

Speciale Simposio *Techtextil*

TECHTEXTIL

SYMPOSIUM

Development of PVA Fibre for Construction. Use «Kuralon» Conventional Type and «Kuralon K-II» New PVA fiber

Isao Sakuragi - Kuraray Co., Japan

The application of conventional Kuralon and new PVA fiber Kuralon K-II for the construction application are mainly reported in this paper.

In 1924, Herman and Haehnel discovered Polyvinyl alcohol resin in Germany, and in 1931, they succeeded in producing water soluble fiber from this resin. Kuraray built the first plant for Polyvinyl alcohol fiber Kuralon in 1950, and now the production volume is about 40,000 t/y.

Kuralon is available in various forms, e.g. short cut fiber, staple fiber, tow, spun yarn and filament. Kuralon has advantages such as high strength, high modulus, high light resistance, high heat stability and good adhesion to cement as well as excellent alkaline resistance. Because of above qualities Kuralon are widely used for industrial applications such as ropes, fishing net, canvas, rubber application, paper making applications and nonwoven fabrics.

Particularly for the construction application, PVA fibre are recently remarked as the reinforcement for cement substituting asbestos. In 1976 Kuraray made a contract with Eternit group on the collaboration as to asbestos replacement with Kuralon. Since then, following the trend of restriction of using asbestos, demand of Kuralon has been increasing, and now it reaches more than 10,000 tons annually.

Sviluppo delle fibre PVA nelle costruzioni. Impiego di Kuralon e Kuralon K-11

Isao Sakuragi - Kuraray Co., Japan

L'articolo tratta principalmente delle applicazioni di delle fibre tipo polivinil alcol Kuralon e Kuralon K-II nelle costruzioni. La resina di polivinil alcol fu scoperta in Germania nel 1924 da Herman e Haehnel e nel 1931 produssero da questa resina. Il primo impianto per

fibre PVA si deve a Kuraray per la sua fibra Kuralon nel 1950 ed oggi la produzione è di circa 40.000 tonnellate all'anno. È disponibile come fibra corta, fiocco, tow, filato o filamento ed è caratterizzata da alta resistenza, alto modulo, alta resistenza alla luce, alta stabilità alla temperatura, buona adesività al cemento ed eccellente resistenza agli alcali. Per queste caratteristiche le fibre Kuralon sono usate in applicazioni industriali come funi, reti da pesca, tele, applicazioni nella gomma, nelle cartiere, nei nontessuti.

Nelle costruzioni le fibre PVA si sono recentemente segnalate come sostituti dell'amianto. Nel 1976 Kuraray e Eternit hanno iniziato una collaborazione per sostituire l'amianto con il Kuralon; oggi in questa applicazione si consumano oltre 10.000 tonnellate all'anno di fibra.

Textile Composites for Construction. Cases Study and Technological Criteria Bound to their Development

P. Hamelin - Université Lyon I, Villeurbanne, France

In the first part the main applications of composites for infrastructures are presented. Then the usual design methods are developed and the specific durability analysis is illustrated by case studies.

The composite materials associating fibres of different nature (glass, carbon, aramid, polyester, polyethylene...) with organic matrix (epoxy, polyester, polyurethane...) or with mineral matrix (portland cement, magnesian cement...) are certainly the XXIst century construction materials insofar as their specific properties (ratio between mechanical characteristics and density or natural weight), insofar as their moulding and forming capacities, insofar as their combined properties (multiproperties: mechanical, thermal, acoustic, corrosion...) allow to conceive and make more efficient and more durable structures than the ones with traditional materials (steel, concrete, reinforced concrete, wood...).

Compositi tessili nelle costruzioni. Esempi e criteri tecnologici legati al loro sviluppo.

Si presentano le applicazioni dei compositi per le infrastrutture e poi si sviluppano i criteri di progettazione e una analisi specifica sulla durata mediante casi concreti. I compositi fra fibre di varia natura (vetro, carbonio, aramidi, poliestere, polietilene, ecc.) e matrici organiche (epossidiche, poliesteri, poliuretani, ecc.) o minerali (cemento portland, cemento magnesiano, ecc.) saranno sicuramente i materiali da costruzione del 21° secolo e questo grazie alle loro specifiche proprietà meccaniche (rapporto fra resistenza e peso) oltre alla facilità con cui si modellano e alle altre combinazioni di caratteristiche (acustiche, termiche, di corrosione, ecc.) ►

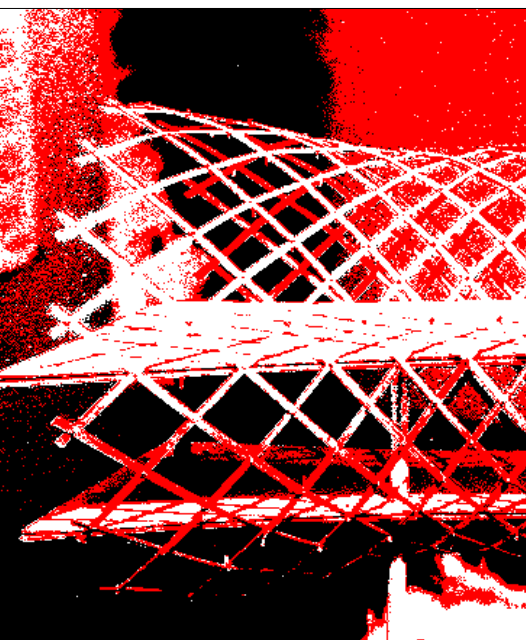


► che consentono di realizzare strutture più efficienti e più durevoli rispetto ai materiali tradizionali (acciaio, cemento, legno, ecc.).

Properties and Applicability of Tetraxial Fabrics

Danilo Jaksic - University of Ljubljana (Slovenia)

Triaxial fabrics have been known for already 30 years. Even multiaxial knitted fabrics have been manufactured for more than 10 years. But yet new types of multiaxial knitted fabrics as well as tetraxial fabrics have been developed in recent years. In everyday use woven fabrics are considered to be more stable than knitted fabrics.



However, this rule may not apply to multiaxial woven fabrics if compared to multiaxial knitted fabrics. Both, multiaxial knitted, fabrics and multi-axial woven fabrics are not designed for the manufacture of clothing or for similar purposes, but exclusively for the applications in technical sector.

The paper deals with tetraxial fabrics, their properties and fields of application. The use of tetraxial fabrics for the reinforcement of various concrete products and their potential use for the reinforcement of cisterns used for transporting hazardous substances, as the lining of aircraft explosion-safe luggage and cargo containers for the case of eventual terroristic attack. etc. will be discussed.

Proprietà ed applicazione

dei tessuti tetra-assiali

I tessuti triassiali si conoscono da trent'anni e anche prodotti a maglia multiassiali si producono da più di dieci anni, ma in anni recenti si sono sviluppati nuovi tipi di prodotti a maglia multiassiali e tessuti tetra-assiali. Nelle normali applicazioni si ritiene che i tessuti siano più stabili delle maglie, ma questa regola non vale per i multiassiali che sono pensati per applicazioni tecniche e non per indumenti o simili. L'articolo discute dei tessuti tetra-assiali per il rinforzo di vari articoli di cemento e per il rinforzo di cisterne per il trasporto di liquidi pericolosi, oppure per rivestire i vani antiesplorazione degli aerei o i container contro attacchi terroristici.

Modular Membrane Elements for Dismountable Structures

S. Hebbelinck, M. Mollaert - Vrije, Universiteit Brussel, Belgium

In this paper they present a research project that started earlier's year. This project seeks to develop a system of modular elements that can be used to build temporary and totally dismountable membrane constructions. A planar module is considered. The possibilities of this module are studied. First of all plane compositions are used. Modules are connected together and pre-tensioned in space by an appropriate displacement of the connecting and boundary nodes. Secondly a pyramidal composition of five modules is considered. Finally, both planar and pyramidal compositions are connected. Fixed boundary and internal high points can be supported by masts, space frames and even floating masts. Some ideas to implement the proposed system and to enlarge its possibilities are presented.

Elementi a membrana modulari per strutture smontabili

Gli autori presentano un progetto che cerca di sviluppare un sistema di elementi modulari da usare per costruire strutture a membrana temporanee e completamente smontabili.

Si considera un modulo piano e le possibilità di questa soluzione. Prima di tutto una composizione piana. I moduli sono collegati fra loro e pretensionati mediante un appropriato spostamento dei nodi perimetrali e di connessione. Poi è considerata una costruzione piramidale di cinque moduli. Infine si uniscono le composizioni piane e piramidali

I punti perimetrali e quelli alti possono essere sostenuti da montanti, telai o anche montanti flottanti. Sono presentate anche delle idee per migliorare il sistema e ampliare le sue possibilità di impiego.

Double Layer Membrane, Thermal Insulation of Membrane Structures. Influence of Membrane Structures to the Buildings Energy Consumption

Klaus Gipperich - Ceno Tec, Greven, Germany

The protection of the environment is one of the major themes nowadays. The Kyoto summit in November 1997 for the reduction of greenhouse gases which are mostly produced by using conventional energies, i.e. coal, oil, and gas for heating, is a demonstration of the necessity to reduce greenhouse gases. The reduction of the energy consumption for heating is an active step towards a better environment. While conventional building techniques allow solutions for effective thermal insulation, until today membrane structures are normally used for open roofs, i.e. grandstand roofs, roofs for large events or covering of open air theatres. Although thermal insulation is in the discussion since the beginning of the development of membrane structures a minor quantity of the existing membrane structures are used for permanent closed buildings which today normally require thermal insulation. This may be the case because architects and planners do have little knowledge of the possibilities and limitations of this subject. On the example of two realised structures the author demonstrates the use of thermal insulation for membrane structures and the use of a single layer membrane structure imbedded in the economical and ecological concept of a building.

Membrane doppio strato, isolamento termico delle strutture a membrana, influenza sui consumi energetici

La protezione dell'ambiente è oggi uno dei temi principali. Il summit di Kyoto del 1997 si è incentrato sulla riduzione delle emissioni di gas prodotti dalla combustione di carbone, olio e gas per riscaldamento per ridurre l'effetto serra. La riduzione dei consumi per il riscaldamento è un passo importante per

una miglior conservazione dell'ambiente. Le normali tecniche costruttive consentono di realizzare un efficace isolamento termico, mentre le strutture con membrane sono normalmente usate per coperture all'aperto.

Anche se l'isolamento è stato considerato fin dall'inizio della introduzione delle membrane, solo una piccola parte sono utilizzate per spazi chiusi permanenti che richiedono un isolamento. Forse per questa ragione architetti e progettisti hanno scarse conoscenze sull'argomento. Con l'esempio di due strutture già realizzate l'autore dimostra l'uso dell'isolamento termico per strutture a membrana e l'utilizzo di membrane monostrato per edifici economici ed ecologici.

◆
**Control of Energy Flows in
Multi-Layer Membrane
Structures**

**Bernd Baier - Universität Essen,
Germany**

The double layer membrane with fibre insulating material filling is most economical, although because of the

translucence lacking, in relation to other systems, higher annual energy expenditures for the artificial exposure must be taken into consideration.

In the comparison of the expenditure values of all described systems it is to be stated that the passive systems differ from the active systems by the fact that with them the solar energy gains can be included into a yearly energy balance also.

The time of the energy gains in the summer is however shifted in relation to the highest losses of energy in the winter.

This lecture has shown which effects are possible with the active control of energy flows in multi-layer translucent membrane systems.

From the comparison of the energy expenditure values it is clear that with certain cases (e.g. with swimming pools, sports sites and commercial systems) it is useful to apply the solar energy gains partly for the heating and for the industrial water preliminary heating. Thus show up together with the advantages, resulting from the

controlling of the sun exposure for natural lighting, clear alternatives to conventional structures of glass and metal.

**Controllo dei flussi
energetici in strutture a
membrana multistrato**

Fra i sistemi passivi la membrana a doppio strato e riempimento con materiale isolante è la più economica anche se si deve tener conto che la perdita di trasparenza comporta, rispetto ad altre soluzioni, un maggior consumo energetico per l'illuminazione.

Nel confronto dei valori di spesa di tutti i sistemi esaminati si deve dire che i sistemi passivi differiscono da quelli attivi per il fatto che con essi anche l'energia solare entra nel bilancio annuale dei consumi energetici. Comunque il guadagno che si ha in estate ha per contro le maggiori perdite che si hanno in inverno.

La relazione mostra quali effetti si possono ottenere con un controllo attivo dei flussi energetici in sistemi multistrato con membrane traslucide. ➤

OMS

► Dal confronto dei valori di spesa per l'energia risulta chiaro che in certi casi (ad esempio piscine, impianti sportivi e centri commerciali) è conveniente sfruttare l'energia solare per il riscaldamento e per il preriscaldamento dell'acqua industriale.

Questo mostra insieme ai vantaggi derivanti dal controllo dell'esposizione solare per l'illuminazione naturale che è una alternativa alle tradizionali strutture di metallo e vetro.

New PVC-free Coatings on Technical Textiles

Hans Jürgen Adler, Irene Jansen - Dresden University of Technology Institute of Macromolecular Chemistry and Textile Chemistry, Dresden, Germany
Hilmar Fuchs, Gisela Hardtke - Saxon Textile Research Institute, Chemnitz, Germany

Technical textiles were coated on a large scale with the goal of obtaining waterproof and strengthened textiles. Applications among other things are technical tarpaulins for buildings and vehicles as well as tents, conveyor belts and home textiles.

Despite the outstanding price-performance ratios of PVC-coatings on technical textiles there is increasing interest in alternatives which do not contain chlorine, because of their ecological acceptance. PVC is being discussed, because it is suspected, that the monomeric vinylchloride is carcinogenic and there are problems with the recycling process due to the chlorine. Hydrogen chloride is released and the building of dioxin is possible under unfavourable conditions. Chlorine-free coatings, for instance polyacrylates and polyurethanes, have already been successful applied in some special fields.

Nuovi rivestimenti senza PVC per i tessuti tecnici

I tessuti tecnici sono rivestiti su larga scala per ottenere tessuti impermeabili e più resistenti. Si realizzano così incerati per costruzioni e camion, tendoni, nastri trasportatori e tessuti per la casa.

Nonostante il buon rapporto prestazioni/costo del PVC c'è un crescente interesse, sotto l'aspetto ecologico, per prodotti alternativi che non contengano cloro.

Il PVC è in discussione perché si sospetta che il monomero sia cancerogeno e ci sono problemi nel riciclaggio sempre a causa del cloro: si libera acido cloridrico e, in certe condizioni, è possibile la formazione di diossina. Rivestimenti senza cloro, come poliaccrilati e poliure-

tani, sono già stati usati con successo in alcuni settori specifici.

Tensile Architecture in Turkey. A Regional Survey of the Growing Market

Bilge Isik, Oguz Cankan - Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, Department of Building Construction Technology, Istanbul, Turkey

It has been a long time since Frei Otto has involved suspended roof system into architecture with his work «Das Hangende Dach». From that time technology has gone a long way and many tensile structure buildings have been built. Today suspended systems are the most exciting structural designs in modern architecture.

Tensile architecture in its most primitive form, is seen in the tents of nomads, in Asia and North America. The early Turks in Middle Asia might be the first to use textile structures as architectural element. From that time, after the industrial revolution the technological development has opened the market to the international platform and this show the effects on the building market in Turkey.

In Turkey the use of suspended system has begun with the bridge, which was constructed in 1974 to connect the Asian and the European sides of Istanbul. Today membranes and cable nets are considered as alternative structural systems to cover large spans.

The object of the paper is to outline Turkey building market's condition, describe its development and its potential to become a major market in the region. The need of research, particularly for the development of new technologies suitable for the specific conditions in Turkey is emphasized, and a study along this line is described.

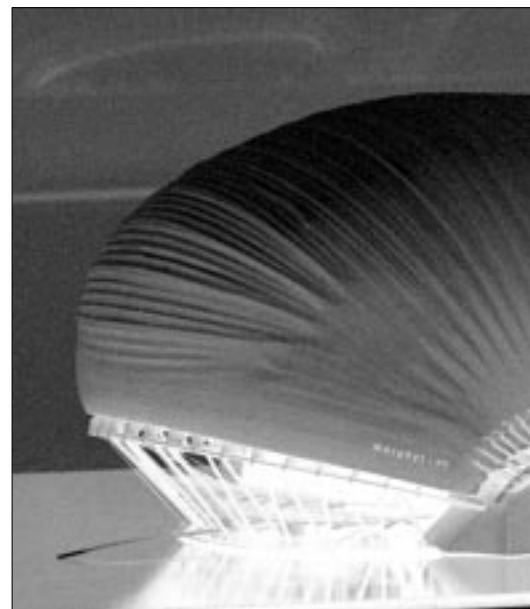
Tenso architettura in Turchia. Indagine su un mercato in crescita

È passato molto tempo da quando Frei Otto introdusse le coperture sospese in architettura con il lavoro «Das Hangende Dach». Da allora la tecnologia ha fatto molti progressi e si sono realizzate molte tensostrutture. I sistemi sospesi sono oggi la soluzione strutturale più eccitante per l'architettura.

La tenso-architettura nella sua forma più primitiva la ritroviamo nelle tende dei nomadi in Asia e Nordamerica. I Turchi in Asia centrale sono stati i primi ad usare le tensostrutture come ele-

menti architettonici. Da allora, dopo la rivoluzione industriale, lo sviluppo tecnologico ha aperto il mercato al mondo, con conseguenze sul mercato delle costruzioni in Turchia.

In Turchia l'impiego dei sistemi sospesi è iniziato nel 1974 con la costruzione del ponte che collega la parte asiatica ed europea di Istanbul. Ed oggi membrane e sistemi di cavi sono considerati una alternativa per coprire ampi spazi. La relazione sottolinea le condizioni del mercato turco nel settore delle costruzioni e descrive il suo sviluppo e il suo potenziale come maggior mercato della regione. Si sottolinea la necessità di una ricerca mirata a sviluppare nuove tecnologie adatte alle specifiche condizioni della Turchia e si descrive uno studio in questa direzione.



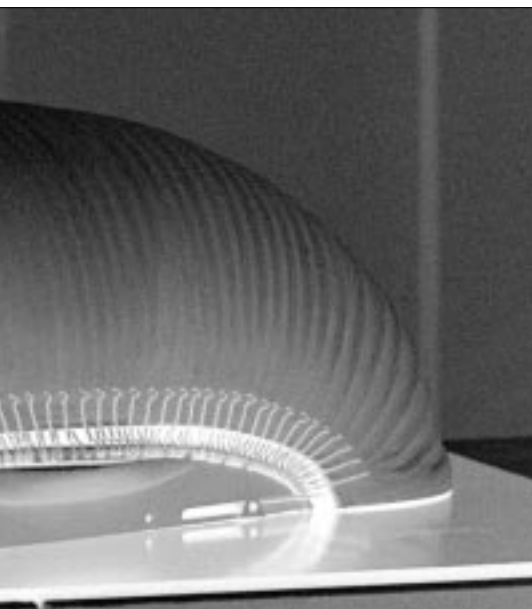
Characterisation and Modelling of Notch Toughness of Soft Composite Membranes. Applications to Tensile Structures.

C. Szostkiewicz, R.M. Courtade, P. Hamelin - Laboratoire Mécanique Matériaux, Université Claude Bernard Lyon 1, Villeurbanne, France.

Because they offer good mechanical characteristics for a lesser weight, textile composites are more widely used for tensile roof structures. Studies made in Japan by Toyoda & al. showed that the tearing strength decreases quickly after few years of external exposure. Indeed, works failure is often due to a brutal propagation of cracks which are initiated in

stress concentration areas (anchorage, bolt rope...). Existing regulations and standards do not plan this specific use of coated fabrics for roof structures, thus standardised toughness tests used by professionals do not really suit. It thus seemed necessary to develop tests specific to this use, as well as methods to determine parameters characteristic of tearing strength.

The authors analysed failure mechanisms and the influence of some geometrical parameters (length, directions of the notch). Extensions to the Linear Elastic Fracture Mechanics, especially allowed the determination of experimental values specific to crack propagation, such as toughness. Besides, they studied numerical solutions.



Modello per caratterizzare la resistenza all'incisione di membrane composite morbide. Applicazione in tensostrutture

Grazie alle buone caratteristiche meccaniche e al basso peso i compositi tessili sono molto utilizzati nelle tensostrutture per coperture. Studi fatti in Giappone da Toyoda e altri mostrano che la resistenza allo strappo diminuisce rapidamente dopo pochi anni di esposizione all'aperto. Il collasso è spesso dovuto alla propagazione di crepe che iniziano in aree di sforzi concentrati (ancoraggi, ecc.). I regolamenti e le standardizzazioni esistenti non prevedono questo specifico utilizzo nelle coperture e le normali prove di resistenza non

sono adatte. È sembrato allora necessario mettere a punto prove specifiche per questi impieghi e metodi per caratterizzare la resistenza allo strappo. Gli autori analizzano i meccanismi del cedimento e l'influenza di alcuni parametri geometrici (lunghezza, direzione della incisione). Estensioni della «meccanica della frattura lineare elastica» consentono la determinazione di valori sperimentali specifici per la propagazione della rottura, come la resistenza. Inoltre hanno studiato soluzioni numeriche.

Modelling Creep Behaviour of Tensile Membranes. Application to the Prediction of Durability

P. Mailler, G. Némoz - Institut Textile de France, Lyon, France

P. Hamelin - Université Lyon I, France

Amongst the many composite materials, soft composites containing a thermoplastic matrix with textile reinforcement are used in civil engineering and building construction in the form of tensile membranes. To justify permanent use of these structures, it is necessary to know their stiffness and failure behaviour, and to predict their long term behaviour under combined loading. So the authors developed experimental characterization techniques and theoretic models taking into account the specific properties of these materials and their long term behaviour. The material studied is a polyvinylchloride reinforced with high tenacity polyester plain weave fabric and is used for tensile or inflatable structures.

Modello del comportamento delle tensostrutture allo scorrimento. Applicazione alla previsione di durata

Fra i molti materiali compositi quelli morbidi costituiti da una matrice termoplastica con rinforzo tessile sono usati nell'industria delle costruzioni sotto forma di membrane. Per giustificare l'uso permanente di queste strutture è necessario conoscere la loro rigidità e resistenza nonché il comportamento nel lungo periodo per diverse condizioni di carico.

Così gli autori hanno messo a punto una tecnica di caratterizzazione sperimentale e modelli teorici che tengono conto delle specifiche caratteristiche di questi materiali e del loro comportamento nel lungo periodo. Il materiale studiato è PVC rinforzato con un tes-

suto in poliestere ad alta tenacità, usato per strutture gonfiabili e tensostrutture.

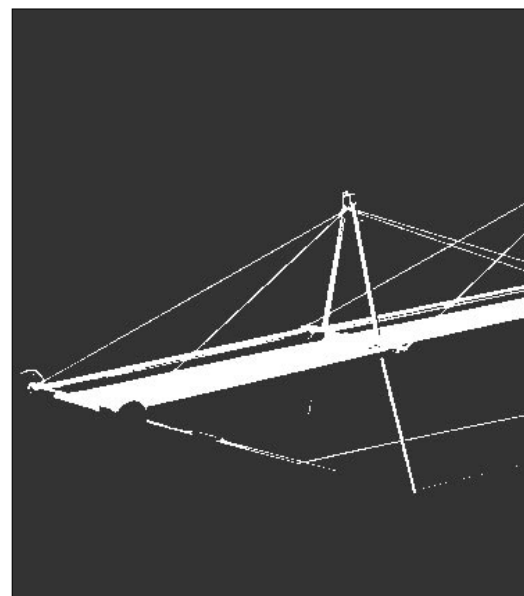
Form Finding and Cutting Pattern of Textile Membranes. New Theoretical Developments

Bernard Maurin, René Motro - Laboratoire de Mécanique et Génie Civil - Université Montpellier II, Montpellier, France

Fabric membranes' design is mainly related to shape-finding of the structure followed by the determination of its cutting strips. This paper describes an innovative form-finding process which ensures an interactive control of both the tension distribution and the generated geometries. The Surface Stress Density Method, based upon the use of isotropic stress tensors, allows the calculation of broad range of structures and appears as an extension of the existing Force Density Method, from cable nets to the case of surface elements. Cutting patterns is then realised by using the Stress Composition Method and leads to an optimal solution by taking into account the entire geometry of the strip, its stress characteristics and the mechanical behaviour of the fabric. Several illustrative examples point out the efficiency of the procedures and also their adaptation to the requirements of either architects or engineers.

Forma e distribuzione del taglio delle membrane tessili. Nuovi sviluppi teorici

La progettazione delle membrane tessili consiste principalmente nella ►



► ricerca della forma della struttura seguita dalla distribuzione del taglio.

L'articolo descrive un nuovo sistema che assicura un controllo interattivo sia della distribuzione degli sforzi che della forma assunta dalla struttura. Il metodo della «densità di sforzo superficiale» basato sui tensori di sforzo isotropo consente di calcolare molti tipi di strutture, da reti di cavi a superfici, e si può considerare una estensione del noto metodo della «densità degli sforzi». La distribuzione del taglio è ottenuta col metodo di «composizione degli sforzi» e conduce a soluzioni ottimali tenendo conto dell'intera geometria, della resistenza e del comportamento meccanico del tessuto. I molti esempi riportati evidenziano l'efficacia della procedura e anche la sua adattabilità alle esigenze di ingegneri e architetti.



Woven Three-dimensional Preforms to be Used in Construction

Alexander Büsgen - Shape 3 Innovative Textiltechnik, Germany

Since short time, the new weaving method Shape Weaving enables the production of three-dimensional shapes directly and without seams on a loom. The application of woven three-dimensional shapes is imaginable in the area of civil engineering.

A further development of the new weaving process leads to woven tubes with adjustable conical shapes. The applications are fibre reinforcements of load carrying supports. In the area of pipelines these fabrics can be used at locations of decreasing diameters for repairs and also to reinforce the structure.

Pre-forme in tessuto tridimensionale usate nelle costruzioni

Da poco è possibile realizzare tessuti con forme tridimensionali direttamente a telaio senza ricorrere a giunture. È immaginabile l'impiego di queste strutture nell'ingegneria civile. Od anche per realizzare tubi tessuti con una conicità variabile. Le applicazioni riguardano il rinforzo con fibre di supporti sottoposti a carichi. Nel settore delle tubazioni questi tessuti possono essere utilizzati per riparazioni in zone di riduzione del diametro e anche per rinforzare la struttura.

Chances of Textile Reinforced Concrete. An Overview

Manfred Curbach, Frank Jesse - Institut für Tragwerke und Baustoffe - Dresden University of Technology, Germany

Past experience with short fibre reinforced concrete revealed the necessity of having a comparatively high fibre volume fraction of the concrete part. This fact can be observed on earlier produced asbestos cement panels with a fibre volume fraction of approximately 15%. Current types of glass fibre reinforced concrete contain approximately 5% of fibre reinforcement. Such amounts can significantly be reduced by using continuous fibres or even textile structures. The main advantage is the possibility to arrange the fibres freely concerning position and orientation.

Textile reinforcement of concrete is a new and innovative technology. At recent time there have been some remarkable publications on this subject. Those papers have led to the impression that the improvements so far known by using textile structures in concrete might bring a change to the entire concrete technology.

The «Deutsche Beton-Verein E.V.» introduces a state-of-the-art report about the latest technologies for textile structures in concrete applications. The report is intended to give the general idea of textile reinforcement and the experiences gained, prepared for the use by all qualified specialists and interested engineers. However, before further research aiming at specific applications will be done, one purpose of the state-of-the-art report is to clearly determine which questions have to be answered. The report will be published soon in the Journal of «Deutscher Ausschluß für Stahlbeton».

This paper presents in a short manner the main topics of the above mentioned report.

Rassegna delle possibilità del calcestruzzo rinforzato con fibre tessili.

Le esperienze passate di rinforzo del calcestruzzo con fibre corte hanno evidenziato la necessità di avere un volume relativamente alto di fibre rispetto al cemento. Questo si può osservare nei primi pannelli di cemento-amianto che avevano una quantità di fibre pari al 15% in volume. Oggi il calcestruzzo con fibre di vetro contiene solo il 5% di rinforzo. Questa quantità può essere decisamente ridotta se si usano filamenti o anche strutture tessili. Il vantaggio principale consiste nella possibilità di orientare e posizionare liberamente le fibre.

Il rinforzo tessile del cemento è una tecnologia innovativa. In tempi recenti si sono avute importanti pubblicazioni al riguardo che hanno portato alla convinzione che i miglioramenti ottenibili con le strutture tessili possano cambiare tutta la tecnologia del calcestruzzo.

Il «Deutsche Beton-Verein E.V.» fa il punto sullo stato dell'arte delle più recenti tecnologie per le applicazioni di rinforzi tessili nel calcestruzzo. Lo scopo è quello di fornire idee generali sul rinforzo tessile e presentare l'esperienza raggiunta per essere utilizzata dagli specialisti qualificati e dagli ingegneri interessati. Comunque, prima di ulteriori ricerche tese a specifiche applicazioni, uno degli scopi del rapporto è quello di stabilire chiaramente le domande a cui è necessario dare una risposta. Il rapporto di cui l'articolo dà un riassunto, sarà pubblicato nella rivista «Deutscher Ausschluß für Stahlbeton».

Force-deformation Behaviour of Tensile-loaded Specimen Made of Textile Reinforced Concrete

M. Dugas, S. Weise, M. Curbach, R. Hempel, P. Offermann, G. Franzke - Dresden University of Technology, Dresden, Germany

Compared to short fibre reinforcement, the concept of continuous fibre reinforced concrete promises a number of significant advantages. Considering the technologies for processing of short fibres like mixing the fibres, injection or others, it seems, that continuous fibre will bring: savings of the rather expensive fibre material and control of material behaviour in a wide range.

Recently some products have been

introduced to the market which use alkali-resistant continuous fibres to increase the strength of the structural part. The technology consists of the following steps: the continuous fibres are unwound from spools and fed to a machine where they are embedded into the concrete matrix.

The suitability of textile structures used in concrete applications could be proven in several experiments, for instance by their use in thin plates and hollow beams. First experiences about the material behaviour are gained with those investigations.

An important step to lead such products to mass applications is the introduction of a design code. To achieve this aim, first attempts were published in adopting the theory of Aveston, Cooper and Kelly and an extension from Ohno and Hannant. For the practical use a material law has to be established in order to describe the behaviour of the component. A thesis research work was carried out to examine the influence of various parameters on uniaxial tensile tests. The study has been restricted to the following parameters:

- angle between load direction and diagonal oriented yams;
- number of reinforcement layers;
- area weight or distance between the yams, respectively;
- combination of several different layer structures.

For a comparison, tensile tests have been performed on specimens without any reinforcement, specimens reinforced with short fibres, specimens reinforced with different kinds of fibres.

Carico-deformazione di un provino di cemento con rinforzo tessile

Rispetto al rinforzo con fibre corte l'impiego di fibre continue nel cemento promette diversi significativi vantaggi. La tecnologia impiegata per le fibre corte prevede il mescolamento delle fibre, l'iniezione o altro, mentre con le fibre continue si avrà un risparmio del materiale fibroso (relativamente caro) e un più ampio controllo del comportamento del materiale. Di recente sono stati presentati alcuni prodotti che usano fibre continue resistenti agli alcali come rinforzo di elementi strutturali. La tecnologia consiste nei seguenti punti: le fibre continue sono svolte dalla rocca e alimentate ad una macchina che le annega nella matrice cementizia. La validità dell'impiego di strutture tessili in applicazioni del calcestruzzo può essere provata in molti esperimenti, come ad esempio l'uso in lastre sottili e travi cave. Questi studi hanno fornito le prime esperienze sul comportamento del materiale.

Un passo importante per passare ad applicazioni di massa è l'introduzione di un codice di progettazione. Per arrivarci sono stati fatti tentativi adottando la teoria di Aveston, Cooper e Kelly e un'estensione da Ohno e Hannant. Per l'impiego pratico del materiale si devono stabilire delle leggi per descrivere il comportamento dei componenti. Una tesi di ricerca ha esaminato l'influenza di vari parametri in prove con carico monoassiale. Lo studio è stato limitato ai seguenti parametri: angolo fra la direzione del carico e la direzione dei filati, numero degli strati di rinforzo, peso superficiale o distanza fra i filati, combinazione di strati di differenti strutture. Per il confronto le prove sono state condotte su provini senza rinforzo, rinforzati con fibre corte, rinforzati con differenti tipi di fibre. ➤

THERMOALFA

New Textile Grids for Prefabricated Panels in Fiber-Cement

Jean-Paul Ducol - MDB Texinov, Didier de la Tour, France

Type fiber-cement composite materials are commonly used in civil engineering in the form of slim plate or slim shells. Classic formulations use the cement asbestos that presents best properties compromises between mechanical performances-aptitude to forming-cost.

Hygiene and security problem limit considerably the use of such materials and it is imperative to research substitution solutions. The MDB Texinov company has committed, in collaboration with the Laboratoire Mécanique Matériaux an applied research aiming at characterizing plates implementing substitution reinforcements to the asbestos.

Nuovo rinforzo tessile per pannelli prefabbricati in cemento

Materiali compositi in fibra-cemento sono usati normalmente nell'ingegneria civile come pannelli e gusci sottili. Le formulazioni classiche usano cemento-amianto che ha il miglior compromesso fra prestazioni meccaniche, facilità di lavorazione e costo.

Problemi igienici e di sicurezza ambientale limitano notevolmente questi materiali ed è necessario trovare alternative. La MDB Texinov ha commissionato in collaborazione con il Laboratoire Mécanique Matériaux una ricerca applicata mirata a trovare sostituti dell'amianto.

Reinforcement of Existing Structures by Using Carbon Fibers (TFC® Process)

Jean Luyckx (Soficar), Roger Lacroix, Jean-Pierre Fuzier (Freyssinet), Bernard Martin (Porcher Industries), France

Since the invention of the Hermite process of welded steel plates for concrete reinforcement several countries among them Switzerland, Japan and Canada have substituted a composite material (a laminate or board composed of carbon fibres) for reasons of weight and ease of handling.

This lecture outlines the actions taken by a group of industrialists from varying backgrounds: chemists, public works departments and laboratories and shows the innovative techniques

which have been especially developed.

Rinforzo di strutture esistenti con fibre di carbonio (Processo TFC®)

Dall'invenzione del processo Hermite di lastre di acciaio saldate come rinforzo del cemento, molti paesi e fra questi Svizzera, Giappone e Canada hanno utilizzato pannelli composti di fibre di carbonio per ragioni di peso e di maneggevolezza. La relazione sottolinea le azioni intraprese da un gruppo di industriali di diversa estrazione (chimici, impiegati di dipartimenti pubblici e laboratori) e mostra le tecniche innovative che sono state specificamente sviluppate.

Impact Resistance Improvement of Infrastructures by Concrete-Composites Multimaterials

E. Jacquelin, E. Ferrier, A. Bennani, P. Hamelin - Laboratoire Mécanique Matériaux, Université Lyon I, Villeurbanne, France

Because of the increasing of road and sea traffic, the accidental pathologies created by impacts are more and more frequent. For example, trucks and boats impacts on bridge piles are on the increase. During the sixties the accident rate was 0.50 bridge each year and, from 1971 to 1982 it increases up to 1.5 per year. Moreover, the impacts on high ways bridges piles reach a range of 2 to 2.5 percent per year for 1,000 km.

The pathologies due to impacts on piles depend on the amplitude of the impact.

The degradations are a concrete explosion and a reinforcement damage. A second type of impact exists: impacts due to the heavy vehicles. The structural elements that are relatively vulnerable to this type of impact are the PRAD bridges (bridge with adhesive cables prestressed beams).

One solution to repair the damaged bridges is the sticking of metallic plates on the aprons. For bridges' piles, the structures' geometry does not allow to apply this method.

Moreover, the stuck plates do not

resist very well to the impacts. This work deals with the repair of constructions by composite materials: after a presentation of regulations, the authors present the principle of repair by composite fabrics retrofitting, the mechanisms of concrete failure and concrete damage under impact solicitations and, finally an experimental device (compressed air gun, high energy) that enables to evaluate the performance level of retrofitted concrete by composite fabrics.

Miglioramento della resistenza di infrastrutture con compositi cementizi

A causa dell'aumento del traffico su strada e sul mare gli i danni creati dagli urti accidentali sono sempre più frequenti. È ad esempio in aumento l'impatto di camion o navi sui piloni di pon-



ti. Negli anni 60 la frequenza era di 0.5 ponti all'anno e fra il 1971 e il 1982 è aumentata a 1.5. Inoltre gli impatti contro i ponti delle autostrade raggiungono il valore 2-2.5% all'anno per 1.000 km.

I danni provocati dipendono dalla forza dell'urto e consistono nella rottura del calcestruzzo e nel danneggiamento del rinforzo. Esiste anche un altro tipo di danneggiamento ed è quello provocato dai veicoli pesanti sulle platee. Gli elementi strutturali che sono più vulnerabili sono i ponti con travi pre-compresse. Un tipo di intervento consiste nell'inserimento di piastre metalliche nelle platee. Ma questo intervento non è possibile per i piloni. Inoltre le piastre inserite non resistono molto all'impatto.

L'articolo esamina la possibilità di riparazione delle costruzioni mediante materiali compositi. Gli autori presentano il sistema di intervento con tessu-

to composito, il meccanismo di collasso del calcestruzzo per effetto dell'impatto ed infine un'attrezzatura sperimentale (una pisola ad aria compressa ad alta pressione) che consente di valutare le prestazioni del cemento rinforzato col tessuto composito.

◆
Strengthening of Buildings and Infrastructures by Composite Plates Design and Control Methods

Hamid Nasser, Emmanuel Ferrier -
Laboratoire Mécanique Matériaux,
Université Lyon 1, Villeurbanne,
France

Patrick Dubourg - Sorreba Gie,
Gruges, France

The analysis of the pathological behaviour of structures can highlight the disorders and the particular behaviours that find their explanations in the constitutive materials degradation (steels corrosion, concrete physico-chemical ageing, alkali resistance, creeping, relaxation, cables and reinforcements fatigue...), that can also be explained by some conception errors (calculus errors, execution defaults) or by taking into account the accidental solicitations (impact, seismic).

Consequently, it is necessary to protect the structures, to repair them and sometimes to reinforce them. The standard reparation techniques require the fiber or non fiber concrete projection, the metallic flats bonding (Hermite process), the use of additional prestress techniques.

The composite materials (association of polyester organic matrix, epoxydes with textile fibers of carbon reinforcement, glass, aramid...) present very good specific properties (resistance, natural weight) and moulding and transformation easiness.

Rinforzo di edifici e infrastrutture con compositi. Metodi di progettazione e controllo

L'analisi del comportamento anomalo delle strutture evidenzia che la spiegazione sta nel degrado dei materiali costituenti il manufatto (corrosione dell'acciaio, invecchiamento chimico-fisico del cemento, attacco alcalino, scorrimento, rilassamento, affaticamento dei cavi e dei rinforzi) che può anche essere dovuto ad errori (di calcolo o nell'esecuzione) o anche a sollecitazioni accidentali (urti, terremoti).

Di conseguenza è necessario proteggere le strutture, ripararle e talvolta

rinforzarle. Le tecniche di riparazione standard richiedono il getto di cemento con o senza fibre, il collegamento con piastre metalliche (processo Hermite), l'uso di tecniche di precompressione agiuntiva. I compositi (a base poliestere o epossidica con fibre di carbonio, vetro, aramidiche, ecc.) hanno ottime proprietà specifiche (come la resistenza e la leggerezza), oltre alla facilità di impiego.

◆
Development and Application of FRP-Tendons for Structural Civil Engineering

M. Scheibe, A. Düsterhöft, E. Walczak -
Suspa Spannbeton Langenfeld,
Germany

As the international development shows, there are several fields of structural engineering application in which high-strength, unidirectional fiber reinforced plastics (FRP) not only gain in momentum but in which they already successfully compete with conventional high-strength prestressing steel. One of these fields relates to the use of ud-FRP tensile elements for post-tensioning tendons, ground and rock anchors, stay cables and structural ties for various purposes. In all these applications the high strength and excellent corrosion resistance of FRP can be utilized. But besides these assets the successful competition with high-strength prestressing steel tendons requires efficient anchorages. In view of the sensitivity of FRP against lateral pressure and surface injury, great efforts were undertaken by Suspa regarding research on and development of suitable anchorages. The principal avenues of R&D, the important test work, the quality assurance of tendons as well as successful applications will be presented.

Sviluppo e applicazione di tiranti plastici rinforzati con fibre nell'ingegneria civile

Come dimostrano le esperienze internazionali vi sono molti settori dell'ingegneria in cui elementi plastici unidirezionali rinforzati con fibre ad alta resistenza (FRP) guadagnano terreno ed anzi competono con successo con le tradizionali strutture precomprese con tiranti di acciaio.

Uno di questi casi è l'utilizzo per tensionare tiranti, ancoraggi e cavi di sostegno, ecc. In tutte queste applicazioni si sfrutta l'alta resistenza dei FRP, ma per competere con l'acciaio questi tiranti devono avere anche efficienti sistemi di

ancoraggio. Infatti i FRP sono sensibili alla pressione laterale e al danneggiamento superficiale e per questo Suspa ha investito molto nella ricerca per sviluppare adeguati sistemi di ancoraggio. L'articolo presenta i risultati di queste ricerche, le prove effettuate, le garanzie qualitative ottenute e applicazioni significative.

◆
Carbon Fibre Reinforced Plastic (CFRP) Reinforced

G. P. Terrasi, U. Meier - Swiss Federal
Laboratories for Materials Testing
and Research, EMPA, Dübendorf,
Switzerland

Solutions for replacing conventional and prestressing steel reinforcement were studied in a four year research program at EMPA Dübendorf, Switzerland.



The main goal of this study was to investigate the production and behaviour of Carbon Fibre Reinforced Plastic (CRP) reinforced and prestressed centrifugally cast high strength concrete poles. These poles are capable of competing with steel poles in terms of their mechanical qualities and weight, having in addition an outstanding corrosion resistance.

Possible applications would be classical poles for supporting electric lines (in the low, medium and high power range), traffic signals and lighting devices. Poles for supporting antenna structures, cellular phone systems and structures for power generating wind turbines would represent less conventional applications.

The novel design of the poles included the use of CFRP as shear reinforcement to replace conventional steel wire spirals. Prestressing steel was substituted by thin, high strength CFRP rods (diameter = 2-3 mm) produced by the pultrusion process. The surface of the CFRP rods was coated to increase the bond action between the high strength concrete and the rod.

Initial experiments were carried out to study the basic behaviour of the high strength spun concrete and of the CFRP shear and CFRP prestressing reinforcements. The short and long time static behaviour of novel CFRP reinforcing elements was then characterized by means of torsional, bending and compressive tests of reinforced and prestressed high strength spun

cerca durato quattro anni. Il primo obiettivo dello studio era di analizzare la produzione e il comportamento dei plastici rinforzati con fibre di carbonio in pali di cemento centrifugato e pre-compresso. Questi pali competono con quelli di acciaio per proprietà meccaniche e peso ed inoltre hanno una miglior resistenza alla corrosione. Possibili applicazioni sono i classici pali delle linee elettriche (per bassa, media e alta tensione) segnaletica del traffico e illuminazione. Fra le applicazioni meno convenzionali ci sono i sistemi di sostegno delle antenne, i sistemi di telefonia cellulare, le strutture per le turbine delle centrali eoliche.

Il nuovo progetto dei pali includeva l'uso delle fibre di carbonio come rinforzo al taglio in sostituzione della so-

dered. The analytical and some numerical models were subsequently compared and calibrated with the experimental test results. A design concept that considers the weight optimization of the sections through full prestressing of the poles for service loads was finally proposed.

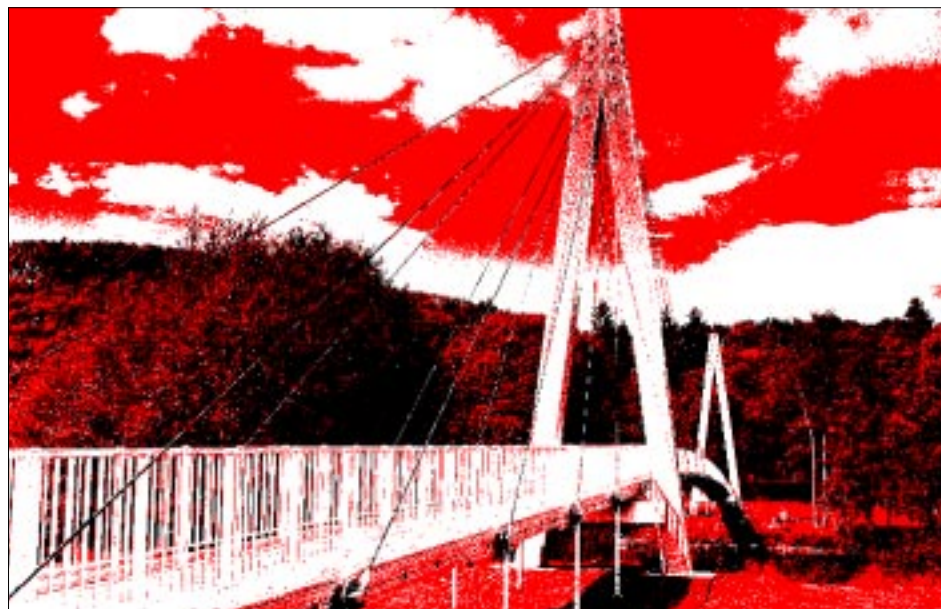
◆
Structural Composite Elements Design for Civil Engineering Applications. Tis3D and Compo.Mat Design Software for Textile Engineers

D. Bigaud, P. Hamlin - Université Claude Bernard, Lyon I, Laboratoire Mécanique Matériaux, Villeurbanne, France

This paper presents two aided-design software dedicated to the composite structures behaviour analysis. Based on the classical laminate plate theory, the first one allows to calculate elastic characteristics and to provide a critical stress estimation of thin structural components. The second one, specifying a three-dimensional geometrical description of reinforcements, provides the lower and upper bounds of stiffness properties. After a brief presentation of some industrial applications using composites as structural components, the authors demonstrate the interest of such programs.

Progettazione di elementi strutturali in composito per applicazioni nell'ingegneria civile. Software Tis3D e Compo.Mat per ingegneri tessili

L'articolo presenta due software per l'analisi del comportamento di compositi. Basati sulla teoria classica delle lamine piane: il primo consente di calcolare le caratteristiche elastiche e di stimare gli sforzi critici in componenti strutturali sottili; il secondo, specificando una descrizione geometrica tridimensionale dei rinforzi, fornisce le caratteristiche di rigidezza massima e minima ed anche. Dopo una breve presentazione di alcune applicazioni industriali usando i compositi come elementi strutturali, gli autori dimostrano l'interesse per questi programmi. ■



concrete pipe sections. In the analytical part of the study models for the static design of the pipe cross sections were formulated and the effect of environmental influences was considered. The analytical and some numerical models were subsequently compared and calibrated with the experimental test results. A design concept that considers the weight optimization of the sections through full prestressing of the poles for service loads was finally proposed.

Plastici rinforzati con fibre di carbonio (CFRP)

Alla EMPA di Dübendorf, Svizzera, si sono studiate le soluzioni per rimpiazzare i rinforzi di acciaio normali e precompressi in un programma di ri-

lita spirale di acciaio.

L'acciaio precompresso è stato sostituito da sottili barre di CFRP di 2-3 mm di diametro prodotti per poltrusione. La superficie del composito è rivestita per migliorare l'adesione col cemento. Si sono fatti esperimenti per studiare il comportamento del calcestruzzo ad alta resistenza e dei rinforzi precompressi di CFRP. Il comportamento statico, nel breve e lungo periodo, degli elementi di rinforzo in CFRP è stato caratterizzato mediante torsionali, bending and compressive tests of reinforced and prestressed high strength spun concrete pipe sections. In the analytical part of the study models for the static design of the pipe cross sections were formulated and the effect of environmental influences was consi-

Nel prossimo numero verranno pubblicati altri resoconti delle relazioni presentate Simposio Tectextil.