

スギ丸棒加工木材の強度性能^{*1}占部 達也^{*2}・片桐 幸彦^{*2}・村上 英人^{*2}

1. はじめに

近年、土木用資材として環境に調和する材料が求められ、「木材」が再認識されている。福岡県においても海岸防風柵等に木材を利用する取り組みが行われている。施工性や美的観点から、材料としては、丸太に比べ寸法が明確な円柱状の丸棒加工木材(以下丸棒)を用い、これをボルト接合により施工する方法が検討されている。一方、丸棒には材質的にやや劣る未成熟材が多分に含まれている。また、木材の屋外使用では腐朽等の材質劣化が予想される。特に丸棒では、乾燥に伴う大きな割れが材軸方向に生じ、ボルトによる接合部の耐力低下を招くことが懸念される。丸棒の材料性能及び接合性能は今後の耐久性把握の基礎資料としても必要である。

そこでここでは、部材の基本的な強度性能を把握するため、腐朽等の劣化を受けていないスギ丸棒を用いて曲げ強度性能を調べた。また、ボルトによる接合を想定し、乾燥割れが起きた丸棒にボルトを挿入した試験体について、繊維平行方向加力による二面せん断試験を行い、端距離、割れ幅、ボルト径の大きさが接合耐力に及ぼす影響について調べた。

II. 試験体と試験方法

(1) 曲げ破壊試験

スギ丸棒(直径10cm、長さ100cm)5体、及びスギ正角材(9×9×100cm)6体について、支点間距離80cm、荷重速度5mm/minで中央集中荷重方式による曲げ破壊試験を行い、両者の性能比較を行った。なお、丸棒については、支点及び荷重点部を平坦になるよう下部接点から5mm程度切削加工した。

(2) ボルト挿入部のせん断耐力試験

供試木はスギ丸棒(直径8cm、材長200cm)で、室内で放置したもの(正常材)3本、7~8月にかけて屋外で直射

日光の当たる場所で放置し、大きな乾燥割れが発生したもの(割れ材)3本である。含水率は全て18%前後である。それぞれから材長33cmの試験体を6体ずつ採取した。各接合条件の比較は個体差が出ないように同一個体内から得た試験体を用いた。ボルトはZマーク六角ボルトM12、先穴径は12mmを標準として作製し、図-1に示す方法で二面せん断試験を行った。加力方法は荷重速度が2mm/minで繊維方向に対し平行に引っ張った。破壊に至らない場合は変位(クロスヘッドの移動距離)が15mmに達するまで加力した。その最大荷重を最大耐力とし、端距離、割れ、ボルト径の各因子が耐力に与える影響を調べた(I)。

端距離の影響は、端距離を40mmと80mmで設定し比較した。割れの影響は、ボルトの位置が、木口面の割れと直行する場合と平行な場合とで比較した。なお、割れの大きさは木口面での最大幅を測定した。ボルトの直径については、正常材を用いてφが12mmと21mmで比較した。

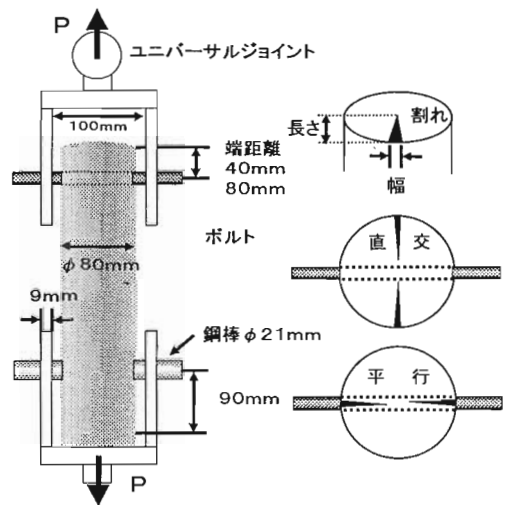


図-1 二面せん断試験方法

^{*1} Urabe, T., Katagiri, Y., and Murakami, H. : Strength properties of Sugi bar shaved roundly

^{*2} 福岡県森林林業技術センター Fukuoka Pref. Forest Res. & Exten. Center, Kurume, Fukuoka 839-0827

III. 結果及び考察

(1) 曲げ破壊試験(表-1)

腐朽等による材質劣化を受けていないスギ丸棒の曲げ強度は平均値で54 MPaであった。正角材が57 MPaであったのに比べるとやや低い、今回用いた正角材の密度が丸棒の約1.25倍であることを考慮すると、強度的には正角と同等以上と推定される。直径10 cmのスギ丸棒は法に定められた材料強度を十分クリアした。曲げヤング率は平均6.3 GPaであった。

(2) ボルト挿入部のせん断耐力試験(表-2)

端距離の影響について、正常材では端距離40 mmと短い場合でも、最大耐力は平均で1225 kgf、変動係数3%と非常に安定した耐力を示した。80 mmでは、耐力そのものは僅かに上がる程度であった。破壊形態については、両者共に800 kgf付近からボルトが材へめり込み、亀裂が先穴端部から木口方向へ生じたが、荷重の低下はわずかであった。最終的な亀裂は、40 mmでは先穴両端から木口方向に亀裂が伸び、木口面で両方から生じた亀裂が重なった。80 mmでも同様に亀裂が生じたが、片方の先穴からのみであり、また木口面に少し亀裂が入る程度で、40 mmに比べ軽微な亀裂であった。

割れ材については、ボルトが割れに平行に位置するものでは、端距離40、80 mm共に正常材に比べ最大耐力が2割程低下し、バラツキも大きくなった。破壊形態も40 mmではせん断面が浮き上がったため、最大荷重を境に荷重が急減し、正常材に比べ粘りが少なくなった(図-2)。また、端距離40 mmと80 mmとでは、耐力の差が1割

程度あり、端距離が耐力に与える影響は正常材に比べ大きかった。ボルトが割れと直行する(割れの影響が直接でない)場合においても、正常材に比べ約1割の耐力低下が見られた。今回用いた比較的大きな乾燥割れが生じた材において、80mm程度の端距離の設定では、割れとボルトとの位置に関わらず、ボルト接合部のせん断耐力はやや低下する傾向を示した。

ボルトの径については、正常材での結果ではあるが、より径の大きな21 mmボルトの使用により、耐力の大幅な向上が得られた。ただし、端距離40 mmでは粘りが小さく、最大耐力のバラツキも大きかった。試験数は少ないが、端距離が60、80 mmのものでは最大耐力は2倍以上の値を示したことから、ボルトの径に応じた端距離の設定が必要である。

IV. おわりに

スギ丸棒加工木材の強度性能は法に定められた材料強度を十分上回った。また、ボルト接合部のせん断耐力は乾燥割れにより低下するものの、端距離80 mmでもかなりの耐力が期待できることが分かった。しかし、乾燥割れによる接合耐力、特に粘りの低下が懸念されるため、端距離を十分にとり、かつ先穴の位置に配慮する必要がある。今後、これらを用いた構造物について追跡調査を行い、材質劣化の状態と強度性能との関係を調べ、耐久性の把握を行う予定である。

引用文献

- (1) 日本建築学会:木構造計算基準同解説, 219~234, 日本建築学会, 東京, 1988

表-1 曲げ破壊試験結果

| スギ | ※ | 補正密度 (g/cm ³) | 最大耐力 (kgf) | 強度 (MPa) | ヤング率 (GPa) | 含水率 (%) | 年輪数 |
|------------------|------|------------------------------|---------------|-------------|---------------|------------|-----|
| 90×90 6体 | 平均 | 0.55 | 3622 | 57 | 6.0 | 20 | 13 |
| | 最大 | 0.62 | 3849 | 62 | 6.9 | 23 | 15 |
| | 最小 | 0.49 | 3390 | 52 | 5.1 | 16 | 10 |
| | 標準偏差 | 0.05 | 174 | 4 | 0.6 | 3 | 2 |
| | 変動係数 | 9% | 5% | 7% | 10% | 14% | 16% |
| 丸棒 φ100 5体 | 平均 | 0.44 | 2688 | 54 | 6.3 | 20 | 10 |
| | 最大 | 0.46 | 2895 | 58 | 6.7 | 25 | 12 |
| | 最小 | 0.42 | 2495 | 50 | 5.9 | 17 | 8 |
| | 標準偏差 | 0.02 | 159 | 3 | 0.4 | 4 | 2 |
| | 変動係数 | 4% | 6% | 6% | 6% | 18% | 16% |

※含水率15%時に補正。

表-2 ボルト接合部の二面せん断試験結果

| 材の状態 | 先穴径 (mm) | ボルト径 (mm) | 端距離 (mm) | 割れ幅 平均 (mm) | ボルト と割れ の方向 | 最大耐力 | | |
|------|-------------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|---------|-------|---|
| | | | | | | 平均(kgf) | CV(%) | N |
| 正常材 | 12 | 12 | 40 | - | - | 1225 | 3 | 7 |
| | | | 80 | | | 1285 | 1 | 3 |
| | 21 | 21 | 40 | - | - | 1608 | 30 | 4 |
| | | | 80 | | | ※>3000 | - | 1 |
| 割れ材 | 12 | 12 | 40 | - | 直行 | 1066 | 6 | 2 |
| | | | 80 | 2.0 | 平行 | 904 | 1.3 | 6 |
| | - | - | 40 | - | 直行 | 1107 | - | 1 |
| | | | 80 | 3.0 | 平行 | 1034 | 11 | 4 |

※治具の許容範囲を超えたため中断

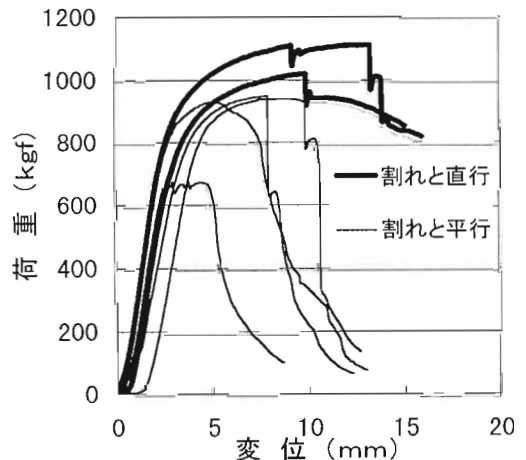


図-2 荷重-変位曲線
(割れの影響~端距離40mm)