

Metodologia



1 Temporary concert hall, L'Aquila, 2009

L'unico progetto italiano dell'architetto Shigeru Ban è il Temporary concert hall dell'Aquila nel 2009. Per acquisire più informazioni possibili sul lavoro di Ban per realizzare questa testa di laura si è contattato dal Prof. Università dell'Aquila Aldo Benedetti, referente italiano di Ban. Oltre a descrivere l'esecuzione dei lavori il Prof. Benedetti ha evidenziato il nome della ditta produttrice dei tubi in cartone utilizzati. La Didor ha accettato quindi di partecipare alla sperimentazione spedendo gratuitamente presso il Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica dell'Università La Sapienza i paper tube che erano avanzati dal progetto di Ban.

2 I campioni



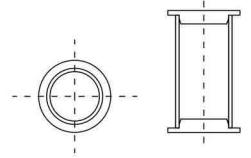
La prima spedizione ha compreso 9 tubi di diametro 25 cm e 35 cm e altezza 50 cm e 100 cm. In seguito è stata ordinata una seconda spedizione di 5 tubi questa volta realizzata nel 2015. Per regolarizzare il più possibile le deformazioni del materiale durante i testi sono state costruite due copie di tappi in mdf. I campioni sono stati rifilati a mano per rendere la superficie completamente aderente ai tappi. Per determinare la quantità di umidità presente nei campioni, sono stati stesi e lasciati in una stanza ad umidità controllata per due settimane ed in seguito pesati un'altra volta prima del test.

3 Gli strumenti del test a compressione



I test a compressione sono stati eseguiti con la disponibilità del Prof. Ing. Danilo Cappelletti e del Tecnico Specializzato Marco Bonaventura. Gli strumenti utilizzati sono stati: una cella di carico per poter misurare le variazioni più infinitesimali di forza/peso, un misuratore di deformazioni applicato direttamente alla pressa, una presa Galdabini, il software Catmach per l'analisi dei dati compresi di tempo-deformazioni-peso, una videocamera per le riprese statiche.

BASSO VECCHIO DIAMETRO 25

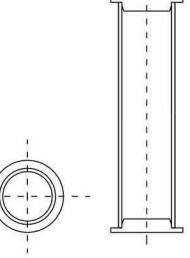


Specifiche dei campioni:

Il test a compressione sul campione N° 1-BV è stato effettuato per primo ed ha consentito di determinare le caratteristiche del materiale attraverso il diagramma forza-tempo. Inizialmente infatti non si è utilizzato il misuratore degli spostamenti.

Campione	Peso arrivo (Kg)	Peso dopo (Kg)	Altezza (cm)	Spessore (cm)
N°1-BV	4.08 Kg	8.42 Kg	50 cm	1.36 cm

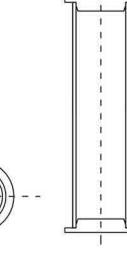
ALTO VECCHIO DIAMETRO 25



Specifiche dei campioni:

Campione	Peso arrivo (Kg)	Peso dopo (Kg)	Altezza (cm)	Spessore (cm)
N°1-AV	8.44 Kg	8.42 Kg	100 cm	1.36 cm
N°2-AV	8.38 Kg	8.36 Kg	100 cm	1.37 cm
N°3-AV	8.37 Kg	8.36 Kg	100 cm	1.36 cm

ALTO NUOVO DIAMETRO 25



Specifiche dei campioni:

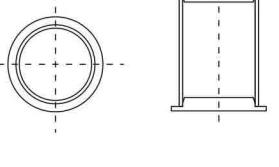
Campione	Peso arrivo (Kg)	Peso dopo (Kg)	Altezza (cm)	Spessore (cm)
N°1-AN	8.54 Kg	8.54 Kg	101 cm	1.35 cm
N°2-AN	8.47 Kg	8.47 Kg	101 cm	1.36 cm
N°3-AN	8.45 Kg	8.45 Kg	101 cm	1.37 cm

Riferimenti bibliografici: - R. Miyake, I. Luma, L. A. Gould, *Shigeru Ban Paper in Architecture*, Rizzoli International Publication, New York 2009 - M. McQuaid, *Shigeru Ban*, Phaidon Press, New York 2010

LA SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA FACOLTÀ DI ARCHITETTURA CORSO DI LAUREA QUINQUENNALE U.E. | RELATORE PROF. ARCH. NICOLA SANTOPUOLI CORRELATORE ARCH. FLAVIA FESTUCCIA | A.A. 2014/2015 | TESI DI LAUREA IN RESTAURO ARCHITETTONICO | EVOLVED WOOD. ERSOCH E BAN | LAUREANDO FRANCESCO MARIA AZZOPARDI

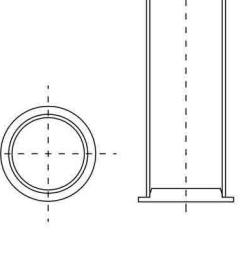
Tipologia Campione N°3

BASSO VECCHIO DIAMETRO 35



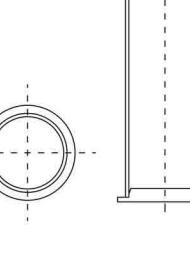
Tipologia Campione N°2

ALTO VECCHIO DIAMETRO 35



Tipologia Campione N°1

ALTO NUOVO DIAMETRO 35



Sperimentazione



4 Premesse:

Trattandosi di un materiale sperimentale, mai utilizzato in Italia, si è resa necessaria la sottoposizione del Paper Tube a test di resistenza per verificare i possibili impieghi nel campo delle strutture. Determinazione della resistenza a compressione. La prova di schiacciamento consiste nel posizionare il provino tra i piatti d'acciaio di una presa aumentando il carico. I test a spostamento controllato di pura forza assiale, eseguiti sui campioni, dimostrano il comportamento del Paper Tube a compressione.

5 Risultati dei test di laboratorio:



Si evidenzia una resistenza massima dei tubi di 2000 kg, oltre la quale si verifica la prima rottura. Tale rottura non è anticipata né da deformazioni, né da rumori, e questo è un indice chiaro della fragilità del materiale. La rottura avviene seguendo la tessitura diagonale delle fasce di cartone che sono composte in tubi: la deformazione di ciascuna fascia è inferiore (più spessa) oda quella superiore. Ma non è che la pressa continua a spingere, le varie fasce vengono sottoposte alla medesima e continua pressione, deformandosi una dopo l'altra in maniera ciclica, fino ad arrivare all'ultima fascia e quindi all'accartocciamento dell'intero tubo. Da questo momento si formano fessurazioni verticali in corrispondenza dei giunti inferiori delle fasce avvenire, quindi, una deformazione plastica (anelasticità).

6 Conclusioni:

RESISTENZA DEL MATERIALE IN FUNZIONE DELLO SPESORE:

In base alle prove di laboratorio si evidenzia un forte aumento di resistenza del materiali all'aumentare, anche minimo, dello spessore del campione sottoposto a compressione.

CONFRONTO TRA I CAMPIONI DEL 2009 E QUELLI DEL 2014:

L'umidità presente nei campioni più vecchi determina una diminuzione percentuale media del 20% sulla resistenza a compressione del materiale.

PROVE DI LABORATORIO CONDOTTI DALLA SHIGERU BAN:

Gli esperimenti condotti dall'architetto sul Paper Tube utilizzati per i suoi progetti ci forniscono ulteriori informazioni sul comportamento del materiale:

- la resistenza a trazione è 1,6 di quella a compressione;
- le prove a lungo termine dimostrano che il tubo, sottoposto a compressione alla sua resistenza massima, dopo un anno perde solo il 5% della prestazione.

Riferimenti bibliografici: - R. Miyake, I. Luma, L. A. Gould, *Shigeru Ban Paper in Architecture*, Rizzoli International Publication, New York 2009 - M. McQuaid, *Shigeru Ban*, Phaidon Press, New York 2010

LA SAPIENZA UNIVERSITÀ DI ROMA FACOLTÀ DI ARCHITETTURA CORSO DI LAUREA QUINQUENNALE U.E. | RELATORE PROF. ARCH. NICOLA SANTOPUOLI CORRELATORE ARCH. FLAVIA FESTUCCIA | A.A. 2014/2015 | TESI DI LAUREA IN RESTAURO ARCHITETTONICO | EVOLVED WOOD. ERSOCH E BAN | LAUREANDO FRANCESCO MARIA AZZOPARDI

Tipologia Campione N°3

Specifiche dei campioni:

Campione Area (cmq) Forza Peso (KgF) o max (kg/cmq)

N°4-BV 74.3 3702 50.1

N°5-BV 73.8 386 51.7

Tipologia Campione N°2

Specifiche dei campioni:

Campione Area (cmq) Forza Peso (KgF) o max (kg/cmq)

N°1-AV 74.9 2598 34.6

N°2-AV 75.2 2847 37.8

Tipologia Campione N°1

Specifiche dei campioni:

Campione Area (cmq) Forza Peso (KgF) o max (kg/cmq)

N°1-AN 74.9 3321 44.2

N°2-AN 75.2 3624 48.3

RESISTENZA DEL MATERIALE IN FUNZIONE DELLO SPESORE:

In base alle prove di laboratorio si evidenzia un forte aumento di resistenza del materiali all'aumentare, anche minimo, dello spessore del campione sottoposto a compressione.

CONFRONTO TRA I CAMPIONI DEL 2009 E QUELLI DEL 2014:

L'umidità presente nei campioni più vecchi determina una diminuzione percentuale media del 20% sulla resistenza a compressione del materiale.

PROVE DI LABORATORIO CONDOTTI DALLA SHIGERU BAN:

Gli esperimenti condotti dall'architetto sul Paper Tube utilizzati per i suoi progetti ci forniscono ulteriori informazioni sul comportamento del materiale:

- la resistenza a trazione è 1,6 di quella a compressione;
- le prove a lungo termine dimostrano che il tubo, sottoposto a compressione alla sua resistenza massima, dopo un anno perde solo il 5% della prestazione.