

Gelijmde stalen plaatverbindingen in hout-beton composiet structuren

Gielis Stijn

Master IW bouwkunde

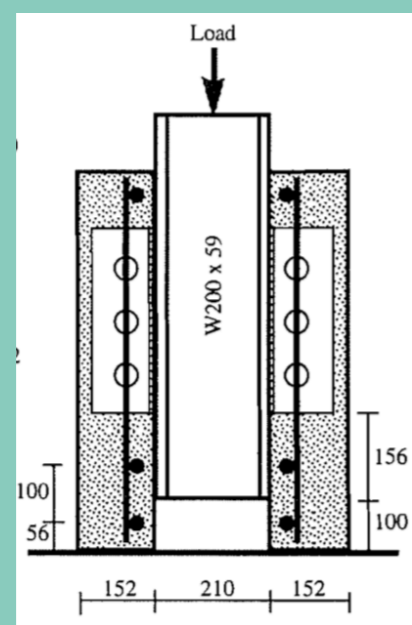
Hendrikk Mathias

Master IW bouwkunde

Introductie Hout-betonverbindingen ter vervanging van hout- of betonstructuren bieden het voordeel dat overspanningen kunnen vergroten ten gevolge van hoge afschuifweerstand bij geschikte verbindingmiddelen. Opdat interactie tussen materialen ontstaan, dienen verbindingmiddelen aanwezig te zijn die voldoende sterk en stijf zijn met alsnog een ductiel gedrag. Een ductiele verbinding heeft als voordeel dat schuifspanningen zich steeds herverdelen over de verbindingmiddelen waardoor een uniforme tussenafstand tussen deze verbindingen mogelijk is. Tevens is ductiel gedrag bij falen een nodige voorwaarde binnen het structureel ontwerp opdat een systeem niet bros faalt.

Doelstelling

In deze thesis wordt *perforobond* toegepast binnen hout-betonverbindingen. Perforobond is gedefinieerd als zijnde een stalen plaat voorzien van uitsparingen in de betonzijde en al dan niet geperforeerd in de houtzijde. Dit soort verbinding komt voor in staal-betonverbindingen waar een gebrek aan ductiliteit heerst. De kennis van het gedrag van perforobond in beton is reeds gekend. Het doel van deze thesis is het gedrag van hout te bestuderen opdat dit gelinkt kan worden aan gestelde hypothesen.

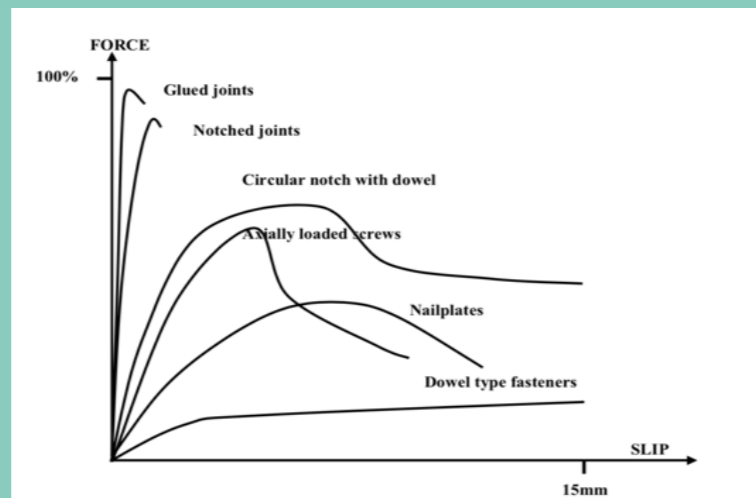


Figuur 1: Perforobond in staal-beton [1, p. 615]



Figuur 2: Perforobond in hout-beton [2, p. 218]

Omdat interactie tussen hout en beton een nodige voorwaarde van dit systeem is wordt een lijmverbinding tussen hout en de perforobond voorzien. Gelijmde connectoren vormen de meeste sterke en stijve verbindingen.

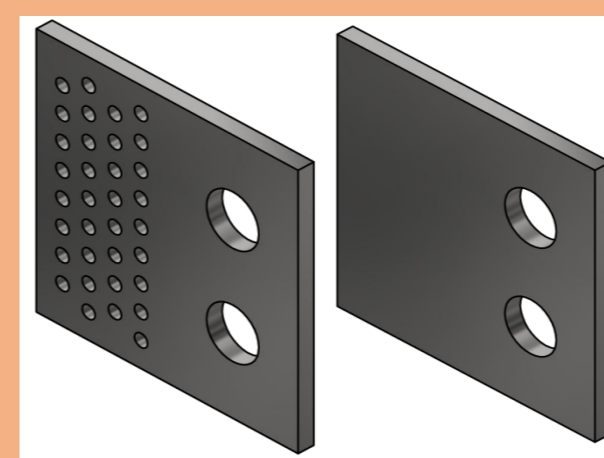


Figuur 3: Kracht-verplaatsingsdiagram per verbindingmiddel [3, p. 16]

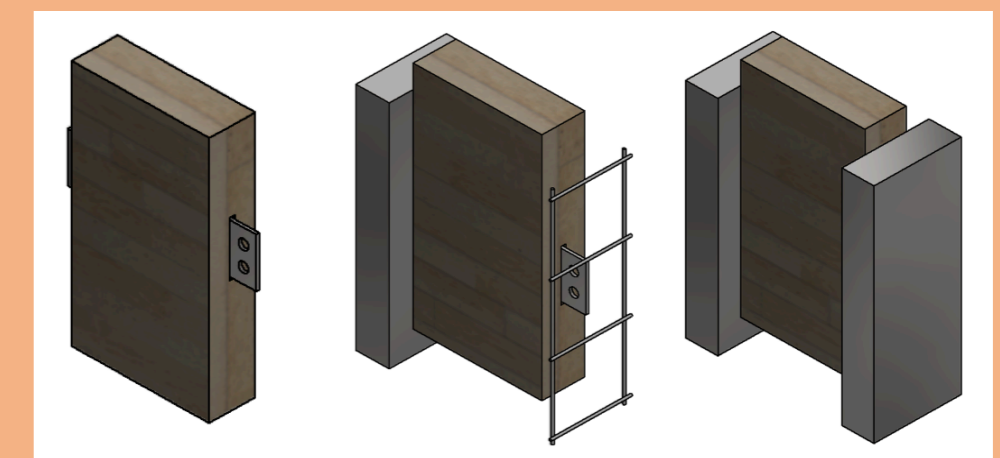
Materialen en methode

Tabel 1: Overzicht van de experimentele opstelling

ID	Type	Beton		Wapening	Hout		Lijm	Perforobond		Proefstukken	
		Sterkeklasse	D x B x H (mm)		Type	D x B x H (mm)		Staalklasse	D x B x H (mm)		Gaten betonzijde
P-6-50-N-NWC*	NWC	60/75	70 x 190 x 500	As,min	GL24h	90 x 270 x 500	Sika Anchorfix 3030	S355	E x 100 x 100	ø20	-
P-6-50-Y-NWC											ø5
P-6-50-N-NWC-20	LWC	20/25	70 x 190 x 500	As,min	GL24h	90 x 270 x 500	Sika Anchorfix 3030	S355	E x 100 x 100	ø20	-
P-6-50-N-LWC											-
P-6-50-Y-LWC											ø5



Figuur 4: Perforobond met (links) en zonder (rechts) perforaties in de houtzijde



Figuur 5: Schematische opbouw van de proefstukken

Alle proefstukken worden onderworpen aan dubbelzijdige push-out testen. Aan de hand van LVDT's worden relatieve verplaatsingen gemeten om het gedrag van hout te bestuderen. Door deze te vergelijken met gestelde hypothesen worden eventuele analogieën aangetoond.

* P – perforobond, 6 mm dikte, 50 mm diepte van perforobond in het hout, N – geen perforaties in hout, Y – wel perforaties in hout, NWC – normaal beton, LWC – lichtgewicht beton

Validatie

Tabel 2: Vergelijking van experimentele testwaarden met gestelde hypothesen

ID	Experimentele faalkracht [kN]	Theoretische faalkracht [kN]	Experimenteel faalmechanisme	Theoretisch faalmechanisme	Procentuele afwijking
P-C	153,4	140,1	Longitudinale scheur beton	Longitudinale scheur beton	8,67
M-NC-180	170,2	169,6	Afschuiven hout	Afschuiven hout	0,35
M-NC-300	240,3	240,6	Afschuiven hout	Afschuiven hout	0,12
M-C-1	81,2	109,7	Afschuiven connector	Afschuiven connector	35,10
P-NC	64,6	38,8	Lokaal falen beton	Lokaal falen beton	39,94
M-C-2	111,6	98,4	Afschuiven connector	Afschuiven connector	11,83

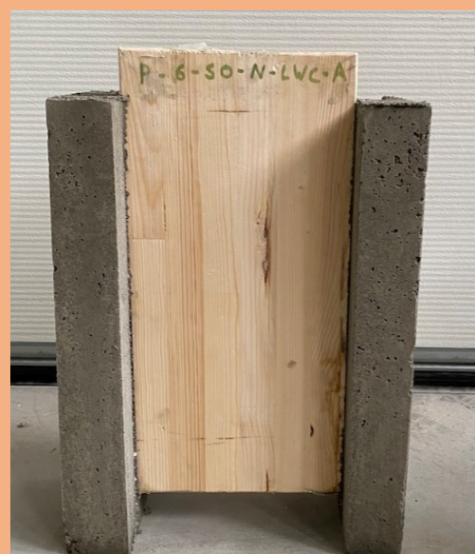
Uitgaande van bestaande testresultaten worden volgende zaken vastgesteld:

- Voorspelde manieren van falen komen overeen met de hypothesen;
- Theoretisch berekende faalkrachten komen dicht bij de experimentele faalkrachten van configuraties PC, M-NC-180 en M-NC-300;
- Vergelijken van faalkrachten voor continu doorlopende perforobond toont een onacceptabele afwijking, namelijk voor M-C-1, P-NC en M-C-2.

Extrapolatie

Tabel 3: Voorspeld faalmechanisme en belastingen op basis van gestelde hypothesen

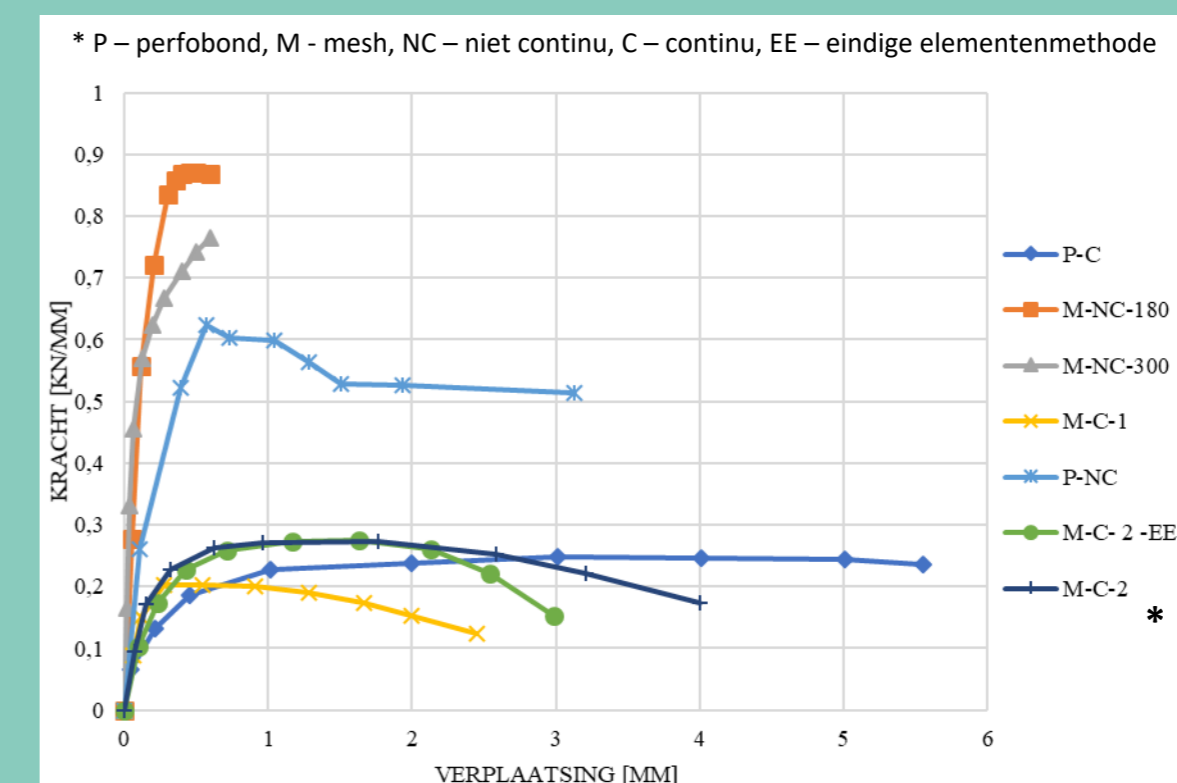
Materiaal	Faalmechanisme	P-6-50-NWC	P-6-50-LWC	P-6-50-N-NWC-20
Beton	Lokaal falen van beton (1)	450,8 kN	143,6 kN	161,5 kN
	Longitudinaal falen van beton (2)	346,3 kN	187,6 kN	200,0 kN
Staal	Falen van de perforobond (4)	381,1 kN	381,1 kN	381,1 kN
Hout	Bijdrage formule (5)	70,0 kN	70,0 kN	70,0 kN
	Bijdrage formule (6)	17,8 kN	17,8 kN	17,8 kN
	Falen t.g.v. afschuiving i.c.m. stuk rechtstreeks op het contactoppervlak (5) + (6)	87,8 kN	87,8 kN	87,8 kN
	Bijdrage formule (5)	70,0 kN	70,0 kN	70,0 kN
	Bijdrage formule (10)	313,4 kN	313,4 kN	313,4 kN
	Falen t.g.v. afschuiving i.c.m. druk op het geprojecteerde oppervlak (5) + (10)	383,4 kN	383,4 kN	383,4 kN



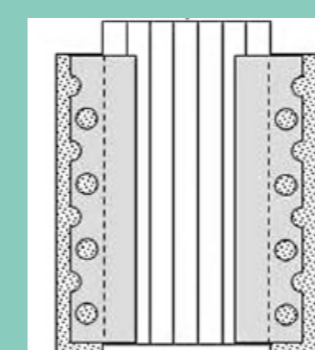
Figuur 11: Proefstuk

Validatie en extrapolatie

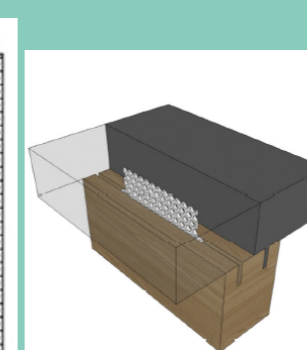
Ten gevolge van COVID-19 zijn testen in het laboratorium niet uitgevoerd en is er gebruik gemaakt van een alternatieve manier om testresultaten van proefstukken te verkrijgen. Door middel van normaliseren van bestaande testresultaten is er een vergelijking gemaakt met de aangenomen hypothesen en zijn deze vervolgens toegepast op de proefstukken van deze thesis.



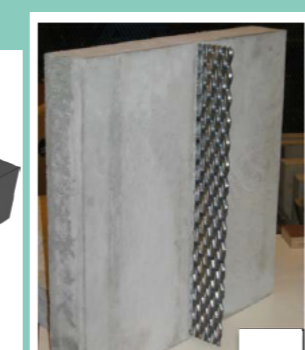
Figuur 6: Gestandaardiseerde kracht-verplaatsingsdiagrammen van gelijkaardige proefopstellingen



Figuur 7: P-C [4, p. 218]



Figuur 8: M-NC-180/300 [5, p. 3]



Figuur 9: M-C-1 en P-NC [6, p. 1540]



Figuur 10: M-C-2 [7, p. 1406]

Analyse testresultaten

Promotoren / Copromotoren:

Prof. dr. ir. Jose GOUVEIA HENRIQUES
Elif Tuba APPAVURAVTHER SUMICHRAS

[1] E. Oguejofor en M. Hosain, „A parametric study of perforobond rib shear connectors,” 1993.
[2] J. L. Miotto en A. A. Dias, „Evaluation of perforated steel plates as connection in glulam-concrete composite structures,” *Construction and Building Materials*, nr. 28, pp. 216-223, 2012.
[3] A. M. P. G. Dias, „Mechanical behaviour of timber-concrete joints,” 2005.
[4] J. L. Miotto en A. A. Dias, „Evaluation of perforated steel plates as connection in glulam-concrete composite structures,” *Construction and Building Materials*, nr. 28, pp. 216-223, 2012.
[5] C. A. Weaver, „Behaviour of FRP-reinforced Glulam-Concrete Composite Bridge Girders,” University of Maine, Maine, 2002.
[6] E. Lukaszewska, H. Johnson en M. Fragiaco, „Performance of connections for prefabricated timber-concrete composite floors,” *Materials and Structures*, nr. 41, pp. 1533-1550, 2008.
[7] P. Clouston, A. Bathon, Leander en A. Schreyer, „Shear and Bending Performance of a Novel Wood-Concrete Composite System,” *Journal of Structural Engineering*, nr. 131, pp. 1404-1412, 2005.