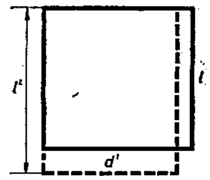
Ha vastagabb gumicsövet megnyújtunk, szemmel látható a nyújtásnál mindig fellépő harántösszehúzódás, vagyis a keresztmetszet csökkenése.

S. D. Poisson (1781–1840) francia fizikus vette észre, hogy az átmérő (illetve sokszög alakú keresztmetszeteknél az oldalak) relatív megrövidülésének és a hossz relatív megnövekedésének viszonya az illető anyagra jellemző szám. Ezt nevezzük felfedezőjéről Poisson-féle számnak vagy állandónak. Szokták még harántszámnak is mondani.



Legyen d a megnyújtott próbatest átmérője a nyújtás előtt és d' utána, akkor $d' - d = \Delta d$ jelöléssel a relatív keresztirányú méretváltozás

$$\varepsilon_d = -\frac{\Delta d}{d} = \frac{d - d'}{d}.$$

Nyújtás esetén ez természetesen pozitív.

A relatív hosszirányú méretváltozás:

$$\varepsilon_l = \frac{l' - l}{l} = \frac{\Delta l}{l},$$

ami nyújtásnál szintén pozitív.

A mérések szerint

$$\frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_l} = \mu, \qquad \text{ahol}$$

μ arányossági tényező, mely az anyagra jellemző állandó, az említett Poisson-féle szám. Értéke a mérések tanúsága szerint a legfontosabb fémeknél 0,3 és 0,4 közé esik, s semmilyen anyagnál sem lehet nagyobb 0,5-nél.

Természetesen ε_l kapcsolatban áll a használatos rugalmassági modulusszal (E), hiszen $\frac{\Delta l}{l} = \frac{P}{Eq} = \varepsilon\sigma$, ahol ε a nyújtási rugalmassági együttható és σ a rugalmas feszültség. Így

$$\varepsilon_d = \mu\varepsilon\sigma.$$

Az előbbi meggondolás akkor is érvényes, ha nyújtó erő helyett egyoldalú összenyomó erő hat. Ekkor a test hosszirányban megrövidül ($\Delta l < 0$), kereszt-irányban kiterjed ($\Delta d > 0$). Az $\varepsilon_d/\varepsilon_l = \mu$ kapcsolat tehát változatlanul érvényes összenyomás esetén is.

A μ számszerű értékének ismeretében kiszámíthatjuk egy test térfogatváltozását. Vegyünk egy l élhosszúságú kockát, alkalmazva rá az előbb talált összefüggéseket, megállapíthatjuk a relatív térfogatváltozást.

$$V' = V + \Delta V = l'{d'}^2.$$

De

$$l' = l(1 + \varepsilon_l) \quad \text{és} \quad d' = l(1 - \varepsilon_d),$$

s így

$$\Delta V = l(1 + \varepsilon_l)\big[l(1 - \varepsilon_d)\big]^2 - l^3.$$

Ebből, mivel

$$\varepsilon_d \ll 1$$

$$\frac{\Delta V}{V} = (1 - 2\mu)\varepsilon_l,$$

vagy másként

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1 - 2\mu}{E}\frac{P}{q} = \frac{1 - 2\mu}{E}p.$$

Mivel a tapasztalat szerint μ értéke mindig kisebb $0,5$-nél, azért a relatív térfogatváltozás mindig pozitív, vagyis nyújtáskor a térfogat megnő, összenyomáskor pedig kisebb lesz.

A relatív térfogatváltozás előbbi összefüggése kapcsolatba hozható az anyagok ún. összenyomhatósági vagy kompresszibilitási együtthatójával, mely szintén megmérhető. Rugalmas testek ugyanis minden oldalú egyenletes nyomásnál a nyomással arányosan változtatják térfogatukat a

$$-\frac{\Delta V}{V} = \varkappa p$$

összefüggés szerint. $\varkappa$ az anyagi minőségre jellemző állandó, az összenyomhatósági együttható (pl. vasnál $\varkappa = 0{,}6 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{cm}^3/\mathrm{kp}$), p a nyomás, amelyet most befelé hatva vettünk pozitívnak. $\varkappa$ kapcsolatba hozható μ-vel és E-vel.

Ha egy kocka két szemközti lapjára p nyomás hat, akkor, mint láttuk

$$\frac{\Delta V}{V} = -\frac{1-2\mu}{E}p.$$

Ha a másik két lappárra is hat a nyomás, akkor

$$\frac{\Delta V}{V} = -3(1-2\mu)\frac{p}{E},$$

vagyis

$$\varkappa = 3\frac{1-2\mu}{E}.$$

Ez az összefüggés közvetlenül mutatja, hogy a $\mu = 0{,}5$ esetben egyenletes, minden oldalú nyomás esetén sem jöhet létre térfogatváltozás. Ez a határeset közelítőleg a folyadékoknál valósul meg, amikor inkompresszibilis folyadékokról beszélünk.

Dózsa Márton