

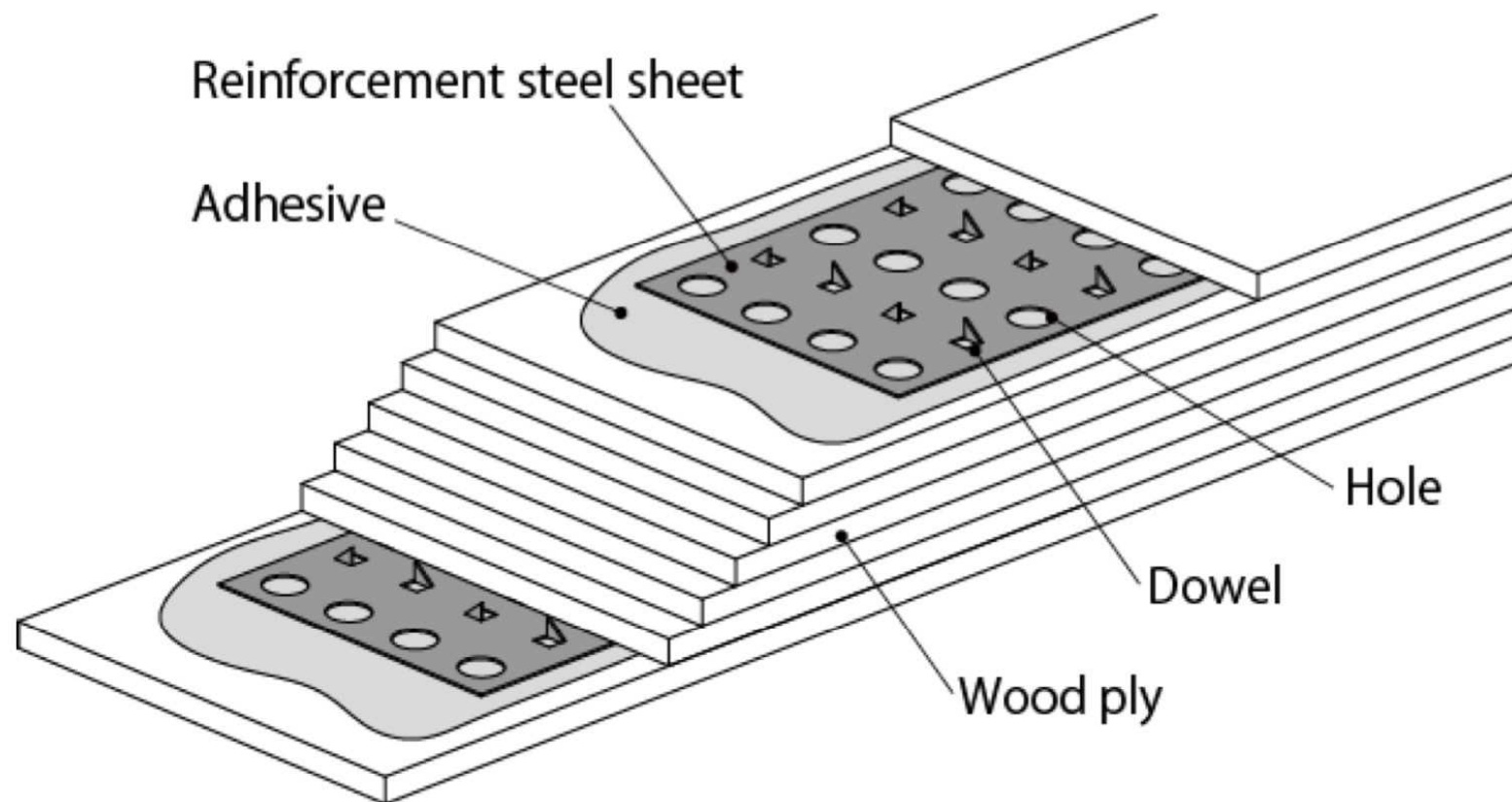
集成材・LVL等の鋼板補強の技術的発想とその利用



三重大学大学院工学研究科建築学専攻

教授・富岡義人 助教・田端千夏子

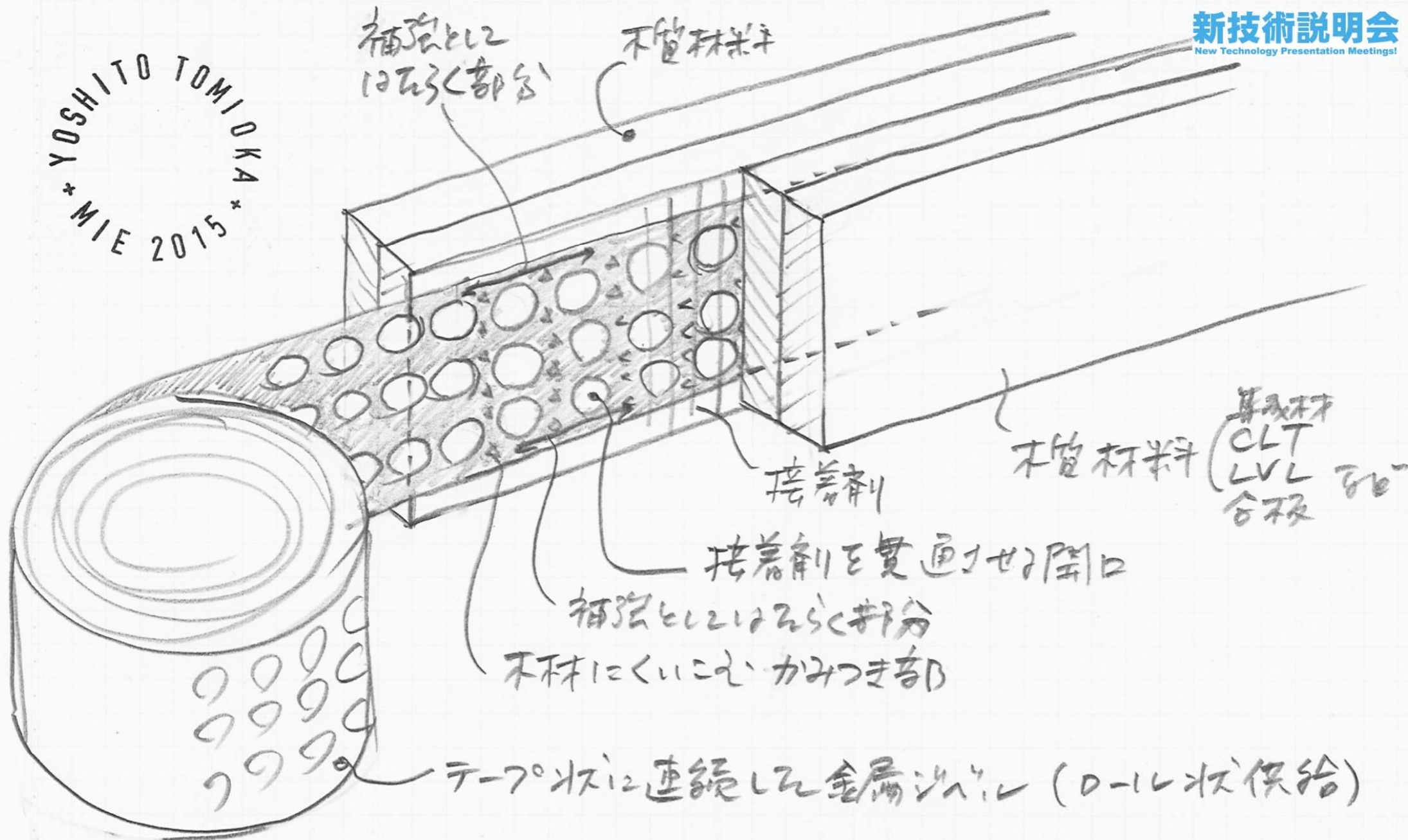
2019.7.11



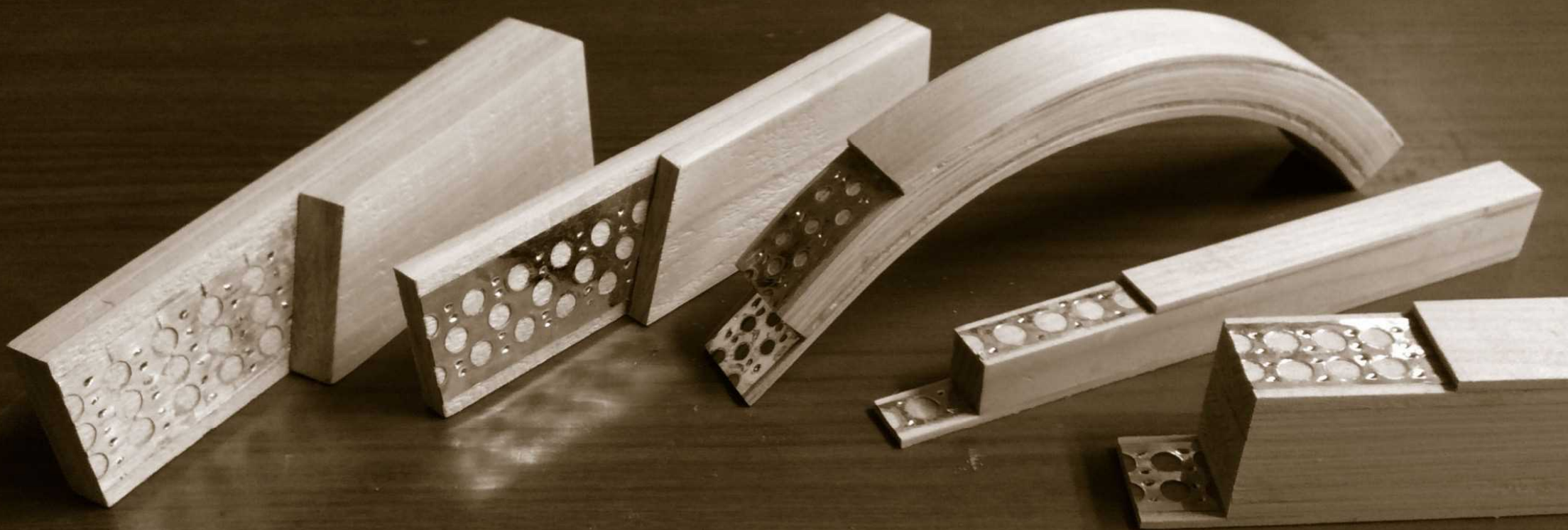
特願2016-037989 複合材及びそれに用いる金属板

ロール供給可能な有孔有爪薄鋼板を内装する集成材・LVLの
製造方法・構造強度・利用方法にわたるアイデア

YOSHITO TOMIOKA
MIE 2015



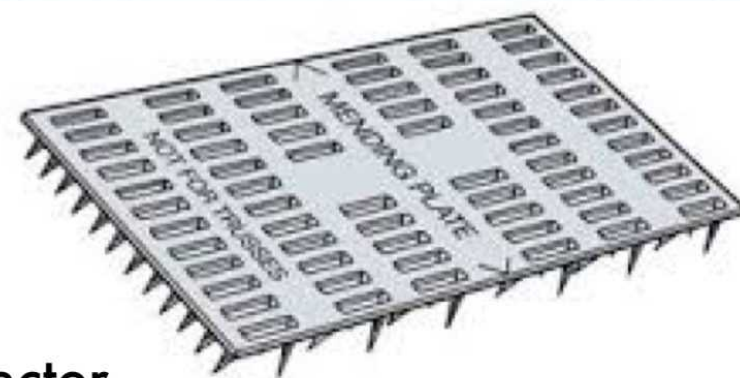
特殊加工の薄鋼板を集成材に内装するだけで製造でき、
既存の製造工程に無理なく挿入できる。



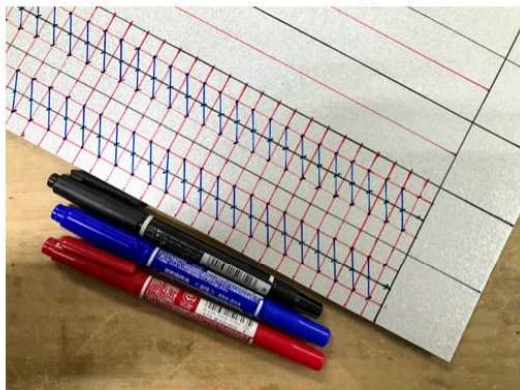
DOWEL TAPE REINFORCED WOOD tomioka tabata Laboratory, 2015



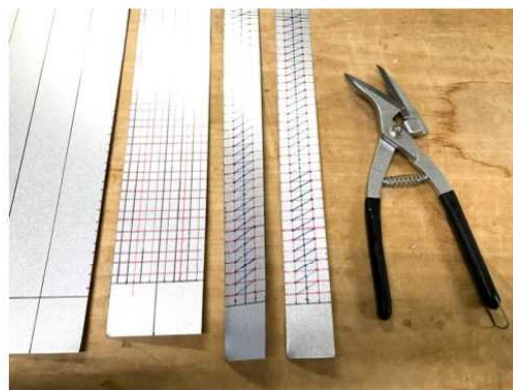
"BULLDOG" Dowel



Nail Plate Connector



けがき



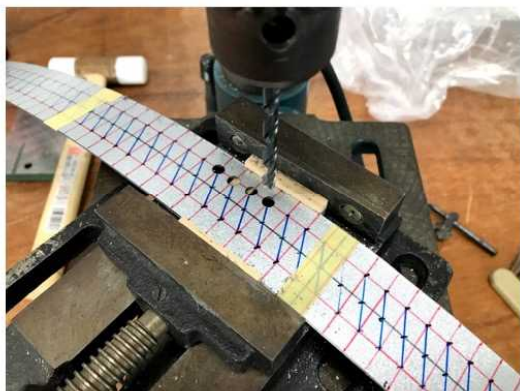
裁断



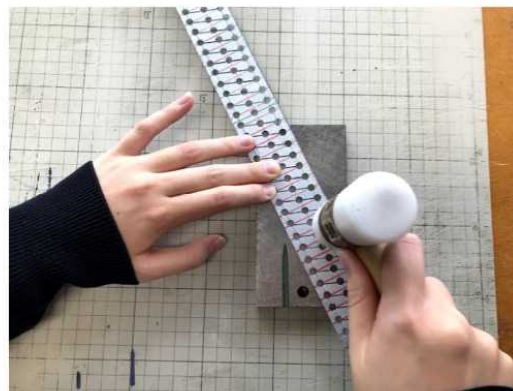
酢酸ビニル樹脂の塗布



エポキシ樹脂の塗布



穴あけ



鋼板たたき



圧着



圧着後の試験体



脱脂

補強板挿入方向・板厚・貫通孔径・ピッチ・配列形式
・バンド幅・爪の有無
・・・・・・・・

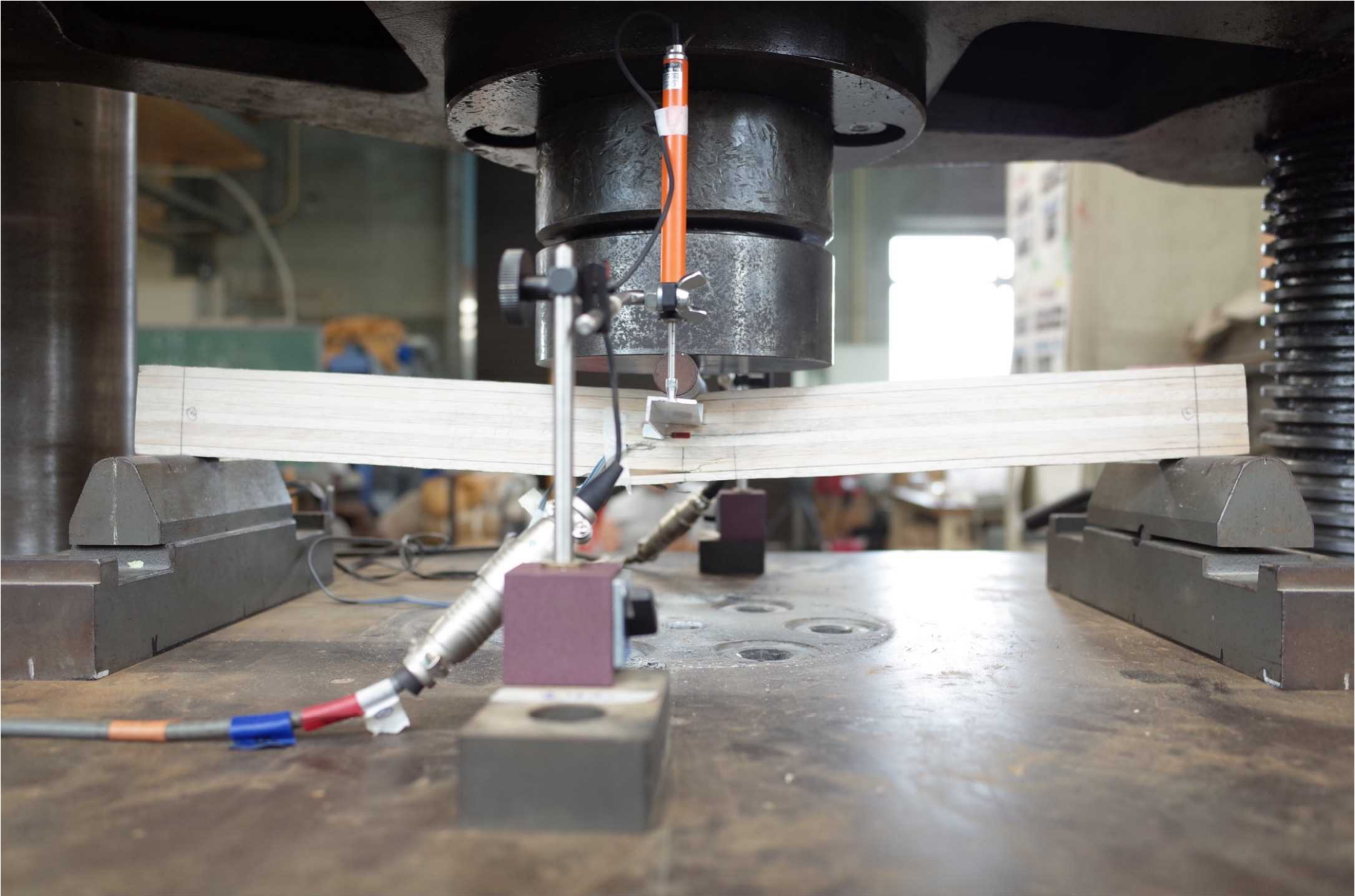
多種多彩なパラメータを探索するために縮小模型実験
＝手作りで研究自在性を獲得　＝研究の時間短縮

	Name	Section	Reinforcement steel sheet
Simple timber	L-MS ①		No reinforcement steel sheet
		Side view	
LVL series	L-A-18 ①		No processing
		Side view	
	L-4Hm -3.3 ①		Hole
		Side view	
	L-3Dm -4		Hole and dowel
		Side view	
GLULAM series	G-A-18		No processing
		Top view	
	G-4Hm -3.3		Hole
		Top view	
	G-3Dm -3		Hole and dowel
		Top view	

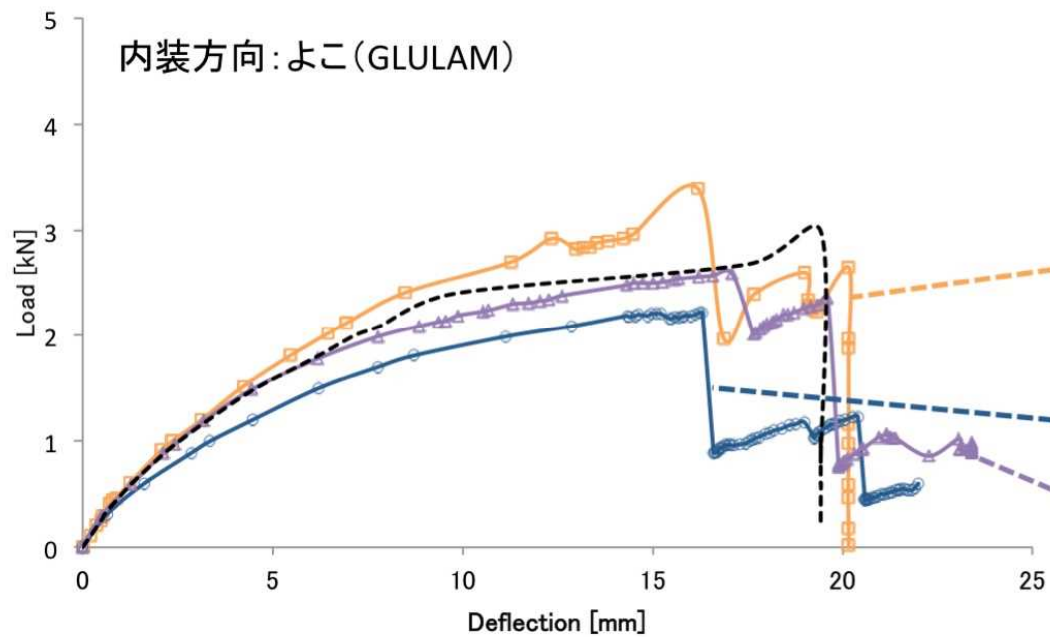
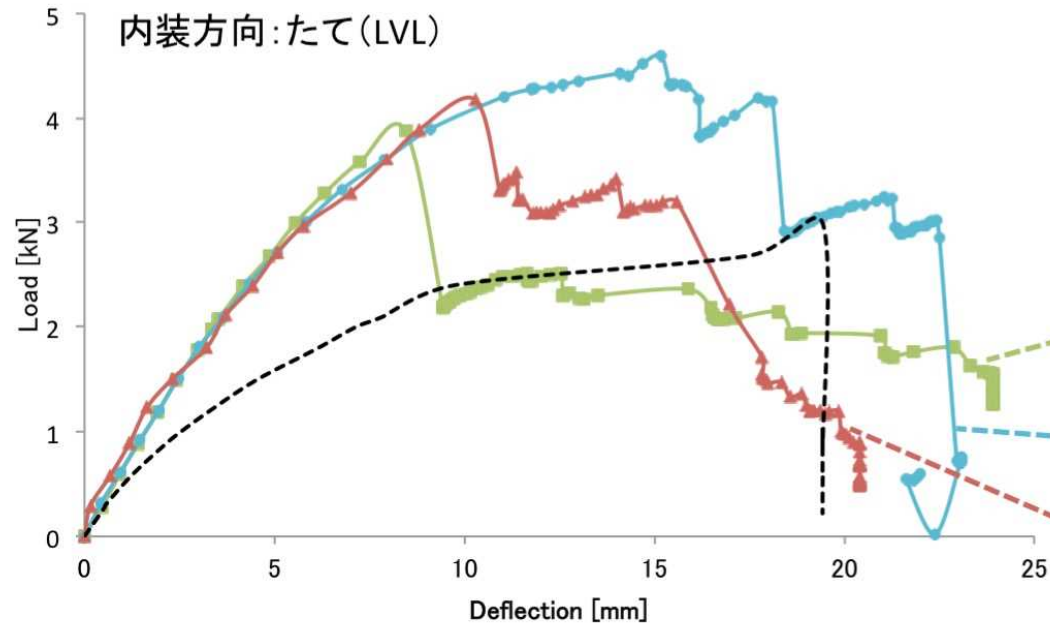
	Name	Section	Reinforcement steel sheet
Simple timber	L-MS ②		No reinforcement steel sheet
		Side view	
LVL series	L-A-18 ②		No processing
		Side view	
	L-5Hg -6.5		Hole
		Side view	
	L-3Hs -7.5		Hole
		Side view	
	L-5Hs -6.5 ①		Hole
		Side view	
	L-7Hs -5.5		Hole
		Side view	

L - 4 H m - 3.3
 バンド幅 mm
 加工配列方法 (module, grid or staggered)
 鋼板加工タイプ (Hole, Dowel or A)
 Hole や Dowel の大きさ φ
 ラミナ積層タイプ (LVL or GLULAM)

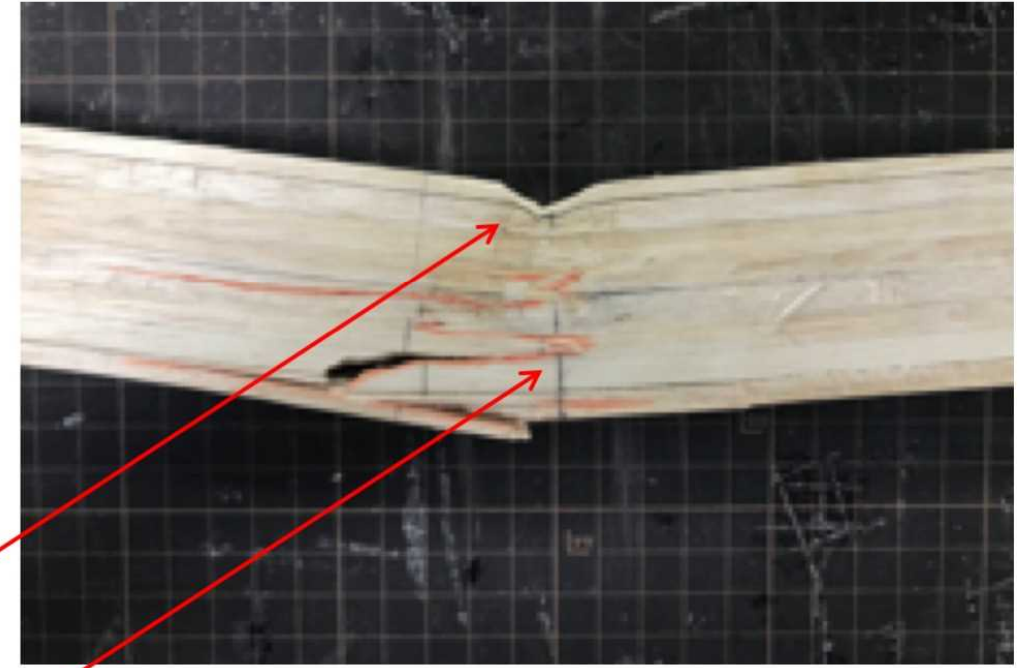
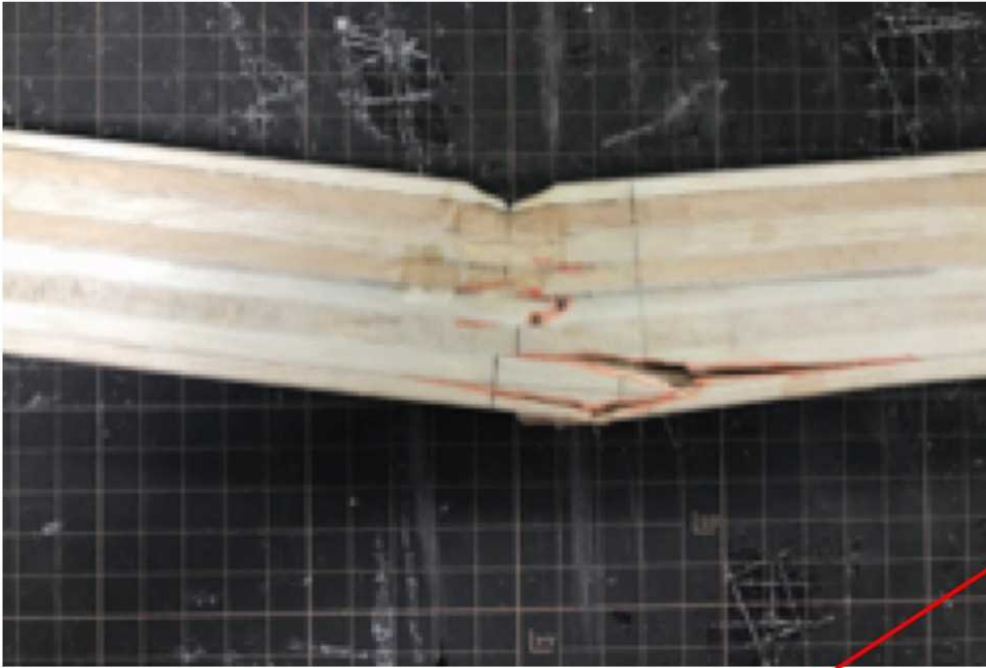
	Name	Section	Reinforcement steel sheet
LVL series	L-5Hs -6.5 ②		Hole
		Side view	
	L-5Hs -4		Hole
		Side view	
	L-5Hs -3		Hole
		Side view	
	L-4Hs -3		Hole
		Side view	
	L-4Hm -3.3 ②		Hole
		Side view	
	L-4Hm -4		Hole
		Side view	



第一次 荷重-変位関係

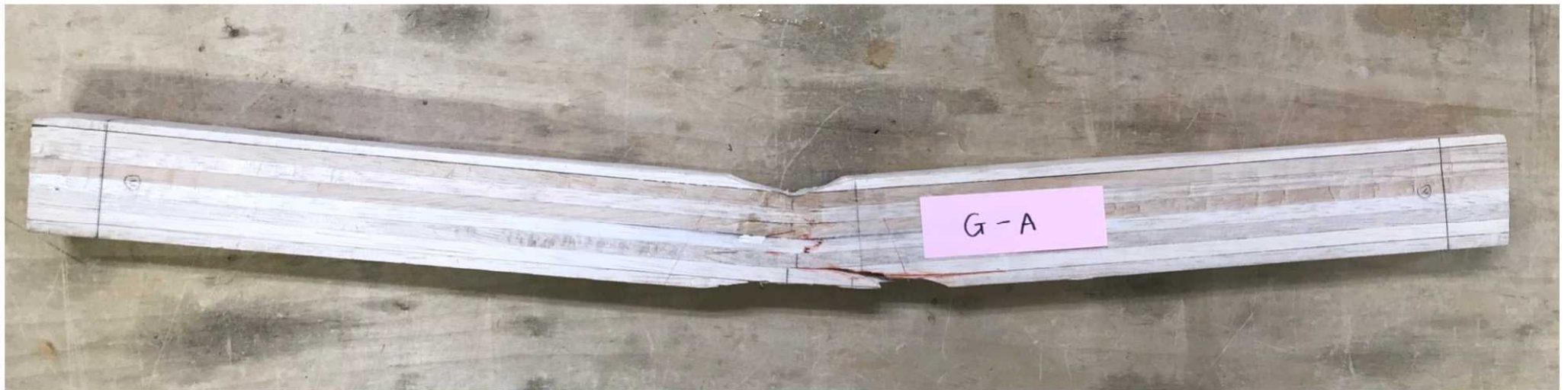


	試験体名	断面	鋼板
無補強	L-MS ¹	wood ply (6 x 48) x 5	No reinforcement steel sheet
	L-A ²	wood ply (6 x 48) x 5	18 18 No processing
	L-4Hm -3.3 ¹	wood ply (6 x 48) x 5	18 18 Hole
	L-D	wood ply (6 x 48) x 5	18 18 Hole and dowel
	G-A	wood ply (6 x 30) x 8	18 18 No processing
	G-4Hm -3.3	wood ply (6 x 30) x 8	18 18 Hole
内装方向: たて (LVL)			
内装方向: よこ (GLULAM)			



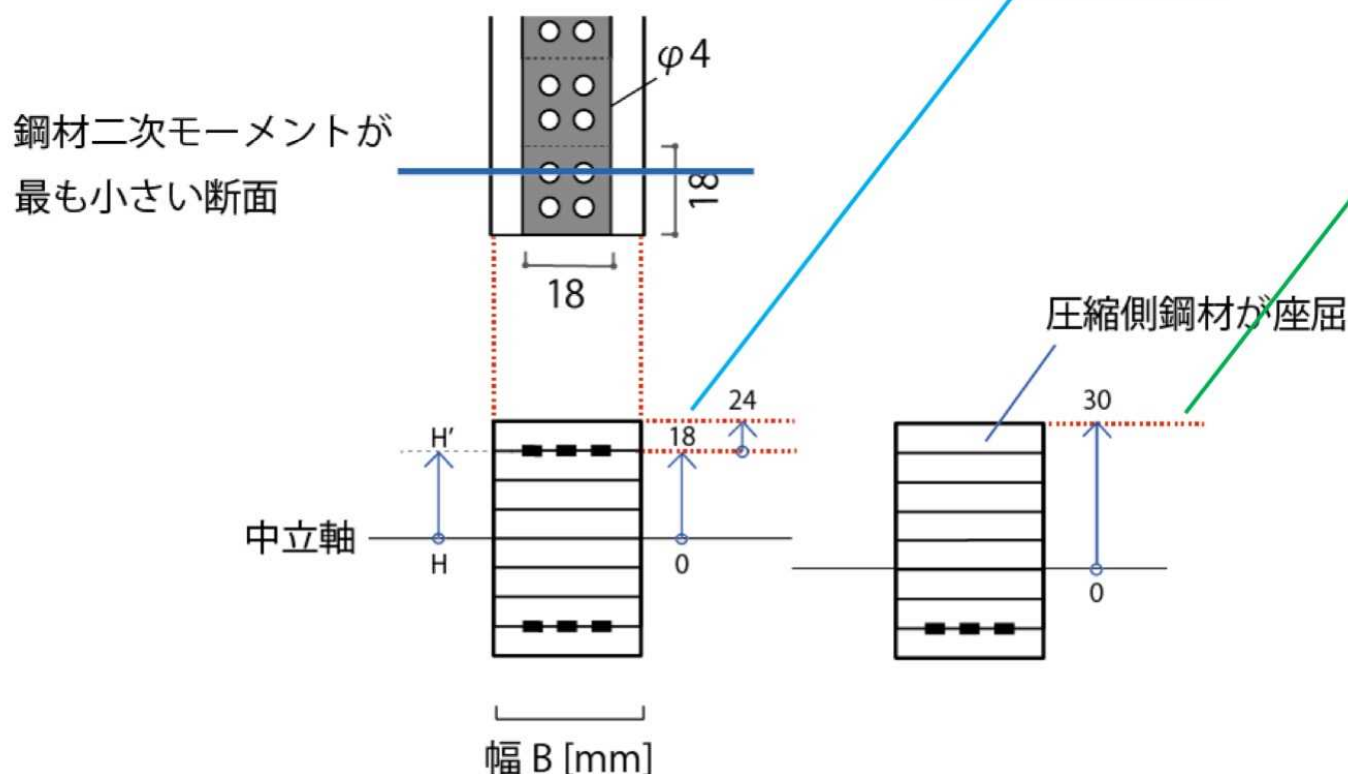
加力点の大きなめり込み

フィンガージョイントに沿った割れ



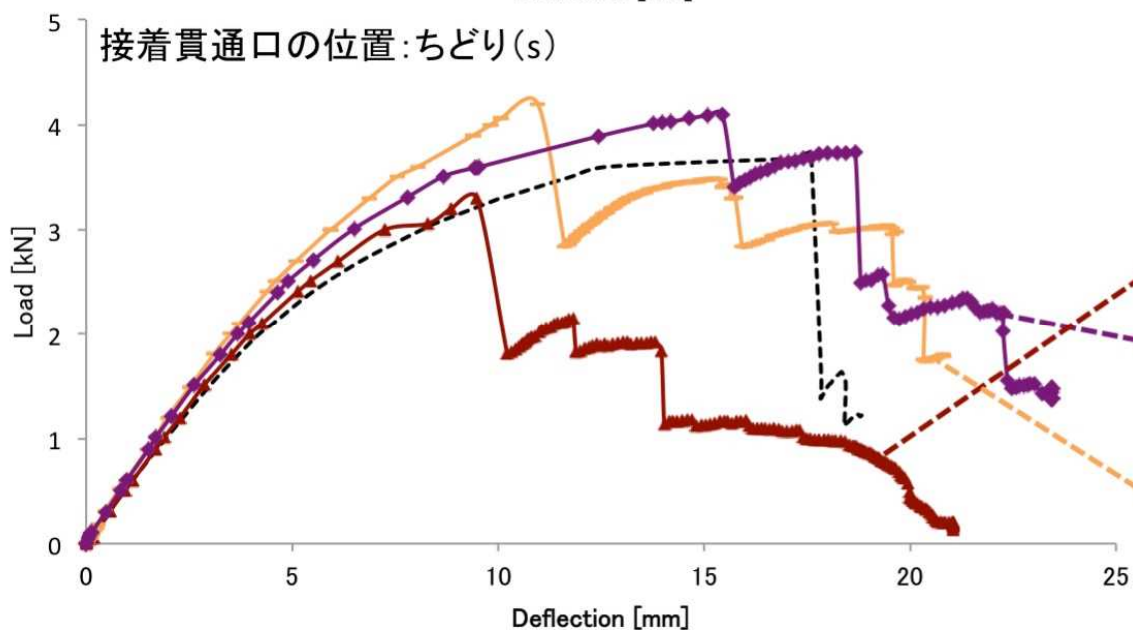
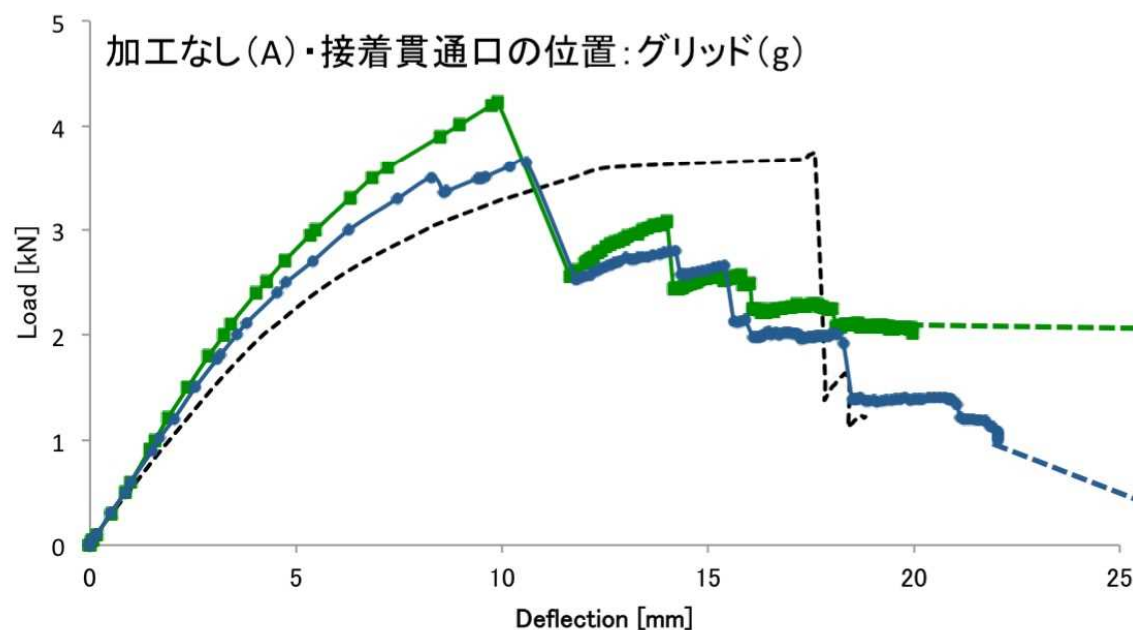
GRULAMシリーズの破壊性状： 木部の欠点が誘発される結果に

試験体名	加工の種類	加工の位置	実験値	理論値 (断面二次モーメントが最も小さい)		理論値 (断面二次モーメントが最も小さい、 木部のめり込みを考慮)		理論値 (圧縮側鋼板が座屈、 木部のめり込みを考慮)	
			EI [$10^5 \text{kN} \cdot \text{mm}^2$]	EI [$10^5 \text{kN} \cdot \text{mm}^2$]	倍率	EI [$10^5 \text{kN} \cdot \text{mm}^2$]	倍率	EI [$10^5 \text{kN} \cdot \text{mm}^2$]	倍率
G-A	加工なし(A)	モジュール状(m)	10.9	23.4	0.47	19.9	0.55	14.5	0.75
G-4Hm-3.3	接着貫通口(H)		9.1	20.5	0.44	17.4	0.53	14.4	0.63
G-D	ツメ(D)		11.4	21.5	0.53	19.0	0.60	15.4	0.74

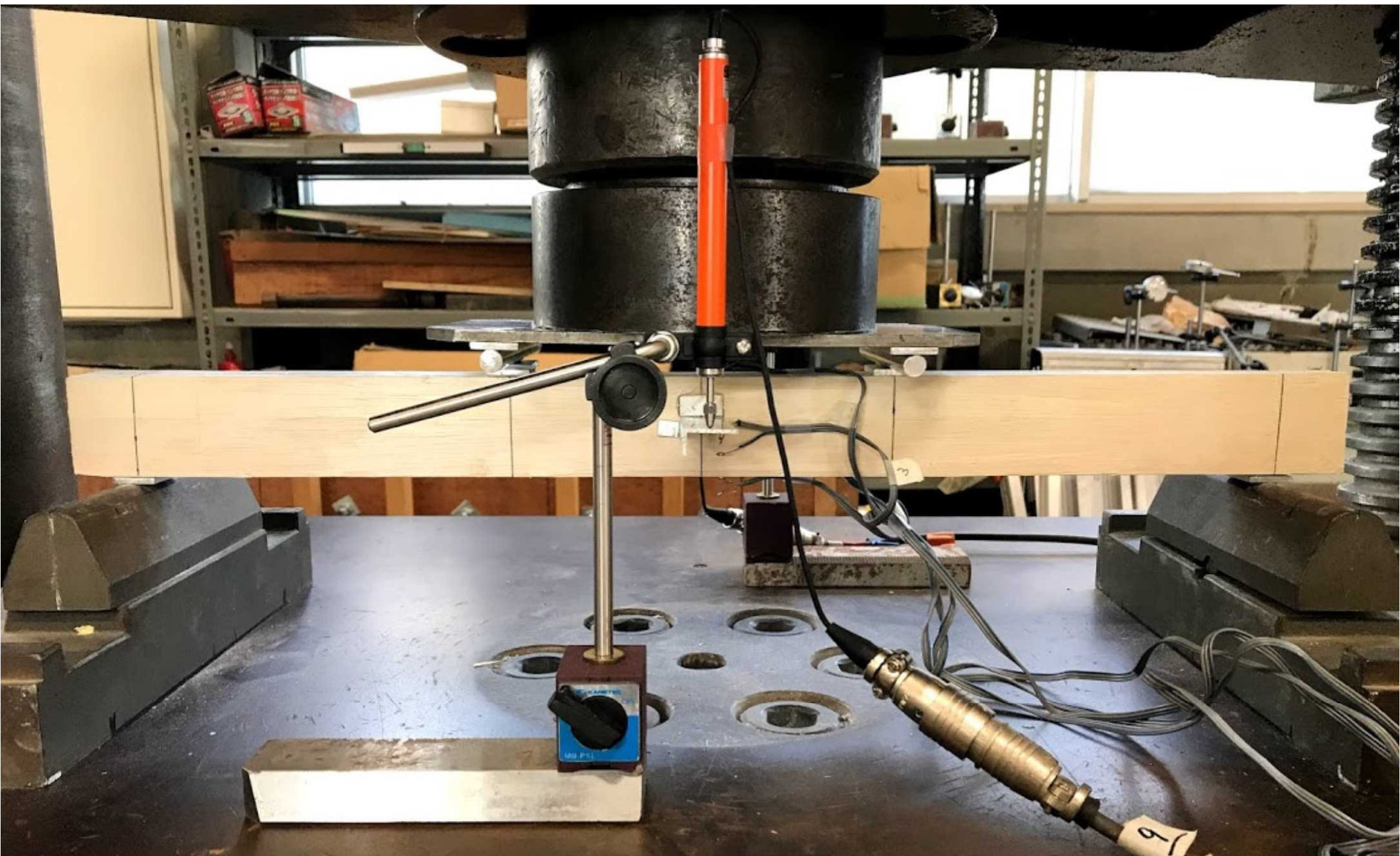


GLURAMシリーズは理論値より剛性が劣る（フランジ型補強）

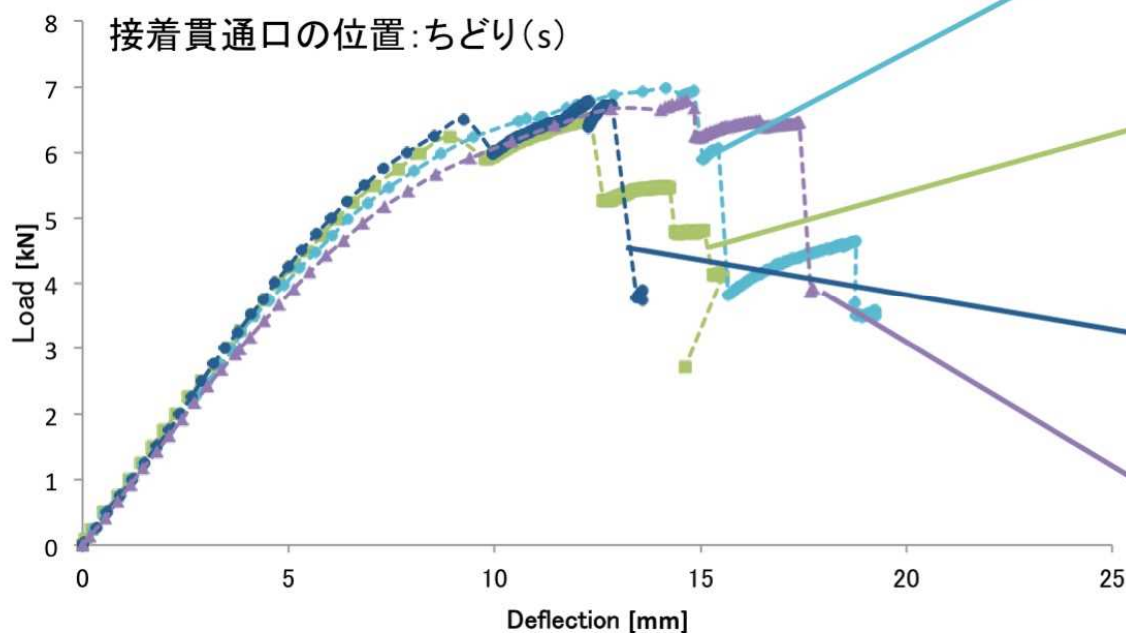
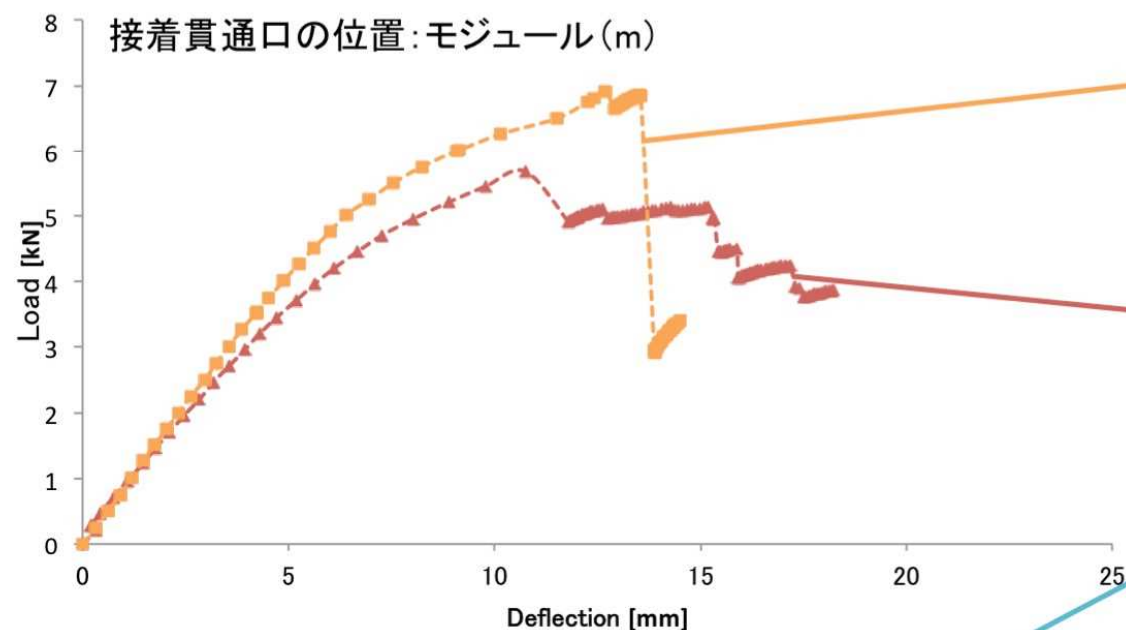
第二次 荷重-変位関係



	試験体名	断面	鋼板
無補強	L-MS ¹	wood ply (6 x 48) x 5 Side view	No reinforcement steel sheet
	L-A ²	wood ply (6 x 48) x 5 Side view	No processing
	L-5Hg-6.5	wood ply (6 x 48) x 5 Side view	φ5 Hole
接着貫通口(H)グリッド状(g)	L-3Hs-7.5	wood ply (6 x 48) x 5 Side view	φ3 Hole
	L-5Hs-6.5 ¹	wood ply (6 x 48) x 5 Side view	φ5 Hole
	L-7Hs-5.5	wood ply (6 x 48) x 5 Side view	φ7 Hole



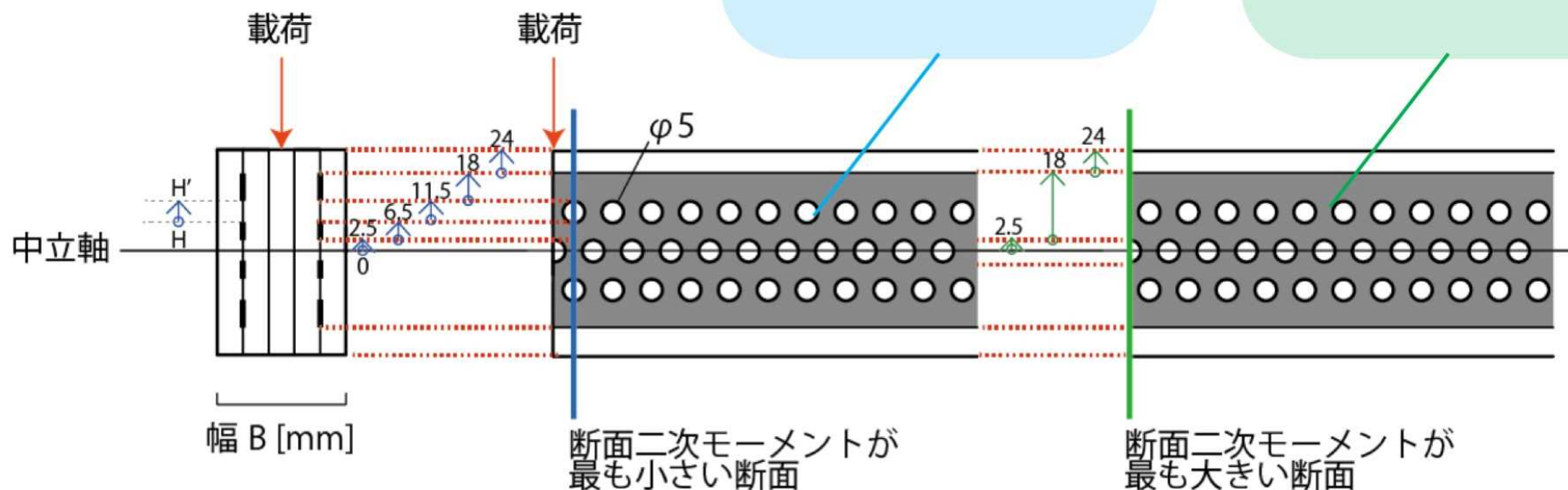
第三次 荷重-変位関係



試験体名	断面	鋼板
L-4Hm-3.3 ²	wood ply (6 x 48) x 5	φ4 18 18 Hole Side view
L-4Hm-4	wood ply (6 x 48) x 5	φ4 18 18 Hole Side view
L-4Hs-3	wood ply (6 x 48) x 5	φ4 Hole Side view
L-5Hs-3	wood ply (6 x 48) x 5	φ5 Hole Side view
L-5Hs-4	wood ply (6 x 48) x 5	φ5 Hole Side view
L-5Hs-6.5 ²	wood ply (6 x 48) x 5	φ5 Hole Side view

LVLシリーズは理論値どおりの剛性が出る

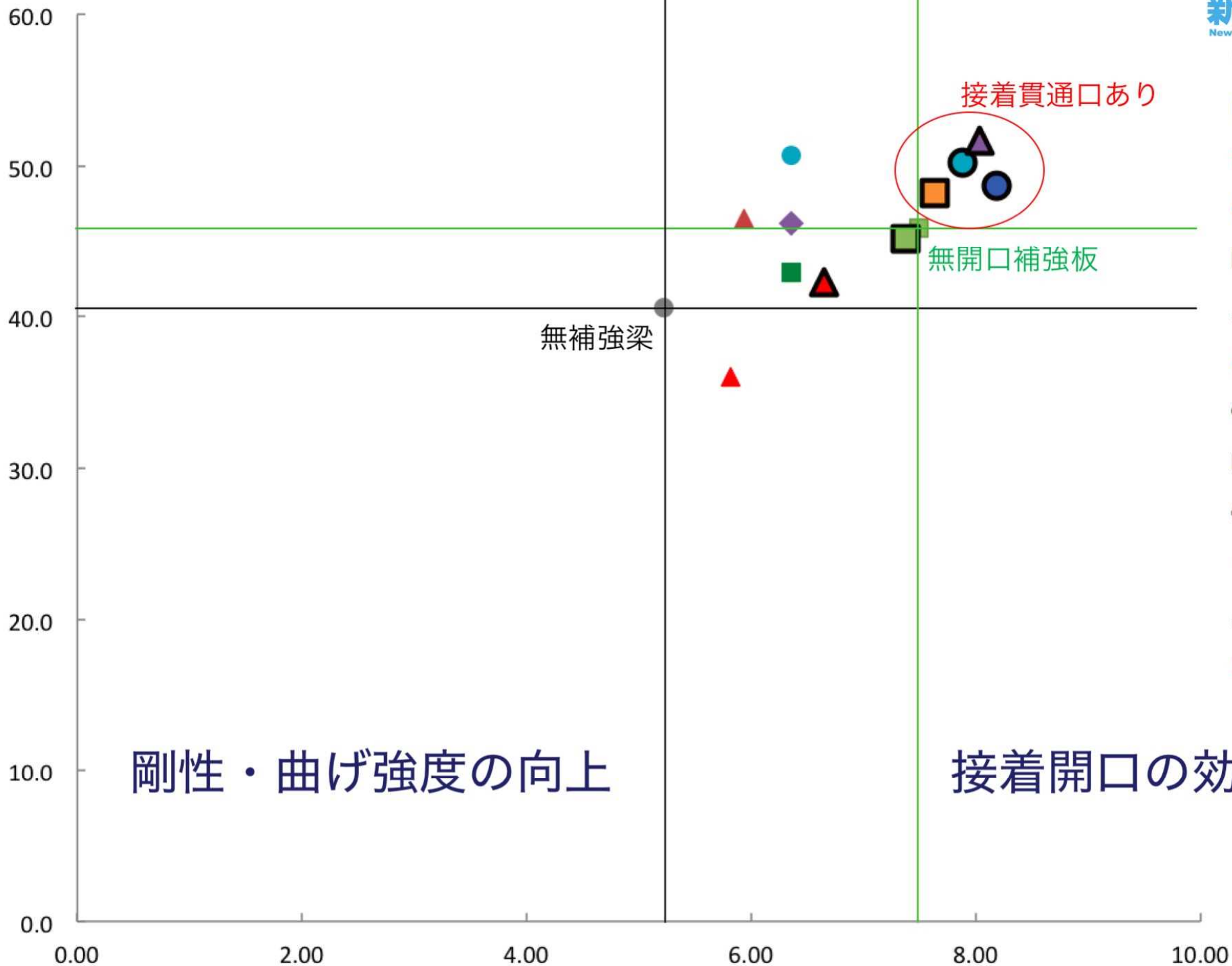
試験体名	加工の種類	加工の位置	実験値	理論値 (断面二次モーメントが最も小さい)		理論値 (断面二次モーメントが最も大きい)	
			EI [$10^5 \text{ kN} \cdot \text{mm}^2$]	EI [$10^5 \text{ kN} \cdot \text{mm}^2$]	倍率	EI [$10^5 \text{ kN} \cdot \text{mm}^2$]	倍率
L-4Hm-3.3 ²	接着貫通口(H)	モジュール状(m)	23.9	20.8	1.15	23.6	1.01
L-4Hm-4			20.2	20.6	0.98	23.1	0.88
L-4Hs-3		ちどり状(s)	22.6	19.6	1.15	22.1	1.02
L-5Hs-3			23.6	21.1	1.12	24.0	0.98
L-5Hs-4			24.6	20.0	1.23	22.5	1.09
L-5Hs-6.5 ²			22.1	20.0	1.11	21.5	1.03



梁断面の変形の一体挙動に鋼板補強が貢献？ (ウェブ型補強)

- L-MS
- L-A
- L-A
- L-4Hm-3.3
- L-4Hm-3.3
- ▲ L-4Hm-4
- ▲ L-3Hs-7.5
- L-4Hs-3
- L-5Hs-3
- L-5Hs-4
- ◆ L-5Hs-6.5
- ▲ L-5Hs-6.5
- ▲ L-D

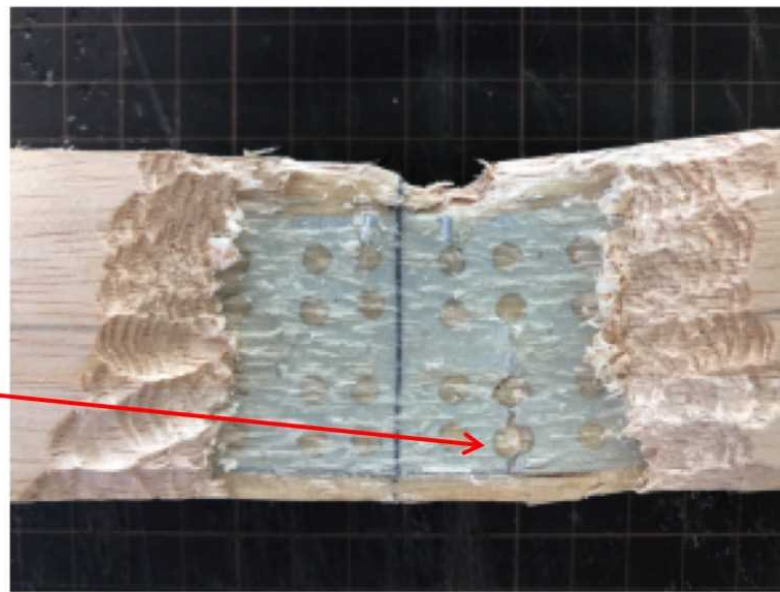
最大曲げ応力度 [N/mm²]



ヤング率 [kN/mm²]

LVLシリーズの破壊性状の例

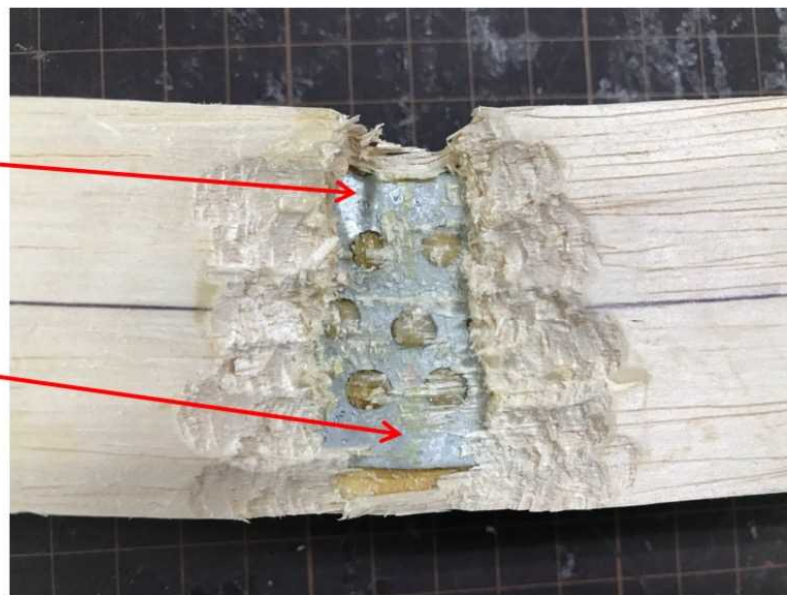
引張縁の破断



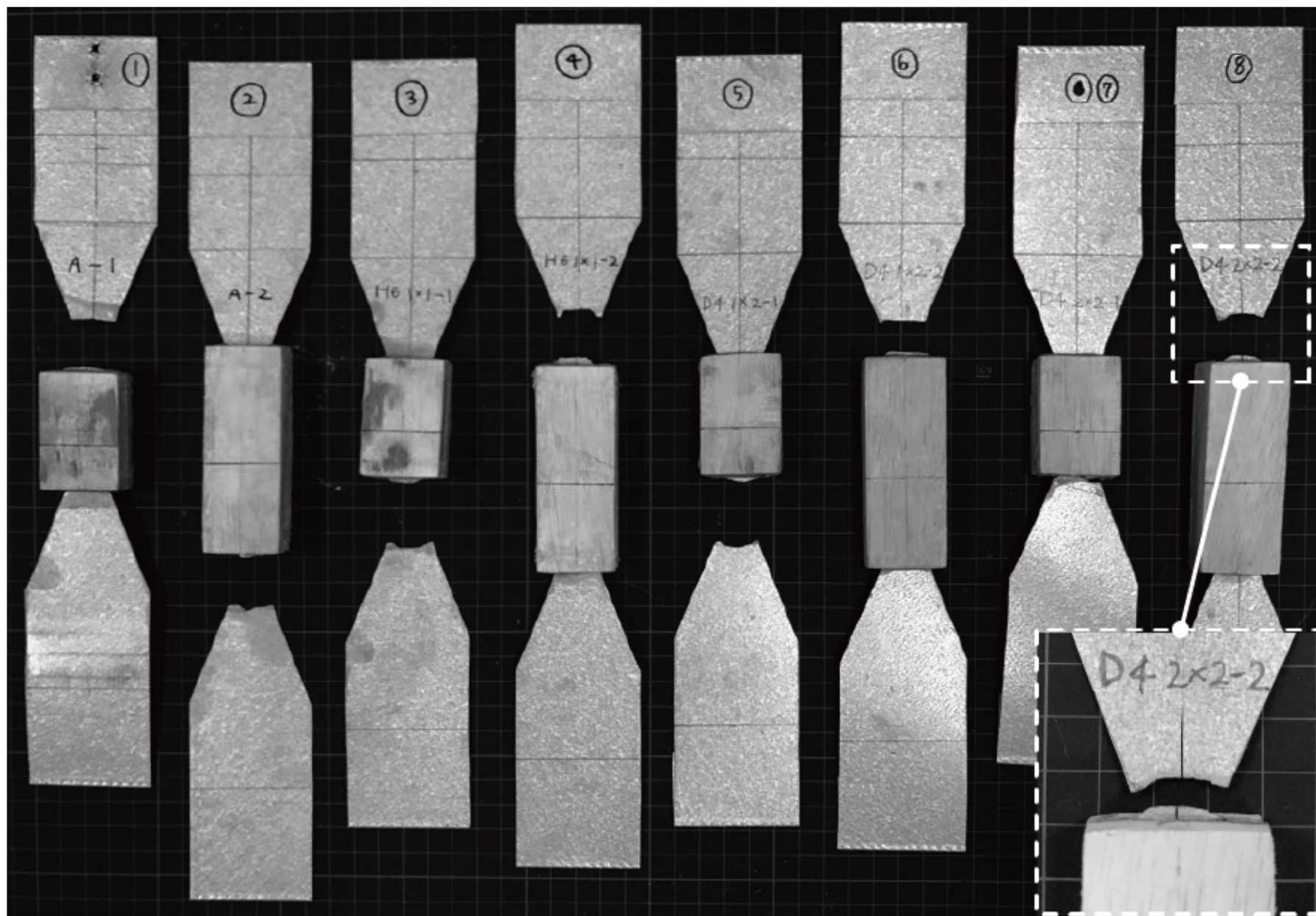
L-4Hm-3.3₂

圧縮縁の面外座屈

引張縁の塑性伸び
による浮き

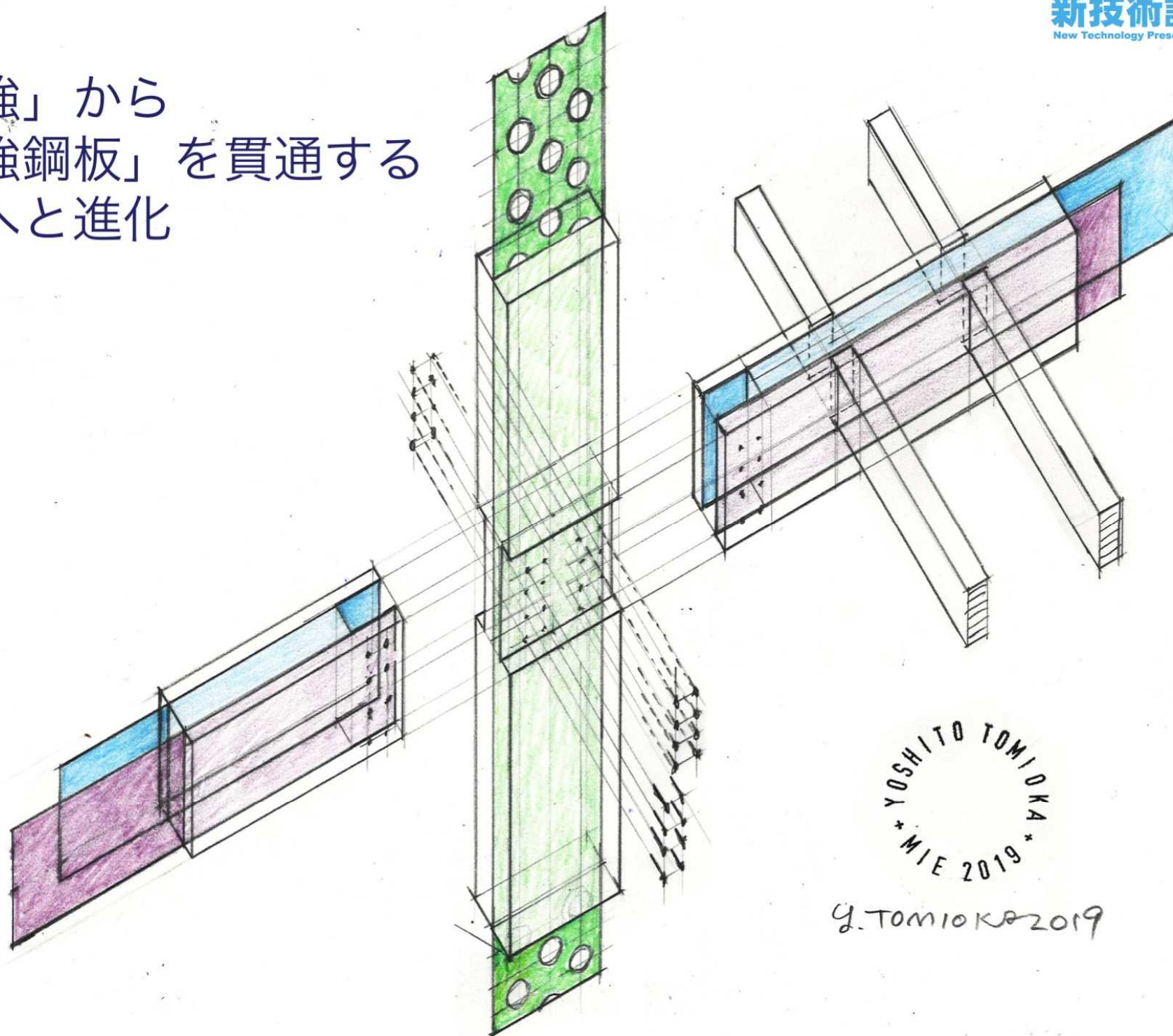


L-5Hs-6.5₁



接着強度と鋼板厚み 鋼板0.27t vs エポキシ接着剤の要素試験

「金物補強」から
「内装補強鋼板」を貫通する
接合部へと進化



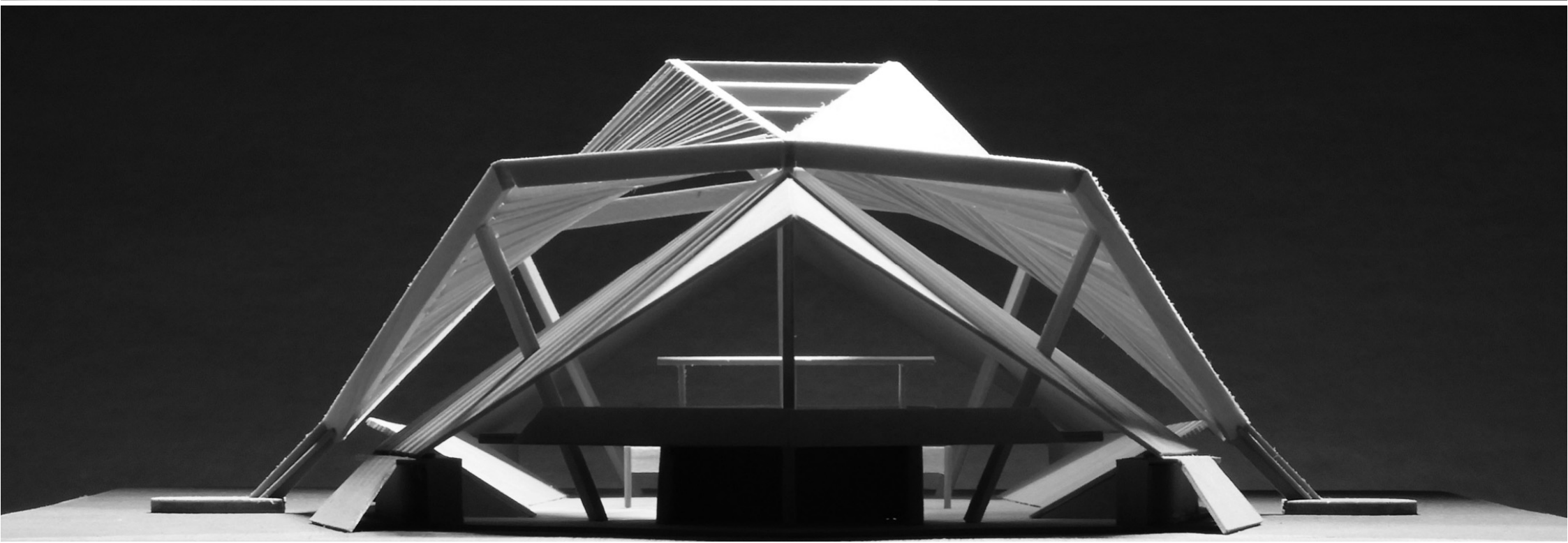
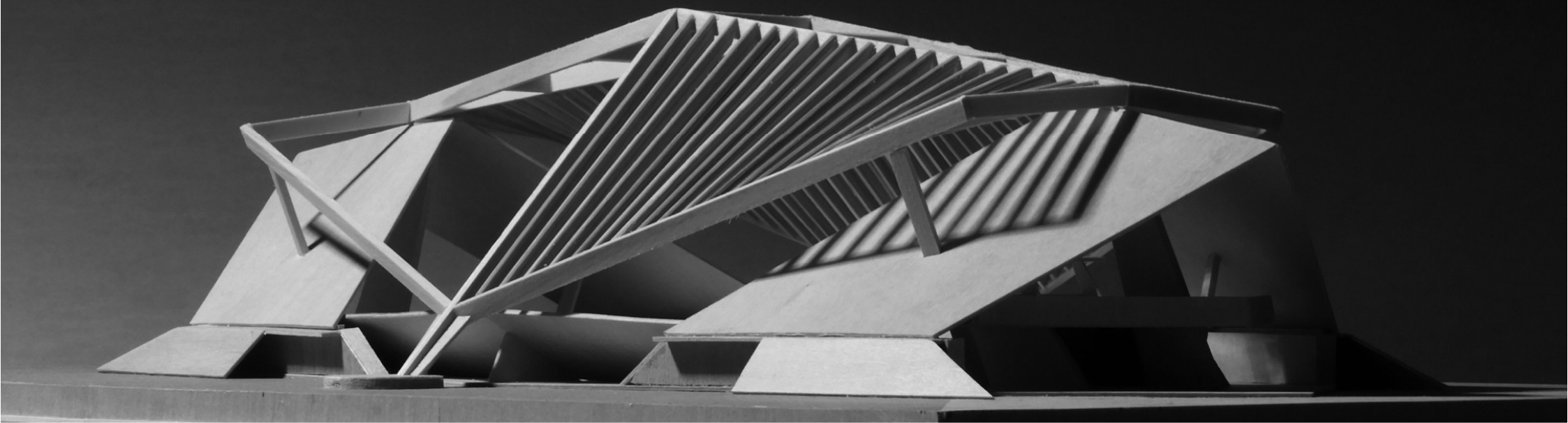
YOSHITO TOMIOKA
MIE 2019

Y. TOMIOKA 2019



想定適用例： 梁・登梁・門型架構など、大スパンの木造主要構造部
純木造の二次部材、仕上材との相性の良さを生かし、挙動の安定性を図る





実用化への課題

接着剤・鋼板厚を変化させたときの挙動・性能の変化を把握

実大実験による相似則の検証（とくに鋼板の厚みについて）

鋼板加工および集成材製作の現場からのアドバイス

共同研究への期待

集成材メーカー 鋼板製造・加工メーカー

本技術に関する知的財産権

発明の名称	複合材及びそれに用いる金属板
発明者	富岡義人 田端千夏子
出願人	国立大学法人 三重大学
出願番号	特願2016-037989
公開番号	特開2017-155446

実務資格および経験

富岡 義人：一級建築士 214993号

産学官連携の経歴

富岡 義人：鉄鋼関係の団体, 大手鉄鋼メーカー, 製材加工メーカー, 建築機材メーカー, 三重県内自治体

田端千夏子：構造計算ソフト開発会社, 大手鉄鋼メーカー, 木質建材メーカー, 製材加工メーカー, 伝統建築所有者, 建築機材メーカー, 三重県内自治体

連絡先

国立大学法人 三重大学

地域イノベーション推進機構内 知的財産統括室

T E L : 059-231-5495 F A X : 059-231-9743

e-mail : chizai-mip@crc.mie-u.ac.jp

三重大学大学院 工学研究科 建築学専攻

教授 富岡義人

助教 田端千夏子

E-mail : tomioka@arch.mie-u.ac.jp

tabata@arch.mie-u.ac.jp

TEL : 059-231-9662 FAX : 059-231-9452