



ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П.Фах 560, 1001 Скопје
Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1001 Skopje
Macedonia

ЧК-9

mase@gf.ukim.edu.mk
http://www.mase.org.mk

Денис ПОПОВСКИ¹, Петар ЦВЕТАНОВСКИ², Миле ПАРТИКОВ³

ВЛИЈАНИЕТО НА СПУШТАЊЕ НА ПОТПОРА КАЈ СПРЕГНАТИТЕ КОНТИНУИРАНИ НОСАЧИ

РЕЗИМЕ

Спуштањето на потпорите, како модул за подобрување на носивоста на потпората, кај спрегнатите конструкции претставува современо и инженерско решение кое е лесно изводливо. Се подобрува носивоста на армирано бетонската плоча преку намалувањето на влијанијата на затегање на самата потпора. Со тоа се намалува количината на потребна арамтура или затегнат челик, со што се допринесува во економичноста на конструкцијата. Во трудот е разгледуван континуиран носач, кај кого се разгледувани ефектите од спуштањето кај спрегнатите конструкции во поле и потпора.

Клучни зборови: спрегнати конструкции, челик, бетон

Denis POPOVSKI¹, Petar CVETANOVSKI², Mile PARTIKOV³

THE INFLUENCE OF DESCENT OF THE BEARING ON COMPOSITE CONTINUOUS BEAMS

SUMMARY

The descent of the bearing, as a method for improvement of the carrying capacity of the cross-section, is a contemporary, intelligent and practicable solution for the composite structures. The bearing capacity of the concrete deck is improved due to reducing of the tensile forces at the bearing. According to that, the quantity of the required amount of reinforcement and structural steel is reduced, which is economically profitable. In this article a composite steel and concrete continuous beam is analyzed including the effects of the descent of the bearing. The structure is analyzed separately at the span and the bearing.

Key words: composite structures, steel, concrete,

¹ Assist. MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, popovski@gf.ukim.edu.mk

² Prof. PhD, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, cvetanovski@gf.ukim.edu.mk

³ Assist. MSc, Faculty of Civil Engineering, University "Ss. Cyril and Methodius", Skopje, Republic of Macedonia, partikov@gf.ukim.edu.mk

1. ОПШТО

Спрегнатите конструкции се конструкции на иднината во градежното инженерство. Поставување на материјалите на места, во конструкцијата, каде доаѓа до израз нивната носивост, е повеќе од добар концепт.

Анализа на носачите со методата на спуштање на потпора е од битно значење за подобрување на носивоста на конструкцијата. Со спуштањето на потпора се намалува силата на затегање во бетонот на лежиштата кај континуираните носачи. Со тоа се олеснува проблемот со прифаќање на тие влијанија кај бетонот, бидејќи носивоста на истиот на затегање е занемарително мала. Во суштина има повеќе модуси на решавање на проблемот на потпората кај спрегнатите носачи. проблемот може да се решава со појачување на челичниот носач на потпората и спрегањето да се апстрахира. Друг начин е со преднапрегање на бетонската плоча на местото на потпората. Една од можностите е и со поставување на контра плоча (во долна зона) на потпората, при што пресекот е повторно спрегнат. За помали распони може тоа влијание да се реши и со помош на додатно армирање на плочата, но во случаи на поголеми влијанија или распони оваа решение не е секогаш практично. проблемот се наоѓа во тоа што кај спрегнатите носачи дебелината на бетонската плоча е релативно мала, а во такви услови не може да се вгради потребното количество на арматура (кое е пак во однос на плочата релативно многу). Еден од модусите за решавање на овој проблем е со спуштање на потпорите и додатно армирање на пресекот. Во такви случаи, спуштањето на потпорите претставува, на еден начин, преднапрегање на бетонската плоча, а остатокот од силите на затегање се решава со армирање, кое е во нормалните граници или конструктивно, во зависност од големината на ефектот при спуштањето на потпорите.

При анализата во трудот, разгледувани се повеќе фази на носивост на зададениот проблем. Сите фази претставуваат сегмент од континуитетот на носивост на спрегнатиот континуиран носач.

1. Фаза 1 Во оваа фаза носивоста е дефинирана исклучиво преку челичниот носач кој е товарен со постојаните товари од сопствената тежина, секундарната конструкција, ребрастиот лим како оплата и тежината на свежата бетонска маса.
2. Фаза 2 Во оваа фаза пресекот на конструкцијата работи како спрегнат, каде во учеството во носивоста придонесува и армирано бетонската плоча која ја има постигнато својата јакост. Како товари овде спаѓа само спуштањето на средната потпора.
3. Фаза 3 Во оваа фаза пресекот на конструкцијата работи како спрегнат, и е товарен со останатите (експлоатациони) постојани товари како и со корисни товари.
4. Фаза 4 Во оваа фаза пресекот на конструкцијата работи како спрегнат, и се разгледуваат долготрајните влијанија на бетонот, собирање и течење.

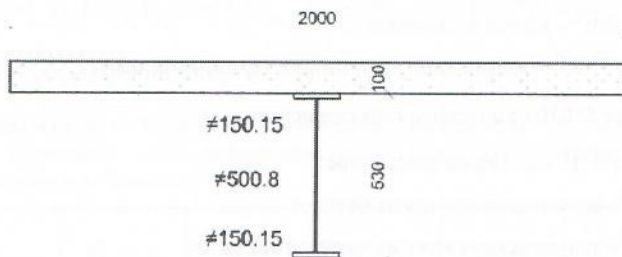
За секоја од фазите е направена анализа на пресметковниот модел и пресметување на напрегањата на конструкцијата во пресеците на поле и потпора.

За решавање на проблемот усвоен е континуиран носач со два исти распони, со константен пресек по целата должина. Што значи со ист челичен пресек и со иста дебелина на армирано бетонската плоча. Направена е соодветна анализа на товари за поделните фази, а спуштањето ќе се врши на средната потпора. Разгледуваниот проблем, всушност, е големината на напрегањето и деформациите во однос на променливи вредности на спуштањето на потпорите.

Можноста за спуштање на потпори е доста реална во денешно време. Со помош на современи преси и системи за пратење на работата на пресата видно се поедноставува операцијата на спуштање на потпори. Особено кај конструкции со големи распони, како кај мостовите. Кај конструкции со помали распони (меѓукатни конструкции) спуштањето на потпора е многу поедноставна операција. Како елемент за спуштање на потпора може да се користи обично потпирало, кое после стврдувањето на бетон едноставно се отстранува.

2. КОНСТРУКЦИЈА И ТОВАРИ ВО ФАЗИ НА РАЗГЛЕДУВАНИОТ НОСАЧ

Разгледуваниот носач е континуиран на две полиња од по 15.0m, со припадна ширина од 2.0m. На долуприкажаната слика (Слика 1) даден е разгледуваниот попречен пресек на континуирираниот носач.



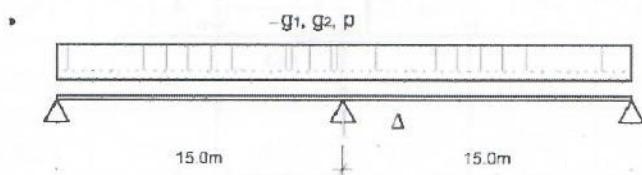
Сл. 1. Попречен пресек

Ефективната ширина на армиранобетонската греда изнесува $b_{\text{eff}} \leq b_o$.

$b_o = 2000\text{mm}$ - припадна ширина на носачот (растојание меѓу носачи)

$L_o \approx 0.75 * L = 0.75 * 15000 = 1125\text{mm}$ - делот со позитивни моменти кај конт. носач

$b_{\text{eff}} = 2 * \frac{1}{8} * L_o = 2812\text{mm} \Rightarrow b_{\text{eff}} = 2000\text{mm}$ - ефективна ширина на носачот



Сл. 2. Статички систем, товари

На сликата дадени се статичкиот ситем (континуиран носач на два распони од по 15.0m), товарите во фази, како и поместувањето - спуштањето на средното лежиште.

$g_1 = 6.08\text{kN/m}'$ - постојани товари во прва фаза, дебелина на армиранобетонска плоча ($0.10 * 25.0 * 2.0 = 5.0\text{kN/m}'$), ребраст лим ($0.10 * 2.0 = 0.2\text{kN/m}'$), секундарна конструкција ($0.10 * 2.0 = 0.2\text{kN/m}'$), сопствена тежина на носачот ($(2 * 15 * 1.5 + 0.8 * 50) * 0.8 * 0.01 = 0.68\text{kN/m}'$)

$g_2 = 2.0\text{kN/m}'$ - постојани товари во втора фаза, останатите постојани товари, ($1.0 * 2.0 = 2.0\text{kN/m}'$)

$p = 6.0\text{kN/m}'$ - корисни товари во втора фаза, ($3.0 * 2.0 = 6.0\text{kN/m}'$)

Δ [mm] - спуштање на потпора во втора фаза
 $\Delta = 0, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 40, 50$ mm.

Направени се соодветни комбинации (11) за товарите од втора фаза. Од комбинациите произлегуваат и напрегањата во спрегнатиот пресек. Идејата е да се добијат вкупните напрегања и во двете фази во компарација со големината на спуштањето на потпората.

За челик се користи материјал со следните карактеристики (С.0361):

$$E_c = 21000 \text{ kN/cm}^2 \text{ - модул на еластичност}$$

$$g = 78.5 \text{ kN/m}^3 \text{ - волуменска тежина}$$

$$\nu = 0.3 \text{ - Поасонов коефициент}$$

$$G = 8100 \text{ kN/cm}^2 \text{ - модул на лизгање}$$

$$\alpha_{tc} = 1.2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ - коефициент на линеарно термичко ширење}$$

За бетон се користи МБ30 со следните карактеристики:

$$E_b = 3150 \text{ kN/cm}^2 \text{ - модул на еластичност}$$

$$g = 24 \text{ kN/m}^3 \text{ - волуменска тежина на бетонот}$$

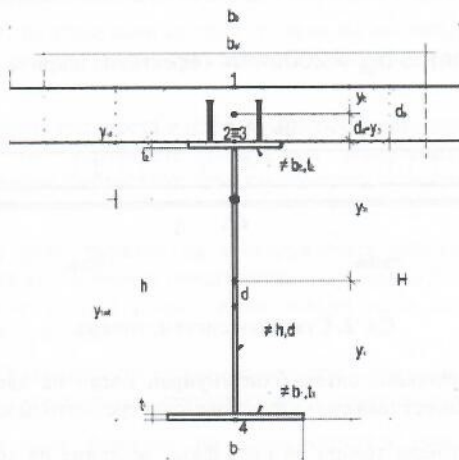
$$g = 25 \text{ kN/m}^3 \text{ - волуменска тежина на армираниот бетон}$$

$$\nu = 0.2 \text{ - поасонов коефициент}$$

$$\alpha_{tc} = 1.0 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \text{ - коефициент на линеарно термичко ширење}$$

3. АНАЛИЗА НА ПРЕСЕЦИТЕ НА ПОЛЕ И ПОТПОРА

Според дефинирана рутина, пресметани се напрегањата во челичниот и бетонскиот дел од пресекот за секоја фаза поодделно, како и вкупните напрегања од сите фази на конструкцијата.



Слика 3. Општ изглед на пресекот

Анализата е извршена со следните изрази:

$$A_c [\text{cm}^2], y_c [\text{cm}], y_{tc} [\text{cm}], I_c [\text{cm}^4], W_{c3}, W_{c4} [\text{cm}^3] \text{ - каракт. на челичниот пресек}$$

$$\sigma_3^{I_3} [\text{kN/cm}^2], \sigma_4^{I_4} [\text{kN/cm}^2] \text{ - напрегања во прва фаза}$$

$$A_b [\text{cm}^2], y_b [\text{cm}], I_b [\text{cm}^4] \text{ - карактеристиките на бетонскиот пресек}$$

$$n = \frac{E_c}{E_b} \text{ - коефициент кој го дефинира однос меѓу модулите на еластичност}$$

Преку карактеристиките на различните материјали, и со односот на модулите, се пресметуваат геометрисите карактеристики на спрегнатиот носач. При анализа на влијанијата од собирање и

повишење се пресметуваат нови вредности на модулот на еластичност на бетонот, а со тоа и нови вредности на односот меѓу модулите, а се извршени со следните изрази:

$$E_{bs} = \frac{E_b}{1+0.52 \cdot \varphi} [\text{kN/cm}^2], E_{bp} = \frac{E_b}{1+1.1 \cdot \varphi} [\text{kN/cm}^2] - \text{"s"} - \text{собирање, "p"} - \text{ползење.}$$

A_{id} [cm²], y_{tid} [cm], y_{id} [cm], I_{id} [cm⁴], W_{id1} , W_{id2} , W_{id3} , W_{id4} [cm³] каракт. на спрег. пресек

4. РЕЗУЛТАТИ ОД АНАЛИЗАТА

Изработена е табела во која се дадени статичките големини (нападни моменти), напрегањата во фази, вкупните напрегања, како деформациите во поле. На потпора се пресметуваат напрегањата на затегање во бетонот.

товари	M _{поле}	M _{потпора}	σ _{поле}	σ _{потпора}	Σσ _{поле}	Σσ _{потпора}	f _{вк}
[/]	[kNcm]	[kNcm]	[kN/cm ²]	[kN/cm ²]	[kN/cm ²]	[kN/cm ²]	[cm]
g ₁	9634	17047	6.69	/	/	/	2.08
g ₂ +p+Δ ₀	12676	22430	6.08	-0.378	12.77	-0.378	3.06
g ₂ +p+Δ ₃	12793	22110	6.14	-0.373	12.83	-0.373	3.08
g ₂ +p+Δ ₅	12871	21897	6.17	-0.369	12.86	-0.369	3.10
g ₂ +p+Δ _{7.5}	12969	21630	6.22	-0.365	12.91	-0.365	3.11
g ₂ +p+Δ ₁₀	13066	21364	6.27	-0.360	12.96	-0.360	3.12
g ₂ +p+Δ ₁₅	13267	20831	6.36	-0.351	13.05	-0.351	3.16
g ₂ +p+Δ ₂₀	13481	20299	6.47	-0.342	13.16	-0.342	3.22
g ₂ +p+Δ ₃₀	13907	19233	6.67	-0.324	13.36	-0.324	3.25
g ₂ +p+Δ ₄₀	14333	18167	6.88	-0.306	13.57	-0.306	3.31
g ₂ +p+Δ ₅₀	14759	17101	7.08	-0.288	13.77	-0.288	3.38

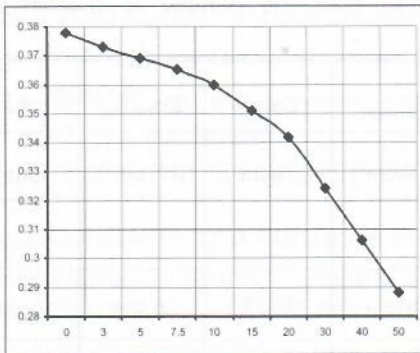
Табела 1. Вредности од извршената анализа

Од пресметаните вредности може да се забележи дека напрегањата во поле кај челикот се поголеми за 8.44% во однос на неспуштена потпора, напрегањата во потпора кај бетонот (на затегање) се за 23.81% помали во однос на неспуштена потпора, а максималните поместувања во поле се за 9.48% поголеми во однос на неспуштена потпора.

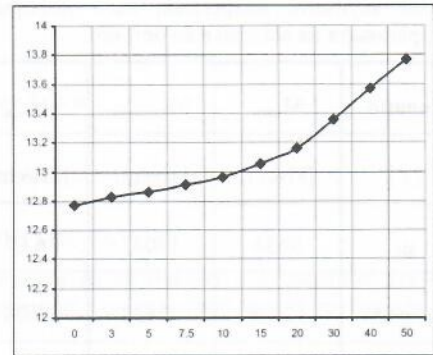
Во табелите евидентно се гледа различниот прираст или опаѓања на напрегањата во секој од материјалите од пресекот, како и поместувањата од натоварувањата во различни фази во поле.

5. ЗАКЛУЧОК

Од извршената анализа очигледно е со помош на спуштањето на потпорите редистрибуцијата на напрегањата во потпората евидентно се променува. А тоа и се гледа во табела 1 од претходната глава. Во армиранобетонската конструкција доаѓа до опаѓање на напрегањата дури за 23.8%. И сето тоа на сметка на покачени напрегања во поле за 8.4%, кои и не претставуваат пречка во носивоста, во споредба со големиот придонес во армирано бетонската плоча. Деформабилноста на конструкцијата, изразена преку поместувањето на точка во поле, е зголемена за 9.5%, кое исто така не претставува проблем во однос на придобивката во поле. Деформациите можат да се намалат и со помош на надвишување во полињата.



Слика 4. Напрегања во бетонот во однос на спуштањето



Слика 4. Напрегања во челикот во однос на спуштањето

Може да се заклучи дека со помош на користење на техниката на спуштање во потпорите, се извршува преднапрегање на армирано - бетонската плоча во спрегнатиот пресек, и дека истата дава доста задоволителни резултати во однос на носивоста на плочата. Негативни ефекти од тоа се зголемување на напрегањата во поле и зголемување на деформациите, кои се помали од 10%. Во интерес на спасување на конструкцијата на потпора, особено во армирано бетонската плоча, спуштањето на потпори претставува една ефективна метода на решавање на проблемот на затегната плоча. Не само што е поедноставна метода од преднапрегањето, или пак поекономична од вградување на поголемо количество на челик или арматура (каде понекогаш и тоа претставува проблем поради малиот простор на релативно тенката плоча), туку е и достапна метода за инжинерите во пракса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Магистерска работа: "Анализа на влијанието од дебелината на армирано-бетонската плоча кај спрегнатите носачи", од авторот: Денис Поповски, Универзитет: "Св. Кирил и Методиј", Градежен факултет - Скопје, Катедра за метални конструкции, 1-16, 46-59,
- [2] Печатени предавања по предметот "Спрегнати конструкции" кој се држи на додипломските студии при Градежниот факултет - Скопје, од авторот Проф. д-р Петар Цветановски, дипл.град.инж.
- [3] Milenko Przulj, "Spregnute konstrukcije", IRO "Gradzevska knjiga" Beograd, 1989,
- [4] Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures, Part 1.1, Part 1.2, Central Committee for Standardization