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}=18MPa e f_{ctm}=1.9MPa, 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}=21MPa e f_{ctm}=2.4MPa, 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}=12MPa e f_{ctm}=1.5MPa, 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=35cm
- Altezza: h=55cm
- Altezza utile: d=52cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=18MPa
- Resistenza a trazione media: f_{ctm}=1.6MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Armatura inferiore (tesa): A_s=3Ø14
- Armatura superiore (compressa): A_s'=2Ø14

Rinforzo FRP
- CFRP Fibre Net
- Betontex FB-GV420U-HM

Sollecitazioni
- Momento agente carichi permanenti: M_{gk}=52kNm
- Momento agente di progetto (SLU): M_{Ed}=110kNm
- 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=30cm
- Altezza: h=50cm
- Altezza utile: d=47cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=15MPa
- Resistenza a trazione media: f_{ctm}=1.3MPa

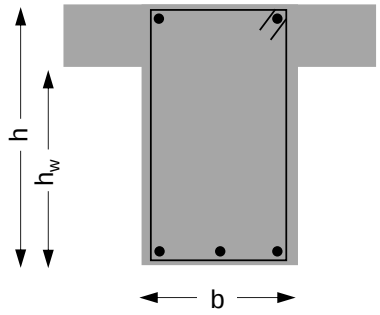
Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Armatura inferiore (tesa): A_s=3Ø16
- Armatura superiore (compressa): A_s'=2Ø12

Rinforzo SRP
- SRP Kerakoll
- GeoSteel G3300

Sollecitazioni
- Momento agente carichi permanenti: M_{gk}=45kNm
- Momento agente di progetto (SLU): M_{Ed}=132kNm
- 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=30cm
- Altezza: h=45cm
- Altezza utile: d=42cm
- Altezza dell'anima: h_w=28cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=17MPa
- Resistenza a trazione media: f_{ctm}=1.3MPa

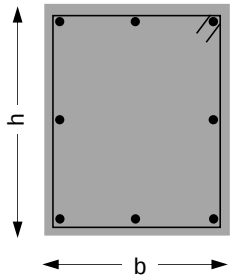
Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Staffe Ø8/20 2br.

Rinforzo FRP
- CFRP Mapei
- C UNI-AX 300

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

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=30cm
- Altezza: h=40cm
- Altezza utile: d=37cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=22MPa
- Resistenza a trazione media: f_{ctm}=1.9MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Staffe Ø8/15 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}=98kN
- Sforzo normale agente (SLU): N_{Ed}=580kN

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=40cm
- Altezza: h=60cm
- Altezza utile: d=56cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=18MPa
- Resistenza a trazione media: f_{ctm}=1.6MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Staffe Ø10/25 2br.

Rinforzo FRP
- CFRP Sika
- SikaWrap-300 C

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

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=25cm
- Altezza: h=30cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=16.5MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Armatura longitudinale: A_s=4Ø16

Rinforzo FRP
- CFRP Sika
- SikaWrap-400 C HM

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

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=40cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=13MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Armatura longitudinale: A_s=8Ø14

Rinforzo FRP
- SRP Kerakoll
- GeoSteel G3300

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

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=60cm
- Altezza: h=30cm
- Altezza utile: d=27cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=12MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=210GPa
- Armatura inferiore (tesa): A_s=4Ø14
- Armatura superiore (compressa): A_s'=4Ø14

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

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

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=35cm
- Altezza: h=45cm
- Altezza utile: d=42cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=11MPa

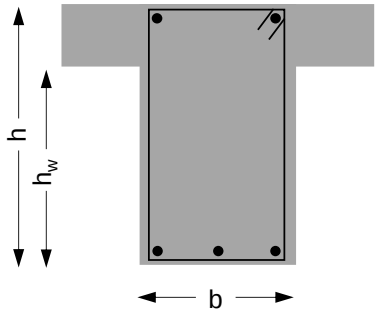
Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=210GPa
- Armatura inferiore (tesa): A_s=4Ø12
- Armatura superiore (compressa): A_s'=4Ø12

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

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

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=30cm
- Altezza: h=55cm
- Altezza utile: d=52cm
- Altezza dell'anima: h_w=42cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=13MPa

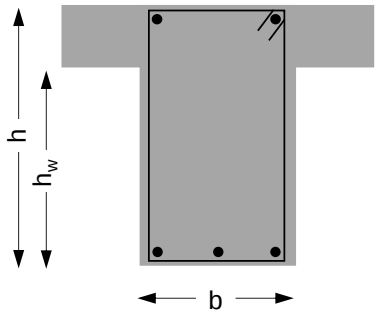
Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Staffe Ø8/25 2br.

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

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

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=35cm
- Altezza: h=60cm
- Altezza dell'anima: h_w=45cm
- Altezza utile: d=57cm

Calcestruzzo preesistente
- Resistenza a compressione media: f_{cm}=11.5MPa

Acciaio preesistente
- Tensione di snervamento media: f_{ym}=380MPa
- Modulo elastico: E_s=205GPa
- Staffe Ø8/30 2br.

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

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

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