

長期暴露試験によるプレストレス木床版の緊張力変化に関する研究

秋田高専環境システム工学専攻 学生会員 ○佐藤裕太
秋田高専環境都市工学科 正会員 堀江保

1. 研究背景・目的

現在地球温暖化などの環境問題があげられる中、橋梁の分野において、木材が非常に注目されている。木橋に対するイメージとして、木材は普段から我々人間の身近にあるものであり、自然や癒しといった空間を演出し、親しみを感じられるであろうと思う。一般的なプレストレス木床版には集成材が多く利用されているが、それよりもLVLの方が軽量で安価であり薬剤処理が容易である。しかし、単板の繊維方向を平行に積層接着して作成しているLVLでは、温度や湿度などの外的要因から受ける影響が大きいのではないかと予想される。そこで本研究では、実際に施工した場合を想定し、自然環境下で長期にわたる暴露試験を行い、緊張力変化を測定することによって集成材とLVLの変化特性を考察する。

2. 実験概要

2007年11月30日から暴露試験が開始されており、現在も継続している。実験が行われているのは、本校の環境都市工学科棟2階のベランダの西側である。実橋では、コンクリート舗装や防水処理が行われるため床版が雨や雪に曝されることはない。そこで、本実験では写真1のように屋根を取り付け、その周りをネットで覆い、実際の木橋に近い状態にしている。LVLと集成材の2種類のプレストレス木床版を作成し、床版寸法は、長さ240cm、幅165cm、厚さ14cmである。部材を一体化させるプレストレス鋼棒は4本で、写真2のようにロードセルをそれぞれに固定し、緊張力を測定している。また、実験開始12日目と284日目に再プレストレス導入をしている。測定は1日4回、6時間ごとに行われている。そこから得られた4箇所の緊張力は、それぞれ変化率に算出し平均する。それを、その時間の値とする。それにより、集成材とLVLとの緊張力の比較を行う。

また、プレストレス木床版の緊張力は、温湿度の変化の影響を受けるといわれているので、その両方を考察するために水蒸気圧を用い、緊張力との関係を見る。水蒸気圧とは、温度と相対湿度によって求められるパラメーターであり、 1m^3 中の水蒸気の分圧を表すものである。今回は、飽和水蒸気圧を下に記すTetens(1930)の近似式により求める。それにより水蒸気圧が与える影響について、集成材とLVLを比較し考察する。

$$E = 6.1122 \times \left(\frac{17.502t}{240.9 + t} \right) \quad \gamma = \frac{e}{e_s} \times 100 \quad e = 6.1122 \times \exp\left(\frac{17.502t}{240.9 + t} \right) \times \gamma / 100$$

Es: 飽和水蒸気圧 (hPa) e: 水蒸気圧 (hPa) T: 温度 (°C) γ : 相対湿度 (%)



写真1 床版設置場所風景



写真2 ロードセル設置風景

key words: LVL 集成材 緊張力 水蒸気圧

3. 実験結果

1) 緊張力変化率 LVL と集成材の緊張力の変化を比較する。それにより、LVL の緊張力がどのような傾向をたどるかを考察する。そこで、緊張力変化率を用いて比較を行った。緊張力変化率とは、初期の緊張力を 100% とし、それを基準に以降の緊張力の比を算出したものである。LVL と集成材の緊張力変化率を図 1 に示す。横軸に経過日数(day)、縦軸に緊張力変化率(%)をとっており、上線が集成材、下線が LVL のデータである。どちらもグラフの形状は近似している。しかし、LVL の方が減少の割合が大きい。また、暴露試験開始初期は、急激に緊張力変化率が減少しているが、再プレストレス導入をしてから、長い間は緊張力の変化があまり見られず、減少割合も抑えられている。図 2 は、試験開始から 22 日目間の緊張力変化率のグラフを拡大したものである。初期は、10 日間で集成材が 20%、LVL が 30%減少しているが、12 日目に再プレストレス導入後は、10 日間で集成材が 4%、LVL が 8%減少と抑えられている。これにより再プレストレス導入は、緊張力減少を抑える効果が期待できる。特に導入による効果は、LVL の方が大きいことがわかる。

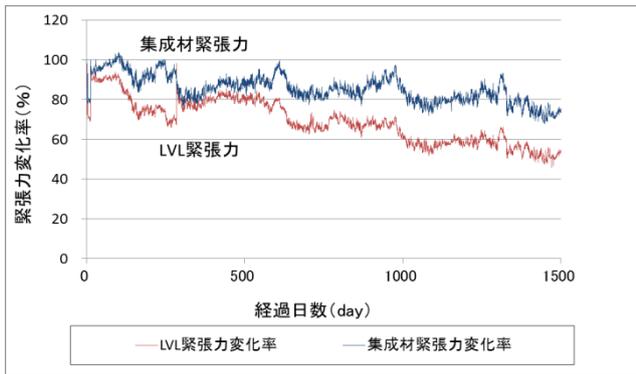


図 1 緊張力変化率グラフ

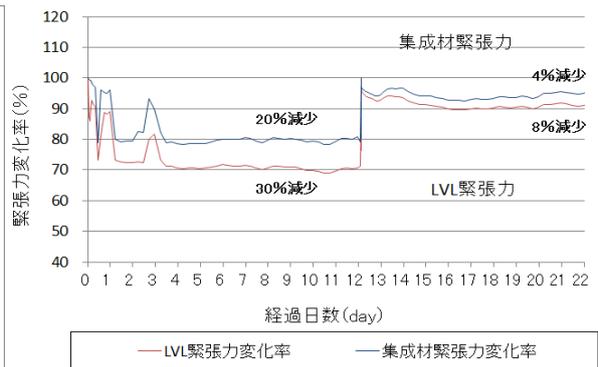


図 2 緊張力変化率(0~22 日目)

2) 水蒸気圧と緊張力変化率 LVL と集成材の緊張力が、どのように気象条件の影響を受けているのかを考察する。そのために、気象庁の温湿度データをもとに水蒸気圧を算出し、緊張力と対応させどのような変化が起こっているかを考察する。緊張力変化率と水蒸気圧の変化のグラフを図 3 に示す。横軸に経過日数(day)、縦軸に緊張力変化率(%)と水蒸気圧(hPa)をとる。水蒸気圧の値が上がっている部分では、緊張力変化率も同じように上がっている。この関連性を詳しくみるために、550~700 日目のグラフを拡大したのが図 4 である。図を見ると明らかなように、水蒸気圧と緊張力変化率のグラフは近似している。また、一つの特徴として、集成材、LVL どちらも水蒸気圧が 20hPa を越えたあたりから緊張力変化率が大きく変動している。

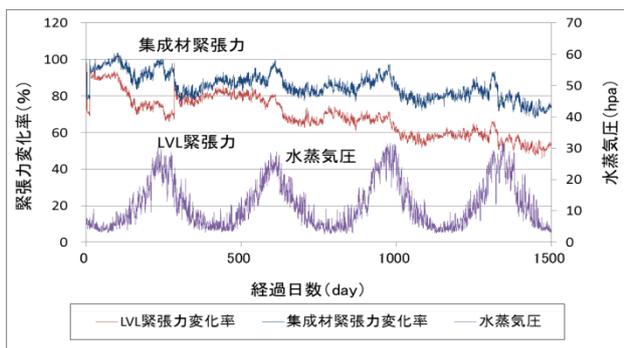


図 3 緊張力変化率と水蒸気圧

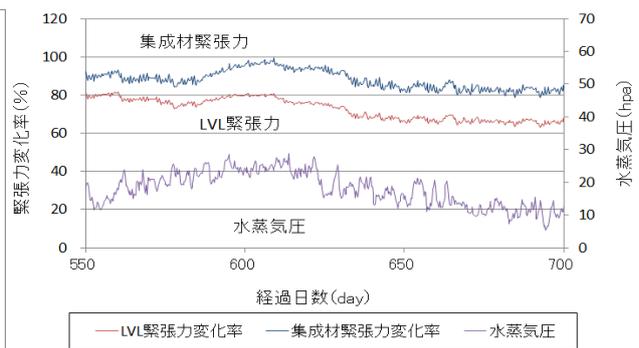


図 4 緊張力変化率と水蒸気圧 (550~700 日目)

4. 考察と今後の展望

結果より、集成材と LVL の緊張力の変化は近似しているがやはり LVL の方が減少率が大きいことが分かった。しかし、再プレストレス効果は高く十分に改善できる点である。また、水蒸気圧からうける影響においても集成材と LVL は近似している。以上のことより、LVL は集成材と同じように橋梁材料としても活躍できるのではないかと考える。その結果をより確かなものにするため、本校にある恒温恒湿室に同じモデルの木床版を設置し、過去の温湿度を用いて実験をおこなっている。