

11402 FUKTVARIATIONERS PÅVERKAN PÅ FÖRBAND I TRÄKONSTRUKTIONER

11402 → Lic

11879 Lic → Dr. / PR

Bakgrund

Detta projekt initierades i samband med att två större takkonstruktioner av limträ rasade i norden under 2003, se Figur 1. I båda fallen så var det förband i takkonstruktionen som initierade rasen. I Sverige har vi varit förskonade från liknande ras av limträkonstruktioner, men incidenter har inträffat med mindre ras, större sprickbildningar och stora deformationer i konstruktionsdelar. Detta projekt initierades under tankarna att det kan finnas flera avancerade träkonstruktioner i Sverige som kan vara underdimensionerade i vissa kritiska områden såsom anslutande förband som skall överbrygga krafter i en riktning till flera andra.

Orsakerna till ras och andra incidenter har varit varierande. I vissa fall har konstaterats fel i konstruktionsberäkningarna som varit så graverande att ras eller deformationer varit en naturlig följd av respektive konstruktionshandling. I andra fall har konstaterats att oegentligheter i normer varit orsak till brott. Även stor fuktpåverkan har konstaterats vara en inverkan faktor. Vinkeländringar och deformationer i knutpunkter och limförband har också konstaterats orsaka problemen.

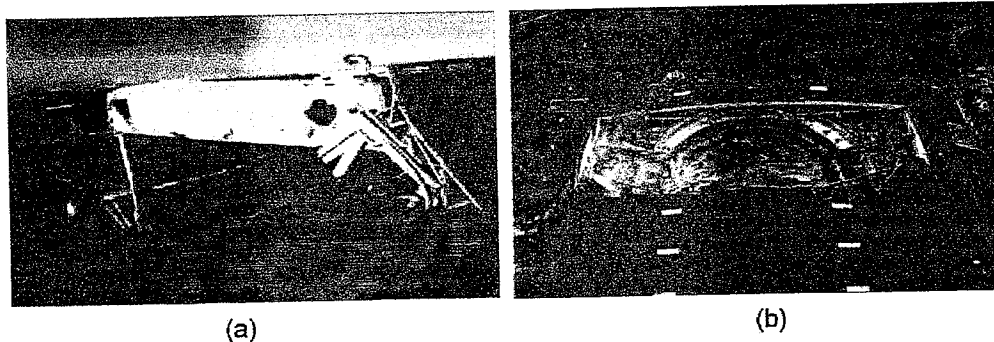
Förband är en kritisk detalj i limträkonstruktioner. Forskningsresultat finns i stor omfattning att tillgå för olika förbandstyper, men dessa resultat är ofta fokuserade på förband med endast ett fåtal förbindare. För större limträkonstruktioner så fodras ofta flertalet förbindare lokaliserade i flera kolumner och rader enligt Figur 2. Detta komplicerar förbandet och leder till flera negativa egenskaper i form av exempelvis ökad sprickbenägenhet i förbandsområdet vid både belastning (Figur 3) samt vid fuktvariationer (Figur 4). Om lastkapaciteten för sådana förband påverkas av just fuktvariationer var en parameter som diskuterades i projektets startpunkt vilket föranledde projektets inriktning.

Handläggare

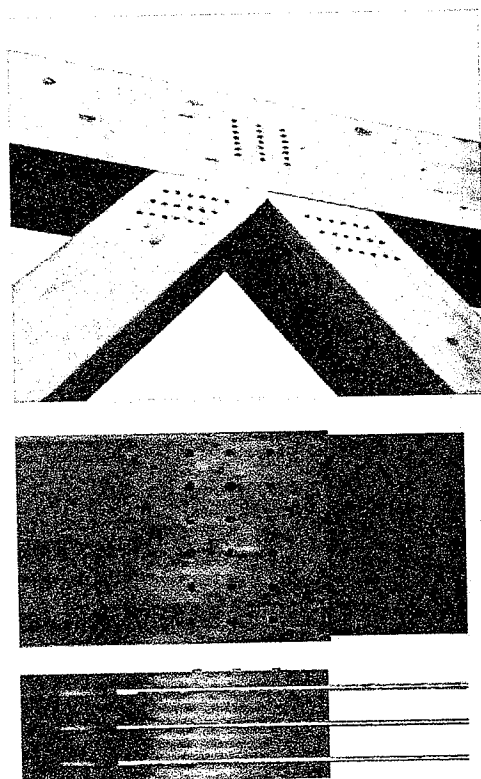
Johan Sjödin

Datum

2008-05-06



Figur 1 (a) Utställningshallen i Jyväskylä, Finland och (b) cykelvelodromen i Ballerup, Danmark



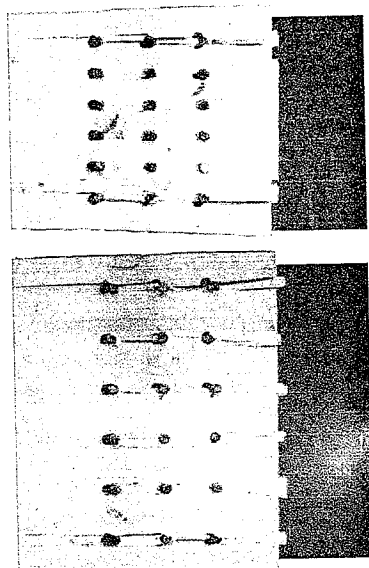
Figur 2 Större dymlingsförband

Handläggare

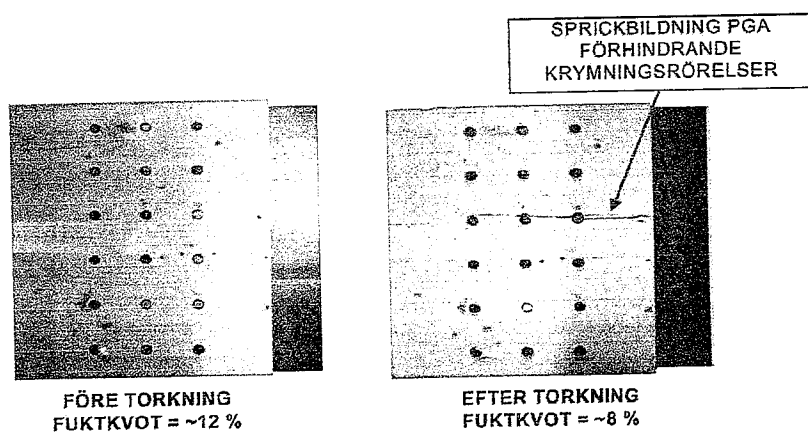
Johan Sjödin

Datum

2008-05-06



Figur 3 Brottuppträdandet för två olika dymlingsförband



Figur 4 Visuella effekter av förhindrande fuktrörelser för dymlingsförband med inslitsad plåt

Syfte

Det övergripande syftet med projektet har varit att öka förståelsen för större förband i limträkonstruktioner. Det specifika förbandet som studerat benämns dymlingsförband. I Figur 2 visas exempel på sådana förband. Det direkta syftet med projekt fram till färdig licentiatavhandling var att undersöka om ändringar i en träkonstruktions fuktinnehåll kan påverka ett dymlingsförbands lastkapacitet negativt. Det direkta syftet med projekt ifrån färdig licentiatavhandling till färdig doktorsavhandling har varit att dels fortsätta det ingående fuktspåret med experimentell och teoretiska studier, men också att utveckla en numerisk modell för beräkning av lastkapaciteten för dymlingsförband.

Genomförande

Med stöd från SBUF och av träprogrammet (WDAT- Wood Design and Technology) vid Växjö Universitet har arbetet utförts av Johan Sjödin som jobbar som konstruktör/industridoktorand på Skanska Teknik i Växjö och är inskriven som doktorand vid institutionen för Teknik och Design, Växjö universitet.

Under de ca tre första åren, dvs. fram till färdig licentiatavhandling, utfördes både experimentellt samt numeriskt arbete för förband. De experimentella studierna var uppdelade i två faser. I fas 1 exponerades förbanden för olika fuktvariationer med eller utan ståldymlingar inslagna i förbandet. Under denna fas mättes fuktrörelserna och fuktorsakade sprickbildningar registrerades. I fas 2 belastades provkropparna till brott där lastkapaciteten, för de förband som initialt varit exponerade av fuktvariationer, jämfördes med referensförband.

Under de ca två sista åren, dvs. tiden mellan färdig licentiatavhandling och färdig doktorsavhandling, har verifierande experimentella försök gjorts för att kunna ge en förklaring till vissa resultat i licentiatavhandling. En mindre experimentell och numerisk studie har även gjorts för att undersöka om lastkapacitet för upp- och nervända sadelbalkar också påverkas av liknade fuktförhållanden som kunde ses för förbanden. Störst fokus har dock legat på att ta fram en numerisk modell för beräkning av lastkapaciteten för dymlingsförband.

Resultat

Resultaten från de studier som har gjorts angående fuktpåverkan på förband påvisade att lastkapaciteten för dymlingsförband påverkas negativt av uttorkning (20-25% lastreduktionen uppmättes för de största förbanden). Förklaringen till dessa resultat, vilket baseras på experimentellt och numeriskt arbete, är att fuktinducerade spänningar förekom i förbandsområdet vid belastningstillfället på grund av den föregående uttorkningen.

En mindre studie har även gjorts för att undersöka om lastkapacitet för upp- och nervända sadelbalkar också påverkas av uttorkning. Resultaten ifrån denna studie påvisade liknande lastreduktion på grund av uttorkning, som konstaterats för förbanden.

Det som är intressant är att de klimat (från 20°C/65% RF till cirka 20°C/20-30% RF) som har använts i de olika studierna motsvarar den naturliga variationen i vanligt inomhusklimat, dvs. motsvarande klimatklass 1 enligt EC5 (Eurocode 5 2004) eller klimatklass 0 (eller 1) enligt BKR (Boverkets konstruktions regler 2003). Dessa konstruktionsregler tar endast hänsyn till lastvaraktighet och fuktinnehåll i en konstruktion, dvs. inte till den påvisade reduktionen av lastkapaciteten, när en byggnadsdel utsätts för uttorkning i ett torrt klimat. Baserat på resultaten som framkommit i denna avhandling, för vilka det även finns stöd för i litteraturen, finns det anledning till fortsatt forskning inom detta område. I avhandlingen föreslås att effekter enligt ovan bakas in i k_{mod} faktorn (reduktionsfaktor för lastvaraktighet och fuktinnehåll) som finns i EC5. Ett annat alternativ kan vara att betrakta fuktinducerad spänning som ett yttre lastfall.

Två numeriska metoder med syftet att beräkna lastkapaciteten för större förband har utvecklats samt testats. Med den första metoden, vilken är baserad på linjärelastisk brottmekanik, överensstämde de beräknade kapaciteterna bra med de experimentella resultaten. Även den andra metoden, där lastkapaciteten för *endymlings* förband (enligt EC5) användes som ett brottkriterium i de numeriska beräkningarna, överensstämde de beräknade kapaciteterna bra med kapaciteter beräknande enligt traditionella dimensioneringsregler i EC5. Det finns flera fördelar med att införa numeriska metoder vid dimensionering av förband. En fördel är att komplicerade lastsituationer lätt kan beaktas. En annan fördel är att man kan utforma förbandet relativt fritt, med till exempel oregelbundet placerade dymlingar. Med hjälp av de traditionella beräkningsregler som används idag är detta svårt.

Slutsatser

De viktigaste slutsatserna i detta projekt är:

- Korttidskapaciteten för stora dymlingsförband belastade parallellt fiberiktningen kan påverkas negativt av ett initialt uttorkningsförlopp.
- Ett initialt uttorkningsförlopp kan öka sprödheten för stora dymlingsförband.
- Korttidskapaciteten för upp- och ned vända sadelbalkar av limträ kan påverkas negativt av ett initialt uttorkningsförlopp
- Fuktinducerade spänningar initierat av den tidigare uttorkningen av provkropparna är förklaringen till lastreduktionerna. Denna förklaring bygger på experimentellt och numeriskt arbete samt resultat i litteraturen.
- De två numeriska metoder som har utvecklats med syftet att beräkna lastkapaciteten för större förband verkar lovande. För en konstruktör skulle dessa metoder kunna var ett värdefullt komplement vid dimensionering av komplicerade knutpunkter.

Övriga slutsatser:

- De experimentella resultaten verifierar att större förband är sprickbenägna och spröda.
- Kontakt-fri mättekniker är ett värdefullt komplement vid experimentella försök.
- Ökande friktion mellan dymling och trä ökar lastkapaciteten för förband.
- Ökande friktion mellan dymling och trä minskar spridningen på resultaten.
- Upp- och ned vända sadelbalkar är känsliga mot defekter i form av kvistar i den sågade delen.

Ytterligare information

Kontaktpersoner:

Handläggare

Johan Sjödin

Datum

2008-05-06

Johan Sjödin, Skanska Teknik, tel 0470-99241, e-post: johan.sjodin@skanska.se.

Litteratur:

- *Steel-to-timber dowel joints – Influence of moisture induced stresses*, (Växjö University, School of Technology and Design, Licentiat avhandling, Reports no. 31/2006, av Johan Sjödin, ISBN 91-7636-515-8) kan beställas från Växjö Universitet, www.vxu.se
- *Strength and Moisture Aspects of Steel Timber Dowel Joints in Glulam Structures: An Experimental and Numerical Study*, (Växjö University, School of Technology and Design, Doktorsavhandling, Acta Wexionensia No 138/2008, av Johan Sjödin, ISBN 978-91-7636-596-0) kan beställas från Växjö Universitet, www.vxu.se

Artiklar som ingår i doktorsavhandlingen:

- Paper I** **Influence of moisture-induced stresses in steel-to-timber dowel joints** Johan Sjödin, Carl-Johan Johansson and Hans Petersson
Presented at the World Conference on Timber Engineering, June 14-17, Lahti, Finland, 2004.
- Paper II** **Influence of initial moisture induced stresses in multiple steel-to-timber dowel joints**
Johan Sjödin and Carl-Johan Johansson
Holz als Roh- und Werkstoff, Vol 65, pp 71-77, 2007.
- Paper III** **A numerical study of the effects of stresses induced by moisture gradients in steel-timber dowel joints**
Johan Sjödin and Erik Serrano
Holzforschung, Vol 60, pp 694-697, 2006.
- Paper IV** **An experimental study of the effects of moisture variations and gradients in the joint area in steel-timber dowel joints**
Johan Sjödin and Erik Serrano
Holzforschung, Vol. 62, pp. 243-247, 2008
- Paper V** **An experimental and numerical study of the effects of moisture variations and gradients in double-tapered glulam beams**
Johan Sjödin and Erik Serrano
Submitted to Holzforschung, February 2008.
- Paper VI** **Contact-free measurements and numerical analyses of the strain distribution in the joint area of steel-to-timber dowel joints**
Johan Sjödin, Erik Serrano and Bertil Enquist
Holz als Roh- und Werkstoff, Vol 64, pp 497-506, 2006.

- Paper VII** **An experimental and numerical study of the effect of friction in single dowel joints**
Johan Sjödin, Erik Serrano and Bertil Enquist
Submitted to Holz als Roh- und Werkstoff, February 2008.
- Paper VIII** **A numerical study of methods to predict the capacity of multiple steel-timber dowel joints**
Johan Sjödin and Erik Serrano
Submitted to Holz als Roh- und Werkstoff, February 2008.

Internet:

www.vxu.se/td/