

Esercitazione 4

STRUTTURE IN C.A. RINFORZATE CON MATERIALI COMPOSITI

1 Determinare il valore medio della tensione e della forza di distacco di estremità di un rinforzo SRP, di larghezza 15cm, realizzato con uno strato di tessuto Kerakoll GeoSteel G2000, su un supporto in calcestruzzo con resistenze medie a compressione e a trazione $f_{cm}=18\text{MPa}$ e $f_{ctm}=1.9\text{MPa}$, di larghezza 30cm. Si assuma un livello di conoscenza adeguato.

2 Determinare i valori medio e di progetto della tensione e della forza di distacco di estremità di un rinforzo in CFRP, di larghezza 10cm, realizzato con uno strato di tessuto SikaWrap-600 C, applicato in doppio strato su un supporto di calcestruzzo con resistenze medie a compressione e a trazione $f_{cm}=21\text{MPa}$ e $f_{ctm}=2.4\text{MPa}$, di larghezza 25cm. Si assuma un livello di conoscenza limitato.

3 Determinare il valore di progetto della tensione e della forza di distacco intermedio di un rinforzo in CFRP, di larghezza 12cm, realizzato con uno strato tessuto Mapei MapeWrap C UNI-AX HM (grammatura 300g/m^2), applicato all'intradosso di una trave di cemento armato, comprendente calcestruzzo con resistenze medie a compressione e a trazione $f_{cm}=12\text{MPa}$ e $f_{ctm}=1.5\text{MPa}$, di larghezza 30cm, soggetta a carichi prevalentemente distribuiti. Si assuma un livello di conoscenza accurato.

4 Si progetti il rinforzo a flessione di una trave in c.a., con un sistema in CFRP, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=35\text{cm}$
- Altezza: $h=55\text{cm}$
- Altezza utile: $d=52\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=18\text{MPa}$
- Resistenza a trazione media: $f_{ctm}=1.6\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Armatura inferiore (tesa): $A_s=3\text{Ø}14$
- Armatura superiore (compressa): $A_s'=2\text{Ø}14$

Rinforzo FRP

- CFRP Fibre Net
- Betontex FB-GV420U-HM

Sollecitazioni

- Momento agente carichi permanenti: $M_{gk}=52\text{kNm}$
- Momento agente di progetto (SLU): $M_{Ed}=110\text{kNm}$
- Carichi esterni prevalentemente distribuiti

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: adeguato
- Condizione di esposizione: esterna non aggressiva

5 Si progetti il rinforzo a flessione di una trave in c.a., con un sistema in SRP, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=30\text{cm}$
- Altezza: $h=50\text{cm}$
- Altezza utile: $d=47\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=15\text{MPa}$
- Resistenza a trazione media: $f_{ctm}=1.3\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Armatura inferiore (tesa): $A_s=3\text{Ø}16$
- Armatura superiore (compressa): $A_s'=2\text{Ø}12$

Rinforzo SRP

- SRP Kerakoll
- GeoSteel G3300

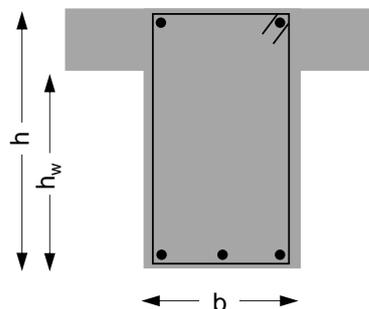
Sollecitazioni

- Momento agente carichi permanenti: $M_{gk}=45\text{kNm}$
- Momento agente di progetto (SLU): $M_{Ed}=132\text{kNm}$
- Carichi esterni prevalentemente distribuiti

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: accurato
- Condizione di esposizione: interna (si assuma lo stesso coefficiente ambientale del carbonio)

6 Si progetti il rinforzo a taglio della trave in c.a. a T in figura, considerando i seguenti dati di progetto:



Sezione di c.a.

- Base: $b=30\text{cm}$
- Altezza: $h=45\text{cm}$
- Altezza utile: $d=42\text{cm}$
- Altezza dell'anima: $h_w=28\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=17\text{MPa}$
- Resistenza a trazione media: $f_{ctm}=1.3\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Staffe $\varnothing 8/20$ 2br.

Rinforzo FRP

- CFRP Mapei
- C UNI-AX 300

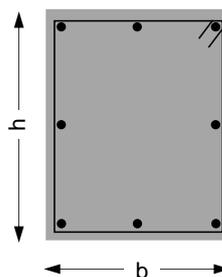
Sollecitazioni

- Taglio agente di progetto (SLU): $V_{Ed}=80\text{kN}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: limitato
- Condizione di esposizione: aggressiva

7 Si progetti il rinforzo a taglio del pilastro in c.a. in figura, considerando i seguenti dati di progetto:



Sezione di c.a.

- Base: $b=30\text{cm}$
- Altezza: $h=40\text{cm}$
- Altezza utile: $d=37\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=22\text{MPa}$
- Resistenza a trazione media: $f_{ctm}=1.9\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Staffe $\varnothing 8/15$ 2br.

Rinforzo FRP

- SRP Kerakoll GeoSteel G2000
(per le condizioni di esposizione si assumano gli stessi valori del carbonio)

Sollecitazioni

- Taglio agente di progetto (SLU): $V_{Ed}=98\text{kN}$
- Sforzo normale agente (SLU): $N_{Ed}=580\text{kN}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: limitato
- Condizione di esposizione: interna

8 Si progetti il rinforzo a taglio di un pilastro in c.a., considerando i seguenti dati di progetto:

Sezione di c.a.

- Base: $b=40\text{cm}$
- Altezza: $h=60\text{cm}$
- Altezza utile: $d=56\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=18\text{MPa}$
- Resistenza a trazione media: $f_{ctm}=1.6\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Staffe $\varnothing 10/25$ 2br.

Rinforzo FRP

- CFRP Sika
- SikaWrap-300 C

Sollecitazioni

- Taglio agente di progetto (SLU): $V_{Ed}=125\text{kN}$
- Sforzo normale agente (SLU): $N_{Ed}=720\text{kN}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: adeguato
- Condizione di esposizione: aggressiva

9 Si progetti il confinamento di un pilastro in c.a. con un sistema FRP, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=25\text{cm}$
- Altezza: $h=30\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=16.5\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Armatura longitudinale: $A_s=4\emptyset 16$

Rinforzo FRP

- CFRP Sika
- SikaWrap-400 C HM

Sollecitazioni

- Sforzo normale di progetto (SLU): $N_{Ed}=1550\text{kNm}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: adeguato
- Condizione di esposizione: esterna non aggressiva

10 Si progetti il confinamento di un pilastro in c.a. con un sistema SRP, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Circolare con diametro $D=40\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=13\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Armatura longitudinale: $A_s=8\emptyset 14$

Rinforzo FRP

- SRP Kerakoll
- GeoSteel G3300

Sollecitazioni

- Sforzo normale di progetto (SLU): $N_{Ed}=1910\text{kNm}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: limitato
- Condizione di esposizione: interna (si assuma lo stesso coefficiente ambientale del carbonio)

11 Si progetti il rinforzo a flessione di una trave in c.a. con un sistema FRCM, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=60\text{cm}$
- Altezza: $h=30\text{cm}$
- Altezza utile: $d=27\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=12\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=210\text{GPa}$
- Armatura inferiore (tesa): $A_s=4\emptyset 14$
- Armatura superiore (compressa): $A_s'=4\emptyset 14$

Rinforzo FRCM

- SRG Kerakoll GeoSteel G1200
- $\sigma_{lim,conv}=841\text{MPa}$
- $E_f=195\text{GPa}$
- $\sigma_u=2650\text{MPa}$
- $t_{FRCM}=8\text{mm}$

Sollecitazioni

- Momento agente carichi permanenti: $M_{gk}=20\text{kNm}$
- Momento agente di progetto (SLU): $M_{Ed}=52\text{kNm}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: limitato
- Condizione di esposizione: interna

12 Si progetti il rinforzo a flessione di una trave in c.a. con un sistema FRCM, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=35\text{cm}$
- Altezza: $h=45\text{cm}$
- Altezza utile: $d=42\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=11\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=210\text{GPa}$
- Armatura inferiore (tesa): $A_s=8\emptyset 12$
- Armatura superiore (compressa): $A_s'=8\emptyset 12$

Rinforzo FRCM

- Ruregold PBO Mesh 88
- $\sigma_{lim,conv}=1120\text{MPa}$
- $E_f=254\text{GPa}$
- $\sigma_u=3150\text{MPa}$
- $t_{FRCM}=10\text{mm}$

Sollecitazioni

- Momento agente carichi permanenti: $M_{gk}=28\text{kNm}$
- Momento agente di progetto (SLU): $M_{Ed}=59\text{kNm}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: adeguato
- Condizione di esposizione: esterna

13 Si progetti il rinforzo a taglio della trave in c.a. a T in figura con un sistema FRCM, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=30\text{cm}$
- Altezza: $h=55\text{cm}$
- Altezza utile: $d=52\text{cm}$
- Altezza dell'anima: $h_w=42\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

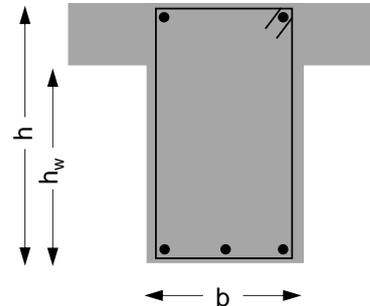
- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=13\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Staffe $\varnothing 8/25$ 2br.

Rinforzo FRCM

- Ruregold XT Calcestruzzo
- $\sigma_{lim,conv}=1100\text{MPa}$
- $E_f=270\text{GPa}$
- $\sigma_u=3200\text{MPa}$
- $t_{FRCM}=8\text{mm}$



Sollecitazioni

- Taglio agente di progetto (SLU): $V_{Ed}=55\text{kN}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: adeguato
- Condizione di esposizione: esterna

14 Si progetti il rinforzo a taglio della trave in c.a. a T in figura con un sistema FRCM, considerando i seguenti dati:

Sezione di c.a.

- Base: $b=35\text{cm}$
- Altezza: $h=60\text{cm}$
- Altezza dell'anima: $h_w=45\text{cm}$
- Altezza utile: $d=57\text{cm}$

Calcestruzzo preesistente

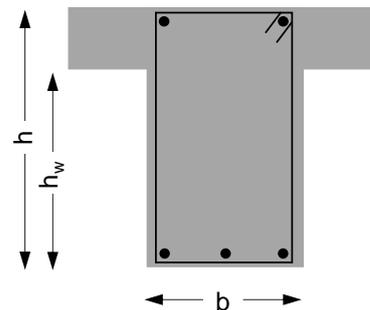
- Resistenza a compressione media: $f_{cm}=11.5\text{MPa}$

Acciaio preesistente

- Tensione di snervamento media: $f_{ym}=380\text{MPa}$
- Modulo elastico: $E_s=205\text{GPa}$
- Staffe $\varnothing 8/30$ 2br.

Rinforzo FRCM

- Mapei MapeGrid C200
- $\sigma_{lim,conv}=1380\text{MPa}$
- $E_f=252\text{GPa}$
- $\sigma_u=2790\text{MPa}$
- $t_{FRCM}=8\text{mm}$



Sollecitazioni

- Taglio agente di progetto (SLU): $V_{Ed}=64\text{kN}$

Caratteristiche progetto

- Livello di conoscenza: accurato
- Condizione di esposizione: interna