

OCEL EPSTAL - BEZPEČNÉ ŘEŠENÍ ŽELEZOBETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

ZKOUŠKA ÚNOSNOSTI PO PROPÍCHNUTÍ OBLASTI PODPOR MONOLITICKÝCH KONSTRUKCÍ V MÍSTĚ STYKU VODOROVNÉ KONSTRUKCE A SLOUPU*

V případě destrukce místa spojení desky a sloupu rozhoduje o stabilitě konstrukce ocelový rošt v dolní části vodorovné konstrukce nacházející se nad sloupem. Pokud tato výztuž chybí, je vyloučené, aby konstrukce vydržela v případě havárie. Je-li však konstrukce v tomto místě vyztužena, je možné zajistit, aby nedošlo k její destrukci v případě, že tato výztuž bude schopna přenést zatížení stropní konstrukce, i když dojde k destrukci v oblasti spojení desky a sloupu.

Z ekonomických důvodů nebo z důvodu stanovení určitých požadavků na pevnost se často rozhoduje o použití oceli B500 k vyztužení konstrukcí. Tato ocel je podle normy PN-B-03264:2002 ocelí se středně vysokou tažností, což znamená, že její charakteristické prodloužení při maximální síle v tahu nemůže být menší než 2,5 % ($\epsilon_{uk} > 2,5 \%$) a podíl charakteristické pevnosti oceli v tahu f_{tk} a charakteristické hodnoty meze kluzu f_{yk} není menší než 1,05 ($f_{tk}/f_{yk} > 1,05$). Taková ocel patří dle evropské normy Eurocode 2 do třídy A – ocel s nízkou tažností.

V současné době tuzemští výrobci nabízejí ocel typu A-IIIIN, která splňuje požadavky třídy C (velmi vysoká tažnost) – je to ocel značky EPSTAL druh B500SP, která má $\epsilon_{uk} > 8 \%$ a její hodnota podílu $f_{tk}/f_{yk} = 1,15+1,35$. Tento druh oceli lze pořídit za cenu srovnatelnou s cenou nejčastěji používané oceli B500 válcované za studena s nízkou tažností.

Vysoká tažnost oceli je důležitá tam, kde je nutné zachovat bezpečnost konstrukce v případě lokálního poškození, nebo zpomalit vývoj poškození cestou značné deformace. Cílem uvedených zkoušek bylo prokázání této závislosti. Zkoušky byly provedeny na dvou vzorcích monolitických konstrukcí znázorňujících místo styku desky a sloupu, u nichž byla v dolní části vodorovné konstrukce nad sloupem provedena výztuž ve tvaru ocelového roštu. Tento rošt byl vyroben z ocelových prutů válcovaných za horka značky EPSTAL s velmi vysokou tažností a z oceli válcované za studena s nízkou tažností. Aby byla výztuž schopna přenést velké zatížení vznikající ve chvíli, kdy dojde k porušení betonu, bylo nezbytné ji prodloužit tak, aby vyčnívala vně vzorku, a upevnit ji v určité pozici.

Vzorek byl zatížen působením síly na patku sloupu. Byl předpokládán následující postup zkoušky – po propíchnutí desky se zatížení bude zvyšovat až do momentu dosažení maximální únosnosti ocelového roštu nacházejícího se nad sloupem. Po dosažení této hodnoty dojde k uvolnění šroubů kotvicích vzorek ve stanovené poloze, a následnému zvyšování zatížení až do momentu úplné destrukce – za účelem určité únosnosti konstrukce.

Oba vzorky se chovaly obdobně do chvíle, než došlo k propíchnutí desky – byl pozorován vznik trhlin nad sloupem a v blízkosti šroubů kotvi-

cích vzorek ve stanovené poloze. Po propíchnutí došlo k automatickému poklesu hodnoty zatížení. Následně byla zvýšena hodnota síly působící na sloup. V důsledku toho došlo k přesunutí a posunu sloupu ve směru nad desku a k poškození betonu v souvislosti se zvedáním se dolní a horní výztuže nacházející se v desce nad sloupem.

U vzorku vyztuženého v dolní části desky ocelí válcovanou za studena byla zaznamenána hodnota zatížení po propíchnutí 386,01 kN – po dosažení této hodnoty došlo k poklesu zatížení a při jeho opětovném zvyšování do hodnoty 350,22 kN se ozvalo slyšitelné prasknutí a současně došlo k opětovnému poklesu údajů na siloměru. V důsledku dalšího zatížení vzorku se ozvaly další dvě prasknutí (při hodnotě 303,98 kN) – v tomto okamžiku byly uvolněny šrouby kotvicí vzorek v dané poloze. Dva pruty dolní výztuže zkřížené nad sloupem se přetrhly při zatížení 88 kN.

U vzorku vyztuženého ocelí značky EPSTAL došlo k propíchnutí při hodnotě zatížení 444,58 kN. Při tomto zatížení došlo k velmi značnému posuvu a proto, aby mohlo dojít samovolnému narovnání sloupu, bylo odstříhnuto několik prutů horní výztuže. První ocelový prut dolní výztuže byl přetřžen při zatížení 406,02 kN a druhý při zatížení 425,59 kN. Jelikož došlo k výraznému vychýlení sloupu a hrozilo nebezpečí poškození armování, nebylo možné uvolnit šrouby kotvicí vzorek ve stanovené poloze a provést následné zatížení.

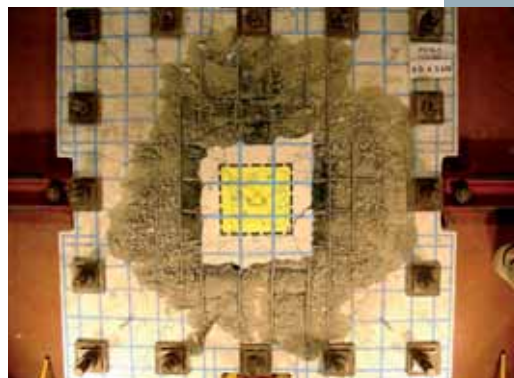
Rekapitulace – po propíchnutí bylo místo styku schopno přenést zatížení:

- $F_{max, s} = 386,01$ kN při použití oceli válcované za studena s tažností třídy A
- $F_{max, s} = 444,58$ kN při použití oceli značky EPSTAL s velmi vysokou tažností třídy C

Při použití tohoto zatížení na dodatečné zatížení stropní desky se síť 6 x 6 m byla výztuž v oblasti podpor po propíchnutí schopna přenést zatížení:

- $q = 5,7$ kN/m² u oceli s nízkou tažností třídy A
- $q = 7,3$ kN/m² u oceli s velmi vysokou tažností třídy C

Na základě provedené zkoušky bylo zjištěno chování konstrukce v místě styku desky a sloupu po poškození, čili v okamžiku, kdy by pokračující katastrofě měla zabránit dolní výztuž nad sloupem ve tvaru roštu, řádně ukotvená mezi podpěrami. Při velkém přesunutí, k němuž došlo při havárii, bylo nutné, aby dolní výztuž byla schopna mezní deformace, která v běžných podmínkách nemá použití s ohledem na omezení týkající se maximální deformace a redistribuce vnitřních sil. Z tohoto důvodu byly zjištěny lepší výsledky u vzorku, u něhož byla dolní část vodorovné konstrukce vyztužena ocelí EPSTAL s velmi vysokou tažností.



* Zkoušky byly provedeny na základě objednávky od firmy CPJS – Centrum Promocji Jakości Stali (Centrum podpory kvality oceli) na katedře stavebních konstrukcí Politechniki Śląskiej (Slezské vysoké školy technické) pod vedením Prof. Dr. Ing. Włodzimierza Starosolskiego.

CPJS
Centrum Promocji Jakości Stal

ul. Koszykowa 54
00-675 Warszawa
POLAND
tel.: +48 22 630 83 75
fax: +48 22 625 50 49
e-mail: biuro@cpjs.pl
www.cpjs.pl