

CRACK PROBLEMS IN THE METALIC STEEL STRUCTURE AND THE USE OF COMPUTING METHODS FOR THE DEFINITION OF THE STRESS STATE IN THE CRACKS AREA IDENTIFIKIMI I PROBLEMEVE TË ÇARJEVE NË STRUKTURAT METALIKE DHE PËRDORIMI I METODAVE KOMPJUTERIKE PËR PËRCAKTIMIN E GJENDJES SË SFORCUAR NË ZONËN E ÇARJEVE

KLODIAN GUMENI, JORGAQ KAÇANI, ODISE KOÇA
KESH sh.a, Tiranë, Shqipëri
Universiteti Politeknik i Tiranës, Tiranë, Shqipëri
Email: gumenik@kesh.al

AKTET IV, 2: 281-286, 2011

PERMBLEDHJE

Qëllimi i këtij punimi është paraqitja e mënyrës së identifikimit të çarjeve në strukturat metalike të galvanizuara (me zink) në të nxehtë dhe zgjidhjet konstruktive për riparimin e tyre. Gjithashtu përshkruhen dhe metodat joshkatërruese që përdoren për kontrollin e këtyre kolonave për gjetjen e defekteve të ndryshme strukturore të lindura gjatë procesit të prodhimit, saldimit ose galvanizimit të tyre. Në këtë punim tregohet metodologjia e gjetjes së shkaqeve që kanë çuar në çarjen e kolonës (shtyllëzës), si dhe zgjidhjet konstruktive e aksionet korrigjuese të përdorura për rivendosjen e karakteristikave fiziko-mekanike të kolonës. Për të kontrolluar këtë zgjidhje konstruktive u përdorën metodat analitike dhe ato me elemente të fundme të llogaritjes së kolonës së riparuar. Për llogaritjen me elemente të fundme u përdor programi Straus 7 bazuar në Eurocodin 3. Për verifikimin e karakteristikave mekanike të materialit të kolonave u bënë testet shkatërruese, si edhe vrojtimet kristalografike për përcaktimin e strukturës.

Fjalët kyçe: kolonë metalike, galvanizim në të nxehtë, ekzaminim mikrografik, testime joshkatërruese, testime shkatërruese, modelim struktural për analizë kompjuterike.

SUMMARY

The aim of this paper is to show the identification of the cracks in hot deep galvanized steel structure and to give the solution for their repair. Also are described the nondestructive test used in order to control and determinate the several structure defects comes from the processes of the fabrication, welding and galvanization. Also is given a root cause analyses in order to detect the problems that give as a result the cracks in the column and the corrective action used in order to reinstate the physical and mechanical features of the column. In order to check this constructive solution analytic methods and also finite element programs are used. For the finite element calculation the Straus 7 soft is used based on Euro cod 3. In order to verify the mechanical features of the row material destructive test are used and also crystallographic survey for the structure feature.

Key words: steel column, hot dip galvanized, micrographic examination, nondestructive test, destructive test, structural modeling for computer analysis.

HYRJE

Në ditët e sotme përdorimi i strukturave prej çeliku ka marrë një zhvillim të madh. Për mbrojtjen e tyre nga korrozioni merren masa

mbrojtëse, në përgjithësi përdoret zinkimi në të nxehtë. Por shpesh moszbatimi i parametrave të proceseve teknologjike, si dhe mungesa e një plani të mirë të kontrollit të cilësisë bëhen shkak

që të kemi defekte të ndryshme në strukturat metalike dhe mosgjetja në kohë e tyre bëhet shkak për shkatërrime të këtyre strukturave. Pikërisht humbja e këtyre koordinatave teknike kanë çuar edhe në problemin që do të trajtohet në këtë artikull. Në këtë artikull do të përshkruhen metodologjia dhe analizat e kryera për gjetjen e defekteve dhe më pas riparimi i tyre. Objektivi i këtij studimi ishte gjetja e një mënyre riparimi për të evituar zëvendësimin me kolona të reja të cilat do të kishin një kosto mjaft të lartë.

Detektimi i çarjeve dhe aksionet korrigjuese për eliminimin e tyre.

Kolonat metalike mbajtëse të defektuara janë pjesë e një ndërtese industriale. Detektimi i këtyre çarjeve u bë pas montimit të kolonave në pozicionet e tyre përfundimtare dhe prej aty filloi faza e analizës së shkakut të këtyre çarjeve [1].

Materiali i përdorur ishte S275JR, çelik jo i lidhur për qëllime strukturale.

Kolonat ishin kolona të përbëra prej dy pjesëve kryesore IPE 400 të lidhura me profile U 100x50 mm dhe L 80x80 mm në formën e kapriatës. Pas matjeve të kryera u vu re se çarjet kishin një gjatësi rreth 10 cm dhe ndodheshin në dy kolona saktësisht në të njëjtën lartësi nga bazamenti, rreth 1.3 m, të vendosura si në murin e kolonës, ashtu edhe në dy fletët e saj.

Për të ndaluar progresin e çarjes në të dy anët e çarjes u bënë dy vrima të vogla. Gjithashtu u kontrollua zona 250 mm rreth tyre me teste joshkatërruese me pjesëza magnetike (Figura 1) për të verifikuar nëse do të kishim dhe mikroçarje të tjera në atë zonë.

Rezultati i testeve joshkatërruese ishte pozitiv në faktin se nuk u gjenden mikroçarje të tjera në zonën përreth, si edhe në zona të tjera në lartësi të ndryshme të kolonës. Shkaqet e këtyre çarjeve mund të ishin të ndryshme, më të mundshmet ishin:

1. Materiali bazë i kolonës nuk ishte sipas specifikimeve teknike.
2. Fabrikimi i tyre, pra parametrat dhe mënyra e saldimit mund të kishin qenë të gabuara.

3. Parametrat e zinkimit në të nxehtë (temperatura dhe koha e qëndrimit në vaskë) mund të kishin qenë të gabuara.

Verifikimi i sa më sipër filloi të bëhej në rrugë paralele, për të pasur në një kohë sa më të shkurtër informacionin e duhur dhe për të gjetur më pas zgjidhjen e problemit. Analizat e procesit të fabrikimit kanë evidentuar shkakun e mundshëm të një defekti të tillë. Gjatë fazës së prodhimit të kolonës ka ndodhur një përkulje e brendshme e bazës së pafiksuar të kolonës me një vlerë rreth 15-20 mm, për shkak të saldimit të pllakave dhe L-ve mbajtëse në komponenten vertikale. Për ta rikthyer kolonën në formën korrekte gjeometrike në bazën e kolonës është salduar një profil dhe pastaj me anë të një kriku hidraulik është ushtruar forcë në gjendje të ftohtë, duke krijuar kështu tensione të brendshme në pikën e çarjes. Më pas gjatë procesit të galvanizimit, zhytja në banjë të ngrohtë zinku dhe më pas ftohja ka çliruar këto tensione të brendshme, dhe për pasojë gjatë transportit dhe shkarkimit të kolonave ka filluar çarja e tyre.



Figura 1. NDT me pjesëza magnetike

Pas kësaj analize u vendos ndërhyrja në kolonat e dëmtuara duke vendosur pllaka përforcuese të lidhura me bulona në një anë për fletët anësore vertikale dhe në të dy anët për murin vertikal të kolonës. Një lloj garancie për këtë zgjidhje jepte dhe rezultati pozitiv i testeve joshkatërruese. Në këtë pikë u kalua në llogaritjen e soliditetit të

kolonave të modifikuara me elemente të fundme [2, 3].

Për këto llogaritje u përdor softueri struktural Straus 7, me ndihmën e të cilit u realizua kontrolli i gjendjes së sforcuar në seksionin kritik [4, 5].

Për t'u përafuar me gjendjen hipotetike të dëmtimit të kolonës, në fundin e saj aplikohet një zhvendosje 20 mm; si rrjetë përdoren elementet horizontale të kolonës; për nyjë janë zgjedhur pllakat pranë seksionit kritik të kolonës.

Këto llogaritje u bënë sipas eurokodeve (1, 3, 5, 6).

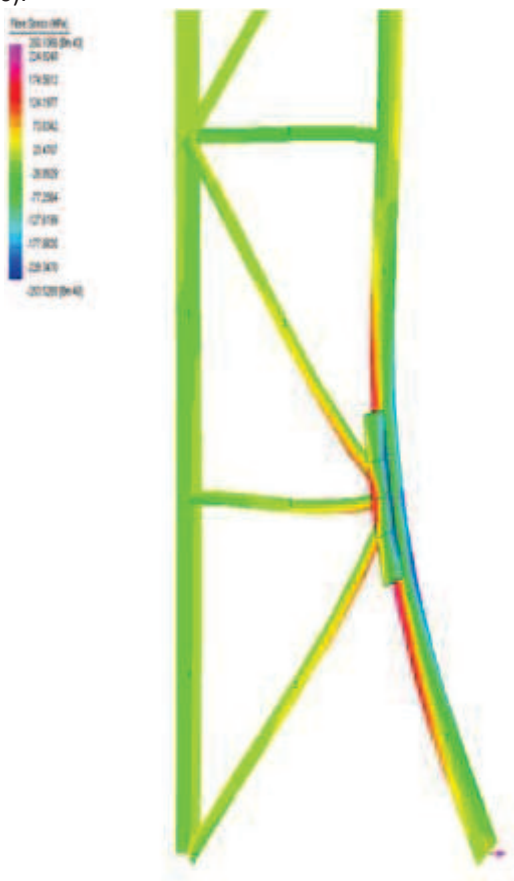


Figura 2. Tensionet në pjesën e poshtme të kolonës.

MATERIALET

Çeliku i strukturës (profili dhe pllakat) S275JR (me veti mekanike në përputhje me standardin UNI 10233-3).

Bulonat 8.8

Në figurën 2 jepet shpërndarja e sforcimeve në pjesën e poshtme kurse në figurën 3 jepet shpërndarja e sforcimeve në seksionin kritik.

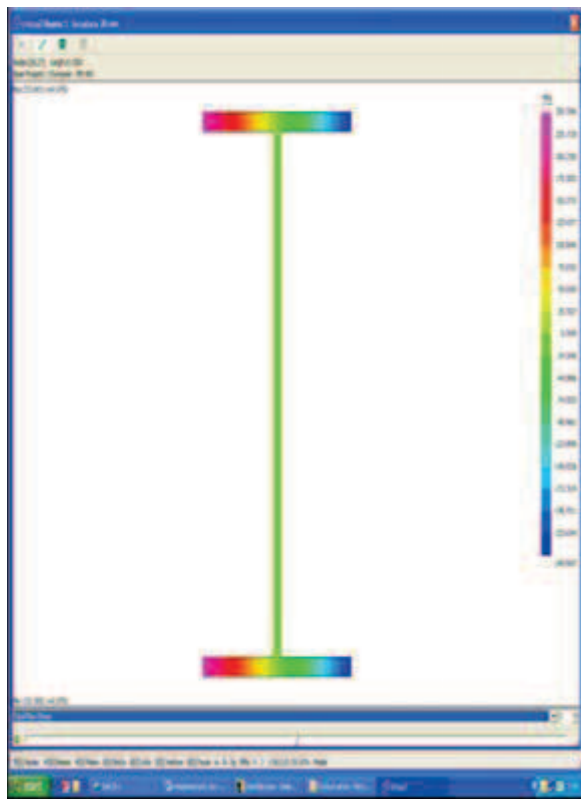


Figura 3. Shpërndarja e tensioneve në seksionin kritik

Pasi u bënë llogaritjet e kolonës me metodën e përshkruar më sipër u vu re se sforcimi maksimal në seksionin kritik ishte 250 MPa, pranë kufirit të rrjedhshmërisë së materialit.

Tensioni maksimal në përforcuesen horizontale ishte 134 MPa, ndërsa në përforcuesen diagonale ishte 141 MPa, në elementet e jashtme 171 MPa në pikën e Gausit dhe 235 MPa në pikën e tehut.

Edhe pse sforcimet në seksionin kritik ishin më të ulëta se kufiri i soliditetit të materialit, bashkëveprimi i proceseve të saldimit dhe të galvanizimit në të nxehtë mund të shpjegojnë formimin e çarjeve të vërejtura.

Kontrolli i lidhjeve me bulona

Forcat e jashtme maksimale që veprojnë në kolonë, të marra nga llogaritjet për verifikimin e ndërtesës me konstruksione metalike, jepen si më poshtë:

$$N_d = -1810.6 \text{ kN}$$

$$M_{dy} = 10.66 \text{ kNm}$$

$$M_{dz} = 4.6 \text{ kNm}$$

$$V_d = 58 \text{ kN}$$

N_d ndahet ndërmjet murit të kolonës dhe dy fletëve anësore në përpjesëtim me sipërfaqet e tyre.

Bashkimi në murin e kolonës

Sipërfaqja e murit = $331 \times 8.6 = 2846.6 \text{ mm}^2$

Sipërfaqja totale e seksionit = 8450 mm^2

Forca aksiale: $1810.6 \times 2846.6 / 8450 = 609.9 \text{ kN}$

Bulonat 6 M24, klasa 8.8, 2 plane rezistente

Forca prerëse që vepron në bulon:

$$S_d = [(609.6/2 \times 6)^2 + (58/2 \times 6)^2]^{0.5} = 51.0 \text{ kN}$$

Llogaritja në prerje e bulonit:

$$S_r = 0.6 \times 353 \times 800 / 1.25 = 135.5 \text{ kN} > 51.0 \text{ kN}$$

Për siguri i referohemi dhe zonës me sforcime në tërheqje të bulonit.

Llogaritja në shtypje lokale (trashësia e murit 8.6 mm):

$$F_{b,Rd} = 2.5 \times 275 \times 24 \times 8.6 / 1.25 \times 1000 = 113.5 \text{ kN} > 2 \times 51.0 = 102.0 \text{ kN}$$

Kontrolli global i pllakës, trashësia e pllakës 10 mm):

$$\sigma = 609600 / 2 \times 10 \times (250 - 3 \times 24) = 171.2 \text{ Mpa} < 275 \text{ MPa}$$

Bashkimi me fletën vertikale të kolonës

Forca aksiale: $(1810.6 - 609.9) / 2 = 600.35 \text{ kN}$

bulonat 6 M24, klasa 8.8, 1 plan rezistent.

Forca prerëse që vepron te buloni:

$$S_d = 600.35 / 6 + 10.66 / 0.4 \times 6 + 4.6 / 0.1 \times 3 = 100.1 + 4.5 + 15.3 = 119.9 \text{ kN}$$

Llogaritja në prerje e bulonit:

$$S_r = 0.6 \times 353 \times 800 / 1.25 = 135.5 \text{ kN} > 119.9 \text{ kN}$$

Për siguri i referohemi dhe zonës me sforcime në tërheqje të bulonit.

Llogaritja në shtypje lokale (trashësia e fletës 13.5 mm):

$$F_{b,Rd} = 2.5 \times 275 \times 24 \times 13.5 / 1.25 \times 1000 = 178.2 \text{ kN} > 119.9 \text{ kN}$$

Kontrolli global i pllakës (trashësia e pllakës 20 mm):

$$\sigma = 119900 \times 6 / 20 \times (180 - 2 \times 24) = 272.5 \text{ MPa} < 275 \text{ MPa}$$

Rezultatet tregojnë se kjo zgjidhje ishte e përshtatshme dhe restauronte kushtet fillestare. Megjithëse llogaritja me elemente të fundme ofronte garanci për funksionalitetin e strukturës dhe jetëgjatësinë e saj sipas projektit, ajo nuk tregonte shkaqet e këtij defekti. Prandaj në funksion të idesë se ndoshta materiali i përdorur nuk ishte sipas specifikimeve teknike u shkua më thellë në këtë drejtim duke testuar me prova shkatërruese mostra (kampionë) të marra, si nga zona me defekt, ashtu edhe nga ajo e padefektuar e kolonës. Përveç provave mekanike do të bëhej edhe ekzaminimi i strukturës së mostrave të marra.

Të dy mostrat e marra iu nënshtruan testeve të njëjta si më poshtë:

1. Dokumentacioni fotografik:
2. Ekzaminimi mikrografik:
3. Prova në tërheqje
4. Prova në goditje Sharpi (me prerje V në temperaturën nga -66°C në 40°C):
5. Përcaktimin e trashësisë së shtresës së zinkut për njësi të sipërfaqes:

Rezultati për mostrën e marrë nga zona pa çarje është:

Mostra rezultoi me një strukturë ferritike me ishuj perlitit, prani përfshirjesh jometalike me formë të zgjatur.

Duke iu referuar rezultateve të testeve materiali i përdorur ishte në përputhje me kërkesat e materialit të deklaruar.

Rezultati për mostrën e marrë nga zona me çarje është:

Në Figurën 4 tregohet zona termikisht e alteruar me një mikroçarje, ecje ndërkorrizore dhe një strukturë ferritike me ishuj perlitit, prani përfshirjesh jometalike me formë të zgjatur.

Prova në tërheqje

Rezultatet e testit jepen në Tabelën 1.

Prova në goditje

Rezultatet e testit jepen në tabelën 2.

Duke iu referuar rezultateve të testeve shohim se kërkesat e materialit të deklaruar. materiali i përdorur ishte në përputhje me

Marka	Pozicioni	A / trashësia mm	B / gjerësia mm	seksioni mm ²	ReH N/mm ²	Rm N/mm ²	ε %
T1	gjatësor me traun	12.9	19.9	256.71	331.50	470.90	33.33

Tabela 1. Rezultati i testit për provën në tërheqje

Marka	Pozicioni	a/trashësia mm	b/gjerësia mm	Temperatura °C	Energjia J	Mesatarja J
B1(*)	KV in PM	10.00	10.00	-7	186	158
B2(*)	KV in PM	10.00	10.00	-7	152	
B3(*)	KV in PM	10.00	10.00	-7	135	

Shënim: (*) Mostra është marrë në pjesën e jashtme të kolonës (piata)

Tabela 2. Rezultati i testit për provën e soliditetit në goditje (Çekici i Sharpit)

Mostra	Masa e mostrës para heqjes së veshjes (g)	Masa e mostrës pas heqjes së veshjes (g)	Madhësia e sipërfaqes së eksponuar të mostrës (mm ²)	Masa e njësisë së sipërfaqes gjatë zhytjes në të nxehtë (g/mm ²)	Trashësia e veshjes (µm)
Me çarje	88.7045	85.1623	2523.43	1403.72	194.96

Tabela 3. Rezultati i testit për përcaktimin gravimetrik të masës së njësisë së sipërfaqes së veshjes të materialeve ferroze gjatë zhytjes në banjë të nxehtë zinku

Përcaktimi gravimetrik i masës së njësisë së sipërfaqes së veshjes së materialeve ferroze gjatë zhytjes në banjë të nxehtë zinku.

Rezultatet e testit jepen në Tabelën 3.

Analiza e studimit të kryer

Nga studimi i kryer nuk ishte e mundur të identifikohet një indikacion i qartë dhe univok përse kishin ndodhur çarjet në kolona. U verifikua që vetitë fiziko-mekanike ishin në përputhje me vlerat që jepen nëpër standarde për materialin e dhënë, kështu që supozohet se çarjet janë shkaktuar si pasojë e veprimit të njëkohshëm të disa faktorëve:

1. Proces jo i përshtatshëm i galvanizimit në të nxehtë (p.sh. parangrohje jo e përshtatshme, koha e zhytjes në banjë, përbërje ose temperaturë e gabuar e banjës së zinkut), prania e tensioneve të mbetura (të shkaktuara nga saldimit ose zhytja disa herë në banjë e pjesëve me përmasa të mëdha ose mënyrat e lidhjes), zgavra të strukturës, fenomeni i brishtëzimit likuid të metalit, pra humbja e duktilitetit të

çelikut në prani të një likuidi të caktuar, kjo dukuri vërehet pikërisht gjatë zinkimit në të nxehtë (*Liquid Metal Embrittlement – LME*; *Liquid Metal Assisted Cracking – LMAC*), siç evidentohen edhe në literaturën shkencore [6].

2. Analizat e kryera tregojnë se çarjet kanë ndodhur gjatë ose menjëherë pas kohës së zhytjes në banjën e zinkut: ky aspekt evidentohet me zinkun e derdhur në drejtim të sipërfaqes së çarë, kështu duke u bazuar në verifikimet e mësipërme dhe duke u bazuar në sigurinë e materialit bazë, siç tregohet nga analizat, ishte evidente se nuk janë të pritshme çarje të tjera të reja.

3. Trashësia (dhe trashësia e ndryshme e shtresave të zinkuara), si dhe pamja finale e galvanizimit në të nxehtë, janë rezultat i parametrave të ndryshëm: përbërja kimike e çelikut (në mënyrë të veçantë përmbajtja e silicit, karbonit dhe fosforit), konditat e sipërfaqes, temperatura dhe përbërja kimike e zinkut të përdorur në banjë si dhe koha e zhytjes.

4. Megjithatë, trashësia e madhe e veshjes, pamja gri e errët, janë njëlloj me pamjen me shkëlqim në termat e shkallës së korrodimit

atmosferik, siç tregohet edhe në literaturën shkencore [6].

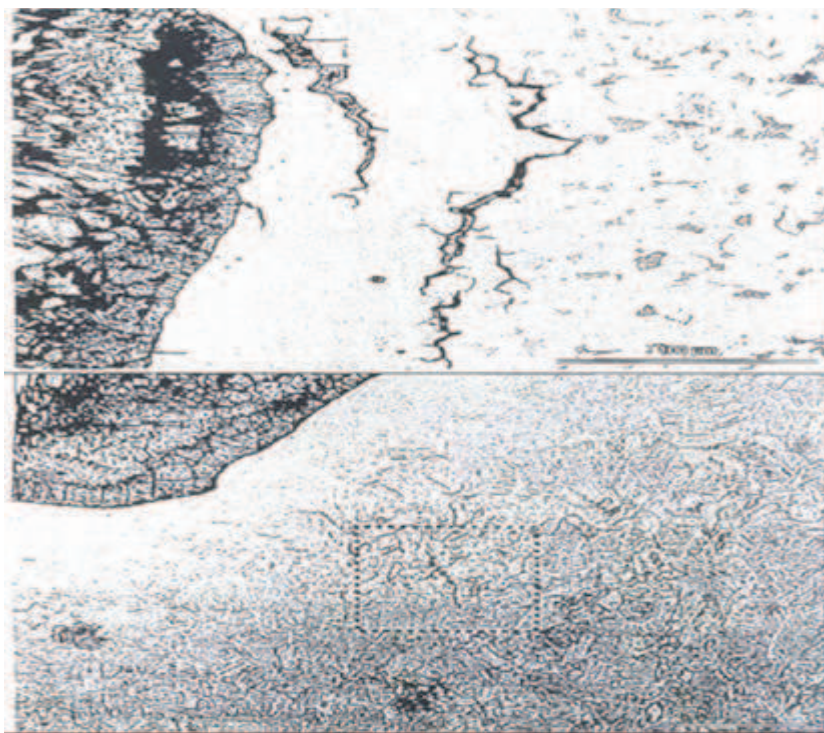


Figura 4. Ekzaminimi mikrografik i mostrës të marrë nga pjesa e dëmtuar e kolonës

PERFUNDIME

- Vetitë fiziko-mekanike të materialit bazë janë në përputhje me vlerat e dhëna në standarde për këtë material.
- Çarjet kanë ardhur si pasojë e çlirimit të tensioneve të mbetura nga procesi jo i rregullt i saldimit.
- Nuk janë respektuar parametrat e zinkimit në të nxehtë, duke i dhënë kështu kohë materialit të çlirojë tensionet e mbetura dhe të çahet.

BIBLIOGRAFIA

1. A. Liu, Mechanics and Mechanisms of fracture /An Introduction (1993)
2. G. Ballio e C. Bernuzi (2008), Progettare costruzioni in acciaio.

3. UNI EN 1993-1-1:2005-Eurocode 3 – Design of steel structure - Part 1-1: General rules and rules for buildings

4. G. Ballio e F.M. Mazzolani (2009). Strutture in acciaio: Sistemi strutturali - Sicurezza e carichi - Materiale unioni e collegamenti - Resistenza e stabilità.

5. UNI EN 1998-1-8:2005-Eurocode 3 – Design of steel structure - Part 1-8: Design of connecting devices.

6. ASM Handbook, Corrosion, fundamentals, testing and protection (1994).