# CAIET DE SARCINI

## - 03 -
## CONSOLIDARI STRUCTURALE

# CUPRINS

1. GENERALITATI ..... 3

2. CONSOLIDARI PRIN CAMASUIRE CU BETON ARMAT ..... 3

3. CONSOLIDAREA CU FIBRE A ELEMENTELOR STRUCTURALE DE BETON ..... 4

3.1. EXECUTAREA SI CONTROLUL EXECUTIEI ..... 6

3.1.1. CONDITII PRELIMINARE ..... 6

3.1.2. PREGATIREA SUPRAFETELOR ..... 6

3.1.3. PUNEREA IN OPERA A MATERIALELOR ..... 7

3.1.4. CONTROLUL CALITATII ..... 8

# CAIETUL DE SARCINI NR. 03
# CONSOLIDARI STRUCTURALE

## 1. GENERALITATI

In cazul necesitatii cresterii sau refacerii capacitatii de rezistenta a unui element din structura de beton sau beton armat precomprimat se poate realiza consolidarea structurala a acestuia.
Consolidarile structurale pot include:

- Consolidarea armaturii;
- Camasuirea cu beton armat;
- Placi sau materiale lipite la exterior;
- Placi precomprimate lipite la exterior;
- Camasuirea cu otel
- Consolidarea cu fibre de carbon.

Consolidarea se face numai pe baza unui proiect care sa aiba la baza o expertiza tehnica a constructiei. Toate materialele utilizate vor fi aprobate de Dirigintele de Santier, inainte de aprovizionare. Nici un material nu va fi utilizat in lucrarile permanente inaine de a fi aprobat de catre Dirigintele de Santier. Toate materialele propuse a se utiliza trebuie sa corespunda cerintelor legislative in vigoare. Aplicarca materialelor se va face respectand fisele tehnice ale producatorului si seria de standarde SREN 1504 "Produse si sisteme pentru protectia si repararea structurilor de beton" Partea 4-Specificatii legaturi structurale si Partea 10 - Informatii cu privire la aplicarea locala aproduselor si controlul calitatii pentru lucrari.
Se vor intocmi caiete speciale de sarcini in functie de tipul consolidarii structurale.

## 2. CONSOLIDARI PRIN CAMASUIRE CU BETON ARMAT

Metoda clasica de consolidare pentru restabilirea capacitatii portante a elementelor se realizeaza prin sporirea dimensiunilor elementelor esentiale de beton, fie prin extindere, fie prin camasuirea lor. Aceasta solutie duce la marirea dimensiunilor elementelor structurii ceea ce poate afecta fundatia si poate conduce la un aspect neplacut al lucrarii.
Lucrarile pregatitoare constau din:

- Indepartarea betonului necorespunzator, din structura existenta;
- Executarea perforarii si curatirea prin suflare cu aer, udarea gaurilor, umplerea lor cu mortar, introducerea si fixarea ancorelor conform normativ ST 042.
- Curatirea zonei cu jet de aer;
- Umezirea betonului pana la saturare.

Punerea in lucru se face in urmatoarele etape:

- Amorsarea suprafetei de contact;
- Montarea armaturii si cofrajului care permite introducerea vibratorului in interior;
- Betonarea;
- Decofrarea se va face dupa minim 24 de ore si imediat se va indeparta betonul in exces prin spituire usoara,

Compozitia si prepararea betonului se stabileste conform prevederilor Codului de practica pentru producerea betonului indicativ CP 012/1, pentru clasa de beton stabilita de proiectant. Darea in exploatare a elementelor de beton remediate se face conform prevederilor din NE 012/2.

## 3. CONSOLIDAREA CU FIBRE A ELEMENTELOR STRUCTURALE DE BETON

Consolidarea cu fibre se face conform NP 117 "Normativ privind consolidarea cu fibre a elementelor structurale de beton".
Executantul lucrarilor de consolidare cu materiale compozite polimerice armate cu fibre (PAF) trebuie sa faca dovada :

- Competentei si dotarii in ceea ce priveste procedeele de instalare a sistemului de consolidare pe baza pregatirii cu reprezentantii firmei de la care se procura sistemul;
- Competentei si dotarii in ceea ce priveste tehnicile de pregatire a suprafetei;
- Existenta procedurilor de control a lucrarilor executate.

Executarea lucrarilor depinde de tipul de produs utilizat:

- Produse prefabricate ale caror forme, rezistente si rigiditati sun tfinale (aceleasi in timpul livrarii si aplicarii), care se aplica pe/sau in stratul suport prin fixare cu ajutorul adezivilor epoxidici si se prezinta sub forma de:
  - Benzi (lamele) din fibre de carbon, cu grosimi cuprinse intre 1,2 mm si 3 mm;
  - Piese de forma "L"(coltare) din fibre de carbon, cu doua brate de lungimi diferite si unghi de 90° intre ele, cu grosimea de 2 mm;
  - Bare de sectiune circulara din fibre de carbon, cu diametre cuprinse intre 6 mm si 12 mm.
- Produse care se aplica prin procedee uscate sau umede, a carer impregnare se realizeaza in-situ dupa pozarea pe stratul suport, folosind atat pentru lipire, cat si pentru laminare acelasi tip de adeziv epoxidic si se prezinta sub forma de:
  - Panze (tesaturi) din fibre de carbon, cu grosimi nominale cuprinse intre 0,129 mm si 0,478 mm, care prin impregnare cu adeziv ajung la o grosime laminata de min.1 mm.

| | Instalarea produselor | |
|---|---|---|
| | PRE-TRATATE (PREFABRICATE) | TRATATE IN-SITU (APLICARE USCATĂ SAU UMEDĂ) |
| Forma produsului | Benzi (lamele), piese "L" sau bare | Pânze (țesături) |
| grosimea | - benzi: 1,2...3,0 mm<br>- piese "L": 2 mm | - pânze: 0,129...0,478 mm (în rolă) şi min. 1 mm (după impregnare) |
| diametrul | - bare: 6...12 mm | - |
| aplicarea | Prin lipire cu adeziv epoxidic | Prin lipire şi impregnare cu răşină epoxidică |
| | În cazul în care nu au o formă specială de fabricare, lamelele şi barele se aplică numai pe suprafeţe plane liniare sau circulare, după caz. Piesele "L" necesită rotunjirea prealabilă a muchiilor suportului. Se pot asocia cu ancore sau conectori din fibre de carbon. | Pot fi aplicate pe orice suprafață cu condiția evitării frângerilor (după caz, este necesară rotunjirea muchiilor suportului înainte de aplicare sau ancorarea ori conectarea suplimentară cu fibre de carbon). |

| | | |
|---|---|---|
| | În unul sau mai multe straturi | În unul sau mai multe straturi |
| | Dacă neplaneitatea suportului este accentuată este necesară aplicarea unui material de nivelare a suprafeței | De regulă necesită aplicarea unui material de nivelare a suprafeței suportului |
| | Simplă, prin lipirea uniformă şi continuă a fibrelor de carbon pe stratul suport, pe întreaga suprafață de contact.<br>Lamelele înguste (de lățime max. 20 mm) şi barele circulare se montează în şliţuri tăiate în beton (în stratul de acoperire), prin fixare cu adezivi epoxidici. | Simplă, prin lipirea continuă a fibrelor de carbon pe stratul suport şi impregnarea uniformă a intregii suprafeţe a acestora |
| Controlul de calitate: pentru prevenirea aplicării greşite sau utilizării forței de muncă necalificate, pierderea aderenței dintre PAF şi stratul suport, deteriorarea integrității sistemului | | |

## 3.1. EXECUTAREA SI CONTROLUL EXECUTIEI

### 3.1.1. CONDITII PRELIMINARE

Inainte de aplicarea sistemului de consolidare PAF se va verifica daca:

- Rezistenta minima la intinderea betonului este de min.1 N/mmp;
- S-a realizat repararea si protectia armaturii (in cazul in care armatura era corodata);
- S-a realizat repararea zonelor degradate de beton (zone cu segregari, beton carbonatat);
- S-a realizat injectarea fisurilor. Orice fisura cu deschidere mai mare de 0,2 mm se injecteaza cu rasina epoxidica;
- S-a realizat verificarea continutului de cloruri care nu trebuie sa depaseasca concentratia de 0,3% din greutatea cimentului;
- Sunt indeplinite conditiile de temperatura si umiditate;
- In cazul aplicarii la structuri noi, consolidarea cu fibre de carbon se executa pe betoane cu varsta de minim 28 de zile.

### 3.1.2. PREGATIREA SUPRAFETELOR

In vederea realizarii unei bune aderente cu adezivul se parcurg urmatoarele etape:

a) Este necesara verificarea prealabila a aspectului suprafetei betonului. Suportul de beton trebuie sa fie in stare buna, compact, fara imperfectiuni majore (zone segregate, fisuri), fara acoperiri, tratatmente sau pelicule de suprafata aplicate anterior, fara praf, impuritati, particule friabile ori pete d erugina, fara urme de grasimi, uleiuri sau carburanti,

b) Stratul suport de beton se va pregati cu mijloace mecanice, polizare cu disc diamantat taietor sau disc pentru slefuire cu freza rotativa diamantata, pana se ajunge la agregat ori prin sablare abraziva. Astfel vor fi indepartate bavurile, resturile de mortar, micile proeminente, ca si orice alta neregularitate a suportului. Pregatirea este obligatorie pe intreaga suprafata de aplicare a fibrelor de carbon, pe o latime cu cca. 2-5 cm mai mare decat cea a fibrelor ce urmeaza a fi aplicate. Praful si particulele neaderente se vor indeparta prin suflare cu aer comprimat sau prin aspirare cu un aspirator industrial.
c) Nivelarea suportuluide beton in scopul asigurarii ori refacerii planeitatii sale va fi efectuata folosind sisteme de mortare cimentoase de reparatii cu rezistente mecanice mari (mortare cu clasa de rezistenta R4, conform SREN 1504-3), aplicate in sistem ud pe ud. Aplicarea fibrelor de carbon se executa dupa minim 7 zile de la repararea betonului, pe suportul perfect uscat.
d) Reparatiile necesare in scopul nivelarii suprafetelor suport pot fi executate de asemenea si cu mortare epoxidice, aplicate pe beton uscat. In acest caz aplicarea fibrelor de carbon se poate face la 1-3 zile dupa nivelare, cand mortarul epoxidic nu mai este lipicios la atingere.
e) Reprofilarea muchiilor care se imbraca cu panze sau profile "L" (coltare) de carbon ale caror fibre sunt dispuse perpendicular pe muchii, se va realiza la o raza minima de 2 cm.
f) Referitor la planeitatea suprafetei reparate si nivelate pe care urmeaza a fi aplicate fibre de carbon, aceasta nu trebuie sa prezinte neuniformitati mai mari de 0,5 mm. Planeitatea suprafetei va fi verificata cu o rigla metalica. In cazul panzelor din fibre de carbon, toleranta este de max. 2 mm la 0,3 m lungime (sau max. 4 mm la 2 m lungime), iar in cazul lamelelor, de max. 1 mm la 0,3m lungime (sau max. 5 mm la 2 m lungime).
g) In cazul consolidarii cu lamele inguste (latimi de max. 20 mm) sau cu bare circulare din fibre de carbon, montate in slituri taiate in stratul de acoperire d ebeton, nu este necesara sau obligatorie o pregatire prealabila a suprafetei betonului.
h) Este necesara verificarea rezistentei stratului suport, prin efectuarea de teste la smulgere. Rezistenta minima la smulgere pe suportul de beton reparat trebuie sa fie de 1 N/mmp•
i) Pe suprafata stratului suport se v aface marcarea traseului consolidarii, respectand dispunerea fibrelor de carbon data in proiectul de executie.

### 3.1.3. PUNEREA IN OPERA A MATERIALELOR

a) Fibrele de carbon, indiferent de tipul lor-lamele, panze, profile"L"ori bare,se taie pe un banc de lucru la dimensiunile indicate in proiect, cu foarfeci speciale, cutter sau flex (indoierea materialului fiind interzisa) si se curata pe ambele fete cu o carpa inmuiata in solvent, pentru indepartarea prafului de carbon rezultat in urma taierii sau a oricaror altor eventuale contaminari.
b) Pregatirea adezivului ori a rasinii de impregnare (bicomponent p ebaza epoxidica) ce se foloseste la aplicarea fibrelor de carbon consta din amestecarea mecanica a celor doua componente A si B in proportiile specificate pe ambalaj, pana la omogenizarea completa.
c) Inainte de aplicarea fibrelor de carbon, pe suportul reparat si nivelat se va aplica un strat de adeziv epoxidic, de grosime si latime corespunzatoare tipului de fibre utilizat.

d) Dupa uscarea solventului de pe cele doua fete, fibrele de carbon se aplica pe pozitie si se fixeaza pe suport prin roluire pe intreaga suprafata, executand miscari exclusiv in lungul lor cu ajutorul unor role presoare speciale. In cazul aplicarii de panze din fibre de carbon, se va executa impregnarea (laminarea) uniforma cu rasina a acestora. In cazul lamelelor este necesara aplicarea suplimentara de adeziv si pe suprafata de contact a acestora cu suportul.
e) In cazul aplicarii mai multor straturi suprapuse de fibre de carbon, intre fiecare dintre acestea se va aplica cate un strat de adeziv peste stratul aplicat anterior, repetand operatiile.
f) Suprapunerile la capetele fasiilor de fibre de carbon se vor face doar pe directia fibrelor si vor fi de min. 10 cm. Pentru aplicarea de fasii alaturate, suprapunerea nu este necesara, cu exceptia situatiilor in care acest lucru este specificat clar in proiectul de executie.
g) Lamelele inguste (cu latimi de max. 2 cm) si barele circulare se monteaza in slituri taiate in stratul suport (in grosimea stratului de acoperire de beton), dupa umplerea prealabila a acestora cu adeziv epoxidic.
h) Temperatura ambientala si a suportului de beton la aplicarea adezivilor epoxidici va fi cuprinsa intre 10 si 35°C (temperatura ambientala in timpul aplicarii trebuie sa fie cu cel putin +3°C peste punctul de roua). Umiditatea stratului suport trebuie sa fie <4%.
i) Straturile exterioare de fibre de carbon pot fi acoperite cu mortare cimentoase pentru refacerea tencuielilor. Pentru asigurarea unei bune aderente intre fibre si mortarele cimentoase ce se aplica ulterior, pentru obtinerea unui suport rugos necesar ancorarii mecanice, pe fata exterioara a fibrelor se va aplica un strat suplimentar de adeziv epoxidic peste care se imprastie din abundenta nisip de cuart, prin aruncare. Nisipul se imprastie peste stratul de adeziv, imediat dupa aplicarea acestuia, atata timp cat adezivul nu este intarit. Mortarele cimentoase de tencuiala se vor aplica numaidupa intarirea adezivului epoxidic, atunci cand nisipul cu care acesta a fost peliculizat nu se mai desprinde, iar adezivul nu mai este lipicios la atingere (se recomanda la 2 -3 zile dupa intarirea peliculei de adeziv cu nisip, acest termen fiind insa influentat de conditiile ambientale: temperatura, umiditate, vant, curent, etc.).
j) In afara de mascarea sub un strat de mortar cimentos, sistemele de consolidari structurale cu fibre de carbon pot fi protejate de asemenea, prin peliculizare, vopsire ori montare de panouri, fiecare dintre aceste obtiuni necesitand obligatoriu verificarea compatibilitatii materialelor de finisare cu materialul compozit tip PAF.
k) Lucrarile de consolidari structurale cu fibre de carbon vor fi executate exclusiv de personal specializat si certificat de catre fumizorul de sistem pentru acest domeniu de lucrari.
l) Executia lucrarilor se va realiza conform specificatiilor si recomandarilor tehnice ale producatorului.

### 3.1.4. CONTROLUL CALITATII

Produsele ce se vor aplica vor fi verificate vizual pentrua constatastarea acestora. Nu se vor accepta deformatii, denivelari, ondulatii ori nealinieri ale fibrelor.

Produsele trebuie sa fie livrate insotite de documente care sa cuprinda urmatoarele informatii:

- Date generate (de numirea, tipul si utilizarea materialului, componentele sistemului, numele si adresa producatorului, numarul lotului si data expirarii);
- Certificate de calitate - Agremente Tehnice, Declaratii de Performanta sau Declaratii de Conformitate, dupa caz;
- Informatii privind manipularea, transportul, depozitarea, punerea in opera;
- Date privind siguranta operatorilor.

**a. Controlul calitatii materialelor**

- Numarul de determinari se va stabili in functie de importanta lucrarii. Se vor efectua cel putin 3 determinari de intindere pentru materialul tip PAF si 6 determinari de compresiune pentru adeziv.

**b. Controlul calitatii conditlilor de aplicare**

- Este obligatoriu verificarea stratului suport. Rezistenta minima la intinderea betonului trebuie sa fie 1 - 1,5 N/mmp.
- Se verifica p1aneritatea suprafietei betonu1ui.

| Tip de PAF | Suprafața betonului | |
|---|---|---|
| | Neuniformitate admisă la o bază de 2,00m (mm) | Neuniformitate admisă la o bază de 0,3m (mm) |
| Benzi (lamele) sau profile "L" | 5 | 1 |
| Pânze (țesături) tratate in-situ | 4 | 2 |

- Se verifica umiditatea si temperatura aerului si betonului pentru aplicarea adezivului

**c. Controlul calitatii in timpul executiei**

- Se verifica respectarea procedurilor de executie cu aplicarea PAF pe directia corespunzatoare si cu folosirea cantitatilor de materiale indicate in proiect;
- Verificarea uniformitatii suprafetei materialului compozit si a grosimii adezivului dupa aplicarea PAF.

**d. Controlul calitatii aderentei dupa executarea lucrarilor**

- Controlul aderentei este obligatoriu. Se efectueaza prin metode nedistructive si partial distructive (invercarea la smulgere). Determinarea calitatii aderentei se face conform prevederilor din cap. 8.4.3.5 din NP 117.

**e. Inspectia in timpul duratei de viata si mentenanta**

Este obligatorie elaborarea unui program special de urmarire, inspectie si intretinere pentru toate lucrarile consolidate cu PAF.

Intocmit:
**Ing. Bogdan ILIE**
_____

Verificat:
**Ing. Mircea Catalin GRUIANU**
_____