JEŠTĚ K MODULU PRUŽNOSTI
MORE ABOUT MODULUS OF ELASTICITY

BŘETISLAV TEPLÝ

Několik poznámek k publikovanému článku [1], které komentují roli modulu pružnosti v mezních stavech, ve vztahu ke konceptu k-součinitele a k degradaci betonu způsobené mrazem.

Some items are added to the paper [1] commenting on the role of modulus of elasticity in limit states, on the k-concept and on the concrete degradation due to the frost.

Autoři nedávno uveřejněného článku [1] o modulu pružnosti betonu velmi správně upozorňují na nedobrou praxi: při současném stavu vývoje navrhování a technologií výstavby betonových konstrukcí se dominantními stávají požadavky na trvanlivost; není však vůbec běžné, aby v souladu s tím byly projektantem specifikovány také příslušné požadavky na přetvárné vlastnosti betonu. Autoři zasazují tuto problematiku do znění stávajících norem (zejména EN 206 [2]) a na příkladu železobetonové desky dokládají až 75% zvýšení jejích průhybů při uvažování možné odchylky hodnoty modulu pružnosti o 30 % od její „tabulkové" hodnoty – např. vlivem druhu kameniva.

V souladu s těmito úvahami bych rád na stať [1] navázal a připojil další souvislosti:

Výše zmíněný příklad o průhybech desky patří do vyšetřování mezního stavu použitelnosti. Poznamenejme, že **reálný rozptyl** hodnot přetvárných charakteristik betonu nemusí být zanedbatelný. Projektant – statik při navrhování či posuzování konstrukce hodnotí mezní stavy a nejčastěji postupuje metodou dílčích součinitelů spolehlivosti (jde o mezní stavy únosnosti a použitelnosti; mezní stavy trvanlivosti obvykle formálně patří do kategorie použitelnosti – viz např. [3]). Přitom se návrhové hodnoty vlastností materiálu získávají vydělením jejich charakteristických hodnot součiniteli materiálu; v těchto veličinách je zohledněn možný rozptyl a jeho statistické charakteristiky. Podle ČSN EN 1992-1-1 jsou charakteristické hodnoty pevností betonu 5% kvantily, dílčí součinitel materiálu je 1,5 (pro trvalé nebo dočasné zatížení; při zjištění variačního součinitele pevnosti betonu < 10 % se povoluje uvažovat hodnotu součinitele sníženou na 1,4). Je tedy vidět, že se předpokládá dosti značný rozptyl pevností.

Pro **modul pružnosti** však norma návrhovou hodnotu nespecifikuje – uvádí pro pevnostní třídy jen přibližné/směrné hodnoty s možností jejich úpravy dle druhu kameniva. Vliv možného rozptylu tedy není u modulu pružnosti nijak zohledněn a připouští-li se jistá proměnnost pevností, mělo/mohlo by tak tomu být i např. u modulu pružnosti. Nepochybně nové technologie betonu, různé druhy betonu (směsné cementy, příměsi), superplastifikátory apod. mohou měnit nejenom pevnosti. O rozptylu hodnot modulu pružnosti není mnoho reálných poznatků – drtivá většina zkoušek vzorků betonu je věnována pevnostem. Přitom je vhodné si uvědomit, že modul pružnosti vstupuje nejenom do výpočtu deformací, ale u staticky neurčitých konstrukcí též do výpočtu vnitřních sil – tedy „podílí" se také na hodnocení mezních stavů únosnosti. Poznamenejme však, že uvažování rozptylu modulu při stanovení úrovně spolehlivosti by bylo možno uplatnit jen při pravděpodobnostním postupu výpočtu; praktický dopad v případech mezního stavu únosnosti by to mohlo mít asi jen u konstrukcí, kde jsou použity v různých částech různé materiály (betony). I toto může být dalším důvodem pro požadavek na specifikaci přetvárných vlastností navrhovaných betonů.

V článku [4] bylo upozorněno na to, že pro koncept *k*-hodnoty aplikovaný v normě [2] není zavedena diferenciace hodnot součinitele *k* pro pevnosti a odolnosti proti karbonataci či prostupu chloridů. Dle uvedeného je proto též možno rozšířit požadavek o diferenciaci *k*-hodnoty také pro odhad modulu pružnosti betonů vyrobených např. ze směsných cementů.

Je-li beton vystaven za přítomnosti dostatečné vlhkosti působení mrazu, dochází mj. k poškození jeho vnitřní struktury [5], a tedy také k degradaci fyzikálně–mechanických vlastností: pevnosti, modulu pružnosti, soudržnosti výztuže s betonem aj. Stupeň tohoto poškození je nejčastěji detekován poklesem tzv. **relativního dynamického modulu**, zjišťovaného pomocí rezonančních frekvencí kmitání či ultrazvukovou metodou (viz ČSN 73 1380). V současnosti je to využíváno jen k ověření, zda beton je nebo není mrazuvzdorný, přitom znalost poklesu fyzikálně–mechanických vlastností by však měla hrát roli např. při posuzování zbytkové únosnosti degradované konstrukce či při navrhování nové konstrukce pro situace, kdy degradační působení mrazu nelze během provozu vyloučit. Zdá se ale, že s tím zatím nejsou téměř žádné zkušenosti; zajímavá proto může být zmínka o nedávno publikované studii [6]. Jedná se o analýzu ohýbaného železobetonového nosníku degradovaného mrazem tak, že

Literatura:

[1] *Vašková J., Ševula M. a Veselý V.:* Modul pružnosti automaticky? Beton TKS 6/2007, str. 57–59

[2] ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. Česká technická norma, ČNI, 2001 (vč. změn Z1/2002 a Z2/2003)

[3] *Teplý B.:* Mezní stavy včera, dnes a zítra. Stavební obzor 7/2005, str. 193–196

[4] *Teplý B., Chromá M., Rovnaník P. a Rovnaníková P.:* Karbonatace betonu, druhy cementů a doporučení ČSN EN 206-1, Beton TKS 1/2006, str. 39–41

[5] *Teplý B., Rovnaník P.:* Účinky mrazu na beton, Beton TKS, 4/2007, str. 42–44

[6] *Petersen L., Lohaus L., Polak M.:* Influence of Freezing-and-thawing Damane on behavior of RC Elements. ACI Materials Journal/July-August 2007, pp. 369–378

[7] *Cikrle P., Kersner Z., Schmidt P.:* Možnosti určování modulu pružnosti vláknových kompozitů, In: Sborník konference FC 2005 – Vláknobetony, Malenovice, pp. 115–120

v povrchové vrstvě (krytí výztuže) poklesl relativní dynamický modul na 60 %, ve větších vzdálenostech od povrchu se tento pokles postupně zmírňoval. Experimentálně byla stanovena též degradace statického modulu a soudržnosti betonu s výztuží. Nelineární úloha stanovení ohybové únosnosti nosníku byla v [6] řešena známou vrstvičkovou metodou a přibližně na úrovni provozního zatížení byl zjištěn významný pokles únosnosti (asi o jednu třetinu).

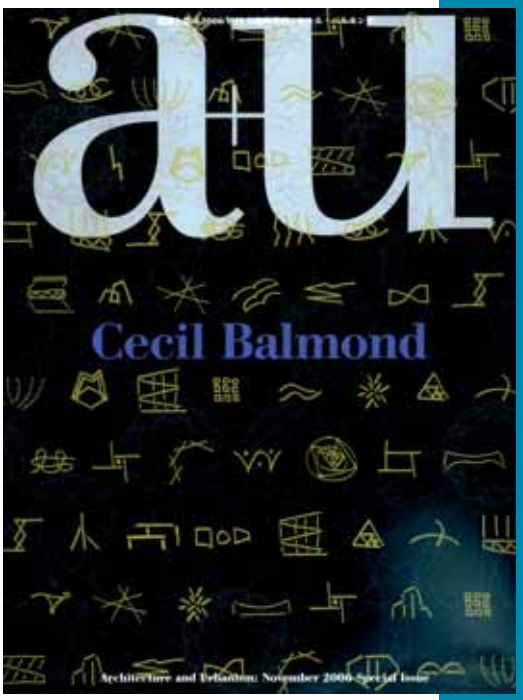
Poznámka: Instruktivní přehled metod a ukázky výsledků stanovení modulů pružnosti podává příspěvek [7]. Je známo, že statický modul je nižší než dynamický; jejich vzájemný přepočet je možno provést dle ČSN 2011. Kromě toho lze dle údajů v zahraniční literatuře velmi zjednodušeně stanovit statický modul pružnosti betonu jako 75 % modulu dynamického.

To jsou podle názoru autora důvody pro to, aby se – zjednodušeně řečeno – zvýšil „zájem" normotvůrců, projektantů a v neposlední řadě též technologů a výrobců betonu o problematiku účelné aplikace znalostí o modulu pružnosti.

Tento příspěvek vznikl částečně v rámci projektu GA 103/06/0674.

Prof. Ing. Břetislav Teplý, CSc.
Stavební fakulta VUT v Brně
tel.: 541 147 642
e-mail: teply.b@fce.vutbr.cz

CECIL BALMOND



Japonské vydavatelství A+U Publishing vydalo v listopadu 2006 zvláštní číslo časopisu A+U (Architectura and Urbanism) věnované jednomu z nejznámějších stavebních inženýrů – Cecilu Balmondovi.

Zvláštní číslo časopisu je rozděleno na 11 kapitol.

Ta první obsahuje Balmondovy eseje na témata: hloubka konstrukce, konstrukce jako hudba, každodenní, rozsah a definice.

Kapitoly dvě až pět jsou nazvány: grid, the generativ line, numbers a AGU (advanced geometry unit). Každá z nich obsahuje rozbory několika projektů (tří až osmi), které v architektonickém návrhu vycházely z jednotlivých geometrických prvků. Např. v kapitole „grid" jsou rozbory Centre Pompidou v Metách, Metropolitní opery v Taichungu, Velkého egyptského muzea a dalších třech projektů, kapitola „The generative line" je věnována projektům stadionu v Chemnitz, Portugalskému národnímu pavilonu na Expo 1998, arnhemskému Centraalu, Serpentine Gallery pavilonu z roku 2001 a čtyřem dalším. Celkem je v čísle popsáno třicet šest projektů, na nichž Cecil Balmond nějakým způsobem spolupracoval.

Časopis obsahuje i kapitoly zaměřené na výuku nebo rozhovory a úvahy známých architektů, pro jejichž návrhy Cecil Balmond vymýšlel ty nejvhodnější a nejoriginálnější nosné konstrukce, jako Toya Ito a Rema Koolhaase.

Celé speciální číslo (296 stran) je připraveno paralelně v angličtině a japonštině, editorem byl Noriko Tsukui a cena je JPY 6 800 (včetně poštovného), nebo aktuální odpovídající částka v USD, EUR, CHF nebo GBP. Číslo lze objednat na *www.japan-architect.co.jp*

MODERNÍ PANELOVÝ BYT

Iva Poslušná, Miloslav Meixner a kol.

Současný panelový dům už většinou není onen klasický předrevoluční „panelák" – šedá krabice, jedna od druhé k nerozeznání. Přes skeptické předpovědi o jejich nevyhnutelném konci se ukázalo, že jsou schopny regenerace a mohou sloužit ještě dlouhou dobu. Potvrzuje to i narůstající zájem o rekonstrukce bytových jader a změn v prostorovém uspořádání bytů.

Úvodní část publikace seznamuje čtenáře s historií panelových domů a s obecnými zásadami konstrukčních úprav. Rozsáhlý prostor je věnován technickým problémům panelových bytů a nabízí možnosti jejich řešení – od výměny oken přes rekonstrukce technického zařízení bytu (vytápění, rozvody vody, elektroinstalace, větrání apod.) až po přestavbu bytového jádra a kuchyně. Autoři předkládají řešení stavebních úprav, možnosti jejich financování a doporučují spolupráci s odborníky (architekty, statiky, spec. firmami).

Zásadní část knihy tvoří sedmnáct příkladů rekonstrukcí panelových bytů s fotografiemi a půdorysy původního i nového vzhledu interiérů. Představené ukázky nahlížejí na rekonstrukci panelového bytu z různých úhlů a podle odlišných potřeb jeho obyvatel.

Vydavatelství ERA
120 stran, 210 x 200 mm, celobarevná, brožovaná, Cena: 295 Kč