

トルクレンチによるプレストレス木箱桁橋の緊張について

環境構造工学講座 09714
指導教員

加藤健太
後藤文彦

1. はじめに

近年、短い工期で低コストの木橋を造るプレストレス木箱桁橋¹⁾が開発された。この工法を利用したオンサイト木橋や合板と角材を用いた木橋²⁾は、鋼棒を通す孔をあけた角材を上段、下段の2段に並べ、両脇から鋼板で挟んでプレストレス鋼棒で締め固定する新しい形式の応急木橋で、組立が簡単で、部材のそろった状態から現地で1日で組み立てることができる。本研究では、現地で鋼棒を緊張する際、ロードセルや油圧式ジャッキなどを使わずに、トルクレンチだけで規定の軸力を入れることが出来れば便利であると考え、実際にトルクレンチでトルクを与えて規定の軸力が入っているのかまた、鋼棒の長さの違いでの軸力の影響を考察するのが目的である。

2. 実験概要

実験はPC鋼棒は四本用いて、真ん中に四本それぞれ鋼棒に対して斜め45°ひずみゲージはりPC鋼棒のひずみを測定し、トルクレンチで1から4の順番に均等にトルクをかけていき軸力を5kNずつ入れていき70kNになるまで行い、それぞれの値をしていきます。図-2は実験モデルでそのPC鋼棒の寸法と材料定数は長さ1825mm(長い),760mm(短い)直径13mmせん断弾性係数79GPaである。

ひずみゲージ測定により得られた二方向の成分からせん断ひずみを求めます。次に、PC鋼棒四本の測定前後の長さの平均と軸力の関係から軸力のかかる毎の鋼棒の長さを求め、次の式に求めた値を入れる。出た値がねじれ角になる。 $\theta = \frac{4\epsilon l}{d}$ 求めたねじれ角を用いて、ねじれ角を考慮したトルクを求めるために次の式に値を入れる。 $T = \frac{\pi G \theta d^4}{2l}$



図-1 実験モデル

次にねじれ角を考慮したトルクと比較するためにトルク係数を考慮したトルクを次の式に値を入れて求める。 $T = KFd$ この二つの計算式で求められたトルクと測定した値と比較する。

3. 実験結果と考察

始めに、測定方法で求めた数値を整理して、PC鋼棒4本分をまとめて一つのグラフにした。また、図2~4までがPC鋼棒が短く、図5~7までが長いものになっている。

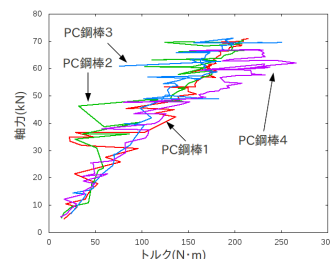


図-2 トルクと軸力の関係

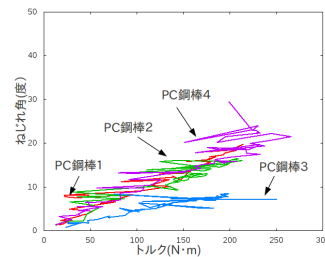


図-3 トルクとねじれ角の関係

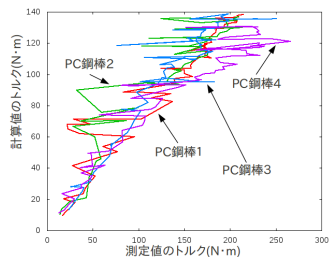


図-4 計算値のトルクと測定値のトルク

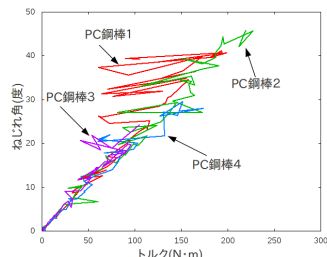


図-6 トルクとねじれ角の関係

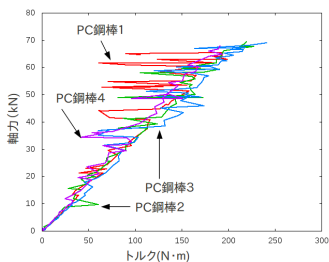


図-5 トルクと軸力の関係

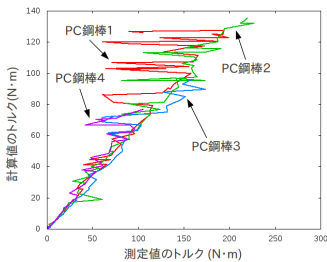


図-7 計算値のトルクと測定値のトルク

図 2 と図 5 はトルクと軸力の関係を表している、グラフを見るとトルクレンチでトルクをかけたなら規定どおりの軸力が入っていることがわかった。長さの影響がグラフにした時にあまりなかった。予想では長さが長い方が軸力があまり入らないのではないかと予想していたが影響はしなかった。だが実験では 2 メートルぐらいの鋼棒でやったので実際の縮尺では、影響が出ると思われる。図 3 と図 6 はねじれ角とトルクの関係を表している、長さの影響が出ていて約 2 倍の差が生じた。また角度が大きくなっていてため鋼棒がねじれ座屈を起こしていると推察できる。先ほど求めたねじれ角を考慮したトルクは純粋なねじれの時のものであり、ねじれ座屈が起きている場合、過大評価していることになります。図 4 と図 7 は測定したトルクとトルク係数を考慮した計算式で求めたトルクの関係を表している、トルクレンチで所定の軸力が入った時のトルクである。今回の実験での測定値のトルクと比較すると測定値より小さく出た。トルクレンチは高力ボルトを締めることを想定しているため、鋼棒のような長さのある物を締めることを想定していないためである。このことからトルクレンチで鋼棒を締める時では、ねじれトルクが発生して実際に所定の軸力が入っていないのに想定したトルクに達してしまうことがわかる。

4. まとめ

プレストレス木箱桁橋の PC 緊張をトルクレンチで簡潔に行う手法の妥当性を確認するため、トルクソケットを用いて導入トルクを測定しながら、導入緊張力との関係を測定してみた。レンチによる導入トルクは、導入緊張力からトルク係数で測定されるトルクよりやや大きめという程度であり、今回の短めの PC 鋼棒を使う限りにおいては、トルクレンチでもトルク係数から想定される程度の緊張力が導入されることがわかった。しかし、PC 鋼棒は最大 40° 程度もねじれているが、導入トルクでは、純粋な棒のねじれだけによってこれだけのねじれが発生することはないので、トルクによるねじれ座屈のような現象が発生している可能性が強い。よって、PC 鋼棒が長くなっていった場合に、導入トルクはトルク係数が想定している摩擦力に抵抗するだけではなく、ねじれによる座屈の反力にも抵抗し得るため、トルクレンチで簡便的に緊張力を導入する方法は注意が必要である。

参考文献

- 1) 滝田 拓史, 後藤 文彦, 佐々木 貴信, 清水 光弘, 安部 隆一: 角材を用いたオンサイト応急橋のせん断挙動, 木材利用研究論文報告集 12, pp. 41-46, (2013).
- 2) ブイ ジュ ハイ, 後藤 文彦, 佐々木 貴信, 山内 秀文, 中村 昇, 薄木 征三: 角材と合板で組み立てる応急木製歩道橋, 木材利用研究論文報告集 11, pp. 51-54, (2012).