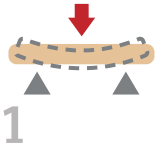


事業名:DLT(Dowel Laminated Timber)普及に向けた性能評価と普及活動について

事業主体:株式会社 長谷萬



DLT 梁の曲げ試験1 (結果速報)

- 試験目的 杉の DLT 梁の曲げ試験（平使いの梁の曲げ試験）を行い、木ダボ接合による効果を確認しました。曲げ試験では荷重位置を横方向に移動し、荷重位置によるたわみ量の相違を確認しました。
- 試験内容 105mm×450mm、L4.0m DLT 梁の曲げ試験
- 試験場所 群馬県林業試験場
- 試験実施日 2019年7月11日、12日、16日
- 試験体仕様

図-1 試験体 A1 105×450×4,000 木ダボ@600mm 姿図

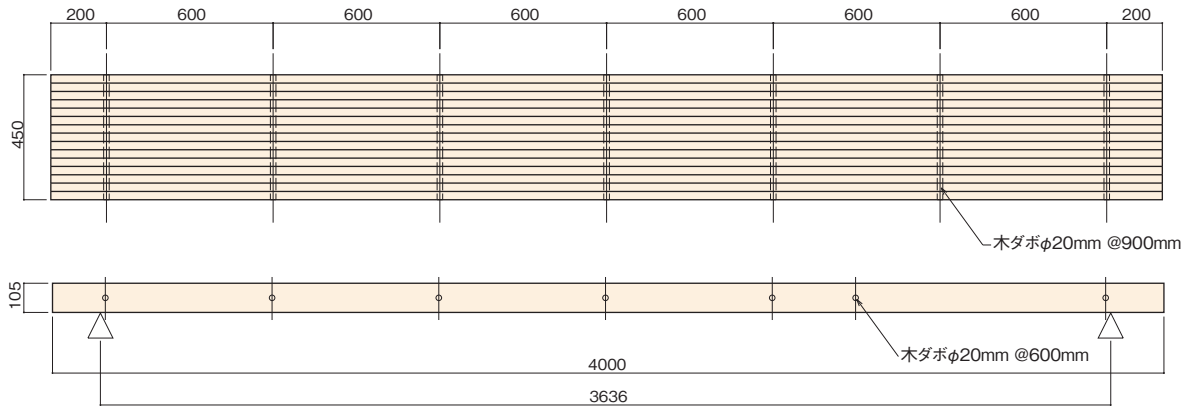


図-2 試験体 A2 105×450×4,000 木ダボ@900mm 姿図

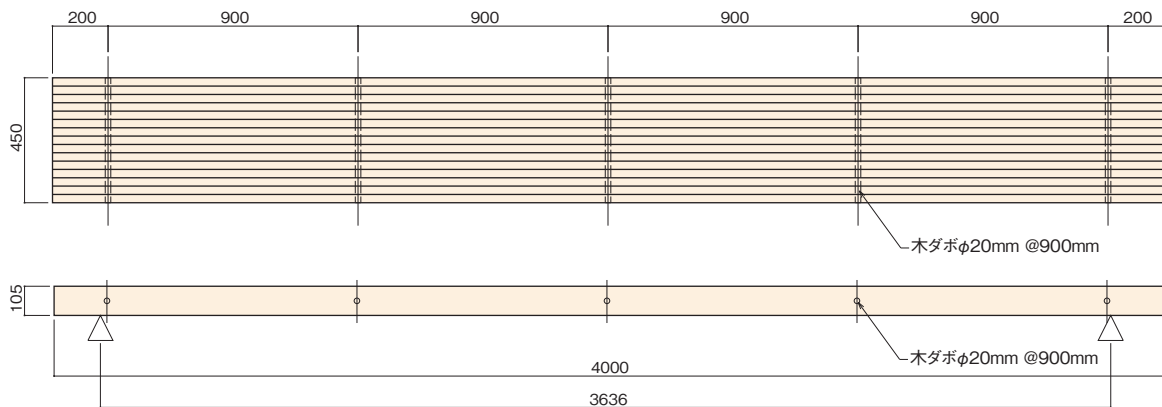


表-1 試験体仕様の一覧表

試験No.	断面寸法 (mm)	木ダボ間隔 (mm)	加工孔径 (mm)	試験体数
A1-1~3	105×450×4,000	@600	φ 19.5	3
A2-1~3	105×450×4,000	@900	φ 19.5	3+1 (予備試験)
B-1~3	105×450×4,000	集成材E65F255	同一等級構成	3

構成部材：群馬県産スギ 乾燥材 (KD 材) 含水率 20.0%以下 30mm×105mm 長さ 4.0m

予めグレーディングされたスギ KD 材 E70 以上

木ダボ：欧州ブナ 直径 20mm たて溝つき 比重 0.65 以上 含水率 13%以下

対照材：スギ集成材 E65F255 同一等級構成材 3体

試験1 DLTのたわみ量の測定



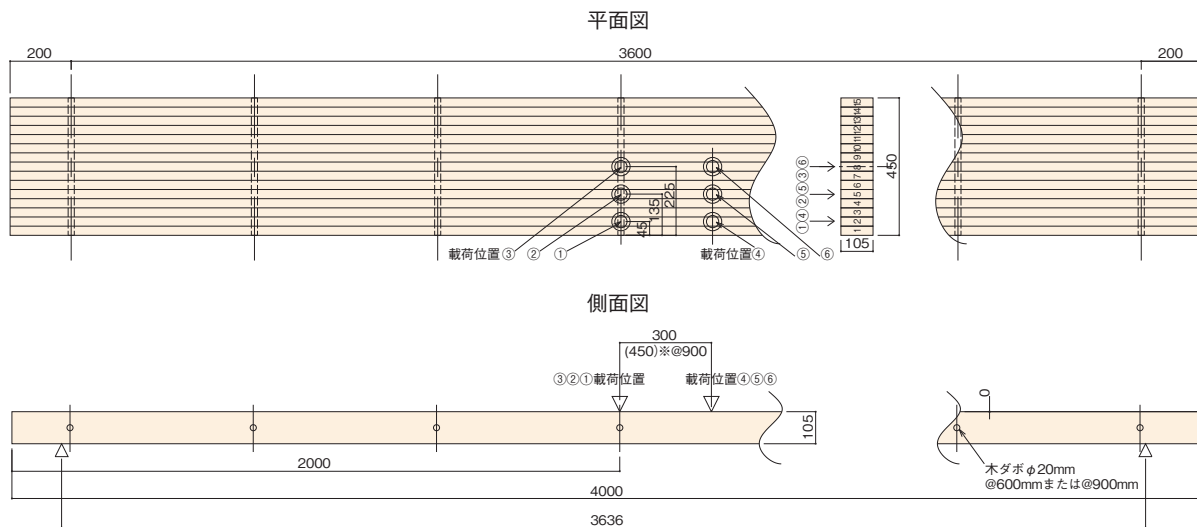
曲げたわみ試験状況



曲げたわみ試験状況 拡大

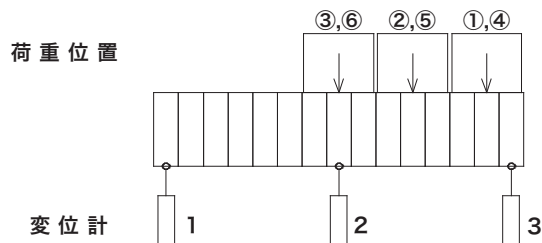
- DLT に部分的に荷重をかけられるよう、荷重を伝える載荷板の下に 90mm×90mm、高さ 90mm 程度の硬木を置き DLT を構成する厚さ 30mm の部材の 3 枚分に伝わるよう荷重をかけました。
- 予備試験として試験体の 1 体を曲げ試験により破壊して最大荷重を把握し、本試験では初期破壊が生じないよう最大荷重の 40% 程度をかけて、繰り返し曲げ試験を行いました。

図-3 試験1 集中荷重の載荷位置



- 荷重をかける位置は材端部から材中央部へ移動させ、荷重位置のたわみ量を測定し、木ダボによる連結効果を確認しました。(ケース 1)
- 床に使用する場合を想定し、梁上面に合板 t24mm を載せて同様の試験を行いました。(ケース 2)
- 4KN 荷重時変位量：中央集中荷重 支点間 3,636mm、載荷速度 1KN/min

荷重載荷位置と曲げたわみを計測する変位計の位置は下図の通りです。



試験2 DLTの曲げ強度試験



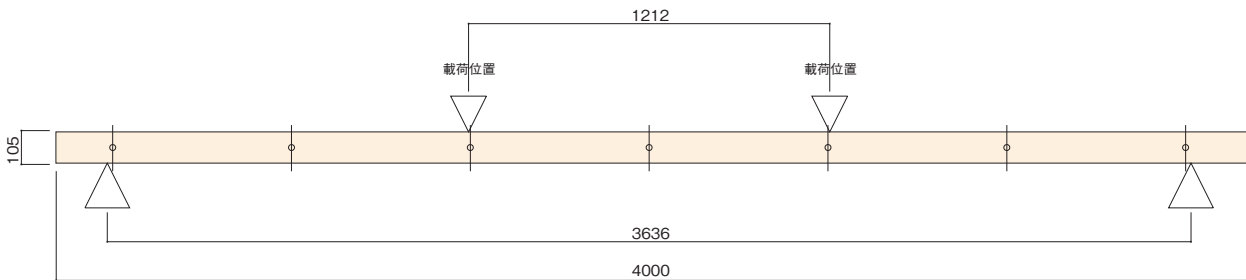
曲げ試験状況



曲げ試験 破壊状況

- 材を長さ方向にほぼ3等分する位置で下図のように、上側から加力して最大荷重を測定しました。
- 3等分点4点式曲げ：支点間 3,636mm、荷重点間 1,212mm、载荷速度 20mm/min

図-5 試験2 曲げ破壊試験 荷重位置



試験結果

試験結果数値(速報)

表 - 1 試験体仕様の一覧表

試験体	試験1 曲げたわみ試験					試験2 曲げ破壊試験	
	4kN载荷時の変位量(mm)					最大荷重 (kN)	平均値 (kN)
	载荷位置	変位計 1	変位計 2	変位計 3	平均値		
A1-1	A1-1-①	2.867	9.145	16.560	9.524	49.386	47.852
	A1-1-②	6.700	11.250	12.321	10.090		
	A1-1-③	9.084	9.959	9.532	9.525		
	A1-1-④	2.137	8.587	16.297	9.007		
	A1-1-⑤	6.392	10.674	11.450	9.505		
	A1-1-⑥	8.706	9.471	8.761	8.979		
A1-2	A1-2-①	3.484	9.817	16.566	9.956	45.661	
	A1-2-②	7.263	11.371	12.209	10.281		
	A1-2-③	9.442	10.591	9.623	9.885		
	A1-2-④	2.909	8.836	16.152	9.299		
	A1-2-⑤	6.386	11.063	11.852	9.767		
	A1-2-⑥	8.517	9.963	8.771	9.084		
A1-3	A1-3-①	3.351	9.247	16.542	9.713	48.509	
	A1-3-②	6.179	11.916	12.264	10.120		
	A1-3-③	8.995	10.178	9.098	9.424		
	A1-3-④	2.687	9.102	15.974	9.254		
	A1-3-⑤	5.909	11.224	11.772	9.635		
	A1-3-⑥	8.415	9.838	8.777	9.010		
A1-3 合板敷き	A1-3-①	3.900	9.314	15.950	9.721	-	
	A1-3-②	6.884	11.212	12.014	10.037		
	A1-3-③	9.255	9.618	9.377	9.417		
	A1-3-④	3.425	9.205	15.253	9.294		
	A1-3-⑤	6.474	10.687	11.555	9.572		
	A1-3-⑥	8.726	9.246	8.912	8.961		
A2-1	A2-1-①	2.170	8.400	15.715	8.762	54.668	
	A2-1-②	5.655	10.737	11.445	9.279		
	A2-1-③	7.952	9.714	8.284	8.650		
	A2-1-⑤	4.599	9.728	10.088	8.138		
	A2-1-⑥	6.817	8.671	7.240	7.576		
	A2-2-①	2.362	8.228	15.802	8.797		52.455
A2-2-②	5.491	10.624	10.881	8.999			
A2-2-③	8.132	9.660	7.795	8.529			
A2-2-④	1.273	7.011	14.648	7.644			
A2-2-⑤	4.292	9.870	10.280	8.147			
A2-2-⑥	6.971	8.818	7.375	7.721			
A2-3	A2-3-①	1.541	8.875	17.287	9.234	52.998	
	A2-3-②	5.396	11.587	12.781	9.921		
	A2-3-③	8.573	9.876	9.125	9.191		
	A2-3-④	1.159	7.804	15.710	8.224		
	A2-3-⑤	4.507	10.396	11.085	8.663		
	A2-3-⑥	7.216	9.038	7.580	7.945		
A2-3 合板敷き	A2-3-①	2.403	9.128	16.188	9.240	-	
	A2-3-②	6.232	10.890	12.291	9.804		
	A2-3-③	8.913	9.465	9.209	9.196		
	A2-3-④	2.093	8.143	14.662	8.299		
	A2-3-⑤	5.240	9.512	10.820	8.524		
	A2-3-⑥	7.666	8.292	8.033	7.997		

試験体	試験1 曲げたわみ試験					試験2 曲げ破壊試験	
	4kN載荷時の変位量(mm)					最大荷重 (kN)	平均値 (kN)
	載荷位置	変位計 1	変位計 2	変位計 3	平均値		
B-1	B1-①	9.303	10.527	12.215	10.682	60.582	54.027
	B1-②	10.321	10.861	11.336	10.839		
	B1-③	10.774	10.893	10.839	10.835		
B-2	B2-①	9.520	10.656	12.020	10.732	48.361	
	B2-②	9.940	11.205	11.509	10.885		
	B2-③	10.620	10.817	10.821	10.753		
B-3	B3-①	9.767	10.815	12.275	10.952	53.139	
	B3-②	10.576	11.424	11.512	11.171		
	B3-③	10.947	11.128	11.099	11.058		

試験結果のまとめ

- 試験1の結果より、DLT試験体では端部①で3枚のラミナだけに荷重載荷した場合であっても中間部②、梁中央③の変位計でも変位を計測しており、木ダボによる荷重分散の効果が確認されました。合板を敷いた上から荷重載荷したケース2で、合板を敷くことで若干変位量が少なくなりましたが同じような傾向で変位が計測されています。
- 接着・積層して一体化しているスギ集成材は、荷重の位置に関係なく各変位計が同じような値を示しています。
- 変位量の平均値を比べると、DLT試験体の変位量の平均値は、E65F255 同一等級構成のスギ集成材の平使いの梁の平均値と比べ変位量が小さいという結果となりました。
- 試験1の集中載荷時の変位量、および試験2の破壊試験の結果から、木ダボ間隔@600mmのDLT試験体(A1)、木ダボ間隔@900mmのDLT試験体(A2)それぞれの変位量と最大荷重を比較すると、木ダボ間隔@900mmのDLT試験体(A2)は変位量が小さく、かつ破壊試験での最大荷重が大きいという結果が得られ、DLTの木ダボ間隔は@900mmで問題がないことが確認されました。
- 試験2破壊試験の結果より、DLT試験体木ダボ間隔@900mm(A2)と同一等級構成のスギ集成材の破壊荷重に大きな差はありませんでした。このことから、同程度のラミナ性能による木ダボ間隔@900mmのDLTは同断面のスギ集成材の平使いの代わりとして使用可能と言えます。
- 試験2破壊試験では、DLT試験体にて弱いラミナ(引っ張り側に節があるものなど)から曲げ破壊が生じ、破壊したラミナが一定以上になると荷重をささえきれずに変形が大きくなる破壊状況が確認されました。
- 変形が大きくなったところで荷重載荷を停止して試験終了としましたが、荷重載荷を取り除くと梁が元に戻るという現象が確認されました。一方で同一等級構成のスギ集成材では梁が一気に破壊して折れ、除力しても梁は折れたままでした。この曲げ破壊の状態からDLTの梁は部分的に破壊しても全体が壊れないので粘り強く安全といえます。