

平成27年11月2日(月)

9時00分～11時40分

木材強度試験の実施について

(1) 目 的 地 栗原市築館字萩沢土橋26

(2) 団体等の名称 栗原地域事務所林業振興部
宮城北部流域森林林業活性化センター栗原支部
東北職業能力開発大学校
株式会社 ○○工務店
株式会社 くりこまくんえん

栗原地域事務所林業振興部と宮城北部流域林業活性化センター栗原支部(栗駒高原森林組合)主催による栗原産材のスギ天然乾燥材、スギ人工乾燥材の木材強度試験(梁材の破壊試験)を、東北職業能力大学校、工務店の協力により実施した。

(講師:東北職業能力開発大学校 青柳)

木材強度は主に含水率によって決まってくる。含水率が30%以上の天然乾燥材、人工乾燥材では破壊強度(圧縮、曲げ)を比較しても余り変化がでない。しかし含水率が30%以下の人工乾燥材になると強度が比較的高くなる傾向にある。

木材には、年輪幅、節、辺材、心材、含水率などの同じ性質のものが無いため、強度試験をしても全て同じ値にはならないことを理解してほしい。

スギ構造用製材の設計強度は、梁材の曲げ強度は27KN、梁材の圧縮強度は21.6KN、柱材の曲げ強度は21.6KN、柱材の圧縮強度は21.6KNである。今回の破壊試験では30KN程で破壊に達すると思う。木材強度試験では木材断面による大きさにより強度が左右される。今回は120mm×120mmと120mm×150mmだが断面が大きい程、強度が高くなる。

当大学では曲げ強度試験(梁材)は上部2点での集中加重で行う。上部1点での集中加重にすると曲げモーメントが1点の形状になるため、上部2点の集中加重にして曲げモーメントが2点の形状(台形)になるようにしている。等分布加重は、木造住宅建築の設計には使用しない。

当大学校の試験機器はJIS規格で試験をする機器ではないことから、あくまでも簡易試験の参考値として見てほしい。

今日の曲げ強度試験は、時間的な都合上、短期強度試験で行います。人工乾燥材の場合は強度の値が高く出るが天然乾燥材は強度があまり出ないと思う。最大荷重に達するまでの加重速度は1分以上となるように試験を行います。1本当たりの試験時間は10分程になります。

○試験開始

● 今回の木材強度試験の製材の種類は下記のとおりです。

No①.人工乾燥材(高温乾燥材) 120mm×120mm×4000mm . 1本

No②.人工乾燥材(低温乾燥材、燻煙乾燥材) 120mm×120mm×4000mm. 1本

No③.人工乾燥材(低温乾燥材. 燻煙乾燥材) 120mm×120mm×4000mm. 1本

No④.天然乾燥材 120mm×120mm×4000mm . 1本

No⑤.天然乾燥材 120mm×120mm×4000mm . 1本

No⑥.人工乾燥材(低温乾燥材. 燻煙乾燥材) 120mm×150mm×4000mm. 1本

No⑦.天然乾燥材 120mm×150mm×4000mm . 1本

No⑧.天然乾燥材 120mm×150mm×4000mm . 1本

No⑨.集成材 120mm×120mm×4000mm . 1本

●木材表面の含水率測定 (簡易測定機による測定)結果

測定位置は左右両端部と中心部付近の4点です。

No①	平均値	10.4 %			
	測定値	8.5	9	14	10
No②	平均値	34.5 %			
	測定値	38	34.5	33	32.5
No③	平均値	27.1 %			
	測定値	26	25.5	26.5	30.5
No④	平均値	34.1 %			
	測定値	25	32.5	41.5	37.5
No⑤	平均値	36.0 %			
	測定値	29.5	29	49.5	36
No⑥	平均値	24.0 %			
	測定値	24	30	20	22
No⑦	平均値	27.6 %			
	測定値	26.5	27	29	28
No⑧	平均値	27.8 %			
	測定値	27	29.5	27	27.5
No⑨	平均値	13.4 %			
	測定値	17	12.5	11.5	12.5

●木材の全乾測定 (乾燥機械による材内の含水率測定)結果

No①	含水率	14.4 %	
No②	含水率	31.3 %	
No③	含水率	20.4 %	
No④	含水率	51.5 %	
No⑤	含水率	34.5 %	

No⑥	含水率	20	%
No⑦	含水率	24.2	%
No⑧	含水率	25.7	%
No⑨	含水率	11.8	%

●曲げ強度試験の結果

No①	測定値	19.3 KN
	試験状況	最大荷重に達した途端、大きな爆発音を発して中心部から一気に吹き飛び粉砕した。
	破壊の種類	引張り断面から垂直方向に切断する破壊
No②	測定値	30.1 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	水平せん断
No③	測定値	29.7 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	水平せん断
No④	測定値	23.6 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	水平せん断
No⑤	測定値	27.2 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	水平せん断
No⑥	測定値	40.6 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	水平せん断
No⑦	測定値	45.5 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	繊維を横切る破断
No⑧	測定値	41.4 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でビシッと音をたて破壊した。
	破壊の種類	水平せん断
No⑨	測定値	15.9 KN
	試験状況	ピキピキと小さな音をたてながら、最大荷重付近でバキッと少し大きな音を立てて破壊した。
	破壊の種類	繊維を横切る破断

●圧縮強度試験については、曲げ強度試験に時間を要したため、実施した場合本日中に終わることが難しいと大学側から相談があったことから、宮城北部流域林業活性化センター栗原支部、蘇武工務店と協議して実施しないことにした。

・No①の結果(人工乾燥材(高温乾燥材) 120mm×120mm×4000mm)

理論上では含水率が低い程、木材強度が高くなる傾向であるが、今回の曲げ木材強度試験では19.3KNとなり設計強度の27KNを7.7KN下回った。原因としては含水率の低下によるもので、表面含水率10.4%、内部含水率14.4%のために木材の細胞内にある自由水や結合水が少なくなり、材内の繊維がガラス繊維のように乾燥したために、曲げ強度試験による最大荷重の時に極端に強度が低下しガラスが割れるように一気に破裂した。

・No②の結果(人工乾燥材(低温乾燥材、燻煙乾燥材) 120mm×120mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では30.1KNとなり設計強度の27KNを3.1KN上回った。原因としては表面含水率34.5%、内部含水率31.3%となり、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから、想定範囲内の結果と思われる。破壊状況を見ると応力は製材上部は圧縮応力が発生し、製材の下部は引っ張り応力が発生することから、下部に割れが生ずるのは分かるが、下部の節目を通して繊維方向(平行)に割れが生じている。節目の位置が強度に影響していると思われる。

・No③の結果(人工乾燥材(低温乾燥材、燻煙乾燥材) 120mm×120mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では29.7KNとなり設計強度の27KNを2.7KN上回った。原因としては表面含水率27.1%、内部含水率20.4%となり、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから、想定範囲内の結果と思われる。破壊状況を見ると製材側部の中心付近から繊維方向(水平)に割れている。丁度応力が掛かる部分に節目が多数集中しており、節目の弱い所から割れが生じたものと思われる。

No④の結果(天然乾燥材 120mm×120mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では23.6KNとなり設計強度の27KNを3.4KN下回った。原因としては表面含水率34.1%、内部含水率51.5%の影響が大きく、応力が掛かると弓の様にゆっくりとしなり、地震等の横揺れが発生した場合は倒壊の危険性が高いことから、梁材としては適さない。しかし、木材強度は木材の断面の大きさで決まることから、断面を大きくすることで強度を高くすることができる。また、含水率が高いために初期強度が出にくい、長期強度試験であればゆっくりと荷重を掛けるため強度が高く出ると思われる。破壊状況を見ると製材に節目が少ないためか、引っ張り応力が発生し易い製材下部の繊維方向に沿って綺麗に割れが生じている。

No⑤の結果(天然乾燥材 120mm×120mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では27.2KNとなり設計強度の27KNを0.2KN上回った。原因としては表面含水率36.0%、内部含水率34.5%の影響が大きく、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから、今回は少し含水率が高いが設計強度を上回った。また、含水率が高いために初期強度が出にくい、長期強度試験であればゆっくりと荷重を掛けるため強度が高く出ると思われる。破壊状況を見ると製材に節目が散在しており、製材下部の節目の弱い繊維方向に沿って割れが生じている。

No⑥の結果(人工乾燥材(低温乾燥材、燻煙乾燥材) 120mm×150mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では40.5KNとなり設計強度の27KNを13.5KN上回った。原因としては表面含水率24.0%、内部含水率20.0%となり、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから、想定範囲内の結果と思われる。また、製材の断面(寸法)が大きくなっているため、強度が高くなっている。製材の断面が大きいため、初期強度が高いたわみが少ない。破壊状況を見ると製材下部の節目の弱いところから繊維方向(水平)に割れが生じている。

No⑦の結果(天然乾燥材 120mm×150mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では45.5KNとなり設計強度の27KNを18.5KN上回った。原因としては表面含水率27.6%、内部含水率24.2%となり、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから、想定範囲内の結果と思われる。また、製材の断面(寸法)が大きくなっているため、強度が高くなっている。初期強度が高いたわみが少ない。破壊状況を見ると節目が応力付近に集中しているが、製材下部から上部付近に掛けて斜め上に繊維を引き裂くように割れが生じている。割れ方向を見ると節目が多い付近に発生している。

No⑧の結果(天然乾燥材 120mm×150mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では41.4KNとなり設計強度の27KNを14.4KN上回った。原因としては表面含水率26.8%、内部含水率25.7%となり、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから、想定範囲内の結果と思われる。また、製材の断面(寸法)が大きくなっているため、強度が高くなっている。初期強度が高いたわみが少ない。破壊状況を見ると、節目は散在しているが、節目とは関係ない製材下部から繊維方向(水平)に割れが生じている。

No⑨の結果(集成材 120mm×120mm×4000mm)

今回の木材曲げ強度試験では15.9KNとなり設計強度の27KNを12.6KN下回った。原因としては表面含水率13.4%、内部含水率11.8%となり、理論上では含水率が30%以下に下がると強度が高くなることから想定外の結果である。破壊状況を見ると、引っ張り応力が掛かる製材の下ラミナ材のジョイント部から垂直に割れが発生し、真上の節目を避けるように中央部の繊維方向(水平)に割れが生じている。恐らくラミナ材の接着不足が原因か品質の低いラミナ材を使用したためと思われる。

〇感想

今回の木材強度試験では、内部含水率が30%前後の天然乾燥材、人工乾燥材は設計強度を満たしており、木造住宅建築に使用することには問題ないと思われました。今までは主に人工乾燥材が木造住宅建築の材料として使用されていたが、今回の強度試験を受けて工務店、木材卸売り業者に天然乾燥材は人工乾燥材と強度的に変わらないことを説明し理解してもらうことと、価格の安い天然乾燥材を積極的に購入してもらうことで、一般消費者にも購入し易くなると思う。このため人工乾燥材より安価な栗原の安心安全な天然乾燥材を、工務店、卸売り業者に取り扱ってもらうよう働きかけたい。

内部含水率を確認するには全乾法による室内試験で測定する方法が一番正確だが、製材会社では随時測定することは不可能なことから、設置型のマイクロ波のような透過型で内部の水分まで測定できる測定器を整備することで、品質の高い製品を生産できると思う。

天然乾燥材の今後の課題としては、人工乾燥材と比較して製材の曲がり、収縮がどの程度発生するのか試験を試してみる必要があることから、製材会社の(株)くりこまぐんえんに協力してもらう必要がある。

後日、木材強度試験協力のお礼のため東北職業能力開発大学へ伺った時に青柳先生から、森林組合、工務店、製材会社と木材の性質について話をしたが、木材の性質を理解していないと思う。当大学校では木材を理論で扱っているが、森林組合、工務店、製材会社は木材を経験値で扱っているようで、理論不足の状態で仕事することはとても危険なことだと思う。このため木材の性質を理解してもらうため、一度勉強会を企画してみてはいかがでしょうか。勉強会には私も講師として協力するので検討してほしいと話がありました。

勉強会を行うことで、製材会社には品質の高い製品、付加価値の高い製品開発を検討ができる。工務店は品質の高い地域の木材を木造住宅に取り入れることで、消費者へ安心安全住宅のPRになると思う。森林組合には素材生産事業者として安定品質のものを安く大量供給することが求められることから、大学校と企業の人材交流を盛んに行い、産官学の英知を集結することが将来の栗原の木材産業に必要と思われることから、勉強会を検討したい。