia reunaehtoja eri pinnoilla kannattaa käyttää? Onko näiden asettelussa jotain erityisiä ongelmia?
- Mitä erityispiirteitä käytetty turbulenssimalli tuo reunaehtojen asetteluun pinnalla A ?
- Miten varmistut iteratiivisen ratkaisun konvergoinnista?
- Mitä kuvia kannattaa piirtää tulosten esittämiseksi muille ratkaisusta kiinnostuneille tahoille?
- Miten voit hyödyntää mitattuja nopeusarvoja?

