

ラグスクリューによりせん断補剛された集成材梁の剛性挙動

環境構造工学講座 09723 今田裕樹

指導教員 長谷部 薫 後藤 文彦

1.目的

環境問題への注目から木材を使用した構造物が建造されている。そのなかで集成材は、製作、加工技術、防腐技術の進歩により、大断面集成材な製作が可能となり、建築はもとより小規模な橋梁の主構造材料として注目されているが、せん断変形しやすいという特徴を有している。せん断変形をいかに簡易的に抑えるにはどうしたらよいのかということ考えた。アメリカでは、30 から 40 年前に作られた木橋が数多くあり、老朽化が進んでいる。その際ラグスクリューを用い、補剛を行ったものもあることからヒントを得て、集成材梁にラグスクリューを用いて、せん断補剛することによって、せん断変形を抑制することができるのではないかと考え、本研究を行った。本研究ではラグスクリューを鋼棒と仮定し、ラグスクリューの本数、角度によってせん断剛性がどのように変化するか数値解析を行った。

2.解析モデル

図-1 において、本研究で対象となるモデルを示す。

10 接点四面体要素を使用し、要素数は約 10 万とした。両端から 200mm の所に支承をもうけた。ラグスクリューは単純化し、鋼棒と仮定した。以下、ラグスクリューは鋼棒とする。鋼棒の配置等は図-2、図-3 に示す。また、摩擦を考えないこととし、木材と完全に一体化していると考え。さらにラグスクリューの両端は木材の上面、下面と接しているものとした。鋼棒の直径は今回使用するラグスクリューの軸径と同じ 12mm とし、16 角形とした。長さは 90 度に挿入するときは 400mm、45° のときは、565mm とした。

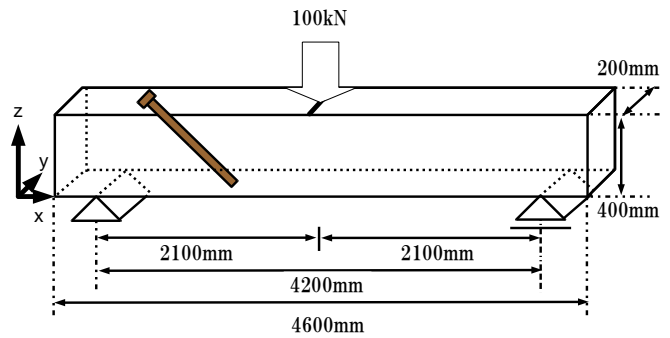


図-1 基本モデル

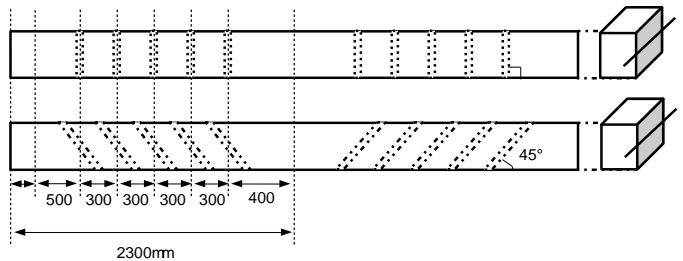


図-2 側面から見た鋼棒の配置

3.解析方法

汎用有限要素解析プログラム MSC/MARC.Mentat を用いて、三次元解析を行う。集成材、鋼棒の材料特性は表-1、表-2 に示す。鋼棒の配置は図-2、図-3 に示す。鋼棒を図 2 のように 45°、90°と配置し、それぞれ鋼棒の本数を 1, 2, 3 列と増やしたときの着目線 (図-4) のせん断応力、下辺中央での曲げ応力等の変化を見ていった。

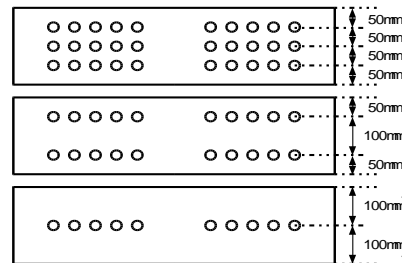


図-3 上面から見た鋼棒の配置

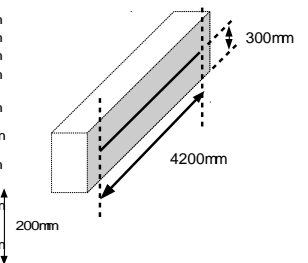


図-4 着目線

表-1 集成材の材料特性

ヤング率 (N/mm ²)	$E_x = 7000$ $E_y = E_z = 7000/25 = 280$
ポアソン比	$\nu_x = 0.4$ $\nu_y = \nu_z = 0.4/25 = 0.016$
せん断弾性係数 (N/mm ²)	$G_{xy} = G_{yz} = G_{zz} = 7000/15 = 466.667$

表-2 鋼棒の材料特性

ヤング率 (N/mm ²)	$E_x = E_y = E_z = 200000$
ポアソン比	$\nu_x = \nu_y = \nu_z = 0.3$

4.解析結果

4.1 せん断応力について

45°, 90°に配置した場合の着目線における支間中央から支承までのせん断応力分布図を図-4、図-5に示す。集成材のみのものと比べて、鋼棒が1, 2, 3列と増えるとせん断応力が小さくなるのが分かる。特に鋼棒を挿入した箇所でのせん断応力の減少が大きく、3列の時は最大で35%小さくなった。しかし、90°に配置したときは鋼棒が挿入された箇所に近いところのせん断応力は小さくなっているが、全体として大きな違いは見られない。3列の時でも最大で6%であった。

4.2 曲げ応力について

45°, 90°に挿入した場合の支承間距離での曲げ応力分布図を図-6、図-7示す。鋼棒に近い箇所は応力が抑えられているが、最大曲げ応力は、45°, 90°, 列数が増えたとしても変化がなかった。

4.3 曲げ剛性について

曲げ剛性は鋼棒を45°に用いたときは、列数が増えると曲げ剛性が小さくなるが、30本の時でも集成材のみの時と比べて、0.93倍曲げ剛性が小さくなった。90°の場合は、鋼棒の列数が増えても変化が見られなかった。

4.4 せん断剛性について

せん断剛性はラグスクリューを45°に配置したときは集成材のみのときに比べて、1, 2, 3と列数を増やしていくと大きくなるのが分かった。30本の場合は、1.79倍となった。また、90°に配置したときは、集成材の時と比べて、ほとんど変化は見られず、3列の時に1.07倍程度しか大きくならなかった。

5.まとめ

ラグスクリューを45°の角度で集成材梁に用いて補剛することは、曲げ剛性を上げずにせん断剛性を大きくすることができるため、集成材梁のせん断補剛として期待できる工法であると考えられる。しかし、今回はラグスクリューをもっとも簡単な形で表現したため、今後は、実際に実験を行ったり、実物に近い状態で解析を行いたい。

参考文献

- 1) Arda Akbiyik, Anthony J.Lamanna, William Micah Hale: Feasibility investigation of the shear repair of timber stringers with horizontal splits, ScienceDirect, Construction and Building Materials 21 (2007) 991-1000

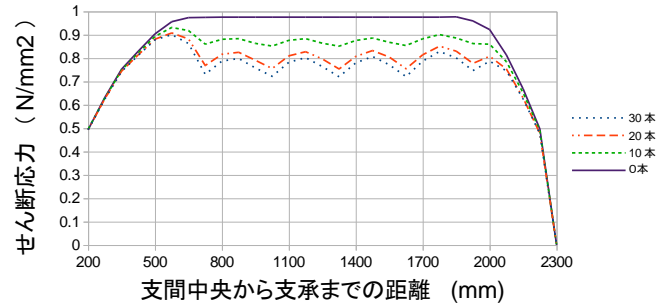


図-5 鋼棒を45°に挿入した場合のせん断応力

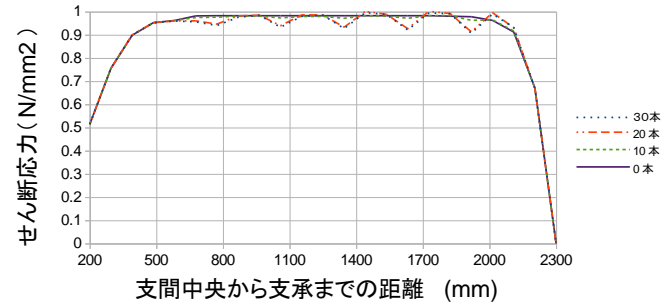


図-6 鋼棒を90°に挿入した場合のせん断応力

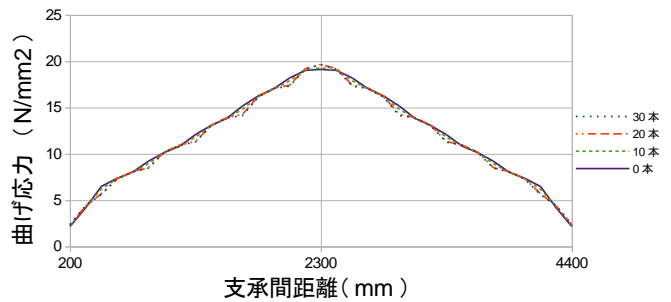


図-7 鋼棒を45°に挿入した場合の曲げ応力

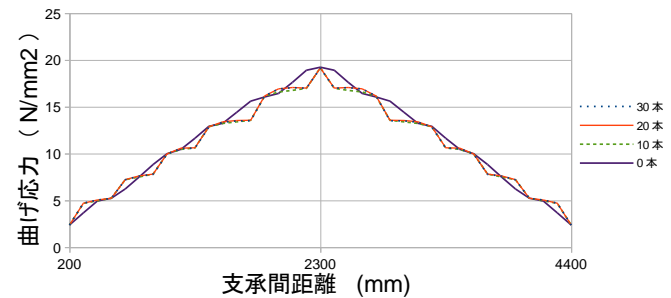


図-8 鋼棒を90°に挿入した場合の曲げ応力

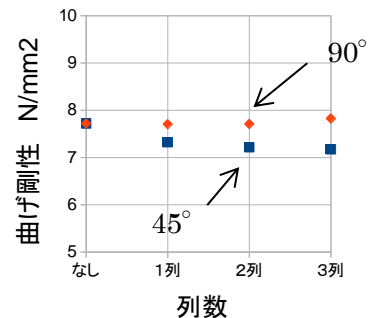


図-9 列数による曲げ剛性の変化

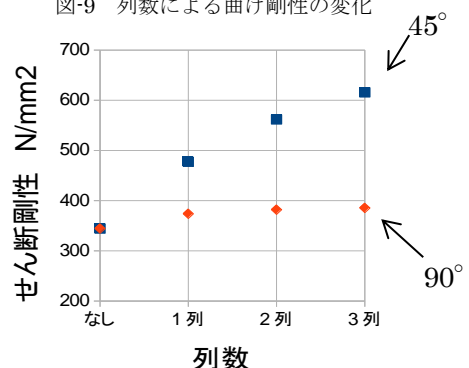


図-10 列数によるせん断剛性の変化