
Studiul avansat al cadrelor contravântuite excentric cu capacitate de re-centrare: tipologii noi de linkuri și influența plăcii din beton armat (ARNIS)

Cod proiect: N-III-P1-1.1-PD-2016-1655
Contractul de finanțare nr. PD 139 / 2018

Livrabil D4_a
Modele numerice calibrate ale linkurilor

Pentru a obtine un model numeric calibrat pentru linkurile demontabile, s-a folosit o serie de incercari experimentale obtinute in 2003, în cadrul Facultății de Construcții din Timișoara.

Schema încercării unui link este prezentată în Figura 1 și cuprinde o porțiune a structurii. Forța generată de un actuator hidraulic QUIRI de 500 kN a fost aplicată specimenului prin intermediul unei rigle rigide tip IPE500, mișcarea de translație orizontală fiind impusă de patru reazeme pe role.

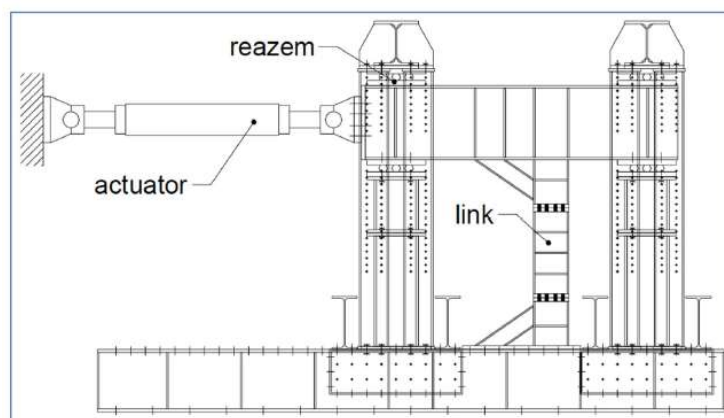


Figura 1. Standul experimental pentru încercarea linkurilor demontabile

Bara disipativă demontabilă, formată dintr-un cupon de profil IPE240 și placa de capăt sudată, au fost executate din oțel S235, iar restul structurii, care trebuie să rămână în domeniul elastic – din S355. Pentru a studia influența raportului dintre forța tăietoare și momentul încovoietor în link, au fost prevăzute patru lungimi ale acestuia: $e=400, 500, 600$ și 700 mm, măsurate între capetele diagonalelor. Lungimea efectivă a elementului demontabil, între cele două plăci de capăt, este cu 100 mm mai scurtă decât aceasta din urmă. Toate cele patru lungimi se încadrează în domeniul barelor disipative scurte, care lucrează preponderent la tăiere, ultima reprezentând limita superioară.

Dintre speciunile încercate, s-a ales pentru calibrarea modelului numeric, speciunul **LH4-m** (L=link, H=cu rigidizari dese, 4=400 mm între capetele diagonalelor, m=incarcarea monotona).

Observatii initiale ale aceste încercari:

- șuruburile sunt pretensionate la 48 daN·m după care piulițele sunt rotite cu 90°
- la îmbinarea superioară plăcile de capăt reazemă doar la colțul stânga spate. Există un interstițiu de 3-4 mm.

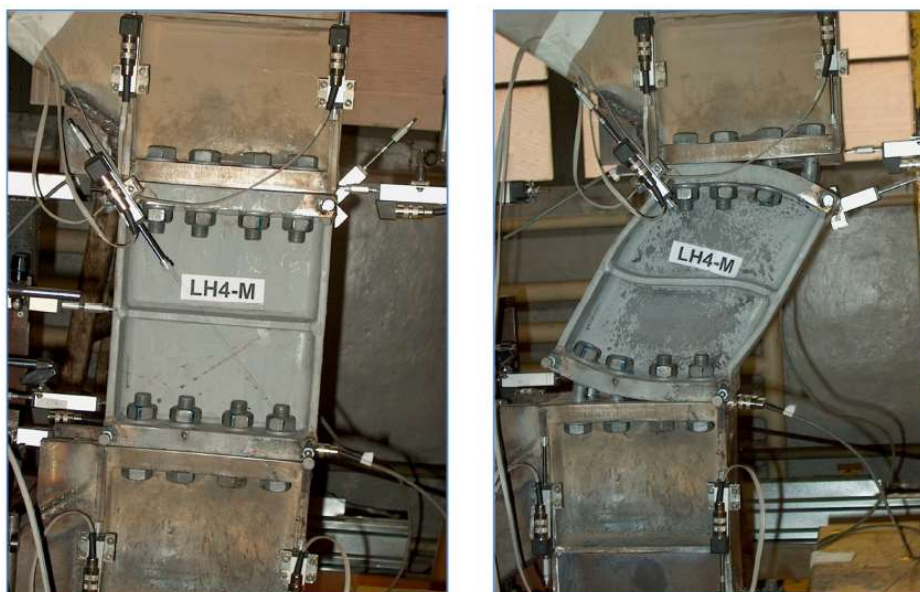


Figura 2. Modul de cedare al speciunului

Principalele evenimente observate la specimen:

- exfolierea vopselei pe inimă
- cedarea filetului în șurub
- voalare inimă
- distrugerea completă a filetului la șuruburile din rândurile exterioare

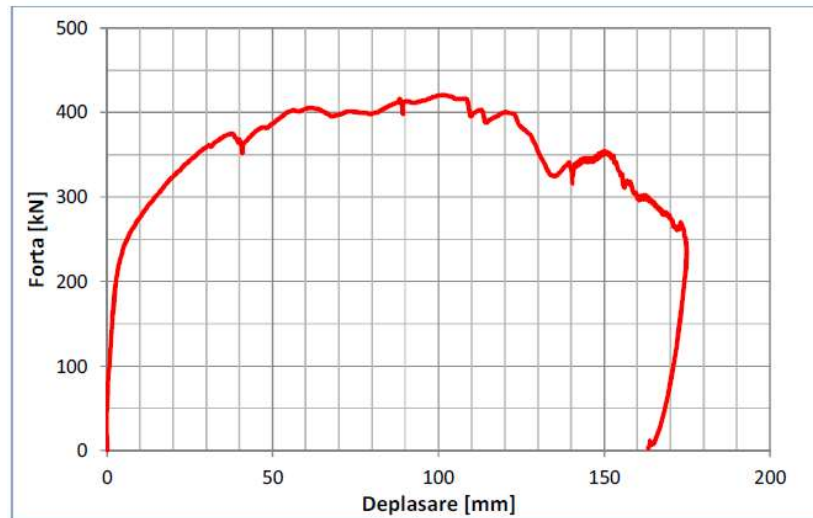


Figura 3. Relatia forta-deplasare pentru specimen

Pentru a calibra comportarea linkului demontabil LH4 s-au efectuat o serie de simulări numerice cu programul de modelare cu metoda elementului finit Abaqus.

Componentele linkului demontabil (bara linkului, placile de capăt, porțiuni din grinzile adiacente linkului, șuruburi, piulite, saibe și toate rigidizările) au fost modelate cu elemente solide cubice (tridimensionale) de tipul C3D8I, în timp ce restul specimenului experimental (restul grinzilor adiacente, contravantuirile și grinzile rigide care au reprezentat încăștrările de la partea superioară și inferioară) a fost modelat folosind elemente liniare de tip bară (cu material elastic) (vezi Figura 4). Legătura dintre elementele liniare (standul) și elementele solide (linkul) s-a realizat prin folosirea unui Coupling la fiecare capăt al linkului.

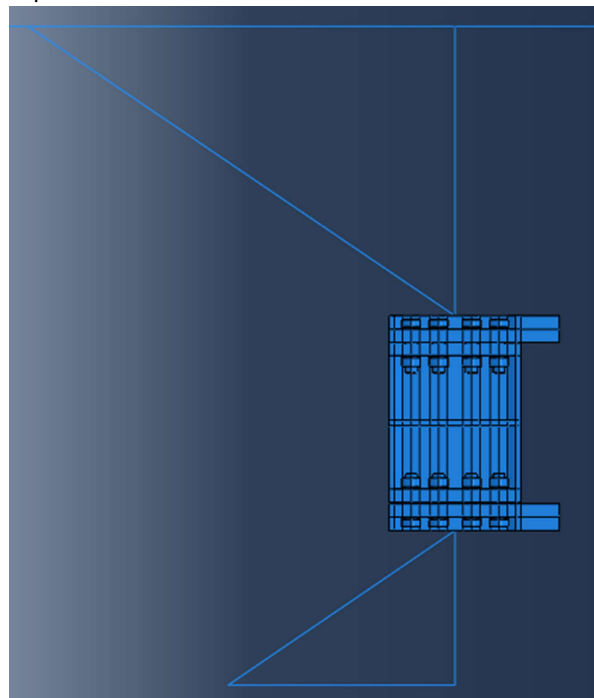


Figura 4. Asamblarea modelului numeric

Modelarea caracteristicilor geometrice a linkului LH4 s-a realizat cu ajutorul dimensiunilor masurate, cu un interstitiu initial de 3 mm între placile de capăt ale imbinării inferioare (interstitiul a rezultat în montajul experimental atunci când au fost stranse suruburile imbinării superioare și a fost eliminat atunci când au fost stranse și pretensionate și suruburile imbinării inferioare) (vezi Figura 5).

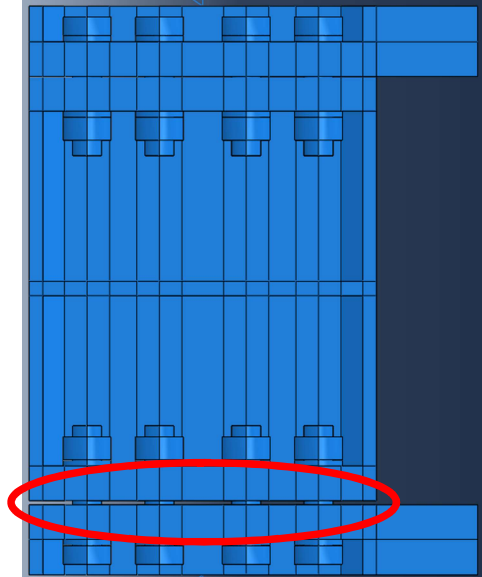


Figura 5. Interstitiul rezultat din montajul experimental.

Comportarea plastică a materialelor diferitelor componente ale linkului s-a modelat conform curbelor reale obținute pentru fiecare material în parte. Acestea au fost obținute din curbele efort unitar - alungire ingineresti rezultate din încercările la tracțiune efectuate pe epruvete metalice, folosind ecuația C.1 from EN 1993-1-5.

Pentru modelarea materialului s-au folosit următorii parametri:

- densitatea materialului – oțel: $\rho=7,85 \cdot 10^{-9} \text{ t/mm}^3$
- comportarea elastică a materialului:
 - modulul de elasticitate longitudinal: $E=210000 \text{ N/mm}^2$
 - coeficientul lui Poisson: $\nu=0,3$

S-a realizat o analiză de tipul Dinamic Implicit.

Modelarea sudurii diferitelor componente, cum ar fi placa de capăt de link, între talpă și inimă, rigidizări și talpa grinzii etc., a fost evitată prin contopirea (Merge Part) diferitelor elemente sudate între ele. Contacte de tipul Surface-to-surface – Penalty (cu comportare Tangentială, cu coeficient de frecare 0.3 și comportare Normală - Hard) au fost definite între: placile de capăt ale celor două imbinări, tijele suruburilor și gaurile placilor de capăt, saibe și capul suruburilor, saibe și piulite. Iar între tijele suruburilor și piulite s-a definit contact de tipul Surface-to-surface fără frecare (Frictionless) și cu comportare Normală (Hard). Saibele au fost legate de placile de capăt prin legătura de tip Tie.

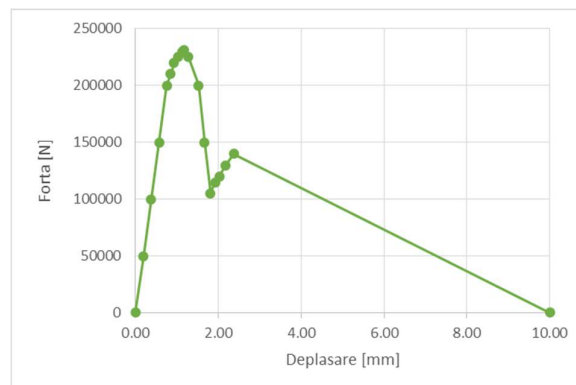


Figura 6. Input pentru modelul filetului surubului

Pentru a modela comportarea suruburilor, s-a folosit cate un element wire pe surub (vezi Figura 7.a) (intre doua puncte de referinta RP1 si RP2), caruia i s-a atribuit un Conector Axial care defineste comportarea neliniara a filetului surubului (Figura 6).

Un capat al elementului wire (un punct de referinta RP1) este legat cu un Coupling de tija surubului (vezi Figura 7.b), iar celalalt capat al elementului wire (alt punct de referinta RP2) este legat printr-un alt Coupling de suprafata interioara a gaurii piulitei (vezi Figura 7.c).

Pentru fiecare surub s-a definit o forta de pretensionare de 220 kN (vezi Figura 7.d) folosind Bolt Load.

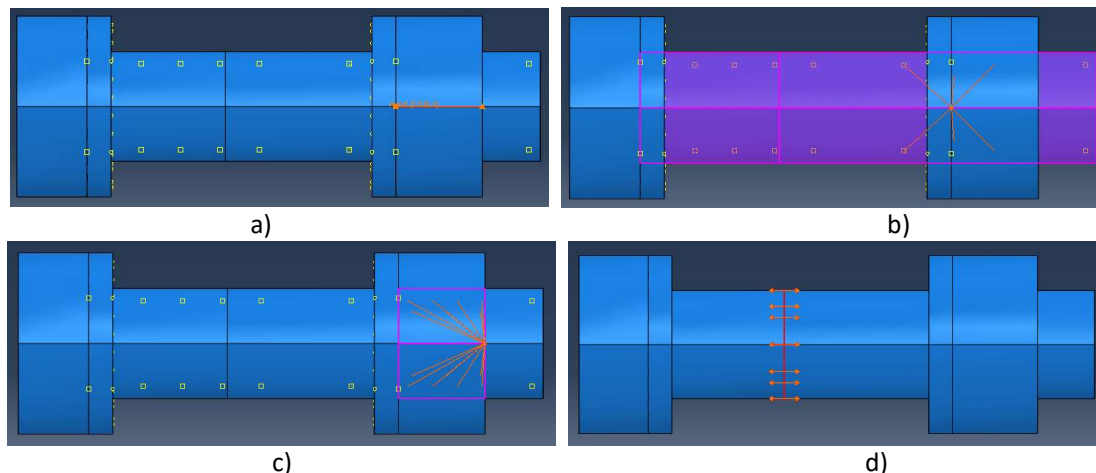


Figura 7. Modelarea surubului: a) wire+conector; b) Coupling intre RP si tija surubului; c) Coupling intre RP si piulita; d) pretensionarea surubului.

Condițiile de margine au fost definite conform montajului experimental: modelul este incastrat la partea inferioara (de-a lungul grinzii orizontale foarte rigide) si are doua reazeme la partea superioara, la capetele grinzii orizontale rigide, care permit deplasarea de forfecare a linkului (libere pe orizontala) si rotirile in plan. Condițiile de margine nu permit deplasari si rotiri inafara planului. Incarcare monotona a fost aplicata in control de deplasare (150 mm) in reazemul superior din stanga, pe orizontala (rezultand forfecarea linkului).

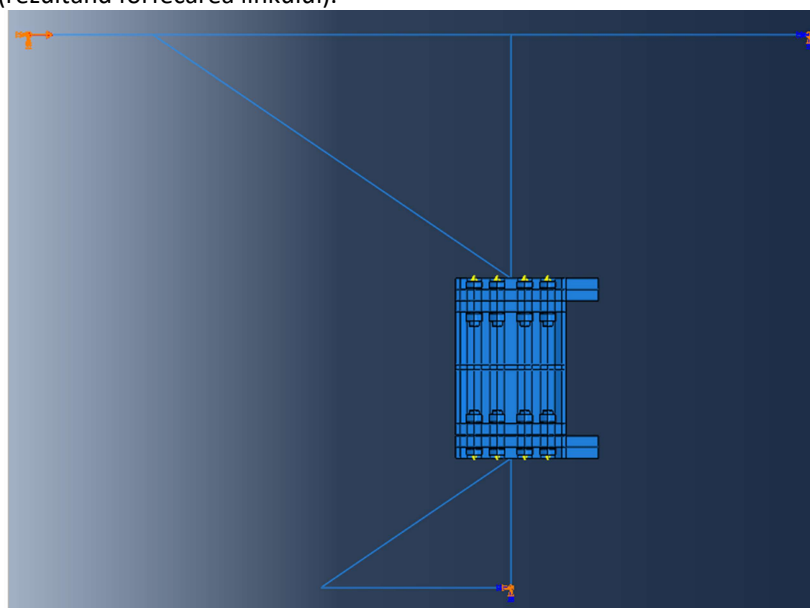


Figura 8. Conditii de margine si incarcare

Pentru discretizarea elementelor componente ale linkului s-au folosit elemente finite de formă cubică (HEX) C3D8I (vezi Figura 9).

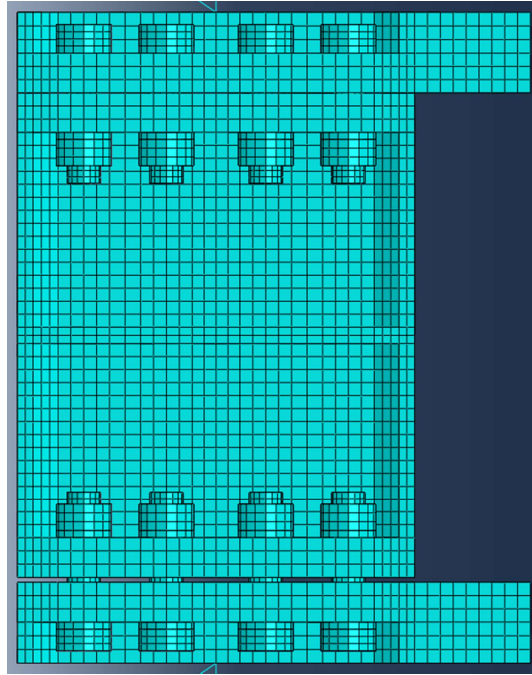
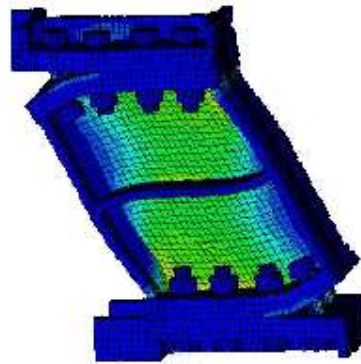


Figura 9. Discretizarea modelului

Modelul obtinut in urma procesului de calibrare reproduce cu o foarte buna acuratete raspunsul linkului in ceea ce priveste curba forta-rotire si mecanismul de cedare (Figura 10.a). Astfel, comparatia dintre incercarea experimentală si simularea numerica este ilustrata mai departe in termeni de curba forta taietoare-rotire (Figura 11). Mai mult decat atat, raspunsul linkului LH4-m este prezentat in termeni de deformatii plastice (Figura 10.b). Dupa cum se poate observa in Figura 10, deformatiile plastice sunt izolate doar in link, in timp ce zona imbinarii ramane in domeniul elastic.



a)



b)

Figura 10. Rezultatele calibrării modelului linkului LH4-m: a) rezultate incercare experimentală, b) deformatii/mecanism plastic model numeric

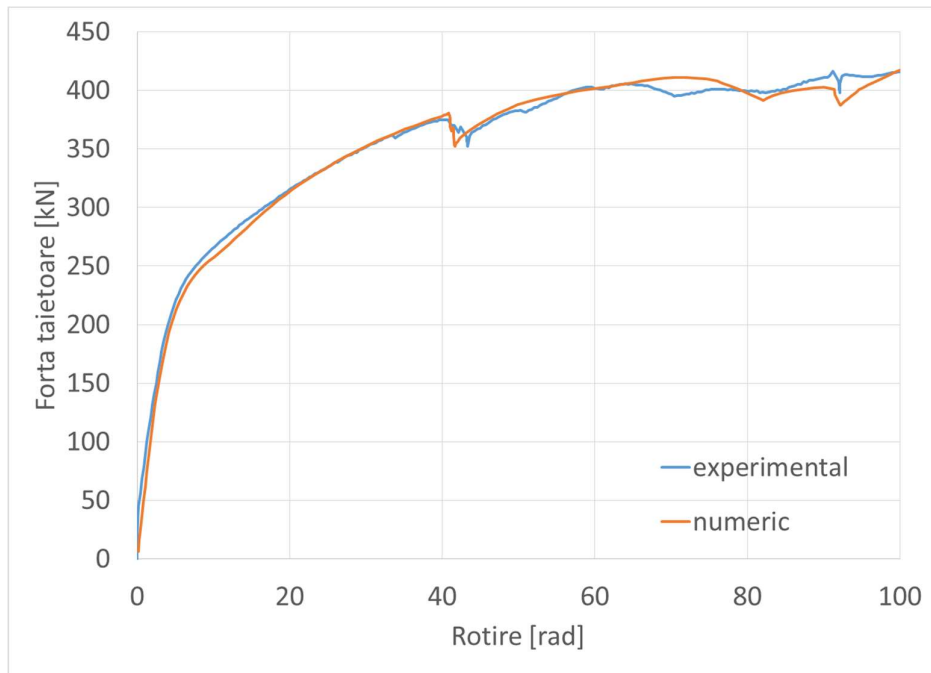


Figura 11. Curba forța taietoare-rotire

Investigatia numerica a confirmat secventa comportamentala observata in timpul incercarii experimentale, si anume: cedarea filetului surubului din randul 1, voalarea locala a inimii linkului, distrugerea completa a filetului surubului din randul 1, urmata de cedarea filetului surubului din randul 2.