

1. SOLETTA FRP

Portata della soletta con armatura in FRP

(EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990-1-1:2004,)

$h=0.200$ m, $\varnothing 12/20.0$ ($5.65\text{cm}^2/\text{m}$)

FRP+epoxy, $t(\text{FRP})=1.00$ mm

Classe del CA : C25/30-B450C (EC2 §3.1.2)

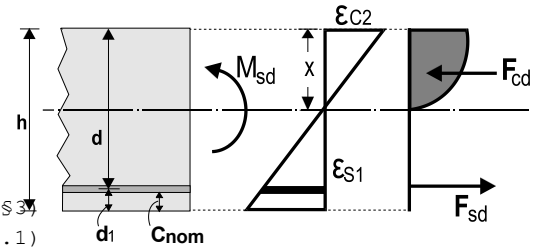
Classe di esposizione ambientale : XC2 (EC2 §4.4.1)

Copriferro : $C_{nom}=35$ mm (EC2 §4.4.1)

$\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Tabella 2.1N)

$f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \times 25 / 1.50 = 14.17$ MPa (EC2 §3.1.6)

$f_{yd}=f_{yk} / \gamma_s = 450 / 1.15 = 391$ MPa (EC2 §3.2.7)



1.1. Dimensioni e carichi

Spessore soletta 0.200 m, armatura $\varnothing 12/20.0$ ($5.65\text{cm}^2/\text{m}$)

Spessore efficace della sezione $d=h-d_1$, $d_1=C_{nom}+\varnothing/2=35+12/2=41\text{mm}$, $d=200-41=159\text{mm}$

Momento flettente con carico di servizio (prima dell'applicazione di FRP) $M_o=2.00\text{kNm/m}$

Materiale composito (FRP)

Nome caratteristico : FRP+epoxy

Spessore totale : 1.00 mm

Modulo elastico : 100 GPa

Resistenza a trazione : 1000 MPa

Sezione trasversale : $1000 \times 1.00 = 1000\text{ mm}^2$

1.2. Deformazioni dovute al carico di servizio prima dell'applicazione di FRP

Calcolo allo stadio II, $E_s/E_c=200.00/30.50=6.56$

$M_{ed}=2.00\text{kNm}$, $b=1000\text{mm}$, $d=159.0\text{mm}$, $x=30.8\text{mm}$, $z=148.7\text{mm}$

$\sigma_c=0.873/\text{mm}^2$, $\sigma_s=23.799/\text{mm}^2$, $\epsilon_c=0.03(\text{o}/\text{o})$, $\epsilon_s=0.12(\text{o}/\text{o})$

1.3. Portata della sezione, senza rinforzo in FRP

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

(iterazioni:9). Dall'equilibrio degli sforzi interni si ha:

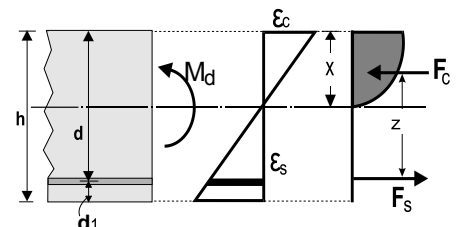
$\epsilon_c=2.94(\text{o}/\text{o})$, $F_c=\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x$, $\alpha=0.773$, $x=20.2\text{mm}$, $x/d=0.13$

$F_c=-\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x = 0.001 \times 0.773 \times 14.17 \times 1000 \times 20.2 = -221\text{kN}$

$\epsilon_s=20.00(\text{o}/\text{o}) > 1.96=\epsilon_{sy}$, $F_s=A_s \cdot f_{yd} = 0.001 \times 565 \times 391.0 = 221\text{kN}$

$z=d-K_a \cdot x$, $K_a=0.403$, $z=159-0.403 \times 20.16=151\text{mm}$

Portata della sezione $M_d=z \cdot F_s=0.151 \times 221=33.37\text{kNm}$



1.4. Portata della sezione, con rinforzo in FRP

(EC2 EN1992-1-1:2004, §6.1)

(iterazioni:4). Dall'equilibrio degli sforzi interni si ha:

deformazione iniziale dell'intradosso $\epsilon_{fo}=0.15(\text{o}/\text{o})$

$\epsilon_c=3.50(\text{o}/\text{o})$, $F_c=\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x$, $\alpha=0.810$, $x=72.2\text{mm}$, $x/d=0.45$

$F_c=-\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot x = 0.001 \times 0.810 \times 14.17 \times 1000 \times 72.2 = -828\text{kN}$

$\epsilon_s=4.21(\text{o}/\text{o}) > 1.96=\epsilon_{sy}$, $F_s=A_s \cdot f_{yd} = 0.001 \times 565 \times 391.0 = 221\text{kN}$

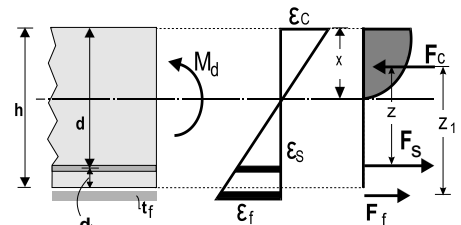
$\epsilon_f+\epsilon_{fo}=6.22(\text{o}/\text{o})$, $\epsilon_f=6.07$, $\sigma_f=E_f \cdot \epsilon_f=100 \times 6.07=607\text{MPa}$

$\sigma_f=607\text{MPa} < 1000(\text{resistenza a trazione})$ $F_f=A_f \cdot \sigma_f=1000 \times 607=607\text{kN}$

$z=d-K_a \cdot x$, $K_a=0.416$, $z=159-0.416 \times 72.19=129\text{mm}$

$z_1=(z \cdot F_s + (z+d_1+t_f/2) \cdot F_f) / (F_s+F_f) = (129 \times 221 + 170 \times 607) / (221+607) = 159\text{mm}$

Portata della sezione $M_d=z_1 \cdot (F_s+F_f)=0.159 \times (221+607)=131.65\text{kNm}$



Portata ultima della sezione della soletta $M_d=131.65\text{ kNm/m}$