

Armature e barre in vetroresina (GFRP)

Sireg Geotech in cattedra all'Apericoncrete di maggio di ACI Italy Chapter sull'impatto delle armature in FRP rispetto alla durabilità e sostenibilità delle strutture in calcestruzzo armato

Paolo Casadei - Sireg Geotech



Fig.1: Barre Glasspre® SIREG (Tram Atene 2017)

Si è svolto lo scorso maggio un incontro formativo aperto a cura di Sireg Geotech sul tema delle innovazioni e delle sfide nei calcestruzzi e nelle armature per il ripristino strutturale e per le nuove costruzioni, all'interno del ciclo di incontri #AperiConcrete organizzati da American Concrete Institute Italy Chapter e Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano. Sireg Geotech ha condiviso il suo *know how* e le esperienze sul campo con armature e barre in vetroresina (GFRP) per infrastrutture e manufatti in cemento armato, un ambito che vede l'azienda pionieristicamente attenta e impegnata attraverso la ricerca e lo sviluppo di soluzioni più durature e sostenibili, anche in collaborazione con grandi gruppi industriali, Enti internazionali di ricerca e Università in Italia, Europa e oltreoceano. Sono purtroppo noti a tutti i problemi delle infrastrutture italiane progettate e realizzate nel primo dopoguerra ma oggi, grazie all'innovazione tecnologica e alla ricerca, anche in Italia possono finalmente aprirsi scenari alternativi che avranno un impatto strategico sul settore dell'edilizia, in particolare sul settore delle infrastrutture e di tutti i manufatti in cemento armato

esposti ad ambienti particolarmente aggressivi e soggetti a costante degrado. In prospettiva, nell'era post metallo, le implicazioni e le opportunità per il comparto cresceranno esponenzialmente. Il professor Antonio Nanni (Civil, Arch. & Environ. Engineering University of Miami e vicePresident di ACI) ha esposto, una panoramica di casi concreti di applicazioni negli Stati Uniti e in Canada dove le barre in vetroresina sono già lo stato dell'arte nella realizzazione di infrastrutture con vita utile di 100 anni grazie a una situazione normativa avanzata. Negli Stati Uniti e in Canada l'impiego di questi materiali compositi vede oggi un incremento sempre crescente proprio grazie a un quadro normativo e a standard di qualifica che ne ha permesso un rapido sviluppo. Fino a venti anni fa, nei laboratori universitari, si studiava l'impiego di questi materiali solo per applicazioni temporanee in geotecnica, mentre oggi assistiamo a un sempre più diffuso impiego, prevalentemente in ambito infrastrutturale con opere permanenti come ponti, canali e altre in diversi settori. Il successo di questa tecnologia nei mercati d'oltreoceano è sicuramente stato favorito dal rapido ma pur sempre attento e graduale sviluppo dei documenti quali l'ACI 440.1R-15 "Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars" dell'American Concrete Institute e l'"AASHTO LRFD Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete" dell'American Association of State Highway and Transportation Officials che rappresentano oggi gli standard più aggiornati per la progettazione di elementi in cemento armato rinforzati con barre in fibra di vetro.

L'ingegner Paolo Casadei (Responsabile

Area Composite Structural Reinforcement di Sireg Geotech) ha approfondito invece l'impatto delle armature in VTRR / FRP sulla durabilità e sostenibilità delle strutture in calcestruzzo armato e gli aspetti di Qualifica e Progettazione secondo gli standard europei.

Le barre in materiale composito fibrorinforzato FRP (Fiber Reinforced Polymer) in sostituzione dell'acciaio per la realizzazione di elementi strutturali in calcestruzzo armato sono realizzate con fibre di varia natura, fra le quali il vetro e il carbonio sono sicuramente i materiali più impiegati. Il vetro, in particolare, svolge un ruolo dominante grazie a una serie di caratteristiche chimico-meccaniche che, in relazione ai costi, lo rendono ad oggi il miglior candidato per numerose applicazioni in ambienti "difficili" per le comuni armature in acciaio.

Recenti studi hanno evidenziato che la vita utile di una struttura armata con questa nuova tecnologia può arrivare fino a 100 anni – come ha spiegato anche il professor Nanni - senza alcun accorgimento particolare rispetto alla natura del calcestruzzo o di altri particolari costruttivi, necessari invece nel caso delle strutture in cemento armato tradizionalmente rinforzate con tondini in acciaio.

La diffusione delle barre in GFRP è favorita dalla proprietà fondamentale di questi materiali, ossia la loro indiscussa maggiore durabilità dovuta al fatto di non essere in alcun modo suscettibili ai fenomeni di corrosione. Si pensi, ad esempio, agli impalcati da ponte che durante il periodo invernale sono particolarmente esposti ai cloruri adottati per prevenire il formarsi di gelo sul manto stradale, ai canali per lo scolo delle acque oppure alle banchine e ai pontili in riva al mare o, ancora, a



Fig.2: Gabbie in vetroresina per applicazioni Soft Eye

qualsiasi manufatto in cemento armato in ambito industriale esposto ad ambienti particolarmente aggressivi.

Nel momento in cui si deve realizzare la scelta progettuale più opportuna, occorre tenere presente anche altre proprietà di questi materiali messe a confronto con l'acciaio. I tondini in GFRP sono amagnetici e non conduttori di calore, trovano così una congeniale applicazione in tutti i manufatti esposti a correnti vaganti, risolvendo il problema della corrosione tipica delle armature in acciaio, di fatto incompatibili con questo tipo di applicazioni. Si pensi, a titolo di esempio, a tutte le infrastrutture legate al settore ferroviario o dei varchi autostradali con sistemi di riconoscimento elettronico.

Un altro vantaggio nell'impiego di armature in GFRP è la facilità e rapidità nella posa in opera grazie al loro peso ridotto, circa un quarto rispetto a quello dell'acciaio. Tale indiscussa leggerezza rende il prodotto particolarmente agevole nella sua movimentazione a terra, tanto che diversi studi hanno dimostrato risparmi di tempo

fino al 40-50% rispetto alla posa di un'equivalente armatura in acciaio.

Non ultimo, da tenere in considerazione il basso impatto ambientale della struttura in cemento armato così armata di fatto, nel suo complesso, con un miglior LCA rispetto ad una struttura equivalente ma armata con armatura in acciaio tradizionale. Occorre comunque mettere in evidenza una serie di altri aspetti importanti per chi si occupa di progettazione. Innanzitutto, le barre in GFRP per impieghi strutturali sono prodotte secondo la tecnica della pultrusione con impiego di fibra di vetro E-CR - nota per le sue caratteristiche meccaniche e di durabilità migliorate rispetto al tradizionale E-glass - e una matrice resinosa che tendenzialmente è di natura vinilestere per applicazioni permanenti, e di natura poliestere, meno durevole, per applicazioni temporanee prevalentemente nel settore della geotecnica e per il rinforzo delle pareti fronte scavo. Poiché tali matrici sono di natura termoindurente, una volta indurite non possono più essere modellate e ciò significa che il processo

con il quale le barre vengono lavorate per realizzare staffe e/o parti piegate deve essere eseguito in fase di produzione della barra stessa e non in tempi successivi come invece accade abitualmente con l'acciaio da costruzione.

I vantaggi delle barre GFRP Glas-spree® di Sireg per usi permanenti: High strength roughly 2-2,5 times stronger than conventional steel Tested accordingly to ISO 10406-1,7

M6-10 900MPa

M12-20 800MPa

M22-25 750MPa

M29-40 600MPa

Elastic Modulus E=46GPa

Vediamo quali sono le infrastrutture più adatte al rinforzo con la vetroresina:

- Bridges and Overpasses (i.e. slabs and decks) / Corrosion
- SeaWalls and marine infrastructures / Corrosion
- Canals & Retaining walls / Corrosion
- Precast elements / Reduced Weight + Thermal Insulation
- Railway and Airport applications / Non Conductive + Non Magnetic
- Medical & Information Technology / Non Conductive + Non Magnetic
- Mining & Tunneling / Durability + Easy To Cut
- Structural Repairs / Corrosion + Durability + Reduced Weight

Un ostacolo ancora non superato nel processo di produzione industriale e installazione di queste barre di nuova generazione riguarda i raggi di curvatura delle barre stesse che non sono uguali a quelli dei tondini in acciaio ma hanno dimensioni leggermente più grandi per cercare di ridurre al massimo l'impatto negativo della piegatura sulle caratteristiche meccaniche della parte piegata rispetto alla parte rettilinea della barra stessa.

Dalla somma di tutti questi fattori, risulta dunque fondamentale, nel momento in cui si approccia una progettazione con questi materiali, fare riferimento a schede tecniche nelle quali tutti parametri siano messi chiaramente in evidenza, insieme allo standard rispetto al quale tali valori sono stati ottenuti. In ambito europeo, lo standard di riferimento è la norma ISO 10406-1 e altri standard internazionali comunemente riconosciuti. È assolutamente fondamentale non accettare prodotti che presentino caratteristiche meccaniche testate mediante metodo interni non riconducibili ad alcuno standard noto e comunemente accettato dalle normative e linee guida di caratterizzazione e progettazione attualmente vigenti. Nel vecchio continente e in particolar modo in Italia il quadro normativo presenta una situazione



nazionale che ne permetta di definirne le caratteristiche essenziali e possa garantirne nel tempo la costanza delle prestazioni. È proprio per far fronte a questa urgente necessità che Sireg Geotech, in collaborazione con l'Istituto per le Tecnologie delle Costruzioni ITC-CNR e il Politecnico di Milano, ha redatto il protocollo di certificazione europea, EAD, per il conseguimento della certificazione ETA (European Technical Assessment, un documento di natura volontaria che contiene le prestazioni delle caratteristiche essenziali di un prodotto da costruzione), propedeutico della marcatura CE permettendo così di garantire costanza delle prestazioni e tracciabilità del prodotto, dalla produzione fino al cantiere. Il passo successivo sarà sicuramente quello di favorire il completamento dell'aggiornamento del quadro normativo progettuale prima in ambito italiano e successivamente in ambito europeo. Nel frattempo, in attesa della linea guida di progettazione in bozza presso il Ministero, i progettisti che vogliono affrontare l'impiego di questi materiali, possono sicuramente fare affidamento al CNR-DT 203-2006 che rappresenta un documento riconosciuto dalle NTC e di valido riferimento.

che richiede un rapido ammodernamento e allineamento agli standard progettuali vigenti ovvero le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) 2018. Il documento di riferimento è il CNR-DT 203-2006 pubblicato oramai più di 15 anni fa e quindi figlio del Decreto Ministeriale 9 gennaio 1996 e di studi oramai estremamente conservativi.

Uno degli aspetti però che più ha frenato e tutt'ora oggi frena lo sviluppo di questa tecnologia tanto promettente è certamente l'assenza di un quadro normativo per rispondere ai requisiti del capitolo 11 delle NTC 2018, per il quale tutti i materiali da costruzione per uso strutturale devono essere marcati CE o dotati di certificazione

HEXCEL

Hexcel showcases carbon fiber prepreg capability for UAV applications with sponsorship of Austrian University camera drone

Hexcel, a global leader in advanced composites technologies, announces the successful maiden flight of a lightweight camera drone, developed using Hexcel HexPly® carbon fiber prepregs. The composite drone was developed by a team of students from the University of Applied Sciences Upper Austria in Wels with composite materials supplied by Hexcel Neumarkt in Austria.

A team of six students in the university's lightweight construction and composite materials course was responsible for the complete design, engineering, and manufacture of the camera drone over a period of 18 months. Hexcel materials and optimization of the composite engineering enabled the team to reduce the composite structural mass by an impressive 42% compared to similar drones.

Hexcel Neumarkt was one of eight industrial partners supporting the university team throughout the project, providing all carbon fiber prepreg materials used for the drone's landing gear as well as the fuselage. The ultra-lightweight 32g landing gear was laid up and cured in the press, whereas the fuselage was autoclave cured by the student team using Hexcel HexPly M901 and HexPly M78.1 prepreg resin systems with a combination of woven and unidirectional carbon fiber reinforcements.

With the development of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) as a key emerging market and innovation space in the transportation sector, Hexcel's collaboration with the University of Applied Sciences Upper Austria team not only creates an important link with the next generation of lightweight composite engineers but also highlights the weight saving and structural benefits of Hexcel composite material solutions.

"The massive weight saving achieved with their updated version of the camera drone is a fantastic achievement by the student team," said Michael Rabl, Dean of FH Wels of the Upper Austria University of Applied Sciences. "The joint study not only illustrates the wide range of complex and innovative composite techniques present in the drone sector but also presents the opportunities that exist for further development in the wider Urban Air Mobility (UAM) and aerospace composites markets".



Glass fiber reinforcements and rebars (GFRP)

Sireg Geotech takes the stand at May's Apericoncrete of the ACI Italy Chapter to discuss the impact of FRP reinforcements with respect to durability and sustainability of reinforced concrete structures

Paolo Casadei - Sireg Geotech

In May Sireg Geotech held an open educational meeting on the topic of innovation and challenges in concrete and in reinforcements for structural repair and new constructions, in the context of the #AperiConcrete meeting series organized by the American Concrete Institute Italy Chapter and the Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano. Sireg Geotech shared their *know how* and their field experiences with fiberglass reinforcement systems and rebars (GFRP) for infrastructures and reinforced concrete structures, a field where the company has been a pioneer with its attention and efforts in research and development of more durable and sustainable solutions, including collaborations with large industrial groups, international research agencies and universities in Italy, Europe and overseas.

The issues of Italian infrastructures designed and built in the post-World War I period are well known, but today, thanks to technological innovation and research, alternative scenarios are at hand in Italy, too, with strategic impact opportunities in the building and construction sector, in particular in the field of infrastructures and all reinforced concrete structures exposed to specially aggressive environments and subject to constant deterioration. In perspective, in the post-metal era the implications and opportunities for this industrial field are expected to grow exponentially.

Antonio Nanni (Civil, Arch. & Environ.

Engineering University of Miami and ACI vicePresident) presented an overview of real-life cases of applications in the USA and Canada, where fiberglass bars already represent the state of the art in the construction of infrastructure with a lifetime of 100 years, thanks to the advanced state of the relevant regulations. In the USA and Canada, the use of these composite materials is experiencing an ever-growing increment exactly because of a regulatory framework and qualification standards that enabled their fast development. Up to twenty years ago, the use of these materials was studied in university laboratories for purposes merely limited to temporary geotechnical applications, while today we are witnessing and increasingly widespread use, mainly in the field of infrastructures, e.g. in permanent works like bridges and canals as well as other examples in a variety of fields.

The success of this technology in overseas markets has been surely favoured by the fast yet careful and gradual development of documents like the ACI 440.1R-15 "*Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars*" released by the American Concrete Institute and the "*AASHTO LRFD Bridge Design Guide Specifications for GFRP-Reinforced Concrete*" by the American Association of State Highway and Transportation Officials; these documents are currently the most up-to-date standards in terms

of design of concrete elements reinforced with glass fiber bars.

Engineer Paolo Casadei, (Manager of the Composite Structural Reinforcement Area in Sireg Geotech) focused his contribution on the impact of VTRR/FRP reinforcements on durability and sustainability of reinforced concrete structures and on the aspects of Qualification and Design in compliance to European standards.

In the framework of a use as replacement of steel in the production of reinforced concrete structural elements, the fiber-reinforced composite (FRP, Fiber Reinforced Polymer) bars are produced using fibers of various types, among which we can count glass and carbon as the most exploited materials. Glass in particular plays a dominant role thanks to a number of chemical-mechanical properties that make it the best candidate, in relation to its cost, in a wealth of applications in environments classified as 'difficult' for conventional steel rebars.

Recent studies highlighted the fact that the service life of a structure reinforced by means of this new technology can last as much as 100 years – as also explained by prof. Nanni – without taking special measures concerning the nature of concrete or other construction details, which are instead necessary in the case of concrete structures exploiting the conventional steel rebars as reinforcement.

The popularity of GFRP bars is supported by a key property of such materials, i.e. their undisputedly greater