

STUDIU PRIVIND COMPORTAREA GRINZILOR MIXTE OȚEL-BETON

Autor: Mihai FILIMON

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: *Atricolul este axat pe studiul amplu după normele europene de proiectare al grinzilor mixte oțel-beton, tipurile de secțiuni compozite, comportarea structurii la diferite încărcări, tipuri de conectori folosiți pentru prinderea părților componente.*

Cuvinte cheie: *Grindă de oțel, placă de beton, conectori, stări limită, eforturi, rigiditate, economie.*

1. Introducere

Încă de la sfârșitul anilor 1970, datorită creșterii dezvoltării procesului de modernizare a construcțiilor civile și industriale, căilor de comunicație, podurile mixte oțel-beton cunoșteau în lume o dezvoltare foarte importantă.

În primul rând foarte competitive în domeniul deschiderilor medii, structurile mixte își extindeau cu regularitate domeniul de aplicare, în particular spre deschiderile mari și înlocuiau din ce în ce mai mult structurile chesoane din beton precomprimat și structurile metalice.

Sistemul structural este economic și poate fi ușor configurat pentru a îndeplini o varietate de cerințe funcționale și arhitecturale.

Din modul de grupare a materialelor în secțiunea transversală (dala de beton armat cu rolul de a prelua încărcările din efectul de placă și de a forma talpa superioară a grinzii compuse, este situată în general, în zona cu eforturi unitare de compresiune pe care betonul le preia în condițiile cele mai bune, iar grinda de oțel alcătuită din elemente de grosimi mici este amplasată în zona cu eforturi unitare de întindere sau de compresiune mici astfel reducându-se mult pericolul de pierdere a stabilității și asigurându-se o utilizare maximă a caracteristicilor mecanice ale oțelului), rezultă o serie de avantaje tehnico-economice:

- grinzile de oțel, tip I sau cheson, au o performanță mecanică mare;
- utilizarea de tole de diferite grosimi permite de a pune în operă, în orice punct al structurii, strict grosimea minimă necesară;
- oțelul este un material ușor reciclabil, bucățile de tole colectate în atelier putând fi reutilizate;
- se realizează o economie de oțel de circa 20% în comparație cu o structură metalică, iar dacă se folosesc structuri compuse realizate prin preîncovoierea grinzii de oțel sau prin precomprimarea structurii compuse, se pot obține economii mai mari de oțel care ajung până la 50% din soluția metalică.

2. Analiza structurală

Structurile compuse oțel-beton, la care este asigurată conlucrarea între grinda metalică și placa din beton armat s-au dovedit a fi economice și sigure în exploatare, atât în domeniul podurilor de șosea și de calea ferată (cu calea în cuvă de balast), cât și în cel al construcțiilor civile și industriale.

Stările limită dincolo de care structura nu mai satisface cerințele de performanță proiectate sunt clasificate în următoarele:

- stări limită ultime asociate cu colapsul sau cu alte forme de cedare structurală;
- stări limită de serviciu (ale exploatarei normale) care corespund stărilor dincolo de care nu mai sunt îndeplinite anumite criterii de exploatare.

În general, sub diverse combinații ale acțiunilor, în stadiul limită ultim, o grindă mixtă oțel-beton trebuie să fie verificată la:

- asigurarea rezistenței secțiunii transversale critice;
- asigurarea stabilității generale și locale;
- rezistența la flambaj lateral prin torsiune;

- rezistența la flambaj la forță tăietoare și la forțe transversale aplicate inimii;
- asigurarea conlucrării între grinda metalică și placa de beton armat prin intermediul conectorilor;
- rezistența la lunecare longitudinală.

Secțiunile transversale critice sunt:

- secțiunile de moment încovoietor maxim pozitiv;
- secțiunile de reazem;
- secțiunile supuse la forțe sau reacțiuni concentrate;
- puncte în care are loc o modificare bruscă a secțiunii (alta decât cea datorată fisurării betonului).

O astfel de secțiune se consideră critică dacă raportul între momentul capabil maxim și cel minim este mai mare de 1,2.

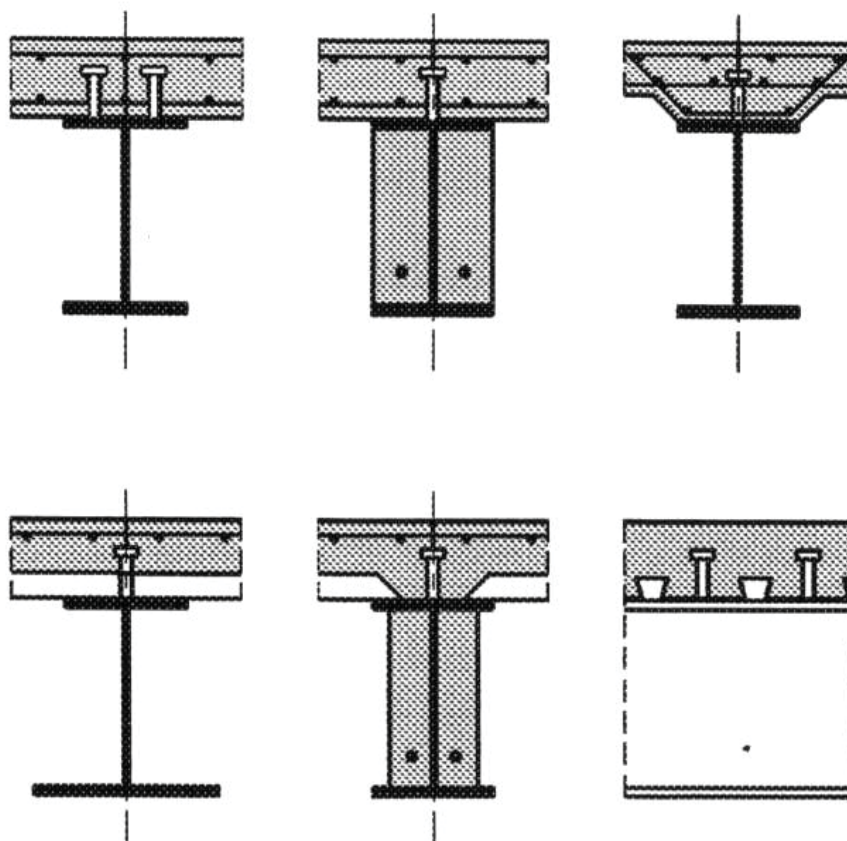


Figura 1. Tipuri de secțiuni compozite

Lățimea de conlucrare a dalei cu grinda metalică este în general diferită de lățimea reală a acesteia (distanța între grinzile metalice), mai ales când lățimea reală este mare, deoarece eforturile unitare de compresiune în dală sunt variabile, fiind maxime în dreptul grinzii metalice și descrescând spre mijlocul distanței între grinzi. Lățimea de conlucrare a dalei se definește ca fiind lățimea pe care volumul de eforturi unitare de compresiune, considerate distribuite uniform și egale cu efortul maxim în dală în dreptul grinzii metalice, este egal cu volumul eforturilor unitare de compresiune, variabile, acționând pe lățimea reală a dalei, figura 2 (aria ACDEF este egală cu aria GHJK). Pentru simplificarea calculului de rezistență și stabilitate (stări limită de exploatare și oboseală) se înlocuiește lățimea reală a plăcii (solicitată neuniform) printr-o lățime redusă (solicitată uniform) denumită lățime activă (efectivă) la încovoiere, fiind îndeplinită condiția:

$$b_{eff} = \frac{\int_0^{b_v} \sigma dy}{\sigma_{max}}$$

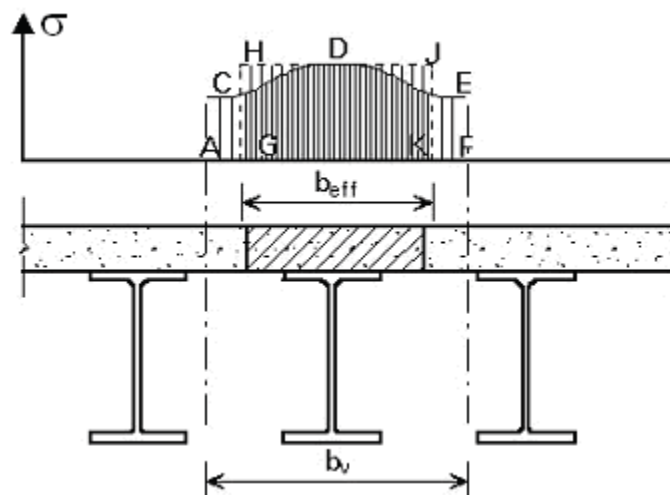


Figura 2. Lățimea de conlucrare a dalei

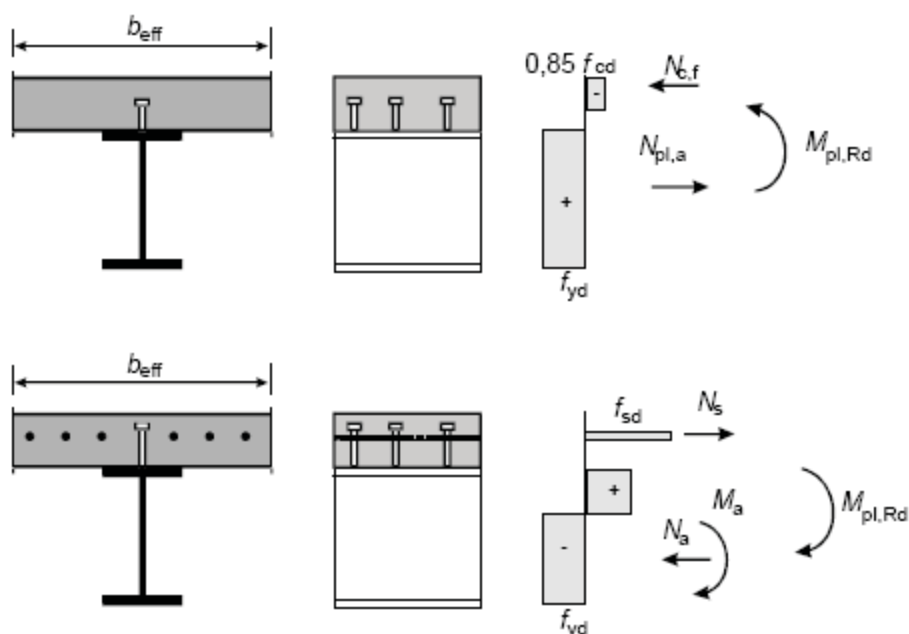


Figura 3. Distribuțiile caracteristice ale eforturilor unitare în domeniul plastic:
a) Moment încovoietor pozitiv b) Moment încovoietor negativ

Părțile componente ale grinzilor cu secțiune mixtă oțel – beton sunt conectate între ele, prin intermediul unor conectori dispuși la interfața de contact dintre placa de beton și grinda metalică, rezultând astfel o comportare unitară avantajoasă din punct de vedere structural.

Din acest motiv au fost concepute și testate de către cercetători multe tipuri de dispozitive în vederea realizării unei conexiuni de forfecare optime. În consecință, pe de o parte considerentele economice continuă să motiveze dezvoltarea unor produse noi, iar pe de alta cercetătorii încearcă să folosească noi tehnici pentru folosirea conectorilor tradiționali.

3. Concluzii

Noile generații de conectori, cum ar fi conectorii preperforați promit să fie o alternativă eficientă a conectorilor standard de tip gujon cu cap. Procedura standard push-out dată în Anexa B a Eurocode 4 oferă o modalitate corectă de investigare la forfecare a conectorilor. Totuși această procedură oferă informații doar despre încărcările de tip monoton.

În cazul grinzilor cadrelor necontravântuite sub încărcări seismice, unde momentele pot schimba semnul în decursul încărcării, forfecarea din conectori poate fi de tip alternant. În literatura de specialitate există lativ

puține rapoarte de cercetare care consideră conectorii sub încărcări ciclice de tip alternant, iar majoritatea tratează comportamentul conectorilor de tip gujon cu cap.

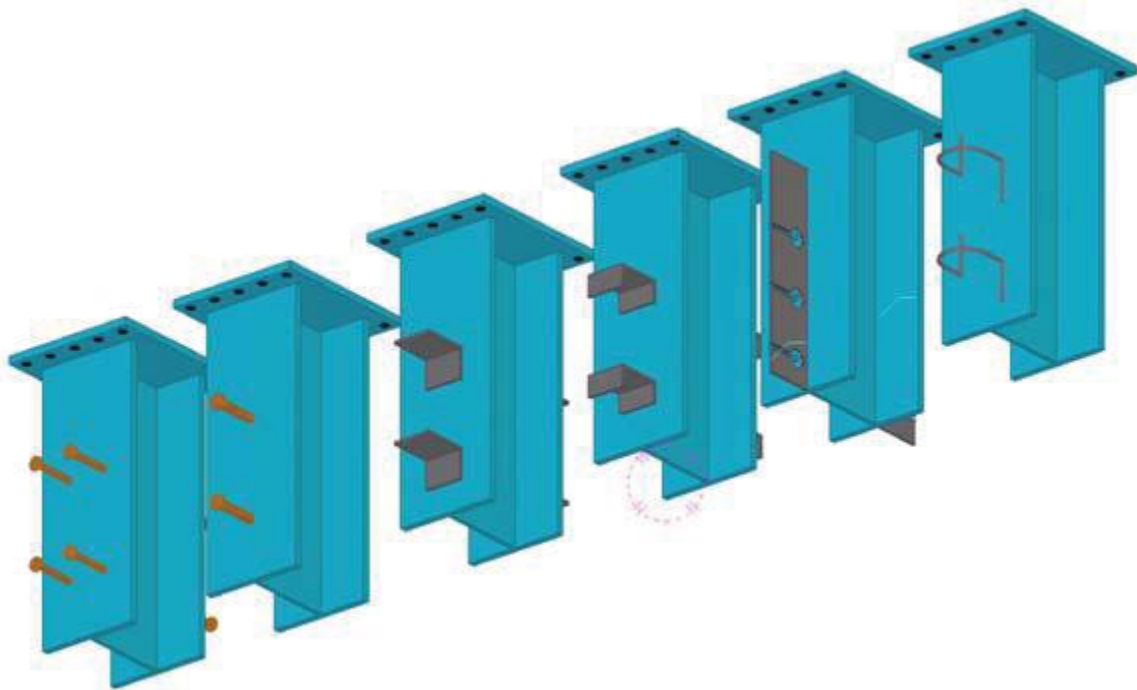


Figura 4. Tipuri de conectori pe profilul din oțel.

Concluzia este făcută asupra comportării bune a elementelor compozite oțel și beton la acțiunea încărcărilor, dar și comportrea buna la conexiunea dintre elemente cu ajutorul mai multor tipuri de conectori.

Bibliografie

1. SR EN 1994-1-1, *Eurocod 4: Proiectarea structurilor mixte de oțel și beton, Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri*, Asociația de Standardizare din România, București, 2006.
2. СТО 0047-2005 *Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному настилу. Расчет и проектирование.*
3. S. Gutiu, *Suprastructuri de poduri pe grinzi (structuri compuse oțel și beton)*, 2015.
4. Marin-Cătălin Mitoiu, *Teză de doctorat: Studii de optimizare a structurilor de poduri rutiere cu grinzi metalice în conlucrare cu plăci din beton pentru deschideri medii (40...100 m)*, 2014.