

Již prostý výčet problematiky, heslovitě uvedené ve specifikaci [7] naznačuje, že se jedná o problémy nejen u nás mnohdy nové co do aplikací (např. sendvičové stěny, spřažené a kombinované překlady, apod.), ale též dosud komplexně neřešené - lépe řečeno, téměř vůbec neřešené. Vždyť naše kmenová norma [1] na rozdíl od např. DIN 1053 nebo BS 5628 aj. - se vůbec o této problematice nezmiňuje a doplňková norma vlastně též dosud v podobné úpravě neexistuje. V současné době se uvedený problém řeší, již ve vazbě na Eurocode 6 a zmíněné specifikace a příslušné normy pro zkoušení - informace o výsledcích vyžadují samostatný rozsáhlejší materiál, který se připravuje.

8. Bed joint reinforcement

Pod tímto označením zavádí specifikace prEN 845 - 3 : 1992 [8] zásadní požadavky na prefabrikovanou výztuž ložných spar zdíva. Rozsah požadavků je co do výčtu stejný jako u překladů /ad 7/, co do podrobnosti však menší. Navíc jsou obsaženy požadavky na metody výroby těchto předpřipravených pomocných prvků, stejně tak jako požadavky na systémy ochrany proti korozi (zde je opět ponechána "vůle" pro národní doplňky).

Tvarově a výrobně specifikuje [8] několik základních typů prefabrikované výztuže ložných spar:

- welded wire meshwork = svařované prvky z výztuže podélné a příčné, kdy můžeme rozlišit tzv. Ladder type /LT/, tj. žebřičky z drátů na sebe kolmých a tzv. Truss type /TT/, tj. výztuž ve tvaru pňhradoviny. V bližší rozměrové a výrobní specifikaci pak mohou být pomocné prvky typu /LT/ vytvořeny z prutů svařených přesahem /dvojnásobná tloušťka/, případně z prutů zploštělých pro tenkovrstvou maltu. Prvky typu /TT/ jsou obvykle pouze v jednoduché tloušťce nebo zploštělé. Oba typy pak lze případně využít i pro vrstvené stěny; zde se výjimečně dá povolit tzv. drip, tj. prohnutí příčného drátu v dutině stěny /u běžných stěn ad 3/ se nepovoluje.
- woven wire meshwork = pomocné prvky tvarované s použitím zvláštěného drátu, která vytváří hustější vyztužení podélně orientovaných stěn.
- expanded metal meshwork = speciální kovová síť, používaná v pruzích či v ploše (např. u stěnových pilířů výztuží ložných spar).

Specifikace [8] stanovuje relaci mezi rozměry výztužných prvků (jejich tloušťkou) a tloušťkou malty ložné spáry zdíva, min. průměr drátů a jejich kvalitu, vztah pro výpočet průřezové plochy prvku, apod. Zkoušení je opět upraveno příslušnými částmi prEN 846 (viz literatura v [4]).

Využití výztuže ložných spar je v zahraničí poměrně široké - jak pro zvýšení únosnosti, tak i např. pro kontrolu přetvoření od změn vlhkosti, apod. Některé možnosti a zásady použití u technologie, využívají betonových tvárníc jsou uvedeny v [5]; souhrnné zpracování celé problematiky je t.č. v rozpracování, ve vazbě na naše normy a očekávaný náběh (souběh) evropských norem.

9. Ostatní pomocné prvky pro zděné konstrukce

Při aplikacích sendvičových stěn, řešení atik, suterénů objektů, detailů a návazností oken, apod. se vyskytují některé další pomocné prvky, které již nemají charakter statický (i když někdy mohou statiku ovlivnit), ale jsou podmínkou komplexní spolehlivosti budovy. Zmíním zde pouze ty nejdůležitější - vodorovné izolace proti vlhkosti, izolace v sendvičových obvodových stěnách vč. uzávěrů dutin, apod. Některé aplikace budou opět prezentovány ve vystoupení na konferenci.

10. Závěr

Problematika použití pomocných prvků v konstrukcích z kusových staviv je značně rozsáhlá, v mnoha oblastech u nás i zcela nová. V tomto příspěvku bylo možno provést pouze hrubý výčet a doplnit jej následně ukázkami aplikací (proto zde též nejsou prezentovány obrazové přílohy). Některé problémy již byly řešeny [4,5], jiné jsou na pracovišti autora rozpracovány. Jejich dotažení do přímé aplikační podoby již dnes, a zejména v návaznosti na zavádění evropských norem, je v zájmu výrobců, projektantů i dodavatelů staveb: jejich podněty i požadavky na dořešení, vývoj nových aplikací a podkladů pro projektování a provádění jsou autorem očekávány. Budou řešeny v souladu a současně s aktuálními problémy použití vyztuženého a předpjatého zdíva, aplikacemi při rekonstrukcích objektů i v jiných aktuálních případech, na experimentální, teoretické, projektové i praktické úrovni.

Literatura

- [1] ČSN 73 1101: Navrhování zděných konstrukcí
- [2] ČSN 73 2310: Provádění zděných konstrukcí
- [3] EUROCODE 6 : Structural Use of Masonry
- [4] Klouda J. : Vrstvené stěny
In: Sborník k semináři Eurocodes 1,2,6
- [3] díl - PROCON, Praha, 1993
- [5] Klouda J. : Navrhování sendvičových obvodových stěn a dilatací.
IP-1/93 (70stran)
VUT Brno, květen 1993
- [6] prEN 845-1:1992: Specification for ancillary components formasonry
- Part 1: Ties, straps, hangers, brackets and support angles
- [7] prEN 845-2:1992: Specification for ancillary components for masonry
- Part 2: Lintels
- [8] prEN 845-3:1992: Specification for ancillary components for masonry
- Part 3: Bed joint reinforcement

Doc. Ing. Jaromír Klouda, CSc.

Dlouholetá praxe v projekci, typizaci, experimentálním výzkumu a vývoji konstrukcí, na VUT Brno od r. 1981, v současné době vede Divizi zděných, montovaných a smíšených konstrukcí ÚBZK FAST. Člen normalizačních komisí TNK 36/SC 4, TNK 37, člen IABSE.

VODOROVNÉ KONSTRUKCE Z KUSOVÝCH STAVIV

Spřažené konstrukce ze stropních nosníků a keramických vložek - stropy z nosníků s prostorovou výztuží a vložkami - statické působení, výpočet, dimenzování.

Využití kusových staviv pro vodorovné konstrukce není myšlenka nikterak nová. Tlačenu konstrukci z kusových staviv, pravou klenbu, znaly již civilizace na úsvitu dějin. Ohýbané konstrukce z kusových staviv se začaly používat jen o několik let později než běžné monolitické stropní konstrukce. Jako kusové stavivo se používaly tvarovky různých tvarů a z různého materiálu: keramické, křemelínové, betonové a z lehčeného betonu. V současné době se převážně používají cihelné tvarovky a pro spřažené konstrukce také tvarovky betonové.

1. Vodorovné konstrukce s cihelnými vložkami

Původním smyslem používání cihelných tvarovek bylo vylehčování jednosměrně prutých monolitických železobetonových konstrukcí. Nejvíce rozšířenými byly žebříkové stropy s tvarovkami Simplex. S nástupem montovaných konstrukcí se cihelné tvarovky začaly používat i pro výrobu keramických povál, panelů, překladů a věnových dílců. Postupně se začala měnit i míra a způsob statického využití keramiky v nosném průřezu. Od původního využívání keramiky staticky v podružném smyslu nebo jen ve vedlejším nosném směru, jak tomu je u monolitických stropních konstrukcí typu Simplex, u stropních dílců, u nichž nosnou funkci v obou nosných směrech zabezpečuje betonová část, u hurdiskového stropu a u stropních konstrukcí z nosníků a keramických vložek, se přeš-

lo na konstrukce, které využívají statického působení keramiky v hlavním i vedlejším nosném směru. K těmto konstrukcím patří keramické povaly a panely s tvarovkami zajišťující spolehlivé spolupůsobení keramické a betonové části v tlačené oblasti průřezu.

Při statickém vyšetřování ohýbaných vodorovných konstrukcí se keramická část průřezu zanedbávala a jako nosný průřez se uvažovala pouze betonová část. Později se projektanti snažili různými, někdy ne zcela statickému působení odpovídajícími, způsoby vyjádřit vliv keramiky alespoň při výpočtu průhybu. K zásadnímu obratu došlo teprve vydáním normy ČSN 73 1102 - 77 "Navrhování vodorovných konstrukcí z cihelných tvarovek", jejímž teoretickým pramenem byla "Studie navrhování keramických prefabrikovaných konstrukcí", kterou v roce 1970 zpracoval doc. Ing. Vladimír Meloun, CSc. Tato norma obsahuje potřebné vztahy pro statické vyšetřování i zásady pro konstrukční řešení. Je doposud platná, ale její dnešní použití je ovlivněno tím, že vychází z metod, které se u železobetonových konstrukcí změnily v souvislosti s revizí základní normy pro betonové konstrukce ČSN 73 1201 "Navrhování betonových konstrukcí" v roce 1986.



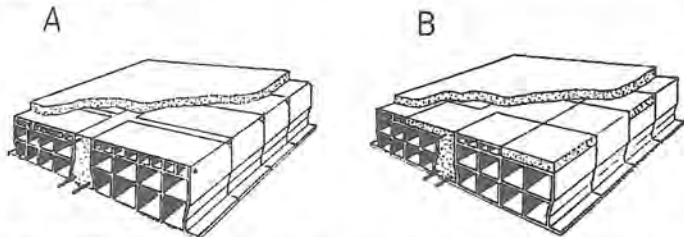
Ing. Miloš Lavický - Stavební fakulta VUT, ústav betonových a zděných konstrukcí

Dnes je vhodnější postupovat při vyšetřování keramických konstrukcí podle platné ČSN 73 1201 - 86 a výpočet modifikovat tak, aby zároveň vystihoval i vliv keramické části průřezu.

1.1 Mezní stav porušení ohybovým momentem

Pro výpočet mezního stavu porušení ohybovým momentem je rozhodující, jsou-li tvarovky uzpůsobeny tak, aby přenášely normálové tlakové síly z jedné tvarovky na druhou. To je spolehlivě splněno tehdy, má-li tvarovka horní tlačnou část dostatečně zesílenou a zároveň je-li zde opatřena šikmým nebo válcovým seříznutím nebo je-li spolupůsobení tvarovek v podélném směru zabezpečeno střídáním výšky tvarovek popř. jejich částí po délce konstrukce (obr. 1).

Jako tlačnou plochu tvarovky lze započítat nejvýše tu část celkové plochy tvarovky bez otvorů, která je omezena hloubkou seříznutí nebo rozdílem výšek.



Obr. 1 Zabezpečení spolupůsobení tvarovek v tlačné oblasti průřezu:

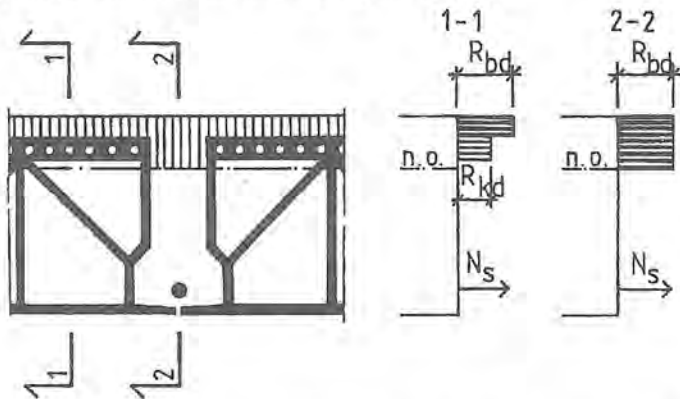
A - seříznutím

B - střídáním výšky poloviny tvarovky

V případě, že podmínky uvedené pro spolehlivé přenášení normálových sil nejsou splněny, se uvažuje ve výpočtu únosnosti pouze betonová část průřezu.

S betonovým žebříkem spolupůsobí v tlačné oblasti zesílená horní část tvarovky popř. i nadbetonovaná vrstva, je-li jejich tloušťka alespoň desetina výšky žebírka, nejméně však 20 mm. Stejná podmínka platí, když uvažujeme pouze s betonovou částí.

Mezní únosnost se určuje za předpokladu, že v tlačné oblasti průřezu napětí v betonu i v keramice dosahuje příslušné výpočtové pevnosti a beton i keramika v tahu nepůsobí (obr. 2).



Obr. 2 Napětí na mezi únosnosti v keramicko - betonovém průřezu (podle metody mezní rovnováhy)

1.2 Mez porušení posouvající silou

Pro výpočet mezního stavu porušení posouvající silou lze keramickou část započítat i v případě, kdy ji při výpočtu únosnosti v ohybu neuvažujeme. Postup výpočtu je stejný jako u prvků bez keramiky jen s tím rozdílem, že výpočtovou posouvající silou, přenášenou na mezi porušení navzdučeným průřezem, určujeme pro rozhodující (nejmenší) šířku betonového průřezu, zvětšenou o součet šířek stěn keramických tvarovek přilehlých k betonovému žebříku, násobený $0,5 \cdot E_k \cdot 10^{-4}$ } R_{btd} , kde E_k je modul pružnosti tvarovek a R_{btd} výpočtová pevnost betonu v tahu.

1.3 Mezní stav přetvoření

Vzájemný poměr mezi pevností v tlaku a v tahu u keramických tvarovek je přibližně 1:5 až 1:4. Je tedy mnohem příznivější než u betonu, přitom modul pružnosti keramiky dosahuje asi polovičních hodnot modulu pružnosti srovnatelné třídy pevnosti betonu. Proto v keramicko - betonovém průřezu většinou při běžném provozním zatížení zůstávají jednotlivé tvarovky bez trhlin. Ty vznikají jen v betonu v příčných styčných spárách mezi tvarovkami.

Úseky celistvého betonového průřezu mezi trhlínami zmenšují protažení výztuže, což příznivě ovlivňuje ohybovou tuhost průřezu.

U keramických konstrukcí je tento "korálkový efekt" obzvlášť patrný, protože soudržnost mezi keramikou a betonem zabraňuje volnému rozvoji trhlin v betonové části průřezu.

Ohybovou tuhost prvků bez trhlin B_{ra} (provozní ohybový moment není větší než moment na mezi vzniku trhlin, určený bez vlivu keramiky) vyjádříme běžným vztahem:

$$B_{ra} = 0,85 \cdot E_b \cdot I_i \quad \{1\}$$

kde je: E_b modul pružnosti betonu

I_i moment setrvačnosti ideálního průřezu s keramikou

Vzhledem k malé šířce spár mezi tvarovkami zanedbáváme, že v místě spáry je ohybová tuhost menší v poměru momentu setrvačnosti ideálního průřezu bez keramiky k momentu setrvačnosti ideálního průřezu s keramikou.

Ohybovou tuhost prvků s vyloučeným působením betonu a keramiky v tahu B_{rb} stanovujeme s přihlédnutím k tomu, zda je zabezpečeno spolupůsobení tvarovek v tlačné oblasti průřezu stejně jako při posouzení meze porušení ohybovým momentem. Pokud lze spolupůsobení tvarovek uvažovat, započítáme do ideální plochy tlačné oblasti určené podle ČSN 73 1201 odst. 7. 3. 2. 3. také tlačnou plochu keramiky, vynásobenou pracovním součinitelem mezi betonem a keramikou, t. j. poměrem modulu pružnosti keramických tvarovek k modulu pružnosti betonu. Ideální plocha tlačné části průřezu se tedy stanoví z výrazu:

$$A_c = A_{bc} + \omega_k \cdot A_{kc} + 2 \cdot \omega \cdot A_{sc} \cdot (x_r - a_c) / x_r \quad \{2\}$$

kde je: A_c ideální plocha tlačné části průřezu,

A_{bc} plocha tlačného betonu,

A_{kc} plocha tlačné části tvarovek,

A_{sc} průřezová plocha tlačné výztuže,

x_r výška tlačné oblasti,

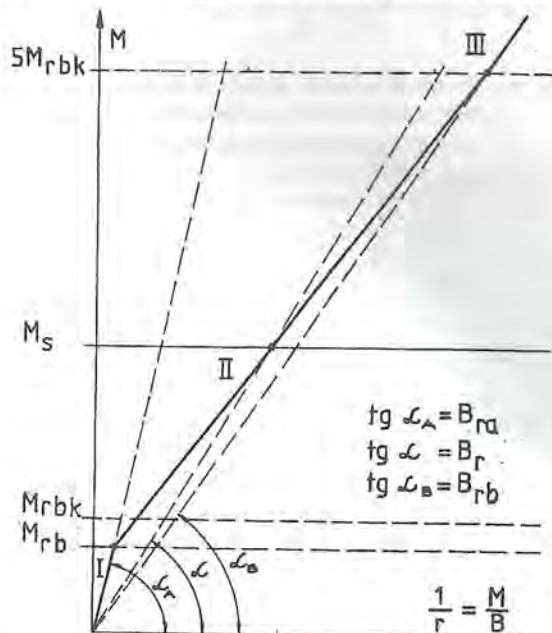
a_c vzdálenost tlačného okraje od těžiště průřezu,

přičemž $\omega_k = E_k / E_b$,

$\omega = E_s / E_b$.

Pokud konstrukční uspořádání nezabezpečuje spolehlivé spolupůsobení tvarovek v tlačné oblasti, určí se počáteční tuhost s vyloučeným tahem B_{rb} stejně jako u průřezů bez keramiky.

Počáteční ohybovou tuhost pro prvky s trhlínami při spolupůsobení betonu a keramiky v tahu B_r získáme interpolací mezi tuhostí prvku bez trhlin a tuhostí prvku s vyloučeným působením betonu a keramiky v tahu na trilineárním pracovním diagramu závislosti křivosti na provozním ohybovém momentu, který se liší od diagramu užívaného pro železobetonové konstrukce pouze tím, že za hladinu, kdy uvažujeme úplné vyloučení taženého betonu, klademe pětinasobek momentu na mezi vzniku trhlin, určený pro ideální průřez zahrnující i vliv keramiky (obr. 36).



Obr. 3 Trilineární pracovní diagram závislosti křivosti na velikosti provozního ohybového momentu

Interpolací na střední větvi diagramu obdržíme vztah pro počáteční tuhost prvků s trhlinami a se spolupůsobením betonu a keramiky v tahu B_r :

$$B_r = \frac{M_s}{(M_s - M_{rb}) \cdot (5 \cdot M_{rbk} / B_{rb} - M_{rb} / B_{ra}) + (M_{rbk} - M_{rb}) + M_{rb} / B_{ra}} \quad \{3\}$$

kde je: M_s celkový provozní ohybový moment,
 M_{rb} moment na mezi vzniku trhlin ideálního průřezu bez keramiky,
 M_{rbk} moment na mezi vzniku trhlin ideálního průřezu s keramikou,
 B_{ra} ohybová tuhost prvků bez trhlin,
 B_{rb} ohybová tuhost s vyloučeným působením betonu a keramiky v tahu.

Pomocí počáteční tuhosti obvyklým způsobem vypočítáme přetvoření od krátkodobého zatížení. Přetvoření od účinků dlouhodobého zatížení získáme analogickým postupem s tím rozdílem, že ohybové tuhosti stanovíme pro zmenšené moduly pružnosti betonu $E_b / (1 + \phi)$ a zmenšené moduly pružnosti keramiky $E_k / (1 + \phi_k)$, kde je ϕ součinitel dotvarování betonu a ϕ_k součinitel dotvarování keramiky.

Další část celkového přetvoření je způsobena smršťováním betonu. ČSN 73 1201 dovoluje u prvků s rozpětím menším než 6 m křivost od smršťování zanedbat. Keramické vložky smršťování nepodléhají a soudržností brání smršťování betonové části. Proto v běžných případech není nutno i pro větší rozpětí, než je 6 m vliv smršťování betonu uvažovat.

1.4 Mezní stav šířky trhlin

Pro výpočet šířky trhlin kolmých ke střednici je v ČSN 73 1201 čl. 9. 2. 2. uveden vztah, získaný z rozsáhlého souboru zkoušek. Zohledňuje vliv povrchu výztuže, vliv tloušťky krycí vrstvy, vliv stupně vyztužení a průměru použitých vložek, vliv napětí ve výztuži a modulu pružnosti oceli. Keramické tvarovky ovlivňují rozvoj trhlin a předurčují vznik prvotních trhlin ve spárách mezi tvarovkami, avšak vztah podle ČSN 73 1201 vzdálenost trhlin explicitně neobsahuje. Proto pro praktický výpočet šířky trhlin kolmých ke střednici lze doporučit provést dva výpočty šířky trhlin. Prvním výpočtem se podle ČSN 73 1201 stanoví šířka trhlin při zanedbání vlivu keramiky, druhým se přibližně zjistí šířka trhlin w_k v přímé závislosti na vzdálenosti trhlin.

Je-li provozní ohybový moment M_s větší než moment na mezi vzniku trhlin ideálního průřezu bez keramiky ale nejvýše roven pětinasobku momentu na mezi vzniku trhlin ideálního průřezu včetně keramiky, lze odvodit z trilineárního pracovního diagramu závislosti poměrného protažení výztuže na velikosti provozního ohybového momentu pro výpočet šířky trhliny w_k vztah:

$$w_k = \left[\varepsilon_{sfr} + \frac{5 \cdot M_{rbk}}{M_s} \cdot \varepsilon_{sr} - \varepsilon_{sr} \right] \cdot l_r \quad \{4\}$$

kde je: ε_{sfr} poměrné protažení výztuže plně působícího ideálního průřezu bez keramiky při působení momentu M_{rb} ,
 ε_{sr} poměrné protažení výztuže ideálního průřezu bez keramiky za předpokladu úplného vyloučení taženého betonu při působení momentu M_s ,
 ε_{rk} poměrné protažení vláken keramicko - betonového průřezu, přilehlých k tahovým vložkám, určené z ideálního průřezu včetně keramiky při působení momentu M_{rbk} ,
 l_r vzdálenost trhlin.

Šířka trhliny kolmé ke střednici prvku je zde stanovena jako násobek vzdálenosti trhlin a průměrné hodnoty poměrného protažení nejvíce namáhaných tahových vložek, zmenšené o protažení přilehlých vláken keramicko betonového průřezu.

Pokud hodnota provozního ohybového momentu je větší než pětinasobek momentu na mezi vzniku trhlin ideálního průřezu, stanoví se šířka trhlin w_k z výrazu:

$$w_k = (\varepsilon_{sr} - \varepsilon_{rk}) \cdot l_r \quad \{5\}$$

Za vzdálenost trhlin se dosazuje vzdálenost příčných spár, jsou-li tvarovky kladeny nevystřídane, nebo její polovina, jsou-li kladeny vystřídane.

Nutno zdůraznit, že v obou případech se jedná o přibližné vztahy,

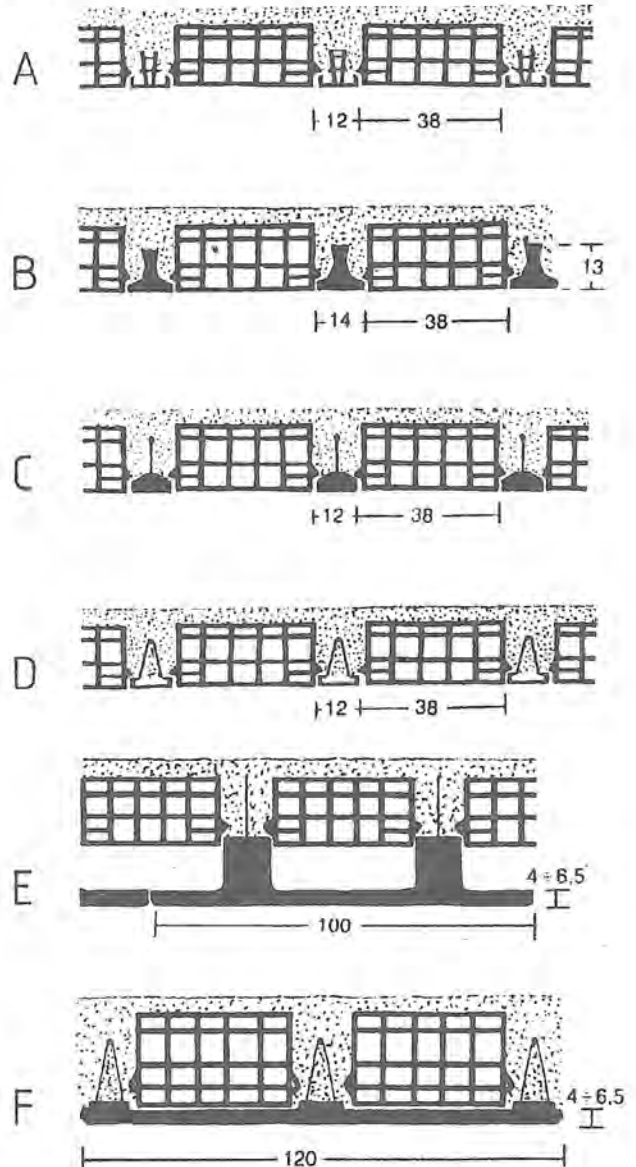
kteří slouží pouze pro orientační kontrolu vlivu keramiky na šířku trhlin kolmých ke střednici prvku.

U železobetonových konstrukcí hodnotu trvalé šířky trhliny obdržíme vynásobením šířky trhliny od dlouhodobého zatížení součinitelem trvalé šířky trhliny. U konstrukcí s keramickými vložkami lze předpokládat, že keramika příznivě ovlivní rozvoj trhlin od dlouhodobého působení zatížení, ale není zatím dostatek údajů, jak tento vliv ve výpočtu uvážit. Obecně lze říci, že na mnohé otázky, týkajících se zejména reologických vlastností materiálů, je nutné odpověď teprve hledat pomocí experimentů a zkoušek.

2. Spřažené konstrukce ze stropních nosníků a vložek

Spřažené konstrukce se dnes dostávají stále více do popředí zájmu. Mají jak hlavní výhodu monolitu - celistvost konstrukce, tak hlavní výhodu montovaných konstrukcí - výstavbu bez bednění.

Spřažené konstrukce z kusových staviv se používají v různém konstrukčním uspořádání (obr. 4), v podstatě však v jednotném statickém systému. Ten je charakterizován nosníky, které působí v hlavním nosném směru, vložkami, které jsou na nosnících osazené, a monolitickou dobetonávkou. Nosníky jsou většinou navrženy jako polotovary, který je schopný přenášet celkové zatížení, až beton monolitické části dosáhne potřebné pevnosti.



Obr. 4 Přehled nejčastějších typů spřažených konstrukcí z kusových staviv:

- A - keramické nosníky a keramické tvarovky
- B - předpjaté nosníky a keramické tvarovky
- C - keramické nosníky s rovinnou příhradovou výztuží a keramické tvarovky
- D - keramické nosníky s prostorovou příhradovou výztuží a keramické tvarovky (častá je i betonová varianta)
- E - předpjaté prefabrikované dílce a monolitická část s keramickými tvarovkami
- F - filigránové dílce s příhradovou výztuží a monolitická část s keramickými tvarovkami

Největší oblibě se v současné době těší konstrukce z nosníků s prostorovou výztuží známé pod různými firemními označeními: FERT, TRIGON, DELTA aj. Používají se buď jako keramické nosníky s cihelnými tvarovkami typu MIAKO nebo jako betonové nosníky s betonovými tvarovkami. Následující část příspěvku bude zaměřena především na ně.

2.1 Mezní stavy únosnosti

Z hlediska mezního stavu porušení ohybovým momentem a posouvající silou navrhujeme spřažené konstrukce jako by byly monolitické. Průřezy se vyztužují vložkami z běžné betonářské oceli nebo příhradovou výztuží. Ta se převážně vyrábí z hladké oceli ve speciálním zařízení. Příčná diagonální výztuž je v něm protažena za studena, nahýbána a přivařena k podélným výztužným prutům, které se při protahování za studena navíc opatřují žebírkováním. Výztužný dílec je pak tvořen jedním horním prutem, dvojicí diagonální výztuže a dvojicí dolních podélných prutů. Pokud je třeba větší vyztužení, doplňuje se základní výztuž příhradovými přídatnými vložkami buď odporově přivařenými přímo ve výrobně nebo vloženými. Je-li tato výztuž navržena jako ubíraná, je nutné, aby dolní prefabrikovaná příruha nosníku byla v kotevní oblasti opatřena vodorovnou příčnou výztuží (sponami tvaru U).

Při vyšetřování mezního stavu porušení posouvající silou uvažujeme jako smykovou výztuž pouze tažené diagonály prostorové výztuže. Jejich vzdálenost, daná strojním zařízením, je vždy 200 mm. V závislosti na výšce průřezu s nimi počítáme jako s třímínky, je-li splněna podmínka $0,75 h_e \leq s_e$, kde h_e je účinná výška a s_e je vzdálenost třímínek, nebo jako se samostatnými ohyby, když tato podmínka není splněna.

U spřažených konstrukcí je navíc nutné vyšetřit styk prefabrikované části a dobetonávky na účinky působení podélné posouvající síly. Při výpočtu se vychází z ČSN 73 1201 čl. 10. 3., kde jsou uvedeny potřebné vztahy a údaje pro stanovení výpočtové posouvající síly na mezi porušení styku. Jako spřahovací výztuž se uvažují pouze tažené příčné vložky. U keramických konstrukcí, u nichž kritickou rovinou spřažení prochází keramická část nosníku, lze tuto výpočtovou sílu zvýšit o příspěvek keramické části:

$$Q_{\text{luk}} = b_{\text{ok}} \cdot a \cdot 0,5 E_k \cdot 10^{-4} \quad \{6\}$$

kde je: b_{ok} šířka stěn keramické části nosníku přiléhajících k betonovému průřezu,
 a délka uvažovaného průřezu zmenšená o šířky styčných spár,
 E_k modul pružnosti keramiky,
 R_{btd} výpočtová pevnost betonu v tahu.

2.2 Mezní stav přetvoření

Spřažené konstrukce se velmi často provádějí se vzepětím rovným přibližně jedné šesti- až třisetině světlého rozpětí. O tuto hodnotu je dovoleno (stejně jako u železobetonových konstrukcí) zvětšit hodnotu mezního průhybu.

2.3 Mezní stav šířky trhlin kolmých ke střednici

U keramicko - betonových nosníků vznik primárních trhlin ovlivňuje keramická tvarovka, která je součástí spodní příruhy prefabrikovaného nosníku, a při vyšetřování je vhodné dbát na doporučení platné pro konstrukce s cihelnými tvarovkami (viz. odst. 1. 4.). U betonových nosníků je poloha primárních trhlin polohou styčných spár vložek ovlivněna zanedbatelným způsobem a lze postupovat běžným způsobem podle ČSN 73 1201.

2.4 Montážní stavy

Kromě výpočtu v provozním stavu musíme nosníky posuzovat ve stadiu výroby, manipulace, přepravy a montáže. Nosníky, jak již bylo uvedeno, musejí být v montážním stavu podepřené. Vzdálenost podpěr závisí na typu nosníku, výšce a tloušťce stropní konstrukce. Statické působení nosníků je často zcela jiné než v provozním stavu. Například nosník s prostorovou výztuží v montážním stavu do doby, než beton monolitické části dosáhne potřebné pevnosti, působí jako ocelový spojité příhradový nosník s železobetonovým spodním pásem. Při statickém výpočtu ho zjednodušeně vyšetřujeme jako prostorovou prutovou konstrukci jen ocelovou a účinek prefabrikované příruhy nosníku vyjadřujeme jako zabránění příčného vodorovného posunu spodních styčniců zavedením příčných vodorovných vazeb nebo pomocí příčných fiktivních prutů. Výpočtem zjišťujeme průhyb v jednotlivých polích spojitěho nosníku, podporové tlaky na montážní konstrukci a napětí v jednotlivých prutech ocelové příhradoviny. Napětí, zahrnující i vliv vzpěru, pak porovnáme s výpočtovou pevností jednotlivých prutů.

LITERATURA:

- [1] ČSN 73 1201 "Navrhování betonových konstrukcí", 1986, včetně Změny a
- [2] ČSN 73 1102 "Navrhování vodorovných konstrukcí z cihelných tvarovek", 1977
- [3] Procházka J., Tichý M. a kol., "Navrhování betonových konstrukcí. Komentář k ČSN 73 1201", Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření, 1989
- [4] Meloun V., "Závěrečná zpráva úkolu 227, Studie navrhování keramických prefabrikovaných konstrukcí", ČSCZ GŘ Brno, 1970
- [5] Meloun V., "Statické působení keramických tvarovek v ohybaných nosných prvcích", Pozemní stavby, 12 - 1967
- [6] Lavický M., Bažant Z., "Problémy návrhu vodorovných konstrukcí kompozitního průřezu ze železobetonu a keramiky", Knižnice VUT - svazek B, 1992

Ing. Miloš Lavický

Má dlouholetou praxi v projektové činnosti. Od roku 1990 pracuje na Ústavu betonových a zděných konstrukcí VUT FAST v Brně. Věnuje se kompozitním konstrukcím, především ze železobetonu a keramiky, a zaměřuje se na jejich reologické vlastnosti. Rovněž se hlouběji zabývá rekonstrukcemi staveb, montovanými a zděnými konstrukcemi.

MOSTY Z KUSOVÝCH STAVIV

Historie staveb z přírodního kamene - současný stav - železniční a silniční mosty a propustky v ČR - přestavba a oprava mostů - druhy kamenného zdiva - dovolené namáhání zdiva - poruchy zdiva a sanace

Úvod

Umění stavět mosty bylo považováno v dřívějších dobách za jádro a počátek veškerého stavitelského vědění. Mosty kamenné i cihelné mají svoje nezastupitelné místo ve vývoji mostního stavitelství, i když byly pro svoji pracnost a nákladnost zatlačeny mosty betonovými.

I přesto je na místě se zamyslet nad využitím u nás velkého bohatství vhodného stavebního kamene pro mostní stavby menších rozpětí a jejich spodní stavby. V Revue générale des Sciences r. 1902 prohlásil J. Résal, že dlužno dáti kameni (zdivu) přednost vždy, kde je to možné. Přednost trvanlivým kamenům dáti v místech s častými srážkami, mlhami, rychlým stídnáním teploty pod a nad 0, v horách, v průmyslových oblastech a ovšem tam, kde je dobrý kámen.

1. Vývoj

Mezi nejstarší kamenné mosty můžeme začlenit prostý kámen, popř. kamennou desku, položenou přes potok. Překonání větší světlosti si však vyžádalo převislé kladení kamenů ve vrstvách ve směru

ke středu rozpětí - vzniká tak falešná klenba.

Mezi těmito hrubými počátky mostního umění a dokonalými mostními stavbami starověku je časová etapa, o které nám vypovídají pouze nalezené zbytky staveb.

Užití kamene v nosné konstrukci prokazuje již značný pokrok ve stavitelství. Pravá klenba (Egypt, Čína) je dokonalým prvkem stavby a je ku podivu, že se poměrně málo používala (v Řecku téměř neznáma). S pravou klenbou se tedy shledáváme teprve u Římanů, kteří se umění ji stavět učily od Etrusků, u nichž nacházíme též nejstarší památky tohoto druhu. V Římě samém je nejstarší klenbou tzv. Cloaca Maxima asi 600 l př. n. l. světlosti 6 m. Prvé kamenné stavby překvapují ohromnými rozměry kvádrů o hmotnosti několika stovek tun. Teprve v pozdější době se objevují kvádry menších rozměrů i zdivo lomové, cihly, kde nepostačuje prosté tření a je potřeba pojiva, tmelu, malty.



Doc. Ing. Jan Tomek, CSc.
VUT FAST v Brně