

PARTICULARITĂȚILE CALCULULUI ELEMENTELOR ÎNCOVOIATE, CONSOLIDATE PRIN CĂMĂȘUIELI DIN BETON ARMAT

Autori: Oleg CAZAC, Nistor GROZAVU, Oleg CUCU

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: Metoda des utilizată la repararea și consolidarea stâlpilor din beton armat, grinzilor, difragmelor, pilelor și piloților deteriorați sînt cămășuielile din beton armat. Metoda constă în creșterea secțiunii elementelor de construcție prin încorsetează cu un înveliș din beton armat. Nu este necesar ca elementul original să fie el însuși din beton armat; este posibil să fie cămășuite cu beton și elemente din zidărie sau din metal. Metoda este valabilă atât pentru a împiedica deteriorarea în continuare a unui element de construcție cât și pentru asigurarea refacerii sau chiar a creșterii capacității sale portante inițiale. Calculul construcției consolidate prezintă unele particularități, în comparație cu proiectarea elementelor din beton armat noi.

Cuvinte cheie: consolidarea elementelor de construcții, cămășuieli din beton armat, calculul consolidării elementelor de construcție.

Utilizarea cămășuielilor din beton armat se utilizează la repararea și consolidarea stâlpilor, grinzilor, difragmelor, pilelor și piloților deteriorați. Metoda constă în creșterea secțiunii elementelor de construcție prin încorsetează cu un înveliș (cămașă) din beton armat, cu asigurarea unei aderențe eficiente la elementul inițial. Nu este necesar ca elementul original să fie el însuși din beton armat; este posibil să fie cămășuite cu beton și elemente din zidărie sau din metal. Metoda este valabilă atât pentru a împiedica deteriorarea în continuare a unui element de construcție, cât și pentru asigurarea refacerii sau chiar a creșterii capacității sale portante inițiale.

Este necesar evitarea secțiunilor subțiri, care sunt surse de dificultăți din cauza variației de temperatură. Într-adevăr, o grosime mai mare a cămășuielii diminuează importanța și frecvența variațiilor de temperatură în masa betonului și, ceea ce este mai important, la nivelul de separare între betonul nou și cel original.

Cămășuielile executate rațional, pe distanțe limitate între fundații și noduri, cu ancorări corespunzătoare ale barelor de oțel longitudinale și fără introducerea disimetriilor în structură, au o comportare bună, dar nu pot înlătura pe deplin vulnerabilitatea inițială a construcției.

Elementul consolidat poate să conțină în secțiune diferite clase de beton sau armatură, de aceea calculul construcțiilor după secțiunea normală se efectuează în conformitate cu NCM F.02.02-2006.

Elementele consolidate, armate dublu atît în elementul existent, cît și cămășuială, încărcate cu eforturi exterioare situate în planul axei de simetrie pot fi calculate în dependență de raportul mărimii reale a înălțimii relative a zonei comprimate ξ și a înălțimii relative limitate a zonei comprimate a betonului ξ_R , determinată conform NCM F.02.02-2006. La determinarea ξ_R se consideră, că starea limită a construcției se atinge concomitent cu atingerea în armatura întinsă a rezistenței de calcul conform normativelor, fără să se ee în considerație coeficientul γ_{s6} .

La determinarea ξ_R înălțimea de lucru a secțiunii $h_{0,red}$ se calculează ca suma distanței de la muchia părții comprimate a secțiunii pînă la centrul de greutate (fig.1) a armaturii întinse existente h_0 și distanței de la c.g. a armaturii întinse pînă la c.g. a armaturii părții consolidate a_{red} . În cazul amplasării în zona comprimată a diferitor clase de beton pentru calcule se folosește rezistența de calcul a betonului de clasa inferioară. În cazul diferitor clase de armatură, amplasate în elementul existent și zonele de consolidare distanța de la c.g. se determină folosind aria secțiunii ideale (reduse):

$$A_{s,red} = A_s + \frac{R_{s.ad}}{R_s} A_{s.ad}; \quad (1)$$

$$A'_{s,red} = A'_s + \frac{R_{sc.ad}}{R_{sc}} A_{s.ad}, \quad (2)$$

unde:

$A_{s,red}$ și $A'_{s,red}$ - suprafața raportată a secțiunii a armaturii întinse și comprimate; A_s și A'_s - aria secțiunii armaturii întinse și comprimate în construcția existentă; $A_{s,ad}$ și $A'_{s,ad}$ - aria secțiunii armaturii întinse și comprimate în elementele de consolidare; R_s și $R_{s,ad}$ - rezistența de calcul la întindere a armaturii existente și a barelor de consolidare; R_{sc} și $R_{sc,ad}$ - rezistența de calcul la comprimare a armaturii existente și a barelor de consolidare;

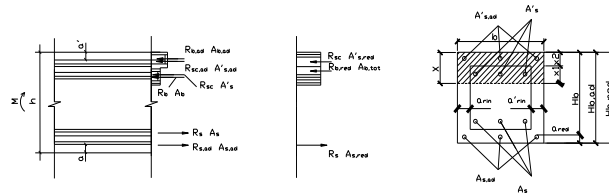


Fig1. Schema de calcul a consolidării prin cămășuială

Concomitent considerăm:

$$a_{red} = \frac{R_{s,ad} A_{s,ad} (h_{o,ad} - h_0)}{R_s A_s + R_{s,ad} A_{s,ad}} \quad (3)$$

unde $h_{o,ad}$ - distanța de la muchia părții comprimate a secțiunii consolidate pînă la centrul de greutate a armaturii de consolidare întinse.

Înălțimii relativă a zonei comprimate :

$$\xi = \frac{R_s A_{s,red} - R_{s,0} A'_{s,red}}{R_b b h_{o,red}}, \quad (4)$$

unde b - lățimea elementului consolidat.

Condiția asigurării capacității portante a secțiunii consolidate va avea următoarea formă:

$$M \leq R_{b,red} b x (h_{0,red} - 0,5x) + R_{s0} A'_{sc,red} (h_{0,red} - a'), \quad (5)$$

unde x - înălțimea zonei comprimate a betonului; a' - distanța de la muchia zonei comprimate a elementului consolidat pînă la c.g. a armaturii de consolidare.

Rezistența de calcul redusă a zonei comprimate:

$$R_{b,red} = (R_b A_b + R_{b,ad} A_{b,ad}) / A_{b,tot}, \quad (6)$$

unde R_b - rezistența prizmatică a betonului în elementul existent; $R_{b,ad}$ - rezistența prizmatică a betonului în elementul de consolidare; A_b - aria zonei comprimate a elementului existent; $A_{b,ad}$ - aria zonei comprimate a elementului de consolidare; $A_{b,tot} = A_b + A_{b,ad}$ - aria totală a zonei comprimate a elementului consolidat.

Înălțimea totală a zonei comprimate este $x=x_1+x_2$, unde x_1 - înălțimea zonei comprimate a betonului în elementul existent; x_2 - înălțimea zonei comprimate a betonului în elementul de consolidare. Corespunzător ariile zonelor comprimate în elementul existent și de consolidare corespunzător vor fi $A_b = [b-(a_{rin}+a'_{rin})]x_1$; $A_{b.ad} = bx - A_b$, unde a_{rin} și a'_{rin} - unde lățimea cămașei de consolidare.

În cazul amplasării zonei comprimate în limitele cămașei de consolidare se respectă condiția $R_{b.red} = R_{b.ad}$ și se determină noua înălțime a zonei comprimate:

$$x = \frac{R_s A_{s.red} - R_{sc} A'_{s.red}}{R_{b.red} b} \quad (7)$$

Aria armaturii îninse suplimentare se determină prin rezolvarea compatibilă a ecuațiilor (5) și (7) după formula:

$$A_{s.ad} = -A/2 + \sqrt{A^2/4 - B}, \quad (8)$$

$$\text{unde } A = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_{s.red} - R_{b.red} b h_{0.red.}}{0,5 R_{t.ad}}, \quad (9)$$

$$B = \frac{2(M + R_{sc} A'_{s.red} a' - R_s A_s h_{0.red.}) R_{b.red} b (R_s A_s - R_{sc} A'_{s.red})^2}{R_{s.ad}^2}, \quad (10)$$

În lipsa armaturii comprimate în construcția existentă și în cămașa de consolidare:

$$A = \frac{R_s A_s - R_{b.red} b h_{0.red.}}{0,5 R_{s.ad}}, \quad (11)$$

$$B = \frac{2(M - R_s A_s h_{0.red.}) R_{b.red} b + R_s^2 A_s^2}{R_{s.ad}^2}, \quad (12)$$

$$x = \frac{R_s A_s + R_{s.ad} A_{s.ad}}{R_{b.red} b}, \quad (13)$$

Ca și în elementele încovoiate din beton armat obișnuite, construcțiile consolidate se calculează cu respectarea condiției $x \leq \xi_R h_{0.red.}$. Dacă (11) aria armaturii întinse după calcul sau din considerente constructive este mai mare și $x > \xi_R h_{0.red.}$, (1se admite de a efectua calculul după ecuația (5), calculînd înălțimea zonei comprimate după formula:

$$x = \frac{\sigma_{s.ad} A_{s.ad} + \sigma_s A_s - R_{sc} A'_{s.red}}{R_{b.red} b} \quad (14)$$

$$\text{unde } \sigma_s = \frac{0,2 + \xi_R}{0,2 + \xi}, \quad (15)$$

$$\sigma_{s.ad} = \frac{0,2 + \xi_R}{0,2 + \xi}, \quad (16)$$

Pentru calculul σ_s și $\sigma_{s,ad}$ valorile ξ și ξ_R se determină după clasa betonului unde este amplasată armatura. Armatura întinsă adăugătoare în acest caz se calculează după formula (8) pentru următoarele valori a lui A și B:

$\sigma_{s,p}$

$$A = \frac{\sigma_s A_s - R_{sc} A'_{s,red} - R_{b,red} b h_{0,red}}{0,5 \sigma_{s,ad}} ; \quad (17)$$

$$B = \frac{2(M + R_{sc} A'_{s,red} a' - \sigma_s A_s h_{0,red}) \times R_{b,red} b + (\sigma_s A_s - R_{sc} A'_{s,red})^2}{\sigma_{s,ad}^2} . \quad (18)$$

La consolidarea construcțiilor încovoiate cu secțiune dreptunghiulară sau în T prin amplificare numai în partea superioară, înălțimea stratului de consolidare x_2 se determină cu condiția, ca aria armaturii întinse existente să asigure perceperea momentului maximal. La amplasarea armaturii într-un singur rând în zona întinsă:

$$x_2 = M / (R_s A_s) - h_0 + 0,5x , \quad (19)$$

$$\text{unde } x = R_s A_s / (R_{b,red} b) . \quad (20)$$

Dacă înălțimea zonei comprimate îi mai mică decât înălțimea stratului de consolidare, $R_{b,red}$ în formula (20) se ea egală cu $R_{b,ad}$, dacă mai mare atunci se determină după (6). În cazul consolidării elementelor din beton armat cu secțiunea în T prin amplificare în partea superioară și inferioară calculul se efectuează în dependență de granița zonei comprimate cu asigurării condiției $\xi < \xi_R$ (fig.2).

În cazul trecerii axei neutrale prin talpă, adică pentru

$$R_s A_{s,red} \leq R_{b,red} b'_f h'_f + R_{sc} A'_{s,red} \quad (21)$$

Calculul se face ca pentru elemente cu secțiunea dreptunghiulară cu lățimea b'_f . Dacă granița zonei comprimate trece pe nervură (muchie) calculul capacității portante se face după formula:

$$M \leq R_{b,red} b x (h_{0,red} - 0,5x) + R_{b,red} h'_f (b'_f - b) (h_{0,red} - 0,5h'_f) + R_{sc} A'_{s,red} (h_{0,red} - a') \quad (22)$$

$$\text{unde } x = \frac{R_s A_{s,red} - R_{b,red} h'_f (b'_f - b) - R_{sc} A'_{s,red}}{R_{b,red} b} \quad (23)$$

$A_{s,red}$ și $A'_{s,red}$ (se determină după formulele (1) și (2); $R_{b,red}$ – după formula (6).

Aria armaturii adăugătoare se determină după (8), unde

$$A = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_{s,red} - R_{b,red} [h_{0,red} + h'_f (b'_f - b)]}{0,5 R_{s,ad}} ; \quad (24)$$

$$B = \frac{(R_s A_s - R_{sc} A'_{s,red})^2 + [R_{b,red} h'_f (b'_f - b)]^2 + 2R_{b,red} b [M - R_s A_s h_{0,red} + R_{sc} A'_{s,red} a' + R_{b,red} h'_f x (b'_f - b)]}{R_{s,ad}^2} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{-2R_{b,red} h'_f (R_s A_s - R_{sc} A'_{s,red}) (b'_f - b)}{R_{s,ad}^2} \quad 25$$

Bibliografie

1. Hansjorg Frey. *Bautechnik*. Haan-Gruiten, 2007
2. Corneliu Nistor ș.a. *Consolidarea și întreținerea construcțiilor*. București, 1991.
3. NCM F.02.02-2006. *Calculul, proiectarea și alcătuirea elementelor de construcții din beton armat și beton precomprimat*. Chișinău, 2006.