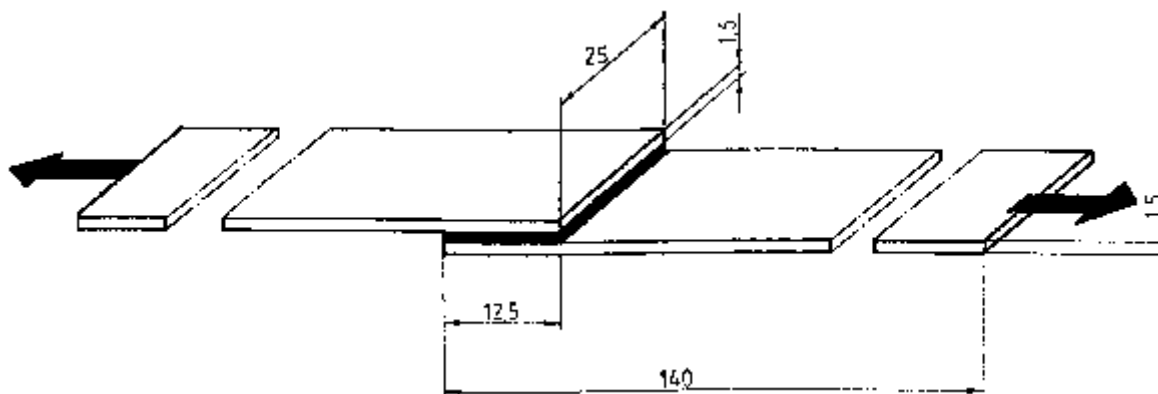


## 2.7 Spenningsanalyse i limte forbindelser

I løpet av de senere år har det blitt utviklet flere metoder for spenningsanalyse. Dessverre så er ingen av disse analytiske metodene enkle å benytte.

### ENKEL SKJÆR BEREGNING

En grov beregning kan oppnås ved å ta utgangspunkt i standard skjær-prøvemetode (ASTM D 1002-72).



Figur 2.7.1

Standard skjærprøve, ASTM D 1002-72. (3)

Aktuell strekkraft:

$$F_{\text{aktuell}} = \frac{F_{\text{prøve}}}{12,5 \cdot 25} \cdot A_{\text{aktuell}}$$

Merk deg at denne ligningen ikke tar hensyn til følgende:

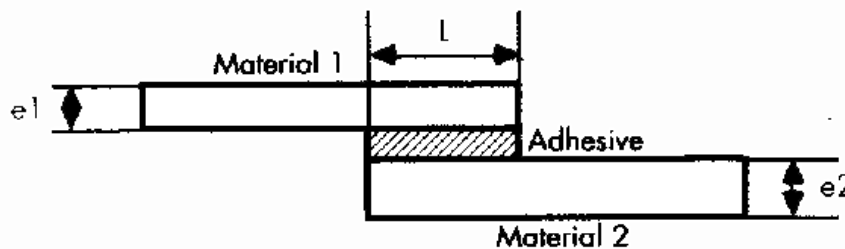
- Sammenføyningens geometri, tykkelse av lim, plater, etc.
- Platenes spesielle egenskaper som E-modul, etc.
- Selve limet, E-modul, flytespenning, etc.

Merk deg også at denne forenklete ligningen:

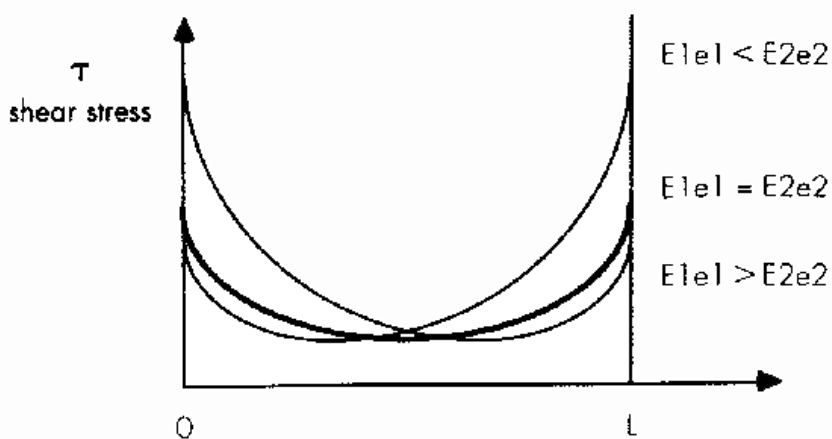
- ikke tar hensyn til spenningskonsentrasjoner i endene av overlappen
- bare kan anvendes på flate forbindelser, ikke på komplekse forbindelser

For å kunne oppnå en mer nøyaktig beregning av spenningene i en spesiell forbindelse, kan du enten bruke analytiske beregninger tilpasset den spesifikke lim-forbindelsen, eller standardberegninger basert på elementmetoden (finite elements method).

Figur 2.7.2 viser et eksempel på skjærspenning-fordelinger som oppstår i en enkle overlapp-forbindelse bygd opp av 2 forskjellige platematerialer og lim.



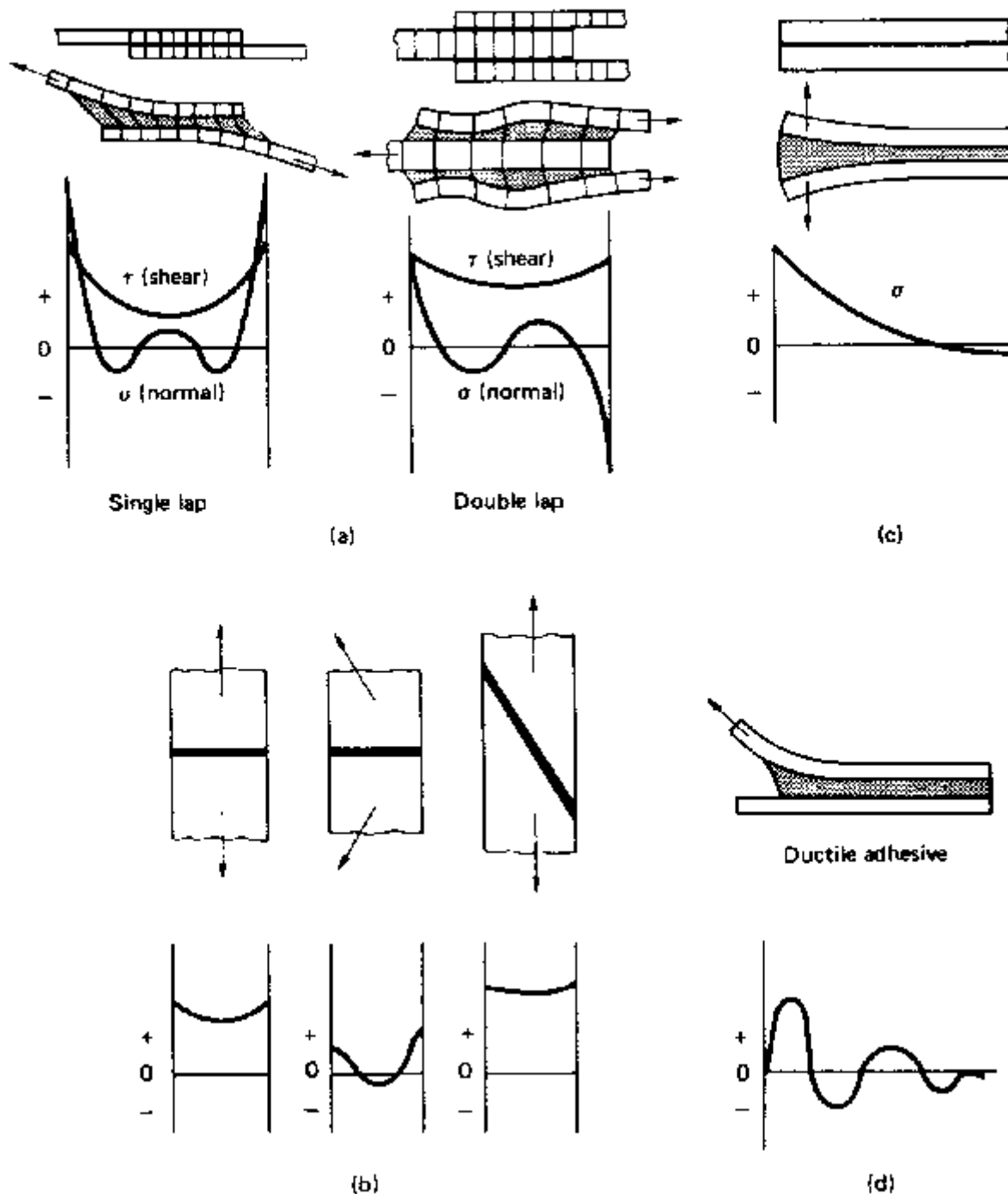
Material 1 : thickness  $e_1$ , Young's modulus  $E_1$   
 Material 2 : thickness  $e_2$ , Young's modulus  $E_2$



Figur 2.7.2  
 Eksempel på skjærspenningsfordeling. (5)

Overlappskjøter er de mest benyttede limforbindelsene i praksis. De er derfor de mest studerte og mest testede.

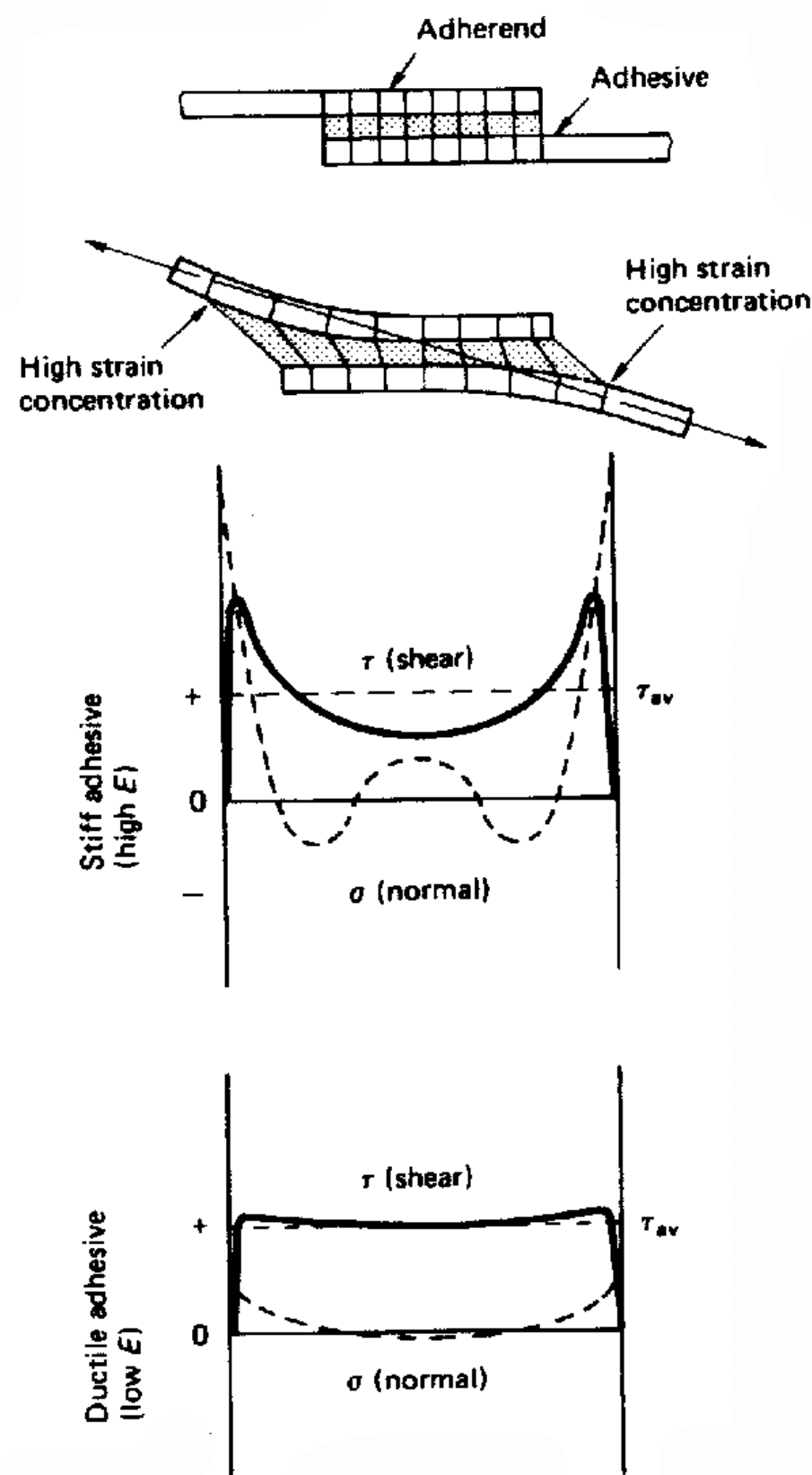
Disse skjøtene får store spenningskonsentrasjoner i endene når belastet. Problemet er at belastningen ikke er lineær, og dette forårsaker at skjøten får rotasjon. Som konsekvens vil limet bli utsatt for skjær- og skrell-spenninger i endene. De limte delene er også utsatt for skjær-, strekk- og bøyebelastning. Dobble overlapp-skjøter er en enkel sammensetning av to enkle overlapp-skjøter som eliminerer stort sett rotasjon, men er fortsatt utsatt for store skrellspenninger.



Figur 2.7.3

Elastisk spenningsfordeling i forskjellige limte skjøter. (a) overlapp-skjøt i skjær. (b) butt- og lask-skjøt. (c) kløving. (d) skrelling.

Det oppstår store spenningspisser i de fleste lim skjøter hvor seige materialer limes med fast lim (for eksempel stiv epoksy). spenningspissene har minimumsverdier hvis vi limer stive plater med seige lim (for eksempel akryl-lim).



Figur 2.7.4

Spenningsfordeling i belastet overlappskjøt hvor benyttet lim med høy og lav skjærmodul. (6)