



INNOVAZIONE DEGLI ANCORAGGI MECCANICI DI COMPOSITI NEL CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

Successivamente alla pubblicazione del CNR DT 200-04 si è avuto un esponente aumento dell'utilizzo degli FRP sia per rinforzo di strutture in muratura sia per strutture in c.a.

Questo rapido incremento delle applicazioni ha determinato spesso volte un'elevata superficialità su aspetti delle stesse considerati, dai più, di secondario interesse. La società Olympus nelle sue applicazioni ha deciso di approfondire tutti quegli aspetti che per molti possono risultare secondari, mentre per noi sono di primario interesse, date le varie implicazioni degli stessi nella totalità dell'intervento.

Tra i vari aspetti su cui si è posata l'attenzione, di notevole interesse è il sistema di ancoraggio meccanico dei rinforzi sul supporto, in molti casi necessario ad integrazione dell'ancorag-

gio chimico delle resine, come ad esempio nel rinforzo strutturale di volte in muratura con l'obiettivo di sostenere le spinte a vuoto ivi presenti.

Numerosi sono ad oggi i sistemi di ancoraggio meccanico sul mercato, ma quello principalmente utilizzato è il rinforzo mediante corde in FRP.

Per quanto semplice possa sembrare tale lavorazione è necessario tenere in considerazione alcuni fondamentali aspetti di tale sistema di ancoraggio, di notevole interesse in merito sono gli studi di ricerca tenuti presso il Dipartimento dei Materiali e della Produzione della facoltà di Ingegneria Federico II di Napoli dallo staff del Prof. Ing. Ignazio Crivelli Visconti, Prof. Massimo Durante, Ing. Claudio Cigliano, Ing. Domenico Brigante.

Il progetto di ricerca in og-

getto è atto a caratterizzare la migliore modalità di posa in opera degli ancoraggi in oggetto, la variazione di tale modalità, come è stato evidenziato da diverse campagne di prove, può determinare una notevole variazione delle proprietà meccaniche finali del rinforzo principale. È abitudine comune per un gran numero di applicatori la realizzazione delle perforazioni per l'inserimento delle corde in una fase successiva alla polimerizzazione del rinforzo in FRP, ciò determinando due fasi separate di polimerizzazione, tale metodologia di applicazione, come evidenziato in seguito, determina notevoli riduzioni delle caratteristiche meccaniche del sistema. Il primo danno causato, dalla foratura post-polimerizzazione, al rinforzo di base è la riduzione dell'area utile resi-

INNOVATIONS IN MECHANICAL ANCHORAGES IN COMPOSITES MATERIALS FOR STRUCTURAL REINFORCEMENT

After the publication of CNR DT 200-04 there was an exponential increased of the use of FRP for the reinforcement of masonry and concrete structures.

This rapid increase in applications has often caused high superficiality about aspects considered often of secondary interest. Olympus in its applications has decided to investigate all those aspects that for several people may look secondary, while for us, are of primary interest, because of the numerous implications in the reinforcement system.

Among the various problems investigated, of considerable interest is the mechanical anchorage of FRP on the support, in many cases necessary to supplement the chemical anchorage of the resins, such as in the structural reinforcement of masonry arches with the aim of supporting the pushes-down presents.

Many are the mechanical anchorage systems on the market, but what we mainly use is the anchorage realized by FRP ropes.

Even if it may look really simple, is necessary to considerate some fundamental aspects of this anchorage system.

Of great interest are the research studies held at the Department of Materials and Production of the University of Engineering Federico II of Naples by the staff of Prof. Ing. Ignazio Crivelli Visconti, Prof. Massimo Durante, Ing. Claudio Cigliano, Ing. Domenico Brigante.

This research project is linked to characterize the best method of installation of the FRP anchorages.

Changes in the work-sequence, as highlighted by several test-campaigns, may cause a significant change in mechanical properties of the reinforcement system. A large number of applicators often realize the perforations for the inclusion of FRP ropes after the polymerisation of FRP reinforcement, this determine two separated phases of polymerization, this method of application, as shown below, determinates significant reduction in mechanical properties of the system. The first damage caused by the post-polymerization drilling to the original FRP reinforce is the reduction of the resistant area, the mechanical tests conducted on drilled-tests, however highlighted a reduction of resistance, higher than analytically expected, because of changes in the tensional status in the FRP,



Rinforzo "Atlantic Hotel Boscolo" Nizza (F) /

TECNOLOGIE E PROCESSI / TECHNOLOGIES & PROCESSES



which change from being initially invariable near the solicitation section, to terminate areas of considerable concentration of tensions that can cause premature breaks.

Through the realization of numerous test campaigns was possible to determine, detailed rules to ensure the best results both in terms of reliability, both in terms of final mechanical properties of the system. Before the installation of FRP reinforcement is necessary to realize the perforations where are placed the FRP ropes, after the expulsions of dust and powders, it's possible to proceed with the installation of reinforcement, during this operation is necessary to put in the holes elements slightly larger than the rods that ensure rapid detection of the holes, in the end is necessary to proceed quickly to the application of ropes and their polymerization.

This sequence determinates considerable advantages to the system realized, it avoid the cut of fibres avoiding damage to the FRP and reduction of resistant area, requiring only a slight deviation in the direction of some fibres respect to the main direction of reinforcement, a further advantage comes from the realization of a single phase of polymerization of the two elements that guarantees the realization of a chemical link called primary, characterized by mechanical properties higher then those presents in case of secondary link realized for different stages of polymerisation.

The work-sequence just described, as underlined by several test-campaigns, allows to obtain mechanical properties of the system 30% higher than the sequence initially mentioned.

Our company has therefore decided to use this type of application in all the cases where is necessary to use such mechanical anchorages, in the pictures there are two interesting examples of application for masonry and concrete structures, the consolidation of the "Atlantic Boscolo Hotel" in Nice (F) and "Real Albergo dei Poveri" in Naples.

stente, le prove meccaniche di trazione realizzate sui provini forati hanno però evidenziato una riduzione della resistenza degli stessi, superiore rispetto a quella attesa analiticamente, ciò a causa della variazione dello stato tensionale nel rinforzo, che passa da essere inizialmente costante sulla sezione di sollecitazione a evidenziare zone di notevole concentrazione degli sforzi che determina le rotture premature riscontrate.

Mediante la realizzazione di diverse campagne di prova è stato possibile determinare in fine le modalità di applicazione che garantiscono il miglior risultato sia dal punto di vista di affidabilità, sia per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche finali del sistema.

Preliminarmente alla posa in opera del rinforzo di base è necessario realizzare le perforazioni dove vengono collocate le corde in FRP, dopo l'espulsione delle polveri derivanti dalla lavorazione, si può procedere quindi alla posa in opera del rinforzo, durante tale operazione è necessario far fuoriuscire dai fori realizzati degli elementi di diametro leggermente maggiore al diametro delle corde che garantiscono la rapida individuazione del foro, posto in opera il rinforzo si deve procedere in tem-



Consolidamento "Real Albergo dei Poveri" Napoli

pi rapidi alla posa in opera delle corde e alla loro polimerizzazione.

Questa sequenza di lavorazioni determina notevoli vantaggi al sistema così realizzato, in quanto evita che vengano tagliate o forate le fibre evitando così danni al rinforzo e riduzione dell'area resistente utile, necessitando unicamente di una leggera deviazione della direzione delle fibre nell'area interessata rispetto alla direzione principale di rinforzo; un ulteriore vantaggio deriva dalla realizzazione di un'unica fase di polimerizzazione dei due elementi di rinforzo ciò garantisce la realizzazione di un legame chimico definito primario, caratterizzato da proprietà meccaniche di gran lunga superiori rispetto a quelle che si avrebbero in un legame

secondario che si viene a realizzare nel caso di fasi separate di polimerizzazione. La modalità di posa in opera appena descritta, come evidenziato dalle campagne di prova realizzate, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche meccaniche del sistema di oltre il 30% superiori rispetto alla modalità di applicazione inizialmente menzionata.

La nostra società ha deciso quindi di utilizzare tale modalità di applicazione nei casi in cui risulta necessario utilizzare tali ancoraggi meccanici, e tra gli esempi di applicazione più interessanti sia per strutture in muratura che in c.a. Sono riportate le foto del consolidamento dell'Hotel Atlantic Boscolo di Nizza (F) e del Real Albergo dei Poveri a Napoli.



"Since 1972 Celbo has been designing and producing parts in fiberglass (SMC) with compression moulding for a variety of industries like telecommunication, medical, agrarian and automobile sectors. A major part of its activity is carried out in the automotive and industrial vehicles industries, including the manufacture of hardtops, roof, bonnet, grilles and class A car body parts.

The value of partnership has grown over the years and today Celbo knows how to meet your needs with innovative know-how and experience. To design, develop, create prototypes, listening to every requirement, through the controlling of every detail, all in line with the most advanced technology.

Dal 1972 Celbo progetta e realizza manufatti in vetroresina (SMC, BMC) per i vari settori industriali tra i quali: telecomunicazioni, medico, agrario e automobilistico. Nel corso degli anni diversifica la propria clientela, fino a destinare grande parte della sua attività all'industria automobilistica e dei veicoli industriali, per le quali realizza hard top-top, tettucci, cofani, calandre e particolari di carrozzeria di classe A.

Co-make your business è il motto riportato anche sul nostro logo: l'elasticità operativa è una prerogativa della nostra azienda che realizza stampati sia sulla base dei progetti forniti dal cliente, sia partendo proprio da un'idea. Infatti celbo è in grado di fornire un servizio completo di engineering industriale (progettazione, co-design, prototipistica, controllo, ecc.) collaborando coi propri partners.

Lo stabilimento di produzione (8200 mq. coperti su un'area di 20.000 mq.ca.), si trova a Cesena, nella zona industriale di Pievesestina, particolarmente favorevole per la logistica, essendo a circa 500 ml dall'uscita autostradale Cesena Nord della A14.



Via F. Turati 747 - Pievesestina
47020 Cesena (FC) - Italia
Tel. +39 0547 316311 - Fax + 39 0547 317591
e-mail info@celbo.com - www.celbo.com