

Davies

DOM TECHNIKY SVTS BRATISLAVA, KOCEĽOVA 17

Arch.

**TEORETICKE A PRAKTICKE PROBLEMY STAVEBNÝCH HMŔT
A ICH POUŽITIE V KONŠTRUKCIÁCH**

BRATISLAVA 1972

vývrtů ostatních skupin. Vysoká pórovitost a vyšší objem pórů o větším poloměru v povrchové části vývrtů ovlivňuje nepříznivě také i propustnost pro kapaliny a plyny /4, 5/, což usnadňuje přenos hmoty a tak urychluje degradační pochody.

V případě návodního líce betonové přehradní zdi se na degradaci povrchových vrstev podílelo především působení velkého objemu vody charakterizované kyselostí, nízkým obsahem solí a obsahem agresivního CO_2 /1/. V místě, kde byly vyjmuty vývrty nebyl návodní líc po určitou dobu před napouštěním nádrže a v době před vyjímáním vývrtů ponořen pod hladinou vody, takže na něj mohly rovněž působit i povětrnostní vlivy, např. střídavý mráz a pod. Ke zjištění stavu povrchových vrstev bylo na vyjmutých jádrových vývrtech sledováno porušení způsobem popsáným v předchozí části do vzdálenosti asi 5 cm pod povrchem betonu. Jestliže graficky znázorníme závislost pórovitosti na hloubce pod povrchem /obr. 1 v /1//, pak vidíme, že pórovitost klesá směrem od povrchu a dosahuje minima ve vzdálenosti přibližně 2 cm, pak nastává opět její mírné zvýšení a dále jsou oax hodnoty pórovitosti již konstantní. Rozdělení pórů podle velikosti je v povrchové partii stejně jako v předchozím případě charakterizováno přítomností pórů o větším poloměru, zatímco pro části ležící hlouběji pod povrchem je typická převaha pórů s menším poloměrem. Průběh závislosti objemu pórů na hloubce pod povrchem nasvědčuje tomu, že některé rozpustné složky betonu /především $\text{Ca}/\text{OH}/_2/$ byly transportovány do určitého pásma pod povrchem, kde opět z kapalně fáze vykrystalizovaly a snížily tak pórovitost v této části. Mechanismus tohoto zonálního zaplňování soustavy pórů potvrzuje i analogický průběh závislosti obsahu $\text{Ca}/\text{OH}/_2$ a CaCO_3 na hloubce pod povrchem betonu /1/.

Uvedený krátký přehled některých výsledků získaných ve Stavebním ústavu ilustruje stav povrchových vrstev dvou betonových konstrukcí po 8mi letém kombinovaném působení degradačních činitelů a zároveň ukazuje možnosti praktického použití rtuťové porozimetrie při studiu degradace povrchu betonu.

Literatura

1. Valenta O., Modrý S.: A study of the deterioration of surface layer of concrete structures. In: Durability of Concrete - 1969, RILEM, Interant. Symp., Final Rep., Part I, Praha, Academia, 1970, s. A55 - 64
2. Guyer A. Jr., Bohlen B., Guyer A.: Über die Bestimmung von Porengrößen. "Helvetica Chimica Acta", 62, 1959, č. 227, s. 2103 - 2110
3. Kadleček V., Špetla Z., Modrý S.: Praktische Erfahrungen mit der Kontrolle der Betonzugfestigkeit bei Betonstrassen und -startbahnen. "Strassen- und Tiefbau", 26, 1972, č. 3, s. 168 - 177
4. Powers, T. C.: The physical structure and engineering properties of concrete. PCA R. Dev. Lab. Bull. 90, Chicago, 1958, s. 29
5. Schwiete, H. E., Ludwig U.: Über die Bestimmung der offenen Porosität im Zemenstein. "Tonindustrie-Zeitung", 90, 1966, č. 12, s. 562 - 574

NĚKTERÉ ZÁKLADNÍ RYSY MECHANIKY NEHOMOGENNÍCH MATERIÁLŮ

R. Bareš, J. Javornický, J. Navrátil, ÚTAM - ČSAV
Praha

Úvod

Aby se přispělo k úsilí postavit fyzikálně podloženou teorii mechaniky nehomogenních prostředí paralelně k vývoji metod racionální mechaniky, měl by být použit přístup založený na obecných rysech složených materiálů s dispergovanými částicemi. Základními rysy těchto materiálů jako systémů je jejich struktura a přítomnost vnitřních mezifázových rozhraní, jež jsou spolu hlavními určujícími faktory jejich vlastností. Mění-li se vzájemný objemový poměr jednotlivých fází, mění se silně i oba faktory a bude ukázáno, že lze nalézt několik charakteristických oblastí. Hlavními mechanickými vlastnostmi materiálů jsou beze sporu charakteristiky jejich pružnosti; byly proti nalezeny vhodné strukturální modely kompositů, pro něž byly určeny jejich pružnostní konstanty vhodnou kombinací stejných vlastností složek. Nesporná závislost získaných vlastností materiálu na čase a nadměrné komplikace způsobené množstvím neso-
souměřitelných konvenčních materiálových konstant si vyžaduje však zavedení účinné charakteristické funkce materiálu. Její návrh je obsažen. Studium vlivu vnitřních rozhraní je obšírnou samostatnou otázkou, jež bude pojednána při jiné příležitosti.

1. Strukturální definice složených materiálů

Podle experimentálních údajů se ukázalo, že dochází k nápadné, kvalitativní odlišnosti vlastností materiálů podle objemového poměru fází /obr. 1/. To vedlo k závěru o nutnosti specifického studia kompositů v několika oddělených oblastech.

Bylo nalezeno, že makrodispersní materiály se chovají při vnějším namáhání odlišně především podle toho, zda dispergovaná tuhá fáze je segregována nebo agregována. U systému s agregovanou pevnou fází je pak neprospěšně rozhodující, zda tekutá fáze je přetržitá či spojitá, jinými slovy, je-li v superstruktuře^{1/} rozmezí mezi tuhou a tekutou fází uzavřené či otevřené^{2/}.

Na tomto základě lze rozdělit materiály /s běžným rizikem zreklzení zjednodušením/ do čtyř základních oblastí, které omezuje pět mezních systémů /viz obr. 2/.

V první oblasti /plněné pojivo/ převažuje pevná fáze b, tvořící dispersní prostředí /matrix/. Částice dispergovaných fází a jsou v matrix segregovány /vzdáleny o více než $2 \Delta r$, je-li Δr minimální obalová vrstva částic dispersním prostředím s hlediska kohésní energie/, jak ukazuje obr. 2b. Oblast je ohraničena prvním mezním systémem, který neobsahuje žádné dispergované částice, takže superstruktura je totožná s infrastrukturou dispersního prostředí /obr. 2a/ a druhým mezním systémem, skládajícím se z agregátu dispergovaných částic /tedy vzdálených o $2 \Delta r$ /, doplněného dispersním prostředím k vytvoření plného materiálu /obr. 2c/. V této oblasti není přítomna v superstruktuře tekutá fáze /s výjimkou tekutiny na úrovni strukturálních systémů/. V dalších oblastech zůstává již hustota dispergovaných částic v soustavě konstantní, maximální, částice jsou agregovány.

^{1/} Superstrukturom je míněna struktura systému, na rozdíl od vlastní struktury jednotlivých jeho složek

^{2/} Dále pak rozhoduje, je-li dostatek dispersní fáze pro vytvoření souvislé matrix či nikoliv; v prvním případě je makrodispersní materiál tuhý, ve druhém syplký.

Ve druhé oblasti /pojené plnivo/ přistupuje na úkor dispersního prostředí do superstrukturního systému tekutá fáze c. V této oblasti, at poměrně úzké /oo do hustoty systému/, se vlastnosti systému rychle a značně mění. Tekutá fáze se zde vyskytuje v uzavřených prostorách /obr. 2d/. P_ozději se tyto prostory spojují, až se vytvoří spojitý infrastrukturní systém tekuté fáze; tím je dán třetí mezný systém /obr. 2e/.

Ve třetí oblasti /pojené plnivo/ se nadále zvětšuje podíl tekuté fáze na úkor dispersních prostředí /obr. 2e/. Superstrukturní systém je průlinčitý a vzniklý nový infrastrukturní systém z kapalně fáze je závislý na okolním prostředí. Infrastruktura dispergovaných fází zůstává i nadále v nezměněné hustotě až ke čtvrté mezní soustavě, v níž se počne pro nedostatek primárního dispersního prostředí superstrukturní systém rozdělovat do shluků, mezi nimiž zůstává /v závislosti na okolním prostředí/ nejvýše sekundární dispersní prostředí - tekutá fáze /obr. 2f/.

Ve čtvrté oblasti hustota dispergované infrastruktury se zvyšuje, superstrukturní soustava, mající původně charakter tuhého, soudržného materiálu, se mění k materiálu sypkému, nesoudržnému, nejdříve hrubozrnnému /složenému z velkých shluků použitých strukturních systémů/ až k jemnozrnnému /složenému pouze z dispergovaných strukturních systémů/. Tento systém za úplné nepřítomnosti primárního dispersního prostředí /matrix/ je zřejmě posledním, pátým mezním systémem /obr. 2g/. V případě suchého okolního prostředí není v superstrukturním systému na této mezi přítomna ani tekutá fáze a superstrukturní systém je totožný se skutečným infrastrukturním systémem dispergované fáze agregátu.

Schematicky je podle uvedeného znázorněno rozřídění kompozitů a složení superstrukturní soustavy na obr. 3.

Všechny mechanické a fyzikální vlastnosti kompozitů v určitém čase závisí na:

- a/ odpovídajících vlastnostech fází,
- b/ objemové zastoupení těchto fází v systému,
- c/ mezerovitosti dispergované fáze,
- d/ interakci mezi dispergovanou a dispersní fází
- e/ interakci mezi superstrukturou a okolním prostředím.

Kromě toho, pochopitelně jsou závislé na všech časových faktorech, t.j. zejména stáří a historii jednotlivých fází, stáří a historii superstruktury, rychlosti změny okolních fyzikálních podmínek, rychlosti vnějšího zatěžování, atd.

Jedny z nejdůležitějších charakteristik materiálů, konstanty pružnosti, jsou dále odvozeny pro dva základní typy kompozitů: plněné pojivo /první oblast/ a pojené plnivo /druhá a třetí oblast/.

3. Elastické konstanty plněného pojiva

Pro formulaci vztahů mezi elastickými konstantami vložených pevných fází na jedné straně a pevného kompaktního quasihomogenního quasisotropního systému /typu plněného pojiva/ z těchto fází na straně druhé, Dantu /1/ a Kaplan /2, 3/, našli, že Youngův modul E dvoufázového systému závisí na Youngových modulech E₁ a E₂ a objemovém množství P a /1 - P/ obou fází podle rovnice 1 a 2:

$$\frac{1}{E} = \frac{P}{E_1} + \frac{1-P}{E_2} ; \quad E = PE_1 + (1-P)E_2 \quad /1, 2/$$

Podle těchto rovnic byla omezena možnost získat modul systému kombinací modulů fází na případy, kde se zanedbával nebo byl nulový Poissonův součinitel: limitní platnost

těchto rovnic prokázal Paul /4/ užitím principu minima přetvárné práce a minima potenciální energie. Mezní systémy, které se chovají přesně podle horních mezních rovnic, byly odvozeny Hansenem /5, 6/, jako vrstevnaté modely s vrstvami obou fází buď kolmými nebo rovnoběžnými ke směru působících jednosměrných napětí a nazvány "měkkým" a "tvrdým" materiálem.

Jelikož skutečné mechanické chování dvoufázového systému je mezilehlé oběma mezním formulacím, Hirsch /7/ a Dougill /8/ kombinovali rov. 1 a 2 do jednotné rovnice 3

$$\frac{1}{E} = \frac{1-A}{E_1} + \frac{1-P}{E_2} + \frac{A}{PE_1 + (1-P)/E_2} \quad /3/$$

Experimentální zkoušky betonu vedly pro empirickou veličinu A k hodnotě 0,5; tato hodnota odpovídá quasiisotropii reálného materiálu, t.j. stejnému zastoupení měkkých a tvrdých složek v něm. V souvislosti s tím může být poznamenáno, že vzhledem k trojí možné orientaci vrstevnatých modelů by zmíněný předpoklad vedl k hodnotě $A = 2/3$.

Naším prvním krokem bylo objektivizovat neempirickou cestou a s využitím principu minima přetvárné práce /9/ tvrzení, že pružná poddajnost reálného materiálu, t.j. veličina převratná Youngova modulu pružnosti, je aritmetickým průměrem poddajností téhož systému /t.j. se stejným objemovým zastoupením fází/, chovajícího se jednou jako měkký, jindy jako tvrdý materiál.

Dalším krokem k vypracování teorie bylo rozšíření koncepce vrstevnatých modelů. Jako měkký materiál označujeme systém s homogenní hustotou napětového toku, v němž dochází ke všech kluzům, což se projevuje nulovým smykovým napětím; přetvárné chování takového systému má pak ortogonální charakter. Tvrdý materiál je pak reprezentován systémem s homogenně rozloženým přetvořením; v něm naopak je všem skluzům zabráněno, což vyvolává nekonečně velká smyková napětí. Přetvoření systému má ovšem opět ortogonální charakter.

Jelikož každé pružné chování reálného materiálu představuje kompromis mezi oběma extrémy, může být uvažováno také jako ortogonální, což umožňuje formulovat /vzhledem k Poissonovým poměrům μ_1 a μ_2 jednotlivých fází/ vztah H-D-N pro modul pružnosti E a Poissonův poměr kompaktního dvoufázového systému podle rovnic 4 a 5.

$$E = \frac{2}{B} E_1 E_2 C \quad /4/$$

$$\mu = \frac{1}{B} \left\{ \left[\begin{array}{c} \mu_2/1 - P/E_1 \\ + \mu_1/PE_2 \end{array} \right] C + E_1 E_2 \left[\begin{array}{c} \mu_1/1 + \mu_2/1 - 2\mu_2/PE_1 + \\ \mu_2/1 + \mu_1/1 - 2\mu_1/1 - P/E_2 \end{array} \right] \right\}$$

$$\text{kde } B = \left[\begin{array}{c} 1 - P/E_1 \\ + PE_2 \end{array} \right] C + E_1 E_2 \left[\begin{array}{c} 1 - \mu_2/1 - 2\mu_2/PE_1 + \\ 1 + \mu_1/1 - 2\mu_1/1 - P/E_2 \end{array} \right] \quad /5/$$

$$a \quad C = \left[\begin{array}{c} 1 + \mu_2/PE_1 + \\ 1 + \mu_1/1 - P/E_2 \end{array} \right] \left[\begin{array}{c} 1 - 2\mu_2/PE_1 + \\ 1 - 2\mu_1/1 - P/E_2 \end{array} \right]$$

4. Elastické konstanty pojeného plniva

Přes nezávislé uspořádání fází v kompaktním systému ztrácejí odvozené vztahy svůj význam v případě, vznikají-li v jedné fázi prázdné prostory /póry/; nelze žádným způsobem přímo rozšířit platnost těchto vztahů na porézní quasihomogenní quasiiotropní systémy.

Běžný porézní materiál je však možno rozdělit v souhlase s jeho morfologií na dvě hlavní skupiny. Každá ze skupin je reprezentována reálným materiálem se zjednodušenou strukturou buď pěnového typu nebo typu pojené plnivo.

Tímto zjednodušením je minimalizován počet druhů strukturních elementů /ortogonální geometrie/, jakož i počet rozměrových veličin. Jelikož jednotlivé druhy strukturních elementů jsou charakterizovány specifickým mechanickým ohováním, vzniká možnost pojednávat vlastnosti porézního systému jako by šlo o quasifázový systém.

Hlavní pozornost při studiu quasihomogenních, quasiiotropních složených materiálů typu pojivo-plnivo v celém intervalu poměrů složení byla soustředěna na reálný spojitě porézní systém typu pojené plnivo /obr. 4a - 4c/. Přijatý přístup nám umožnil formulovat vztahy pro Youngův modul E_0 a Poissonův poměr μ_0 pro vnější zatížení a objemový modul K_{in} pouze za působení vnitřního přetlaku spojitě porézního systému typu pojené plnivo v suchém stavu rovnicemi 6 - 8.

Tyto veličiny závisí na elastických konstantách E a μ homogenního a isotropního tuhého skeletu a na rozměrech a a b strukturních elementů, vztažených na jednotku systému.

$$E_0 = \frac{6}{D} a^2 E; \quad \mu_0 = \frac{1}{D} /3 a \mu + H + J/ \quad /6, 7/$$

$$K_{in} = \frac{2}{2 - F} \frac{E}{3 /1 - 2\mu/} \quad /8/$$

kde

$$D = 3 \left[1 + /1 - b/ \frac{/1 + / /1 - 2 / /}{1 -} \right] - H + 2 J$$

$$F = \frac{1}{1 - 2\mu} \left[1 - 2 a \mu + /1 - b/ \frac{/1 + / /1 - 2 / /}{1 - \mu} - H \right]$$

$$H = /1 - 2\mu/ \left\{ \frac{a /b - a/}{b} M + \left[/1 - b/ \frac{2 \mu}{1 - \mu} - a \right] Q \right\}$$

$$J = /1 + \mu/ \left\{ \frac{a /b - a/}{b} N + \left[/1 - b/ \frac{\mu}{1 - \mu} + a \right] R \right\}$$

$$M = \frac{a /1 + \mu/ - 2 b \mu Q}{2 a \mu - b /1 + \mu/}$$

$$N = \frac{a /1 - 2 \mu/ + b \mu R}{a \mu + b /1 - 2 \mu/}$$

$$D, F, H, J = f /a, b, \mu/$$

$$Q = \frac{a^2 b / 1 - \mu^2 + 2 a \mu / 1 - b / [2 a \mu - b / 1 + \mu]}{b^3 / 1 - \mu^2 - 2 a / 1 - 2 \mu / 1 - b / [2 a \mu - b / 1 + \mu]}$$

$$R = \frac{a^2 b / 1 - \mu^2 + a \mu / 1 - b / [a \mu + b / 1 - 2 \mu]}{b^3 / 1 - \mu^2 + a / 2 - \mu / 1 - b / [a \mu + b / 1 - 2 \mu]}$$

Pro řadu materiálů typu pojené plnivo mohou být za pružné konstanty E a μ ve výše uvedených rovnicích použity hodnoty získané z rov. 4 a 5.

Pokud se týká strukturních rozměrů a a b ukázalo se zcela postačující použití výsledků, získaných z rovnic 9 a 10, kde P je objemové zastoupení pojiva v pevném skeletu a V_s znamená objemový podíl tohoto skeletu v celém spojitě porézním systému:

$$a = \sqrt{\frac{P V_s}{3 / 1 - b /}} \quad /9/$$

$$b = \sqrt[3]{/ 1 - P / V_s}$$

Výše uvedené vztahy týkající se pružných konstant reálně spojitě porézního systému typu pojené plnivo mají omezený význam, neboť byly odvozeny pouze pro extrém suchého stavu. K formulaci odpovídajících vztahů pro elastické konstanty druhého extrémního stavu se ukázalo užitečné vrátit se k rovnicím 1 a 2. Tento systém je charakterizován nevratným zaplněním jeho volného vnitřního objemu tekutinou v důsledku extrémního působení vnitřních povrchových sil. Jelikož mezi původní prázdnou fází a skeletem může vzniknout měkké spojení, lze elastické konstanty E_{fo} a μ_{fo} této fáze obdržet z H-D-N analogie rovnice 1:

$$E_{fo} = \frac{/ 1 - V_s / E E_0}{E - E_0} \quad /11/$$

$$\mu_{fo} = \frac{\mu_0 E - \mu E_0}{E - E_0} \quad /12/$$

Nevratnost vyplňování vnitřního objemu spojitě porézního systému kapalinou může být zabezpečena pouze zcela tvrdou interakcí mezi volným objemem a obsaženou kapalinou tak, jakož i mezi zdánlivým skeletem kapaliny a původním pevným skeletem. Opakované použití H-D-N analogie rovnice 2 vede zprvu na elastické konstanty /závislé na objemovém modulu K_1 kapaliny/ E_f a μ_f uvažovaného kapalinového skeletu a posléze na E a μ systému ve druhém uvažovaném extrémním stavu:

$$E_f = E_{fo} \frac{E_{fo} + 3 / 1 - 2 \mu_{fo} / K_1}{E_{fo} + 2 / 1 + \mu_{fo} / 1 - 2 \mu_{fo} / K_1} \quad /13/$$

$$\mu_f = \frac{\mu_{fo} E_{fo} + / 1 + \mu_{fo} / 1 - 2 \mu_{fo} / K_1}{E_{fo} + 2 / 1 + \mu_{fo} / 1 - 2 \mu_{fo} / K_1} \quad /14/$$

$$E = \frac{[1 + \mu_f / \nu_s^2 E + 1 + \mu / 1 - \nu_s / E_f] \cdot [1 - 2 \mu_f / \nu_s^2 E + 1 - 2 \mu / 1 - \nu_s / E_f]}{1 + \mu_f / 1 - 2 \mu_f / \nu_s^2 E + 1 + \mu / 1 - 2 \mu / 1 - \nu_s / E_f}$$

/15/

$$\mu = \frac{\mu / 1 + \mu_f / 1 - 2 \mu_f / \nu_s^2 E + \mu_f / 1 + \mu / 1 - 2 \mu / 1 - \nu_s / E_f}{1 + \mu_f / 1 - 2 \mu_f / \nu_s^2 E + 1 - \mu / 1 - 2 \mu / 1 - \nu_s / E_f}$$

/16/

Youngovy moduly E_0 , E a Poissonovy poměry μ_0 , μ reálného spojitě porézního systému typu pojené plnivo suchého, resp. nevratně naplněného kapalinou, představují extrémní hodnoty elastických konstant tohoto systému. Odpovídající konstanty, charakterizující pružné chování složených vlhkých materiálů typu pojené plnivo při vlhkosti prostředí nebo při jiné vlhkosti, leží mezi těmito extrémními hodnotami.

Ke znázornění odvozených vztahů byly vyneseny křivky průběhů elastických konstant složených materiálů typu plnivo-pojivo pro celý rozsah poměrového zastoupení; diagramy ukazují také porovnání s hodnotami obdrženyými ze zkoušek typického plastbetonu /obr. 5a, b/.^{1/}

5. Elastance materiálu

Obecně pružnost materiálu je funkcí času a předchozí výrazy platí přesně jen pro případ nulového času historie materiálu i fázi, nebo, jsou-li zavedené konstanty pružnosti složek materiálu známé pro libovolný čas, pro případ nulového času historie materiálu^{2/}. Podle toho lze odvozené hodnoty v kap. 3 a 4 uvažovat za základní /prvotní, výchozí/ pružnostní konstanty.

Protože ale pružnost i jiné vlastnosti materiálu jsou funkcí času, je nezbytné pro objektivní hodnocení materiálu nalézt a definovat novou konstantu, vycházející z energetického hodnocení systému. Takovému postupu nejlépe vyhovuje podle našeho názoru elastance, t.j. míra schopnosti materiálu být pružným v libovolném stadiu své existence. Tato schopnost je postupně ztrácena, vyčerpávána opakovaným namáháním /opakovaným, nebo dlouhodobým zatížením, změnami teploty, vlhkosti a pod./. Elastanci je možné z tohoto hlediska chápat za základní kvalitativní charakteristiku pružnosti.

Pro kvantitativní popis elastance materiálu byla zavedena nová elastická konstanta, nazvaná absorbent pružnosti A , jež je funkcí složení /definice/ materiálu M a jeho historie H , zahrnující vliv času, teploty, směru a způsobu zatížení, vnitřní napjatosti atd., t.j.

$$A = f / M, H /$$

V předchozích kapitolách bylo ukázáno, že složení strukturního materiálu je definováno jeho základními pružnostními konstantami E a μ . Lze tedy rovněž psát

$$A = F [E, \mu / H]$$

Podle zavedené definice náleží každému definovanému materiálu jediný absorbent pružnosti. Jeho maximální hodnota v daném systému odpovídá teoreticky ideálnímu mate-

- 1/ Explicitní vyjádření elastických konstant jako hlavních mechanických vlastností obou základních složených systémů bylo získáno pomocí samočinného počítače
2/ V důsledku např. časové závislosti na kontaktních napětích /na rozhraní/

riálu; namáhaný nebo porušený materiál má nižší hodnotu absorpce pružnosti. Změna absorpce pružnosti během namáhání je nepřímo úměrná změně spotřebované energie. Maximální hodnota v ideálním materiálu odpovídá totální energii porušení /destrukční či dehesní energii/, nulová hodnota materiálu zcela rozrušenému.

Praktickým měřítkem pružnosti může být např. poměr trvalých a pružných deformací při vnějším namáhání. Sledují-li se současně deformace a podélné zatížené vzorků při jednoosém namáhání, potvrdí se, že komposita různého složení mají sice různý, ale nepřekročitelný absorpce pružnosti. Zvětšené složce lineární elastance v podélném směru odpovídá zmenšení složky lineární elastance v příčném směru a naopak /obr. 6/. Hmeta se chová, jako by mohla /při jistém namáhání/ absorbovat jen jisté nepřekročitelné množství energie /vyjádřené velikostí trvalých deformací/. Toto množství může být patrně náhodně, nebo v závislosti na dalších příčinách /jako vnitřní napjatost, poměru jednotlivých fází a pod./, absorbováno někdy dříve během přetvoření v podélném směru, někdy v příčném směru. S rostoucím napětím se logicky elastance zmenšuje, tedy absorpce pružnosti se zvětšuje. Z tohoto pohledu lze dojít k představě konečné pevnosti, jež je dána kumulací spotřebované energie, vyjádřené absorpcentem pružnosti. Protože absorpce pružnosti je funkcí všech konvenčních materiálových charakteristik, může být i základem jejich popisu.

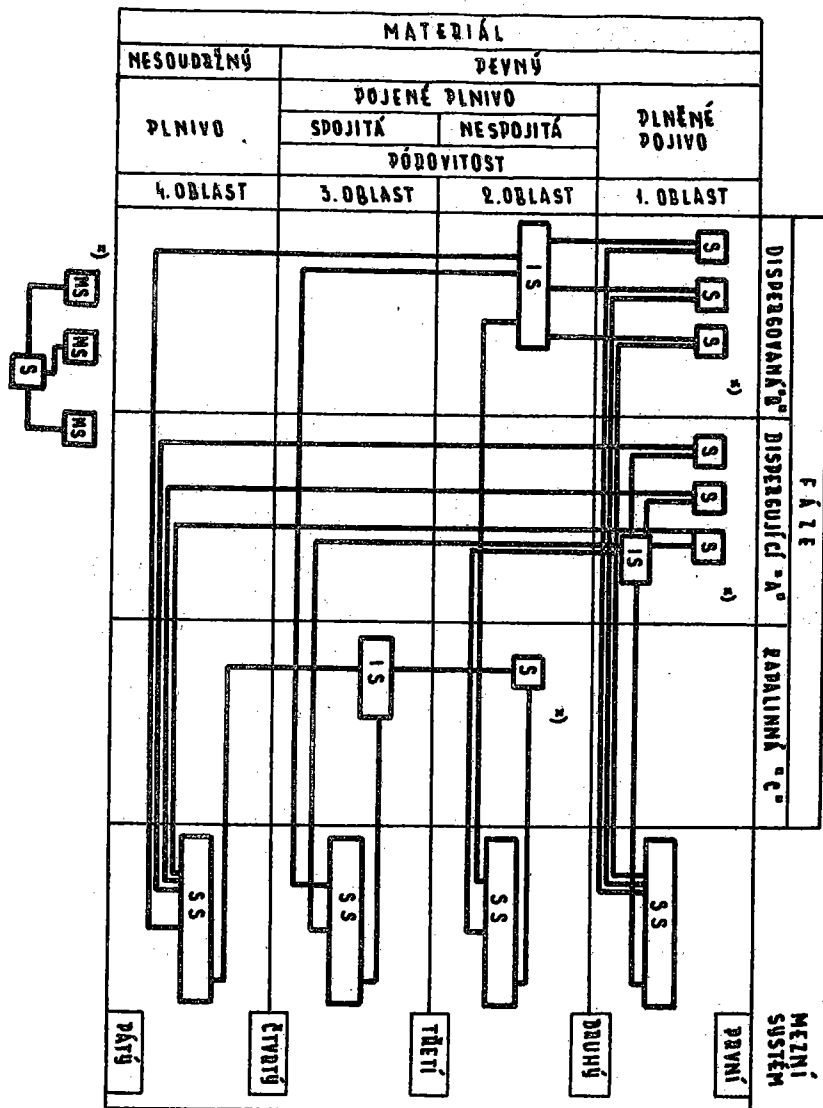
Funkcionální analýza této konstanty a její vztah ke konvenčním materiálovým charakteristikám nepochybně si vyžádá ještě další objem usilovné práce řady vědců; nicméně perspektivní možnosti popisu vlastností každého materiálu jednou konstantou jsou nadmíru přitažlivé.

6. Závěr

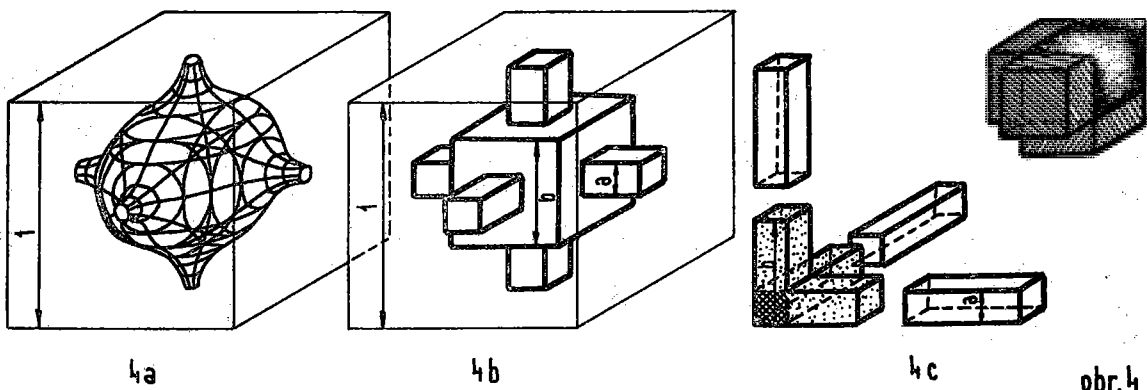
Autoři ukázali několik aspektů mechaniky nehomogenních materiálů. Prokázali nezbytnost studovat komposita v závislosti na poměru dispergovaných, dispersních a kapalných fází v soustavě a navrhli jejich členění. Definovali funkcionální výrazy pro základní pružnostní konstanty dvou hlavních kompozitních systémů. Naznačili možnost popsat materiály jedinou konstantou, tzv. absorpcentem pružnosti, jako obecnou funkci definice materiálu /složení/ a jeho historie.

Literatura

1. Dantu P.: Etude des contraintes dans les milieux hétérogènes, Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. Publ. No. 57-6, Paris, 3 - 25, 1957
2. Kaplan, M. F.: ACI Jour. 55, 1193 /1959/
3. Kaplan, M. F.: Ultrasonic pulse velocity, dynamic modulus of elasticity, Poisson's ratio and the strength of concrete, RILEM, Paris, 1959
4. Paul B.: Trans Metallurgical Soc. AIME, 218, 36 /1960/
5. Hansen, T. C.: Creep of Concrete, Bull. No. 33, Swedish Cem. and Concr. Res. Inst., Stockholm, 1958
6. Hansen, T. C.: The Structure of Concrete, Cement and Concrete Association, London, 16 /1968/
7. Hirsch, T. J.: ACI Jour. 59, 427 /1962/
8. Dougill, J. V.: ACI Jour. 59, 1363 /1962/
9. Navrátil J.: Vznik spojitě porovité polykondensátového pojiva a její vliv na mechanicko-fyzikální vlastnosti systému. Zpráva ÚTAM-ČSAV, 1964 /nepublikováno/



obr. 3

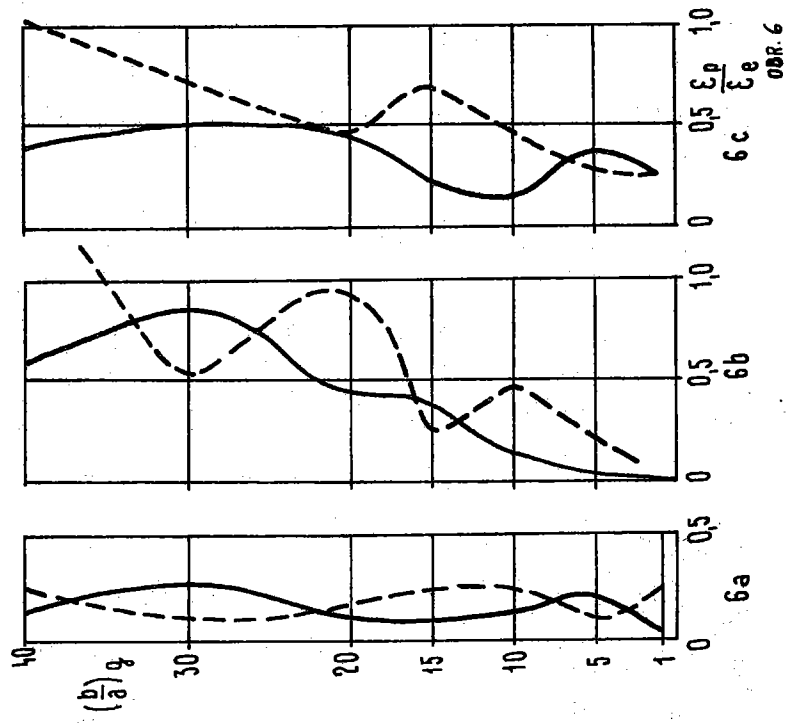
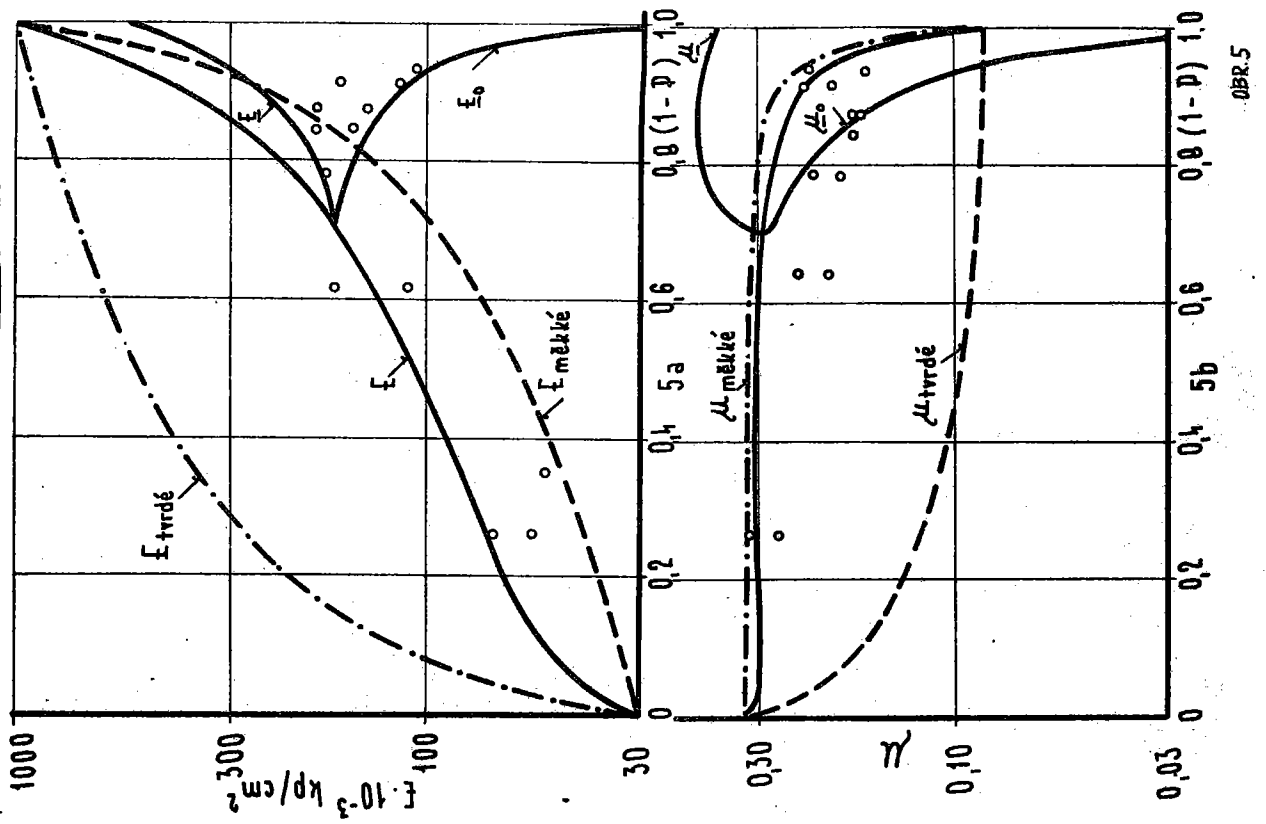


4a

4b

4c

obr. 4



TECHNICKÉ VLASTNOSTI TUHÝCH LEHČENÝCH PLASTICKÝCH HMOT A JEJICH STANOVENÍ PRO STAVEBNÍ APLIKACE

Ing. Antonin Schauer, CSc.

Téměř každou plastickou hmotu lze připravit jako hmotu lehčenou. Z ekonomických a technických důvodů používá se v rozsáhlém měřítku několika hlavních druhů. Největší praktický význam mají lehčený polystyrén, lehčené polyuretanové hmoty, lehčený polyvinylchlorid, lehčené fenolformaldehydové hmoty, pěnové hmoty močovinoformaldehydové a v poslední době také lehčený polyetylén. Z ostatních materiálů uplatnily se již v praktických aplikacích též epoxidové pěnové hmoty, pěnové hmoty na bázi kopolymeru styren-methylmetakrylát, silikonové lehčené hmoty a některé další. Dominantní postavení ze všech lehčených plastických hmot zaujímají zatím nesporně lehčený polystyrén a lehčené polyuretany.

Při návrhu nejvhodnějšího druhu lehčené plastické hmoty pro různé druhy stavebních konstrukcí je třeba uvážit nejen soubor činitelů charakterizujících danou oblast a prostředí, ale i technologii aplikace lehčené hmoty. Jde především o tyto faktory:

- rozsah teplot, jímž bude lehčená hmota při výrobě prvku a v konstrukci vystavena s důrazem na maximálně možnou /i ojedinělou/ teplotu
- vlhkostní poměry
- možnost styku s vodou
- charakter prostředí z hlediska působení chemických látek /včetně působení uvolňovaných zplodin z jiných stavebních materiálů/
- materiály, s nimiž přijde lehčená hmota do přímého styku jak při výrobě prvků, tak při zabudování do konstrukce.

Z technologického hlediska je důležité, zda bude lehčená hmota použita ve formě bloků, desek event. násypu nebo vypěňována v dutině, nanesena nástřikem na plochu, případně použita jako výplňový materiál v jiném pojivu nebo bude sama pojivem jiné výplně.

Společným rysem všech druhů lehčených plastických hmot je velmi nízký objem pevné fáze, tedy polymeru, tvořící skelet ve formě buněčné struktury různého typu. Vlastnosti lehčených hmot jsou dány jak typem polymeru, tak typem buněčné struktury a jejich charakter předurčuje jejich použití ve stavebnictví především jako hmot tepelně izolačních. Pro akustické izolace jsou vhodné jen některé speciální typy a zcela vyjimečné jsou případy použití jako materiálů vodeizolačních.

Stručná charakteristika jednotlivých druhů je následující:

Lehčený polystyrén

Vyrábí se nejčastěji suspenzní polymerací styrenu, přičemž výsledkem procesu jsou granulky s obsahem nadouvadla a případně i se samozhášejícími přísadami, které se pak obvykle třístupňově zpěňují ve formách na bloky a desky. Jsou známy též postupy vypěňování v dutinách a použití napěněných granulí jako lehké výplně do betonů. Vlastnosti výrobků, zvláště mechanické vlastnosti, jsou závislé na objemové hmotnosti, která je běžná v rozmezí 15 až 30 kg/m³.

Charakteristickými vlastnostmi je horní mez tepelné odolnosti /70 - 80 °C/, objemové změny čerstvě vyrobených výrobků /zvláště v prvních 3 měsících po výrobě/, odolnost vůči řadě kyselin, nízká odolnost vůči řadě kyselin, nízká odolnost vůči organickým rozpouštědům, kamenouhelným a hnědouhelným dehtům /dehtovaným lepenkám, tmelům/, nízká odolnost