



Consolidamento delle opere d'arte sulla A14



Leggi i contenuti multimediali su www.stradeeautostrade.it
Segui le istruzioni di pag. 6.

NELL'AMBITO DEL GRANDE LAVORO DI AMPIAMENTO A TRE CORSIE DELLA A14, ERA ANCHE PREVISTO IL CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE, CON IL SISTEMA FRP, DI BUONA PARTE DELLE OPERE D'ARTE ESISTENTI CHE INSISTONO SU QUESTO TRATTO DI AUTOSTRADA

Carlo Perinelli* Giorgio Giacomini**

Nel Novembre 2013 si sono conclusi i lavori per la realizzazione della terza corsia dell'Autostrada A14 nel tratto Cattolica-Fano. Questo importante intervento, realizzato dal Consorzio Pentapoli, ha consentito di prolungare sino ad oltre la città di Fano il tratto a tre corsie della A14, dando quindi un sostanziale contributo al miglioramento della viabilità di una delle più importanti arterie autostradali di collegamento tra il Nord e l'Italia centro-meridionale.

Il consolidamento strutturale

Molte delle opere d'arte già esistenti su questo tratto di autostrada necessitavano di interventi di consolidamento strutturale più o meno importanti.

Per questi consolidamenti è stato quindi deciso di utilizzare il sistema dei compositi fibrorinforzati FRP con fibre di carbonio. L'utilizzo di compositi fibrorinforzati per il rinforzo e l'adeguamento di strutture esistenti in calcestruzzo armato ha raggiun-



1. Il rinforzo al taglio con fasce di tessuto in carbonio ad alto modulo C-Sheet 390/300/50 presso il viadotto Montefeltro sulla A14



2. Il rinforzo a flessione con lamelle in carbonio CFK 150/2000/1012 sul viadotto della S.S. 3 "Via Flaminia"



to una grande popolarità negli ultimi decenni. Tra i materiali compositi, l'utilizzo dei cosiddetti polimeri fibrorinforzati (Fiber Reinforced Polymer, FRP) rappresenta una soluzione efficace per l'intervento su strutture esistenti in calcestruzzo armato grazie all'elevata resistenza meccanica e al costo relativamente non elevato del materiale.

Gli FRP sono stati largamente studiati negli ultimi anni e sono attualmente disponibili diverse linee guida per la progettazione di questo tipo di rinforzo in tutto il mondo (CEN 2004, ACI 2005, fib 2010). Numerose campagne sperimentali hanno dimostrato l'efficacia dei compositi FRP nel caso di rinforzo a flessione, taglio e per il confinamento di elementi soggetti prevalentemente a sforzo assiale.

Un particolare settore di intervento di rinforzo con i laminati pultrusi in FRP riguarda la possibilità di realizzare una pretensione in opera dei laminati stessi realizzando così una parziale compressione del calcestruzzo in area tesa e migliorando pertanto la rigidezza della trave e dell'impalcato con conseguenti benefici di resistenza, durabilità e comportamento in esercizio, senza interruzione del traffico. La tecnica si applica in particolare per ponti e viadotti esistenti soggetti a fatica e a carichi ciclici là dove la pretensione in opera e in asse con la trave consente un netto miglioramento del comportamento strutturale dell'elemento.

I principali vantaggi della pretensione CFRP di elementi pultrusi in carbonio su travi in c.a. sono:

- ◆ incremento del momento di rottura dell' 85% della trave rinforzata con pretensione rispetto alla trave non rinforzata;
- ◆ decremento della freccia di mezzeria con un aumento della rigidezza flessionale;
- ◆ incremento del momento di prima fessurazione del 52%;
- ◆ migliore distribuzione delle fessurazioni (di numero ed ampiezza inferiore) con un contributo importante di resistenza dalle aree di luce al taglio a quelle a momento costante;
- ◆ migliore efficienza dell'utilizzo del carbonio in termini di deformazione ultima;
- ◆ ottimizzazione della sezione di carbonio impiegato;
- ◆ elevata durabilità della struttura dopo intervento;
- ◆ impiego della tecnologia senza interruzione del traffico e minimo impatto sulla viabilità.

Nel caso in esame sono state utilizzate lamelle pultruse in fibra di carbonio per il rinforzo a flessione, mentre per il rinforzo a taglio è stato impiegato tessuto unidirezionale sempre in fibra di carbonio.

Il consolidamento strutturale, con il sistema in fibra di carbonio FRP a lamelle pultruse e tessuto, ha riguardato oltre 20 sottopassi e viadotti in calcestruzzo armato e in calcestruzzo armato precompresso che insistono su questo tratto di autostrada, tra i quali spiccano per importanza il viadotto sulla strada di Montefeltro e il viadotto sulla S.S. 3 "Via Flaminia".

I sottopassi

Per i sottopassi, consistenti sostanzialmente in uno scatolare in c.a., il consolidamento strutturale è stato ottenuto mediante l'applicazione, all'intradosso della soletta di copertura, di lamelle pultruse in fibra di carbonio CFK 150/2000/1012, modulo elastico GPa 160 e sezione di 100x1,2 mm applicate con gli adesivi epossidici ResinPrimer e Resin 90.



3. Il rinforzo a flessione con lamelle in carbonio CFK 150/2000/1012 sul viadotto Montefeltro

I viadotti

Per i viadotti, formati da travi in c.a.p. con sezione ad "I" accostate, è stato invece realizzato un rinforzo a flessione sempre mediante l'applicazione, all'intradosso delle travi, di lamelle pultruse in fibra di carbonio CFK 150/2000/1012 applicate con gli adesivi epossidici ResinPrimer e Resin 90 e un rinforzo al taglio, sugli appoggi, mediante la fasciatura delle travi con un tessuto unidirezionale in fibra di carbonio ad alto modulo C-Sheet 390/300/50, modulo elastico GPa 390 da 300 g/m², applicato con gli adesivi epossidici ResinPrimer e Resin 75.

Queste fasciature di rinforzo al taglio sono state poi ancorate alle travi mediante l'applicazione di connettori in fibra aramidica Afix 10 del diametro di 10 mm.

In alcuni casi le travi in c.a.p., specialmente quelle alle imboccature dei viadotti, presentavano dei danneggiamenti localizzati, dovuti all'impatto di mezzi pesanti. In questo caso, prima dell'applicazione dei rinforzi, si è proceduto al ripristino della sezione delle travi con l'applicazione della malta strutturale Concrete Rock V.

Per dare un ordine di grandezza dell'entità dell'intervento, si consideri che complessivamente sono stati posati oltre 15.000 m di lamelle pultruse e quasi 1.000 m² di tessuto.



4. Un dettaglio dei connettori in fibra aramidica Afix 10 sul viadotto della S.S. 3 "Via Flaminia"



5. Una vista d'insieme dei rinforzi a flessione e taglio sul viadotto Montefeltrino

Le caratteristiche dei materiali

Tessuti in fibra di carbonio unidirezionali C-Sheet 390/300/50

- ◆ grammatura del tessuto: 300 g/m²;
- ◆ modulo elastico a trazione tessuto: 390 GPa;
- ◆ resistenza media a trazione del tessuto: > 3.000 MPa;
- ◆ resistenza caratteristica a trazione del tessuto: 2.800MPa;
- ◆ allungamento: 0,8%.

Lamelle pultruse in fibra di carbonio CFK 150/2000/1012

- ◆ sezione della lamella: 10x1,2 mm;
- ◆ modulo elastico a trazione: 160 GPa;
- ◆ resistenza media a trazione: > 2.800 MPa;
- ◆ resistenza caratteristica a trazione: 2.500MPa;
- ◆ allungamento: 1,5%.

Gli adesivi epossidici Resin Primer, Resin 75 e Resin 90 sono muniti di marcatura CE ai sensi della Norma EN 1504-4.

La Normativa di riferimento

La normativa di riferimento per l'accettazione dei materiali, i controlli in corso d'esecuzione e il collaudo è costituita dal documento CNR-DT200/2004 "Istruzioni per la Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di compositi fibrorinforzati", il CNR-DT 200 R1/2013 documento aggiornato e in fase di approvazione al MIT assieme alle Linea Guida per la Qualificazione ed il Controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni esistenti. ■

* *Ingegnere dell'Ufficio Tecnico della G&P Intech Srl*

** *Ingegnere Responsabile dell'Ufficio Tecnico della G&P Intech Srl*

DATI TECNICI

Committente: Autostrade per l'Italia SpA di Roma
Impresa esecutrice: Pentapoli Scarl di Carpi (MO)

Progettista: SPEA SpA di Milano

Direzione dei Lavori: SPEA SpA di Milano

Fornitura dei compositi in FRP ed assistenza tecnica:
G&P Intech Srl di Altavilla Vicentina (VI)

FRP SYSTEM[®]

**Consolidamento strutturale con materiali compositi:
resistenza e duttilità senza aumento di peso.**



Sistemi di rinforzo strutturale con reti in fibra e tessuti di acciaio UHTSS in matrici inorganiche

via Retrone 39 - 36077 Altavilla Vicentina (VI) - Tel. 0444.522797 - Fax 0444.348692
E mail: info@gpintech.com - www.gpintech.com