ENGINEERING MECHANICS 2009
National Conference with International Participation
Svratka, Czech Republic, May 11 – 14, 2009

pp. 311–315
Paper **#196**

INVESTIGATIONS OF CARBON FIBRE REINFORCEMENT ON STEEL ELEMENTS

L. Frýba *, M. Pirner *, Sh. Urushadze[*]

Summary: *Carbon Fibre Reinforced Composites (CFRC) represent a new structural element which could increase the strength and stiffness of steel plates. The steel and composite interaction was tested on simple structural elements, which could forestall the development of fatigue cracks. The application of this material is intended to real steel bridge structures, especially to repair damages of orthotropic decks. The material characteristics with and without CFRC are investigated in the paper.*

1. Úvod

Ocelové mosty s ortotropní mostovkou jsou prostorové konstrukce, kde je mostovka podepírána příčníky a podélnými výztuhami. Mají proto různé vlastnosti ve dvou ortogonálních směrech. Slouží k distribuci zatížení na mostech.

Tento druh konstrukcí je budován od druhé světové války ve všch zemích a jejich počet se odhaduje na mnoho tisíc na světě. Jejich předností je malá konstruktivní výška, což je oceňováno zvláště ve městech. Jsou však v nynější době plně svařované, což přináší některé problémy s únavou. Nejožehavější místo je v prostorovém křížení mostovky, příčníků a podélných výztuh. Zde vzniká koncentrace napětí a je zde tak možný počátek únavových trhlin (De Corte &, Bogaert , (2004); Frýba, 1996).

Proto se tomuto typu konstrukcí věnuje velká pozornost jak v teorii tak i při experimentálním zkoumání, např. Frýba & Gajdoš (1999). V dnešní době se uplatňují plastické hmoty, a proto vznikla myšlenka je použít i na náš případ tak, že by se ve vhodných místech přilepily kompozity s karbonovými vlákny. Ty by mohly zamezit vznik únavových trhlin a jejich šíření po konstrukci.

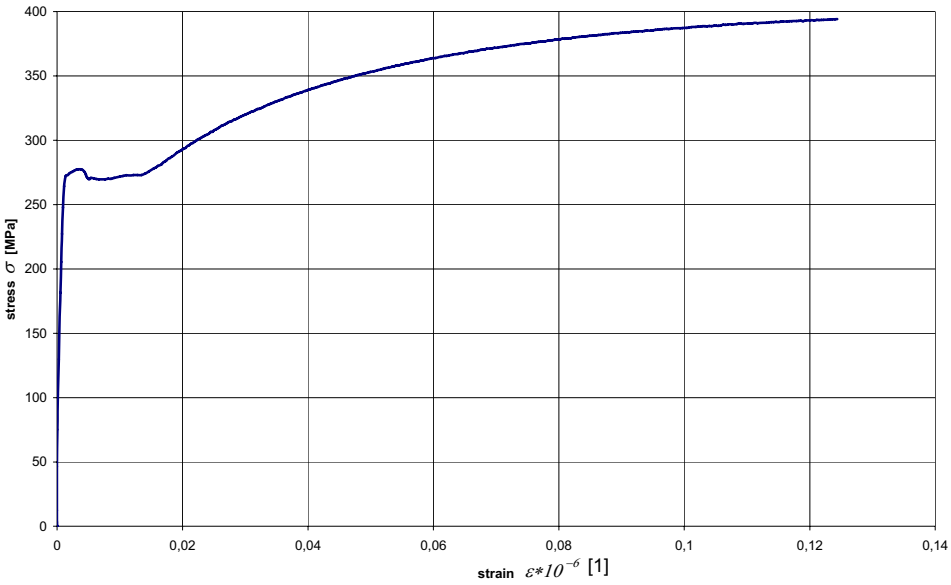
2. CFRC kompozity

Z dostupných materiálů jsme vybrali karbonové kompozity CFRC (Carbon Fibre Reinforcement Composites), které po přilepení do kritických míst by mohly omezit tvorbu a šíření únavových trhlin (typ Carbonpree 300 Biaxial a lepidlo Sikadur 30), viz obr. 1.

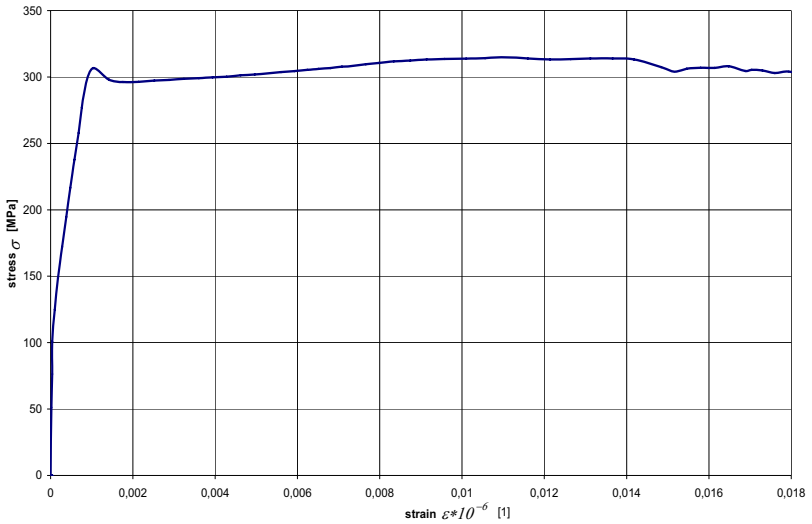
[*] Prof. Ing. Ladislav Frýba, DrSc., Dr.h.c, * Prof. Ing. Miroš Pirner, DrSc., Dr.h.c., * Ing. Shota Urushadze, PhD.. Institute of Theoretical and Applied Mechanics, v.v.i., Academy of Sciences of the Czech Republic, Prosecka 76, CZ 190 00 Prague 9, Czech Republic, tel/fax : + 420 283 881 646, E-mail : fryba@itam.cas.cz , pirner@itam.cas.cz, urushadze@itam.cas.cz.

Vzorky CFRC byly zkoušeny separátně a pak přilepené na ocelové zkušební vzorky. Tak jsme obdrželi pracovní (stress-strain) diagramy, jež jsou vidět na obr. 2 a 3. Ocelové a tím i kompozitní vzorky měly tvar podle českých norem na zkoušení oceli..

Obr. 1. Karbonové kompozity CFRC.



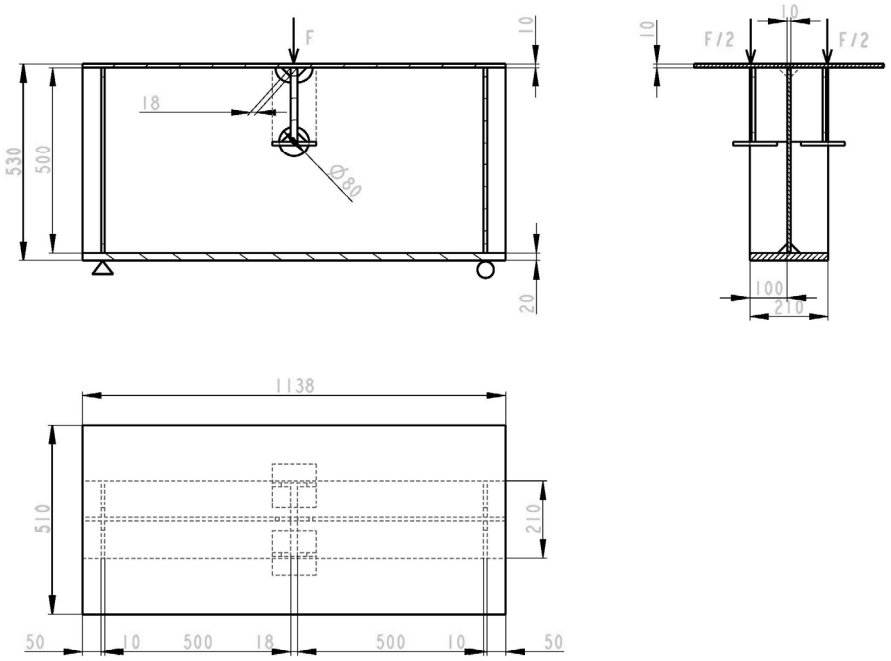
Obr. 2. Pracovní diagram ocelového vzorku.



Obr. 3. Pracovní diagram ocelového vzorku s přilepeným CFRC

3. Ortotropní deska

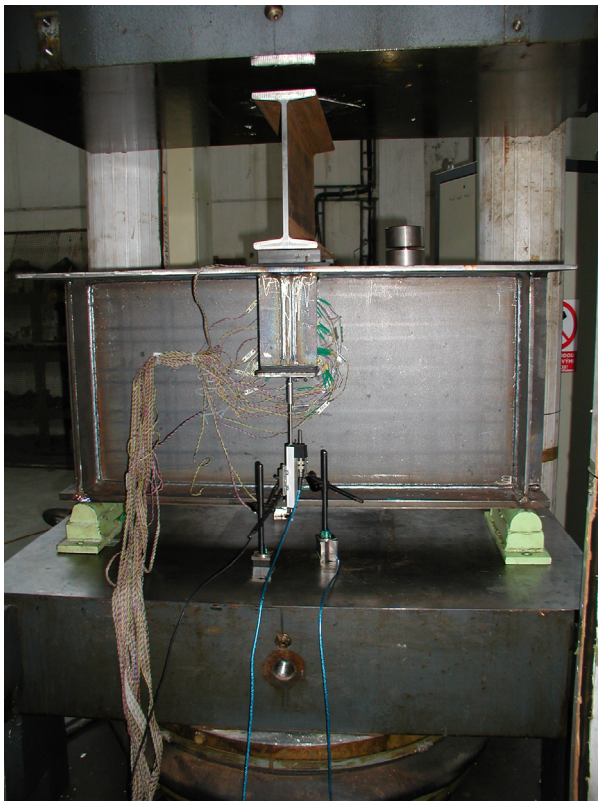
Experimenty na ortotropní desce se zaměřily na vznik a šíření únavových trhlin. Byly navrženy vzorky typu A, viz obr. 4, které se zkoušely nejdříve staticky od 0 do 477 kN po krocích 20 kN na zatěžovacím stroji GTM 500 kN.



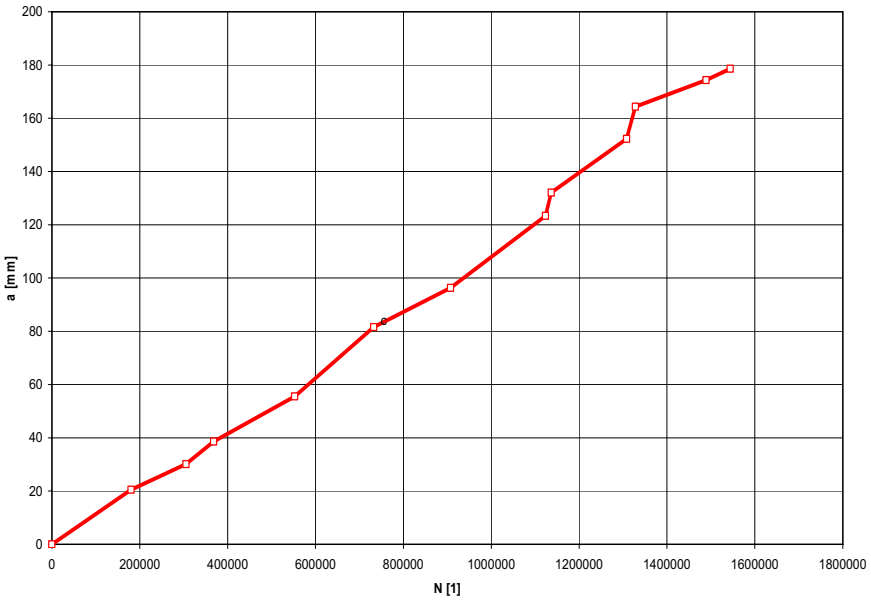
Obr. 4. Zkušební vzorek typu A.

Pak se zkoušelo více kusů dynamicky, jak je patrné na obr. 5. Nejdříve na stroji MTS 250 kN, frekvence 3 Hz, počet cyklů 5 527 812 a pak na stroji GTM 500 kN, frekvence 2 Hz.

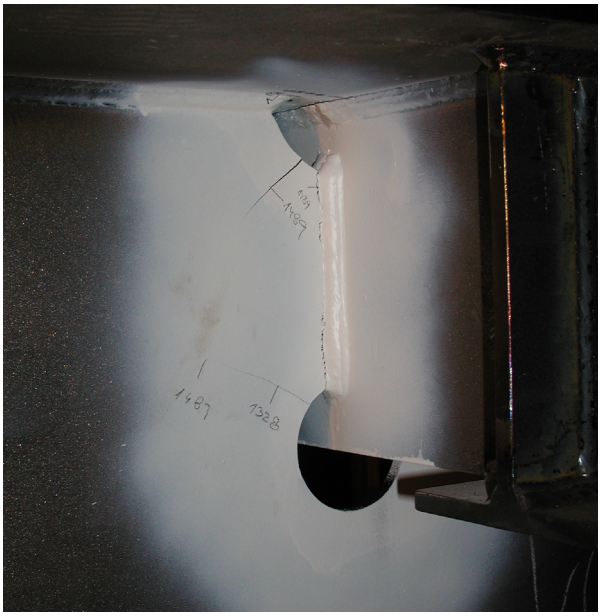
Šíření únavové trhliny ja znázorněno na obr. 6. Obrázek detailu ortotropní desky s únavovou trhlinou je na obr 7. Dynamické zkoušky stále pokračují.



Obr. 5. Dynamické zkoušky na vzorku A2.



Obr. 6. Délka únavové trhliny *a* v závislosti na počtu cyklů *N*



Obr. 7. Únavová trhlina na vzorku A 2.

4. Závěry

Byly zahájeny zkoušky ocelových vzorků a modelu části ortotropních mostovek s nalepenými karbonovými plasty. Zkoušely se staticky a počalo se i s dynamickými zkouškami na únavu. Je naděje, že vlepením karbonovývh plastů se zmenší možnost vzniku a šíření únavových trhlin. Aplikace se jeví jako možná na ocelových mostech s ortotropní mostovkou.

5. Poděkování

Tato práce vznikla za podpory GA ČR 103/08/1340 a vědecko-výzkumného záměru AV0720710524 .

6. Literatura

De Corte W. &, Van Bogaert Ph. (2004) Fatigue assessment of orthotropic bridge decks through high frequency strain gauge measurements. *Proc. of the Third European Conference on Structural Control*, 3ECSC, 12-15 July 2004, Vienna University of Technology, Vienna, Austria.

Frýba L. (1996) Dynamics and fatigue of orthotropic decks. In : G. Augusti, C. Borri, P. Spinelli (editors) : *Structural Dynamics, Eurudyn 96. Balkema Rotterdam*, Brookfield, 1996, Vol. 2, pp. 753-758.

Frýba L. & Gajdoš L. (1999) Fatigue properties of orthotropic decks on railway bridges. *Engineering Structures*, 21, No. 7, pp. 639-652.