

VÝPOČET POŽÁRNÍ ODOLNOSTI BETONOVÝCH DESKOVÝCH KONSTRUKCÍ S UVÁŽENÍM FYZIKÁLNÍ A GEOMETRICKÉ NONLINEARITY

FIRE RESISTANCE CALCULATION OF CONCRETE SLAB STRUCTURES WITH RESPECT TO PHYSICAL AND GEOMETRICAL NON-LINEARITY

PAVLÍNA MATEČKOVÁ

CÍL VÝZKUMU

Jedním z požadavků na stavební konstrukce je požadovaná požární odolnost. Požární odolnost stavebních konstrukcí se stanovuje převážně zkouškou v akreditované laboratoři. Nové poznatky v oblasti závislosti mechanických a tepelně technických vlastností na teplotě otevírají možnost stanovení požární odolnosti výpočtem. Dizertační práce je orientována na výpočetní stanovení požární odolnosti železobetonových a předpjatých deskových konstrukcí. Výpočetní stanovení požární odolnosti je podmíněno jednak stanovením co nejvýstižnějšího rozložení teplot v průřezu a dále odhadem mechanického chování železobetonového (předpjatého) prvku při zvýšené teplotě.

Cílem dizertační práce bylo přispět ke zpřesnění modelování teplotní a mechanické odezvy železobetonových a předpjatých deskových konstrukcí za požární situace. Zpřesnění výpočetních mode-

lů navazuje na základní údaje o závislostech tepelně technických a mechanických vlastností na teplotě, získaných z aktuálních publikací, a dále je aplikuje na konkrétní průřez železobetonové desky a předpjatého panelu při výpočtu požární odolnosti.

DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

K modelování nestacionárního teplotního pole v jednoduchém průřezu železobetonové desky jsou v práci použity dvě metody. Nestacionární teplotní pole je řešeno numericky pomocí programu Nonstac a metodou konečných prvků pomocí programu ANSYS. Parametry přestupu tepla jsou uvažovány podle EC1 a podle Národní Přílohy Eurokódu. Pro různé metody výpočtu se objevují odchylky ve vypočteném teplotním poli, zejména zadáváme-li tepelně technické vlastnosti v závislosti na teplotě. Dále se podle předpokladů liší teplotní pole vypočtené pro rozdílné parametry přestupu tepla.

Mechanická odezva jednoduchého průřezu železobetonové desky je řešena na základě publikovaných mechanických vlastností výztuže a betonu v závislosti na teplotě. Vypočtená požární odolnost železobetonové desky je porovnána s tabulkovou požární odolností.

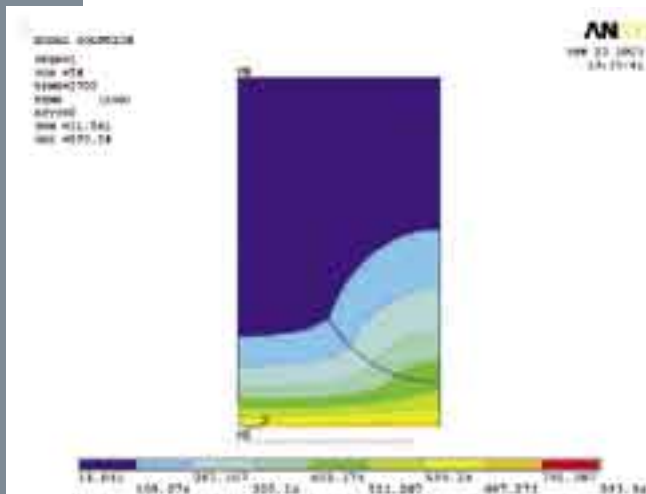
Tabulková požární odolnost podle EC2

je větší než vypočtená požární odolnost. Důvodem je pravděpodobně velké množství zkoušek, které jsou podkladem pro tabulkovou požární odolnost. Na druhé straně se pro stanovení požární odolnosti železobetonové desky výpočtem vychází z modelu teplotní a mechanické odezvy konstrukce, kde jsou hodnoty tepelně technických a mechanických vlastností betonu a výztuže i charakter přestupu tepla pravděpodobně dány konzervativními hodnotami na straně bezpečnosti.

Teplotní pole průřezu předpjatého panelu, vylehčeného dutinami, je stanoveno dvěma metodami, numericky pomocí programu Nonstac a metodou konečných prvků pomocí programu ANSYS. Protože program Nonstac řeší jednorozměrné vedení tepla, nestacionární teplotní pole v průřezu panelu je stanoveno nahrazením části průřezu s dutinami ekvivalentní vrstvou. Předmětem analýzy je nalézt vhodné tepelně technické vlastnosti ekvivalentní vrstvy. Pomocí programu ANSYS je řešeno dvourozměrné teplotní pole v průřezu panelu,

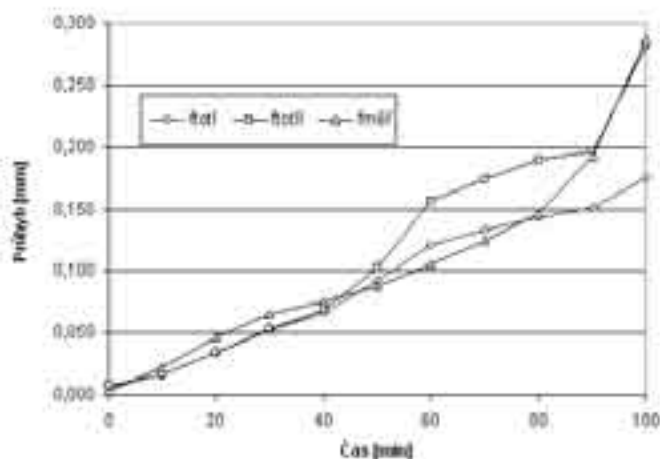
Obr. 1 Modelování teplotního pole v průřezu dutinového panelu PPD 311

Fig. 1 Modelling of temperature distribution in cross-section of pre-stressed panel PPD 311



Obr. 2 Vypočtený a naměřený průhyb panelu PPD 311

Fig. 2 Calculated and measured deflections of panel PPD 311



Náročné přísady pro náročný transportní beton!

příčemž předmětem analýzy je odhadnout a vhodně zadat do výpočtu tepelné technické charakteristiky vzduchu v dutinách (obr. 1). Vypočtená teplotní pole jsou porovnávána s teplotami naměřenými při zkoušce požární odolnosti. Odchylky mezi naměřenými a vypočtenými hodnotami jsou v porovnání s odchylkami, které se vyskytují mezi naměřenými hodnotami, přijatelné.

Mechanická odezva předpjatého panelu PPD 718/311 je řešena na základě publikovaných mechanických vlastností předpínací výztuže a betonu v závislosti na teplotě. Požární odolnosti stanovené výpočtem se liší v závislosti na metodě a modelu výpočtu teplotního pole předpjatého panelu. Dále je řešena problematika vývoje momentu od účinků zatížení s uvážením fyzikální a geometrické nelinearity. Vypočtené požární odolnosti vykazují poměrně velký rozptyl. Základem pro výstižnější stanovení požární odolnosti je přesnější určení teplotního pole ve složitějším průřezu předpjatého panelu.

V současné době je v normě předepsáno laboratorní zkoušení dvou vzorků příslušného prvku a měření teplot uvnitř průřezu není při zkoušce obvyklé. Naměřené hodnoty nelze tedy statisticky vyhodnotit, lze je ale použít jako podklad pro výpočet teplotního pole v předpjatém panelu. Metodu výpočtu a modelování teplotního pole lze aplikovat, pokud budou k dispozici reprezentativní hodnoty měření. Obdobně lze získat přesnější závislosti mechanických vlastností betonu a výztuže v závislosti na teplotě.

V práci je dále věnována pozornost přetvoření předpjatého panelu při požáru. Přetvoření předpjatých panelů při požáru je ovlivněno poklesem předpínací síly a poklesem tuhosti průřezu. Ve výpočtu poklesu předpínací síly a tuhosti průřezu je zohledněn vliv fyzikální nelinearity. Vzhledem k působící osově síle a velkým průhybům, které byly naměřeny při zkoušce požární odolnosti panelů, je vhodné uvážit i vliv geometrické nelinearity. Nezanedbatelnou roli hraje při požáru přetvoření vlivem nerovnoměrného oteplení průřezu. Pro panel PPD 718/311 se vypočtené hodnoty shodují s hodnotami naměřenými při zkoušce požární odolnosti s přijatelnou odchylkou (obr. 2).

Požární odolnost lze výpočtem stanovit také pro parametrický průběh požáru.

Parametrický průběh požáru je stanoven s ohledem na požární zatížení a parametry odhořívání a snaží se vystihnout pravděpodobný průběh teplot plynů v hořícím prostoru při požáru. Pravděpodobný průběh požáru má význam, pokud je nutná analýza konstrukce po požáru.

ZÁVĚR

Přínos této práce do problematiky výpočtu požární odolnosti betonových deskových konstrukcí spatřuji v aplikaci známých publikovaných tepelné technických a mechanických vlastností betonu a výztuže v závislosti na teplotě při výpočtu požární odolnosti jednoduché železobetonové desky. Poznatky byly použity při výpočtu požární odolnosti předpjatého panelu. V práci byla na základě odborných publikací navržena možná zjednodušení pro modelování teplotního pole složitějších průřezů vylehčených dutinami. Pro výpočet mechanické odezvy předpjatého panelu byly odvozeny na základě odborné literatury vztahy s uvážením geometrické a fyzikální nelinearity.

Výhodou výpočtu požární odolnosti oproti zkoušení jsou časové a finanční úspory. Pokud je požární odolnost železobetonových a předpjatých konstrukcí stanovena výpočtem, lze ji stanovit s ohledem na skutečné využití a podmínky působení konstrukce. Ve výpočtu lze upřesnit stupeň statického využití konstrukce, kategorii budovy a poměr stálého a nahodilého zatížení.

Poznatky z modelování teplotní a mechanické odezvy konstrukce lze aplikovat na další předpjaté panely, deskové konstrukce, ale také pro konstrukce jiného typu, např. tunely.

Ing. Pavlína Matečková, PhD.
Katedra konstrukcí FAST VŠB TU
L. Poděšť 1875, 708 00 Ostrava
e-mail: pavlina.mateckova@vsb.cz

*Kdykoliv něco stavíme, mějme
na paměti, že stavíme navždy."*

John Ruskin, britský kritik umění



Jako středně velký výrobce betonářské chemie, barev a dávkovacích zařízení nabízíme již 35 let oprávněně znalosti o betonu.

Naše služby zahrnují bezplatné návrhy optimalizace receptur, přísad a výrobních procesů.

Obracejte se na nás!



BauChem
Člen skupiny podniků Ha-Be

K Panelárně 172
CZ-Karlovy Vary-Otovice 362 32
tel./fax +420 35 3 56 10 83
mobil: +420 602 64 73 80
e-mail: petr.gulevic@cmail.cz

www.ha-be.com