

Formulár ZK - Záverečná karta projektu

Riešiteľ: Ing. Ivan Drevený, PhD.	Evidenčné číslo projektu: APVT-20-012204
Názov projektu: Zvyšková životnosť a spoľahlivosť betónových konštrukcií	
Na ktorých pracoviskách bol projekt riešený:	Žilinská univerzita v Žilina, Stavebná fakulta
Ktoré zahraničné pracoviská spolupracovali pri riešení (názov, štát):	
Udelené patenty alebo podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory vychádzajúce z výsledkov projektu:	
Publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu (uved'te i publikácie prijaté do tlače alebo pripravované): <i>Uvádzajte maximálne päť najvýznamnejších publikácií.</i>	<p>Koteš, P.-Kotula, P.: Modeling and strengthening of RC bridges by means of CFRP. Proceedings of the 6th international conference on fracture mechanics of concrete and concrete structures "Fracture mechanics of concrete and concrete structures", zborník prednášok, Catania, Italy, 17-22 june 2007, [Taylor&Francis Group, London], ISBN 978-0-415-44616-7, s. 1139-1147</p> <p>Koteš, P.-Kotula, P.-Brodňan, M.: Experimental investigation of strengthened RC girders. 3rd Central European Congress on Concrete Engineering 2007 Visegrád "Topic 2 Advanced Reinforcing and Prestressing Materials and Systems", zborník prednášok, Budapest 16.09.-17.09. 2007, [edited by: György L. Balázs, Salem Georges Nehme, University of Technology and Economics, Budapest, Hungary], ISBN 978-963-420-923-2, s. 381-386</p> <p>Koteš, P.-Kotula, P.: Influence of dynamic loading on reinforced concrete beams strengthened with CFRP lamella. Experimental vibration analysis for civil engineering structures "EVACES' 07", zborník prednášok, Porto, 24.-26. október 2007, Portugalsko, [edited by: Álvaro CUNHA&Elsa CAETANO, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal], ISBN 978-972-752-095-4, s. 337-338</p> <p>Drevený, I.-Koteš, P.-Kotula, P.-Šlopková, K.: Influence of Dynamic Loading on Lifetime Shortening of Reinforced Concrete Beams Strengthened with CFRP Lamella. 5. Konferencie "Speciální betony" – vlastnosti, technologie, aplikace, sborník příspěvků, Karlova Studánka, 17.-19. září 2007, [vydal: SEKURKON Praha v NEOSETU Praha], ISBN 978-80-86604-32-9, s. 81-88</p> <p>Kotula, P.-Koteš, P.: Kvalita lepenia FRP výstuže-významný faktor ovplyvňujúci únosnosť prvku. 5. seminár "Sanácia betónových konštrukcií", zborník príspevkov, Bratislava 13.-14. december 2007, [vydavateľ: Združenie pre sanáciu betónových konštrukcií pri SZSI, Bratislava, vydanie prvé, december 2007], ISBN 978-80-227-2791-4, s. 33-40</p>
V čom vidíte uplatnenie výsledkov tohto projektu:	Riešenie moderných prístupov hodnotenia spoľahlivosti existujúcich betónových konštrukcií s poruchami (pravdepodobnostné prístupy hodnotenia celkovej spoľahlivosti systému) a následným výberom optimálnych možností na zvýšenie bezpečnosti a použiteľnosti betónových prvkov s využitím CFRP lamiel a tkanín.

Podpisom záverečnej karty riešiteľ vyjadruje svoj súhlas ku zverejneniu údajov v nej uvedených.

Podpis riešiteľa:

Dátum:

Charakteristika výsledkov

Evidenčné číslo: APVT-20-012204

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - slovensky:

Aplikáciou diagnostických metód a súčasne platných prístupov výpočtu zaťažiteľnosti bolo zistené, že stav sledovaného mostného objektu je nevyhovujúci (pre životnosť $T_d = 80$ rokov) a je nutné pristúpiť ku jeho rekonštrukcii. Avšak uplatnením nových prístupov (spoľahlivostných) pre zvyškovú životnosť 20 rokov, resp. 3 roky mostný objekt vyhovuje z hľadiska normálnej zaťažiteľnosti, resp. výhradnej zaťažiteľnosti. Týmto novým prístupom možno redukovať finančné náklady potrebné na rekonštrukciu v závislosti od požadovanej dĺžky zvyškovej životnosti. Experimentálne skúšky na nosníkoch „T“ prierezu, ktorých rozmery boli odvodené z rozmerov nosnej konštrukcie sledovaného mostného objektu (mierka 1:3) a ktoré boli zosilnené CFRP tkaninami a lamelami potvrdili správnosť voľby systému zosilnenia. Z výsledkov statických a dynamických skúšok vyplýva, že zosilnením CFRP tkaninami a lamelami bol dosiahnutý pomerne vysoký stupeň zosilnenia pri obmedzení limitného priehybu. Dynamické zaťaženie ovplyvnilo výslednú ohybovú únosnosť zosilnených nosníkov jej znížením v priemere o cca 15% oproti iba staticky skúšaným nosníkom, ale porušenie nastalo rovnakým spôsobom. Bol pozorovaný iba minimálny (1 až 1,5%) rozdiel v hodnotách maximálnych síl pri porušení, čo sa pripisuje profesionálne prevedenej aplikácii dodatočného zosilnenia CFRP tkaninami a lamelami. Z numerickej analýzy vplyvu zosilnenia externe lepenou uhlíkovou lamelou MBrace® S&P CFK lamela 150/2000 na ohybovú odolnosť experimentálneho ŽB nosníka „T“ prierezu za vopred určených okrajových podmienok (limitná šírka ohybových trhlín; limitný priehyb pri uvažovaní $L/250$ podľa normy STN P ENV 1992-1-1 a maximálny stupeň zosilnenia), ktorý bol realizovaný na 2D a 3D modeloch v systéme ATENA vyplynulo, že hodnoty ohybovej únosnosti z numerickej analýzy sú väčšie oproti zjednodušenému výpočtu. Rovnako vyplýva, že optimálna veľkosť makroprvku (delenie elementov) pri numerickej analýze je považovaná tá veľkosť, ktorá rešpektuje vzdialenosť strmeňov, prípadne jej polovičný násobok (1-násobok; 0,5-násobok). Vyplýva to z faktu, že strmene predstavujúce priečnu výstuž tvoria tzv. vrub prvku, čo ovplyvňuje tok napätí pri povrchu prvku a tým ovplyvňujú miesto vzniku trhlín (v mieste strmeňov) a ich počet. Z výsledkov sledovania dynamiky penetrácie Cl^- iónov vyplynulo, že hodnota koeficientu chloridovej difúzie D_c sa do určitého času pôsobenia 5%-ného roztoku NaCl znižuje, čo v konečnom dôsledku ovplyvňuje dĺžku pasívneho štádia chloridovej korózie. Od uvedeného okamihu dôjde ku „naplneniu“ určitej vrstvy chloridmi, ktoré výrazne začnú penetrovať do hlbších vrstiev, čím dochádza ku pozvoľnému zvyšovaniu koeficientu chloridovej difúzie D_c .

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu (max. 20 riadkov) - anglicky:

There was found by application of diagnostic method and currently valid load carrying capacity calculation in the project that condition of the observed bridge is not satisfied (for lifetime $T_d = 80$ years) and the bridge should be reconstruct. However, the bridge is satisfied in term of normal load carrying capacity for lifetime 20 years, or in term of exclusive load carrying capacity for lifetime 3 years by application of new reliability approaches. It is able to reduce the financial charges needed for reconstruction depending on required length of remaining lifetime by this new approach. The experimental tests of T-beams, which dimensions were derived from the observed real bridge structure dimensions (scale 1:3) and which were strengthened by CFRP lamellas and sheets, confirm the correctness of the strengthening system. From the results of the static and dynamic tests can be seen that the achieved degree of strengthening was of high level and was limited by limiting deflection. The dynamic loading of the strengthened T-beams have influenced the actual bending loading capacity (reducing at the discount the average about 15% in comparison the static tests), but the type and way of failure was identical. There was found only minimal difference (about 1 till 1.5%) in values of maximal forces in failure in the results. This fact is attributed to professional application of the strengthening (CFRP lamellas and sheets). From the numerical analyses (2D and 3D models) of the strengthening effect of externally bonded CFRP lamellas MBrace® S&P CFK lamela 150/2000 and sheets on the bending loading capacity of the T-beams using marginal boundary (limit bending crack width, limit value of deflection and maximal value of strengthening degree) ensues that the values of bending caring capacity achieved from the numerical models are higher than the values achieved from the simplified model. Also, the optimal size of the macro element in the numerical model (2D, 3D) is the size, which respect the stirrups distance (1-multiple, 0.5-multiple). It means that stirrups are the notches, which influence the stress flow near element surface and influence the place of cracks and their number. From the results of the penetration dynamics of Cl^- ions follows that the value of the chloride diffusion coefficient D_c is decreasing till particular time of 5% NaCL medium acting. The passive phase length of chloride corrosion is also influenced. It means that the specific layer is “filled” by chloride in that time and they start to penetrate into the deeper layers, whereby give out to gradual increasing of the chloride diffusion coefficient D_c .

Podpis riešiteľa: