STANOVENÍ MODULU PRUŽNOSTI ZDIVA POMOCÍ JEDNOLANOVÉHO NAPÍNACÍHO LISU – VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ

Zpracovali: Doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc., Ing. Radim Nečas, Ph.D., Ing. Jiří Strnad, Ph.D., Ing. Michal Požár (Fakulta stavební VUT v Brně)

Souhrn

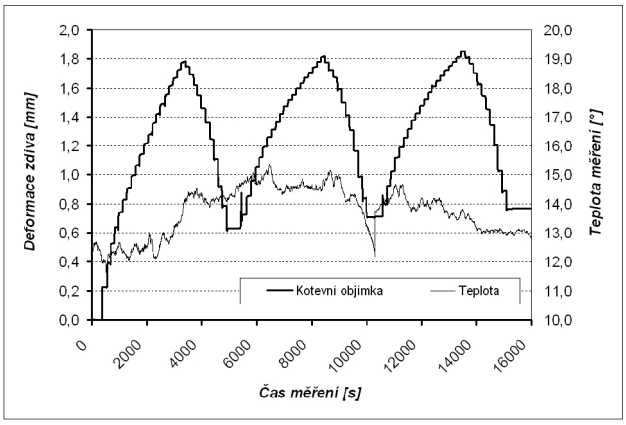
Technický list navazuje na předchozí list 3.3b, který se zabýval postupem měření deformačních charakteristik zdiva klenbových mostů ve směru rovnoběžném s ložnou spárou. Uveden je postup pro vyhodnocení naměřených dat.

Oblast použití

Uvedený princip vyhodnocení modulu pružnosti je s výhodou použitelný při návrhu rekonstrukcí zděných mostních staveb pomocí nových železobetonových stěn a příčného předpětí.

Měření deformací konstrukce

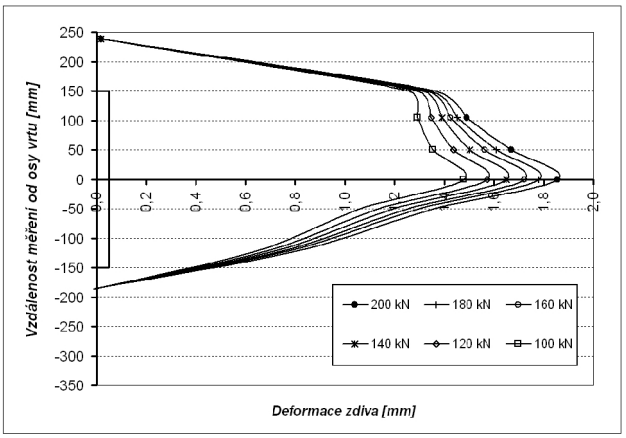
Měření deformací konstrukce probíhá prostřednictvím osazených deformometrů v závislosti na velikosti předpínací síly (Obr. 1).



Obr. 1 Ukázka změřené deformace zdiva v čase.

Postup vyhodnocení

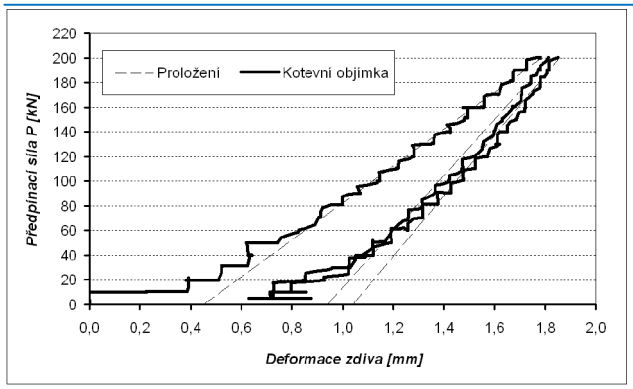
Uvedený postup popisující měření deformačních charakteristik zdiva lze nazvat jako metoda přímého stanovení modulu pružnosti s nepřímým vyhodnocením. Nepřímé vyhodnocování spočívá v kombinaci numerické simulace zdiva pomocí výpočetních programů a skutečně naměřených a zpracovaných hodnot. Pro stanovení modulu pružnosti zdiva se osvědčilo uvažovat data ze snímače s nejvyšší naměřenou celkovou deformací. Vzhledem k uspořádání měření jde o deformometr osazený v místě osy napínání (kotevní objímka). Další snímače a jimi naměřená data slouží pro popis deformací po výšce zdiva neboli pro popis tzv. deformační kotliny (Obr. 2).



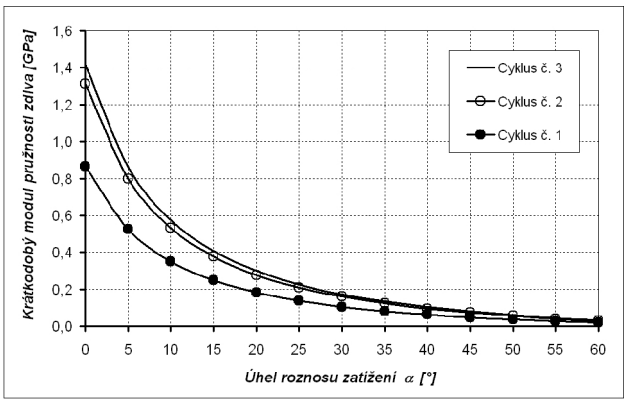
Obr. 2 Ukázka deformace zdiva v okolí měřící desky (deformační kotlina).

Základním výstupem naměřených dat je závislost deformace konstrukce na velikosti předpínací síly. Vynesením příslušných hodnot do grafu získáme tzv. L-D diagram (load-deflection diagram) pro všechny provedené cykly měření (Obr. 3). Z hlediska vyhodnocování výsledků postačí vzestupné větve grafů reprezentující zatěžování konstrukce. Proložením přímky každou vzestupnou větví vytneme úhel svíraný touto přímkou a horizontální osou grafu. Hookův zákon uvádí vztah pro výpočet modulu pružnosti materiálu jako poměr napětí způsobeného předpětím a poměrné deformace. Hodnoty poměrných deformací lze stanovit přímo z naměřených dat s přihlédnutím k šířce zkoumané konstrukce. Napětí ve zdivu je přímo závislé na úhlu roznosu zatížení, jenž definuje efektivní roznášecí plochu. V případě zdiva není tento náhradní úhel v žádné literatuře definován. Představu o vlivu úhlu roznosu zatížení na krátkodobý modul pružnosti dokládá grafická závislost obou zmiňovaných veličin (Obr. 4), kde byl volen úhel v rozmezí 0 – 60°.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168

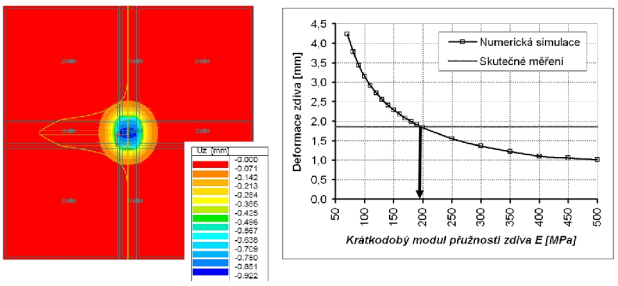


Obr. 3 Load deflection digram.



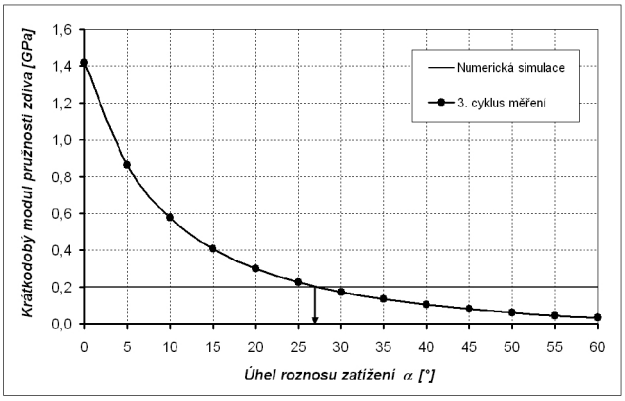
Obr. 4 Závislost modulu pružnosti na úhlu roznosu zatížení.

Matematické popsání nehomogenního materiálu (zdivo) je obecně značně obtížné. Z tohoto důvodu byl vytvořen zjednodušený výpočtový model simulující reálně měřenou konstrukci. Jde o deskový model uložený na pružném podloží s parametry odpovídajícími vyšetřovanému zdivu. Princip stanovení krátkodobého modulu pružnosti zdiva spočívá v opakovaném zatěžování matematického modelu předem definovanou silou, vždy s jinou hodnotou modulu pružnosti zdiva na straně vstupních parametrů tak, aby bylo dosaženo deformace modelu shodné s deformací změřenou. Jedná se o interval od 70–500 MPa (Obr. 5 vlevo). Výsledkem je grafická závislost deformací konstrukce na modulu pružnosti (Obr. 5 vpravo) při konstantní tlakové síle. Pro vyhodnocení výsledku je nutné zanést do grafu skutečnou hodnotu zatlačení konstrukce v podobě přímky rovnoběžné s vodorovnou osou grafu. V místě průsečíku numerické simulace s naměřenou hodnotou (skutečné měření) je možné odečíst požadovaný krátkodobý modul pružnosti.



Obr. 5 Výpočtový model, grafické vyhodnocení numerické simulace.

Na základě vyhodnocení krátkodobého modulu pružnosti zdiva pomocí numerické simulace v kombinaci s reálnými hodnotami deformací je možné zpětné určení efektivního úhlu roznosu zatížení. Do grafu závislosti úhlu roznosu zatížení na modulu pružnosti je nutné vynést hodnotu modulu pružnosti stanovenou dříve. V místě průsečíku obou křivek lze odečíst úhel roznosu zatížení pro vyšetřovanou konstrukci (Obr. 6).



Obr. 6 Stanovení úhlu roznosu zatížení

Závěr

Vyhodnocení měření za účelem stanovení krátkodobého modulu pružnosti zdiva ve směru rovnoběžném s ložnou spárou popsané v příspěvku je vhodné pro aplikaci jak na historické (mostní opěry, pilíře a klenby), tak i současné zdivo. Vyžaduje minimální zásah do stávající konstrukce. Rovněž rychlost a mobilita osazování měřícího rámu s deformometry snižuje celkovou dobu provádění. Pro stanovení deformačních charakteristik zdiva je nutné provést minimálně 3 měření.

Literatura

[1] DUCHÁČ, P.; KLUSÁČEK, L. Horizontálně předepnuté pásy zdiva – problematika roznosu zatížení rovnoběžně s ložnou spárou. In Sborník přednášek sanace betonových konstrukcí 2014. Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, 2014. s. 34-40. ISBN: 978-80-905471-1-7.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168