



Diagnostika poruch stavebních materiálů

Úloha č. 3 : Měření dynamického modulu pružnosti

1. Princip úlohy

V každém materiálu dochází nějakým způsobem k šíření mechanických impulsů. Toto šíření je možné mimo jiné popsat rychlostí, jíž se impuls prostředím šíří, přičemž impuls může vyvolat různé druhy vln v materiálu, které se šíří rychlostí rozdílnou. S rychlostí šíření impulsu a hustotou materiálu pak souvisí dynamický modul pružnosti, který může být odlišný od statického.

Pro stanovení impulsní průchodové rychlosti materiálem se využívá měření doby mezi vysláním a příjmem mechanického impulsu mezi dvěma body známé vzájemné vzdálenosti. Jako impuls je využíván krátký zvukový puls o frekvenci vyšší než 20 kHz, tedy v oblasti ultrazvuku.

Tuhé látky se liší od kapalin a plynů mnohem vyššími meziatomárními vazebními silami, a proto snázejí i smykové namáhání. V důsledku toho jsou tuhé látky jediné, které mohou přenášet i smykové namáhání a tedy i všechny druhy ultrazvukových vln. Některé tuhé látky, např. dřevo, jsou anizotropní, což způsobuje, že rychlost šíření ultrazvukových vln závisí na orientaci jeho šíření v látce. Izotropní látky jsou buď amorfní, kde je struktura podobná kapalině, nebo polykrystalické, u nichž je velký počet zrn orientován zcela náhodně. Proto se v tuhých izotropních látkách stejně jako v kapalině rychlost šíření nemění se směrem šíření.

Rychlost šíření podélných vln c_L [m/s] v tuhých látkách v neohrazeném prostředí je dána výrazem:

$$c_L = \sqrt{\frac{E}{\rho} \cdot \frac{1 - \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}}$$

kde

- E je dynamický modul pružnosti v tahu [Pa],
- ρ je hustota [kg/m^3],
- ν je součinitel příčné kontrakce (Poissonovo číslo) [-].

Pro běžné užití se tento vztah převádí do podoby

$$E_{dyn} = \rho c_L^2 \frac{1}{k^2}$$

kde

E_{dyn}	je dynamický modul pružnosti v tahu [Pa],
ρ	je hustota [kg/m^3],
c_L	impulsní průchodová rychlost [m/s],
k^2	je bezrozměrný koeficient rozměrnosti prostředí

Pro jednorozměrnou úlohu volíme $k = 1$.

2. Pomůcky:

- Betonový vzorek
- Ultrazvuk (Obr. 1)
- Sonogel



Obr. 1. Ultrazvukový přístroj

3. Dílčí úkoly:

1. Nakalibrovat ultrazvuk
2. Změřit dobu průchodu ultrazvukových vln vzorkem a impulsní průchodovou rychlost
3. Změřit objem a hmotnost vzorku, vypočítat hustotu
4. Vypočítat dynamický modul pružnosti

4. Poznámky k měření a vyhodnocení:

Měření impulsní průchodové rychlosti je jednoduchý a rychlý úkol. Pro měření laboratorních vzorků použijeme metodu přímého prozvučení – sondy UZ přístroje budeme přikládat proti sobě na dva protilehlé povrchy zkoušeného tělesa.

Přístroj je třeba nakalibrovat pomocí přiloženého kalibračního válečku se známou dobou průchodu UZ impulsu.

Zkoušené těleso je třeba změřit, ze zadané délky vzorku a změřené doby průchodu poté přístroj vypočte a zobrazí na displeji impulsní průchodovou rychlost v m/s.

Podle rozměrů a charakteru zkoušeného tělesa je třeba vhodně zvolit sílu impulsu vyslaného přístrojem nastavením budicího napětí sondy (nastavení 125 – 250 – 350 – 500 V) a velikosti zesílení na přijímači (nastavení 1× až 1000×). Pro laboratorní měření není vhodné nastavovat zesílení více než 100×, doporučuje se ponechat nastavení obou parametrů na AUTO.

Je třeba zajistit kvalitní kontakt mezi sondou a povrchem zkoušeného vzorku nanesením vrstvy sonogelu, tuto vrstvu je třeba během měření obnovovat.