

木部材の鋼ジョイントに注入された樹脂のずれ性状

宮崎大学大学院 学生員 村上 弥生

宮崎大学工学部 正 員 今井富士夫

宮崎大学工学部 正 員 中澤 隆雄

1. はじめに

近年、集成木部材を利用した近代木橋は支間が増大しているため、木部材も大断面化し、部材も単一ではなく、鋼ジョイントを介して接合されたものとなっている。

実橋の鋼ジョイントの鋼板と木部材の接合には鋼ボルトが使用されており、ボルトと木部材のボルト孔の隙間に樹脂を充填することにより、2 次的な応力の発生を抑制している。一般的な充填法では鋼ジョイントの鋼板と木部材との接触面にも樹脂が充填されている。しかしながら、鋼材と木部材との間に充填された樹脂のずれ性状や木部材に与える影響について検討した研究はほとんど見受けられず、著者らの文献 1)でのボルトと樹脂を併用した研究のみのものである。

本報告では鋼板と木部材の接触面に充填された樹脂独自の付着性状や樹脂充填が木部材に与える影響について検討する。

2. 実験概要

引張供試体は図－1 に示すようなものであり、断面は幅×高さ＝100mm×160mm の対称異等級モデルで、鋼板が実橋の鋼ジョイントに相当する。

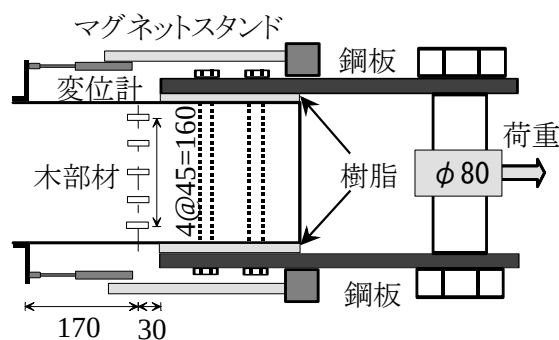
供試体では右側のみを測定部とし、鋼板と木部材の接触部に樹脂を充填した。ただし、載荷時での付着切れによる接合部の破壊を避けるために、ボルト (Φ10mm) を 2 列 (1 本／2 列) に差し込んでいるが、載荷時にボルトによる影響が生じないように、木部材のボルト孔は直径 12mm とし、ボルトとボルト孔の隙間には樹脂は充填されないようにしている。



図－1 供試体

また、鋼板の樹脂付着面の黒皮は除去している。

図－2 は接着部の詳細を示したもので、樹脂は実橋と同様に、鋼板と木部材の隙間に樹脂を充填した。隙間は接触面の底部と側面縁端に、厚さ 3mm、幅 7mm のアクリル板を配置し、樹脂は上部から流し込んだものである。



図－2 鋼ジョイント部の平面

3. 付着性状に関する検討

3.1 実験から得られた樹脂の付着性状

表－1 は実験で得られた樹脂が付着を生じた最大引張荷重と最大荷重を基に算出された付着強度を示したものである。また、実験での荷重と引抜け量を整理すると、樹脂のせん断応力 (τ) と引抜け量 (Δ) の関係は次式となった。

$$\tau = k \Delta = 4.35 \Delta \quad (1)$$

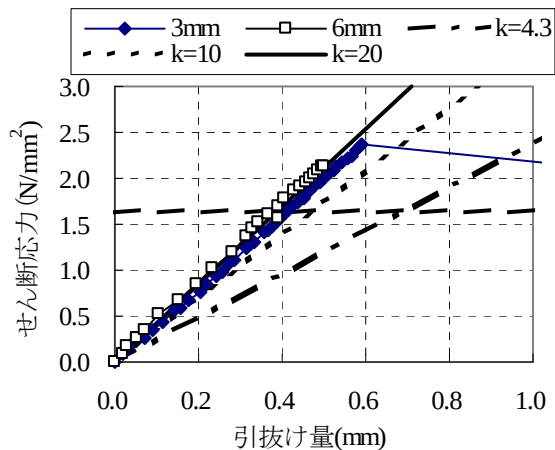
ここで、 k はばね定数、 Δ は引抜け量である。

表－1 最大引張荷重と付着強度

樹脂厚	3mm	6mm
最大引張荷重 (kN)	136.5	123.1
付着強度 τ_u (N/mm ²)	2.37	2.14

3.2 解析との比較によるずれ剛性と付着強度

解析では鋼板と木部材には 8 節点ソリッド要素を、鋼板と木部材との接触面には 8 節点接触要素を採用した。接触要素は 3 方向のばねモデルである。木部材の材料定数は文献 2) で与えられたモデルを採用している。



図－3 ずれ性状での解析比較

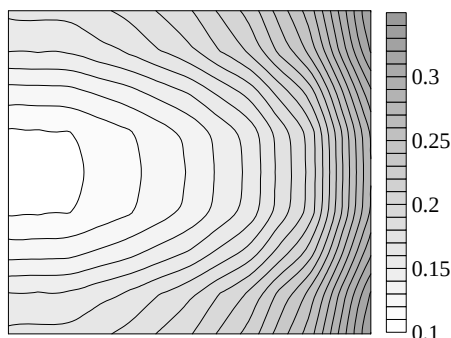
図－3は荷重と引抜け量の関係について、解析と実験を比較したものである。実験値は樹脂厚 3mm と 6mm を示しており、「 $k = \bigcirc\bigcirc$ 」はすべて解析での結果であり、例えば、「 $k=4.3$ 」は $k = 4.3(\text{N/mm}^2)/\text{mm}$ を示すものである。

図での解析結果はずれ剛性に対する検討を行い易くするために、解析での線形結果を延長したものを示している。

図から明らかなように、実験で得られた「 $k=4.3$ 」では解析との差異が大きいことが判る。そこで、ずれ剛性 k の値を変化させて解析した結果、「 $k=20$ 」とすると、ほぼ実験値を満足していることが判る。

次いで、ずれ剛性 $k=20$ を基に、実験で得られた付着強度 $\tau_u = 2.37\text{N/mm}^2$ に対する結果が図－3の太い破線であるが、解析結果は実験の約 60%となっている。

図－4は解析で得られた荷重 10kN での樹脂のせん断応力分布を示したもので、載荷部から非載荷部に向かって $0.11 \sim 0.33\text{N/mm}^2$ と大きく変化しており、樹脂内のせん断応力は一様でないことが判る。樹脂内のせん断応力を一様とみなしたときのせん断応力

図－4 接触要素のせん断応力 (N/mm^2)

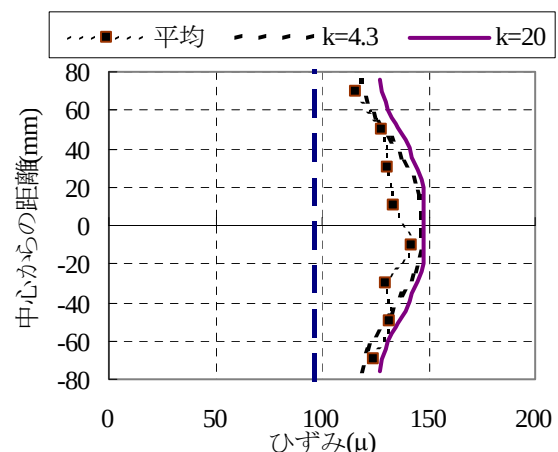
は 0.17N/mm^2 である。すなわち、樹脂の付着強度は実験で得られた $\tau_u = 2.37\text{N/mm}^2$ よりも実際は大きいことを意味している。

そこで、付着強度を順次変化させて解析したところ、付着強度 $\tau_u = 3.0\text{N/mm}^2$ のとき、最大荷重が 140 kN となり、実験結果とほぼ同等な解析結果を得ることができた。

3.3 接合部近傍のひずみ分布

図－5は木部材側面のひずみ分布を示したもので、実験結果は樹脂厚「3mm」と「6mm」の2つの平均値であり、解析結果は「 $k=4.3$ 」と「 $k=20$ 」を示している。

解析の2つの結果を比較すると、いずれも放物線を描くものとなっており、部材中央の最大値には差異はほとんど見受けられない。実験値との比較では、解析値はほぼ一致していると思われる。



図－5 側面ひずみ分布の解析比較

4. まとめ

本研究の結果を整理すると以下ようになる。

- 1) 木部材と鋼板の間に充填される樹脂厚は、樹脂のせん断力に対するずれ量には影響を及ぼさない。
- 2) ずれ剛性は、 $k=20 (\text{N/mm}^2)/\text{mm}$ となる。
- 3) 付着強度は $\tau_u = 3.0 \text{N/mm}^2$ となる。

5. 参考文献

- 1) 今井富士夫、村上弥生、間瀬英男、飯村豊、中澤隆雄：構造工学論文集、Vol.52A、pp.829-836、2006
- 2) 薄木征三、元沢清佳：構造工学論文集、Vol.50A、pp.847-854、2004