STANOVENÍ MODULU PRUŽNOSTI ZDIVA POMOCÍ JEDNOLANOVÉHO NAPÍNACÍHO LISU – POSTUP 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

Modul pružnosti materiálu patří mezi nejvýznamnější deformační charakteristiky. Pro tvorbu výpočetních modelů příčně předepnutých mostních kleneb je rozhodujícím parametrem modul pružnosti zdiva opěr, pilířů a kleneb ve směru rovnoběžně s ložnou spárou. Současně platná norma ČSN EN 1996-1-1 uvádí vztah pro výpočet modulu pružnosti na základě pevnosti zdiva kolmo na ložné spáry a součinitele K_E. V případě konstrukcí zatížených v horizontální rovině (např. předpětím), tedy rovnoběžně s ložnými spárami, žádné řešení dané problematiky literatura neuvádí.

Uvedený postup měření slouží pro stanovení deformačních charakteristik zdiva klenbových mostů ve směru rovnoběžném s ložnou spárou pomocí proměnného předpětí vyvozeného předpínacím lanem a dutým napínacím lisem.

Oblast použití

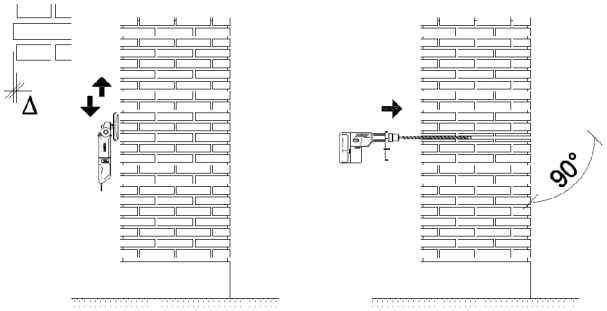
Uvedený princip měření modulu pružnosti je s výhodou použitelný při návrhu rekonstrukcí historických zděných mostních staveb. Je aplikovatelný na zdivo mostních pilířů nebo na zdivo mostních opěr, podmíněně na zdivo mostních kleneb, kde vychází délka potřebného vyvrtaného kabelového kanálku relativně velká.

Postup měření

Základní myšlenka popisovaného měření spočívá v zatěžování vyšetřovaného zdiva předem definovanou předpínací silou, která je do konstrukce vnesena pomocí jednolanového napínacího lisu. Předpětí zdiva přitom způsobí přírůstek poměrného přetvoření. Skutečně naměřené deformace jsou následně matematicky a graficky vyhodnocovány. Pro stanovení krátkodobého modulu pružnosti zdiva je zapotřebí numerické simulace pomocí výpočetní techniky. Konečná hodnota modulu pružnosti je následně odečtena z grafu v závislosti na úhlu roznosu zatížení.

Obr. 1 Měřicí sestava osazená na zděném mostním pilíři.

Při měření je kladen velký důraz na přípravu zkušebního místa, protože zdivo vykazuje značné povrchové nerovnosti. Ty mají negativní vliv na měření modulu pružnosti z toho důvodu, že roznášecí ocelová deska nedosedá plošně, ale bodově na „vyvýšená“ místa a nastává nežádoucí místní drcení. Výhodné je v tomto případě broušení povrchu pomocí úhlové brusky a diamantového brusného kotouče (Obr. 2). Je požadováno, aby maximální nerovnosti nepřesáhly hodnotu Δ=1,0 mm v celé dosedací ploše zkušební desky.

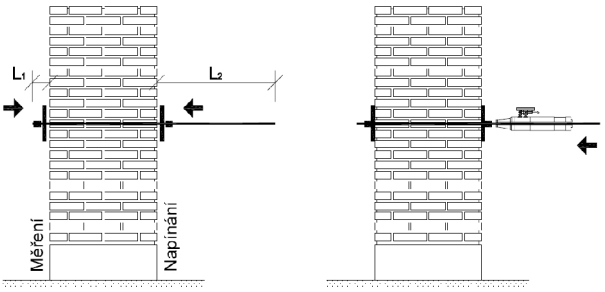


Obr. 2 Broušení konstrukce, vrtání kanálku

Pro vnesení tlakového namáhání do zdiva se použije předpínací lano průměru 15,7 mm v náhradním kabelovém kanálku o průměru 35 mm. Lano je z důvodu ochrany opatřeno mazivem a PE chráničkou. Pro zhotovení vrtu je použita vrtací tvrdokovová technika (Obr. 2). Odchylka osy vrtu

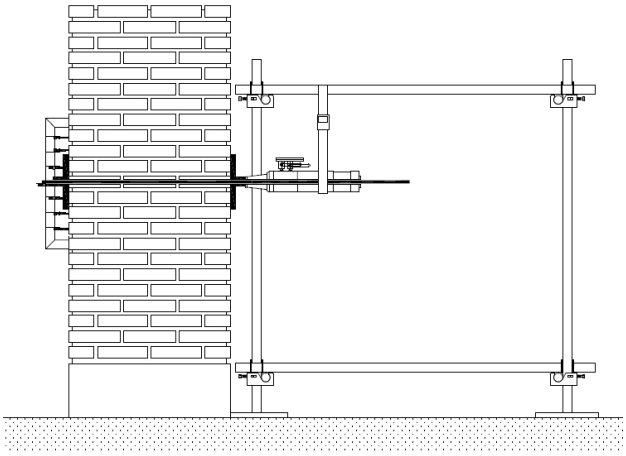
Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168

od teoretického průběhu se připouští maximálně 20 mm. U konstrukcí větší tloušťky se předpokládá použití speciálního polohovacího zařízení (supportu) s přesností +/-1 mm v rozsahu možných nastavení, jenž umožní splnění požadavku na geometrii kanálku.



Obr. 3 Instalace lana a desek, osazení napínacího lisu.

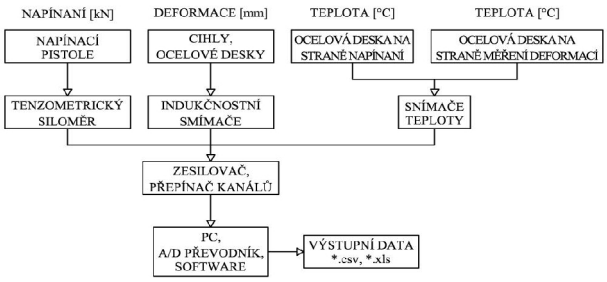
Do předem zhotoveného náhradního kabelového kanálku se provlékne s příslušnými přesahy předpínací lano (Obr. 3). Vhodná volba rozměrů roznášecích desek vychází z předběžné studie a z následného vyhodnocení měření, kdy při malých tloušťkách desky dochází k výrazným deformacím v oblasti kotevní objímky. Z tohoto důvodu je nutné volit rozměry desky min 250 x 350 x 45 mm. Roznášecí desky se osadí na předpínací lano z obou stran stěny. Tlakové napětí je do konstrukce vnášeno pomocí jednolanového napínacího lisu HAMA, schopném vyvinout tlak 31,6 MPa (200 kN) při maximálním zdvihu 150 mm (Obr. 4).



Obr. 4 Vnášení tlakového napětí do konstrukce.

Skutečná deformační charakteristika (krátkodobý modul pružnosti zdiva) se určí pomocí změřené závislosti zatlačení roznášecí desky na vnesené tlakové síle.

Pro odečítání stlačení konstrukce se používají indukčnostní snímače dráhy typu T102F. Součástí měřicí soustavy jsou rovněž i snímače teploty a tenzometrický siloměr udávající aktuální velikost předpínací síly v době napínání. Schéma zapojení sestavy je patrné z Obr. 5. Pro instalaci snímačů se použije měřicí rám (speciálně navržená ocelová konstrukce). Při instalaci snímačů je nutné dbát na dostatečně velký měřicí rozsah (vzhledem k předpokládané totální deformaci). Tento rozsah v uvedeném příkladu činil 0 – 2,5 mm.



Obr. 5 Blokové schéma měřicího řetězce.

Měření deformací konstrukce probíhá pomocí osazených deformometrů v závislosti na velikosti předpínací síly. Zatěžování zdiva se provádí postupně po krocích o velikosti 10 kN, s podržením síly 10 sekund pro zajištění odečtení dostatečného množství měřených dat. Zatěžování končí v okamžiku dosažení max. kapacity předpínacího lana. Zde je nutné podržení napětí 5 minut z důvodu ustálení deformací konstrukce. Odlehčování zdiva probíhá obdobně (po krocích 20 kN s podržením napětí 10 sekund). Aby nedocházelo ke zvýšenému namáhání snímačů v okamžiku úplného odtížení, je nutné zajistit min. předpínací sílu v laně 5 kN. Pro správné vyhodnocení výsledků je zapotřebí provést alespoň tři zatěžovací a odlehčovací cykly vždy s podržení napětí 5 minut mezi jednotlivými cykly.

Závěr

Popsaný postup měření pro stanovení krátkodobého modulu pružnosti zdiva ve směru rovnoběžném s ložnou spárou popsaný v příspěvku je vhodný pro aplikaci na historické zdivo mostních kleneb, opěr nebo pilířů. Vyžaduje minimální zásah do stávající konstrukce. Rovněž rychlost a mobilita osazování měřicího 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