

Posudek disertační práce

Autor práce: ing. Kristýna Timčáková
Název práce: Monitorování a analýza koroze výztužné oceli v železobetonových prvcích a konstrukcích akustickými metodami
Studijní obor: P3607 Stavební inženýrství (nD)

Oponent: doc. Ing. Jan Vaněrek, Ph.D.
 VUT FAST v Brně

Datum zadání posudku: **20.8.2018**

Aktuálnost tématu disertační práce

Problematika monitoringu koroze ocelové výztuže je vysoce aktuálním tématem, neboť u nedostatečně sledované konstrukce či při špatně provedeném či vyhodnoceném monitoringu stavu koroze výztuže může dojít k fatálním následkům, jak je patrné z nedávné doby u případů kolapsů železobetonových konstrukcí.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrné	<input type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	---	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Splnění cílů disertační práce

Stanoveným cílem předložené disertační práce bylo ověřit, jakou vypovídací schopnost vykazují vybrané akustické metody při monitoringu korozního procesu ocelové výztuže. Jejich vypovídací hodnota byla v práci porovnána s vybranými elektrofyzikálními metodami používaných pro monitoring koroze výztuže (měření poločlánkových potenciálů, měření el. odporů). Dosaženými experimenty bylo prokázáno, že vybrané akustické metody jsou schopny detekovat sekundární proces vzniku mikrotrhlin v betonu od korozivního procesu výztuže. Lze tedy konstatovat, že předložená práce splnila vytčený cíl.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input checked="" type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

Postup řešení problému - metody zpracování

V rámci navrženého experimentu byly připravené vzorky zkušebních trámců (s výztuží, bez výztuže) a vzorky samotné uhlíkové výztuže, a tyto byly podrobeny laboratornímu měření akustickými a elektro-fyzikálními metodami. Část trámců bylo vystaveno CO₂ pro urychlení procesu karbonatace betonu, poté byly všechny betonové vzorky s výztuží i vzorky samotné výztuže exponovány prostředí vykazující přítomnost Cl⁻ iontů (200krát cyklus a 16 hod ponor v 5% roztok NaCl /8 hod vysušení). Po 20 cyklech v průběhu zrychlených zkoušek koroze bylo přistoupeno k aplikaci NDT akustických a elektrofyzikálních metod určujících korozi výztuže. Konkrétně byly aplikovány akustické metody impact-echo, metoda nelineární spektroskopie, akustické emise a ultrazvuková

pulzní metoda. Dále byla doplňkově provedena i analýza povrchu vzorků konfokální mikroskopií pro kvantifikaci typu trhlin (mikrotrhlin). V poslední části bylo experimentálně provedeno měření a vyhodnocení stanovení míry koroze pomocí metod měření změny elektrického odporu a metodou měření změny elektrodového potenciálu výztuže vůči měděné elektrodě.

V práci lze spatřit konkrétní přínos studenta v naměření a prokázání útlumu dominantních frekvencí u impact-echo metody detekujících proces iniciace trhlin v betonu od korozivního procesu výztuže. Rovněž experimentálně bylo ověřen i pokles útlumu frekvence pro samotnou výztuž při její korozi. Je na škodu, že autorka neprovedla analýzu případného vlivu závislosti relativního útlumu dominantní frekvence na parametrech koroze výztuže, např. na hmotnostním úbytku, resp. na z hmotnostních úbytků vypočtené rychlosti koroze.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input checked="" type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

Význam disertační práce pro praxi a pro rozvoj vědního oboru

Význam pro praxi je díky absenci poloprovozních zkoušek in-situ zanedbatelný, v praxi se pro monitoring výztuže běžně využívají spíše metody elektrochemické (zejména metoda měření lineárního polarizačního odporu umožňující i kvantifikaci korozní rychlosti přes měřitelný polarizační odpor R_p). Přesto přínos lze spatřit ve vymezení okrajových parametrů měření, díky nimž lze začít s částečnou aplikací na reálných objektech.

Přínos však spatřuji v rozšíření metodiky sledování korozního procesu oceli o další metodu, čímž je zajištěn rozvoj vědního oboru Fyzikální a stavebně materiálové inženýrství.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrné	<input checked="" type="checkbox"/> průměrné	<input type="checkbox"/> podprůměrné	<input type="checkbox"/> slabé
-------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------

Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň

Práce je po formální a jazykové stránce sepsána v souladu s požadavky na práce totožného charakteru.

Hodnocení:

<input type="checkbox"/> vynikající	<input checked="" type="checkbox"/> nadprůměrná	<input checked="" type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
-------------------------------------	---	--	--------------------------------------	--------------------------------

Hodnocení publikační a jiné činnosti doktoranda

Autorka prokázala dostatečnou publikační činnost.

Hodnocení:

<input checked="" type="checkbox"/> vynikající	<input type="checkbox"/> nadprůměrná	<input type="checkbox"/> průměrná	<input type="checkbox"/> podprůměrná	<input type="checkbox"/> slabá
--	--------------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------

Poznámky a připomínky k textu práce

- 1) Jaký vliv lze předpokládat u akustických metod v případě, že budou aplikovány u žebírkové ocelové výztuže oproti hladké oceli?
- 2) V případě aplikace této metody in-situ na žb. konstrukcích lze rozpoznat korozní proces výztuže metodou impact-echo ještě před vznikem trhlin v betonu? Propagaci trhlin lze u monitoringu koroze snadněji identifikovat vizuálně.
- 3) U metody ultrazvukových impulzů autorka zmiňuje, že vyšší doba průchodu impulzu je dána jednak trhlinami v betonu (u vzorků s výztuží) a vlivem máčení v 5% NaCl (bez výztuže). Zohlednila autorka z hlediska nárůstu doby průchodu impulzů i vlhkost vzorků, příp. vyplnění pórového systému betonu krystaly solí?

- 4) U hodnot měření průměru výztuže po jejich vystavení zrychleným korozním zkouškám autorka uvádí pojem „*občasný nárůst průměru výztuže odpovídá zvětšení objemu korozních zplodin*“. Bylo měření průměru výztuže, resp. hmotnostních úbytků prováděno na vzorcích s očištěným povrchem oceli (mechanické, chemické), aby neobsahoval ulpělé korozní zplodiny, např. dle ČSN ISO 8407? Byl hmotnostní úbytek, resp. změna průřezu stanovena i na vzorcích výztuže odebraných z betonových trámů po ukončení cyklování? Resp. jak byl měřením zohledněn vliv Cl- iontů vytvářející pitting, nikoliv rovnoměrnou korozi? Pozn. U těchto vzorků by bylo vhodné do budoucna doplnit provedení metalografického rozboru na výbrusu pro jednoznačnou identifikaci typu koroze.

Závěr

Disertační práce obsahuje poměrně značné množství naměřených validních dat z různých typů aplikovaných akustických metod pro určení koroze ocelové výztuže. Autorkou navržená metodika měření koroze výztuže zahrnující návrh zkušebních trámů, volbu druhu korozního prostředí, metodiku měření dílčími metodami je důkazem, že prokázala tvůrčí schopnosti provést a shrnout/zhodnotit experimentálně zjištěné data z měření. Přesto v textu postrádám obsáhlejší diskuzi a hledání případných závislostí u dosažených výsledků. V práci rovněž postrádám kapitolu návrh dalších postupů, kterým by byly jasně definovány okrajové podmínky pro navazující experimentální práce. Tyto výhrady však nesnižují standard, ve kterém je práce provedena a **splňuje** požadavky kladené na obdobné práce tohoto typu v oboru.

Uchazeč zpracováním disertační práce prokázal způsobilost k samostatné tvůrčí vědecké práci ve smyslu § 47 zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a změnách a doplnění dalších zákonů.

Doporučuji, aby disertační práce **byla** přijata k obhajobě a aby v případě jejího úspěšného obhájení byl

Ing. Kristýně Timčákové

udělen akademický titul „doktor“ (ve zkratce „Ph.D.“ uváděné za jménem).

Datum: 6.11.2018

Podpis oponenta práce:

.....