

H1-13

木材-コンクリート合成梁における付着性能に関する基礎的研究
 接合部仕様の異なる梁における付着性能が及ぼす剛性・強度への影響

Fundamental Study on Bond Performance of Wood- Concrete Composite Beams

Effect of Bond Performances in the Beams with Different Joints to the Stiffnesses and Strengths

○宮脇舞優¹, 関文夫², 山田雄太²

*Mayu Miyawaki¹, Fumio Seki², Yuta Yamada²

Abstract : In this research, a bend test was conducted on wood-concrete composite beams to assess bond performance. This composition method is considered effective because of its high water resistance which prevents wood decay, and its superior stiffness and strength is evaluated by comparing beams with different connecting methods. Our findings show that while stiffness is proportional to bond performance, strength and the bond performance are in a non-linear relationship. This research depicts the existence of the optimal adhesiveness in order to achieve higher strength.

1. はじめに

木材は圧縮・引張共に強い材料と知られているが、一般的にコンクリートに比べ弾性係数が低く、たわみ量が大きく出るため、木橋において歩道橋は多数存在するが、車道や鉄道といった橋梁には課題が多い。

木材とコンクリートを組み合わせた合成梁は、弾性強度が高くたわみが小さくなるだけでなく、耐水性能が高いコンクリートを木材の上に接合させることで、水が直接木材に浸透することを防ぐため、腐朽防止が可能となる。そこで本研究では木梁と RC 床版の合成梁を対象とし、合成の一体化を図るための接合具の付着性能と、付着力が梁の力学特性へ及ぼす影響を把握することを目的として曲げ試験を行った。

2. 実験概要

せん断スパンを 525mm, 載荷版は幅 50mm を使用し、4 点曲げの静的載荷実験を行った。

試験体概要を Figure 1 に、試験体のパラメータを Table 1 に示す。試験体は大きく分けると、合成梁の性能を検討するために合成梁と梁高を等しくした木梁の W シリーズ、コンクリートと木材をジベル接合し、ピッチをパラメータとした D シリーズ、シェアキーとして木材の切欠きにコンクリートを充填させ勘合し、せん断抵抗面積をほぼ同一にして形状のみをパラメータにした S シリーズの 3 種である。

使用した材料の諸元、実験から得られたコンクリートの圧縮強度とその値から算出した弾性係数、W シリーズの曲げ実験値から算出した木材の弾性係数を Table 2 に示す。しかし、ここでの圧縮強度と弾性係数は、全て平均値である。

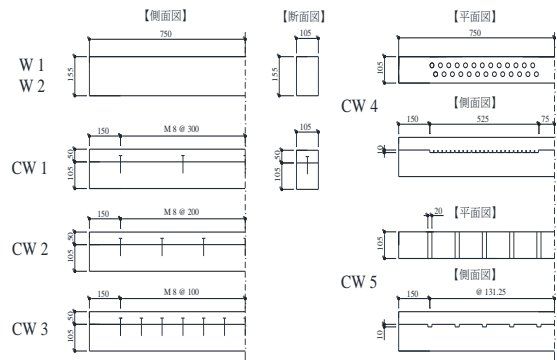


Figure 1. Size and shape of specimens

Table 1. Specification of test specimens

シリーズ	試験体名称	木材寸法 (mm)	RC床版寸法 (mm)	接合部	
				接合具	配置
W	W1	155×105	—	—	—
	W2	155×105	—	—	—
D	D1	105×105	50×105	M8六角ボルト	300mmピッチ
	D2	105×105	50×105	M8六角ボルト	200mmピッチ
	D3	105×105	50×105	M8六角ボルト	100mmピッチ
S	S1	105×105	50×105	φ20座彫り穴	2列千鳥
	S2	105×105	50×105	20mm×105mm柄	131mmピッチ

Table 2. Material type and characteristic values

樹種	コンクリート			呼び径
	弾性係数 (KN/mm ²)	セメント種類	圧縮強度 (N/mm ²)	
杉	18.26	早強度ボルトランドセメント	39.7	M8

測定位置と歪ゲージ貼付位置を Figure 2 に示す。コンクリートと木材の境界面に二軸型亀裂変位計とその代替計測器として PI 型亀裂変位計を 2 つ取り付け、軸方向のズレ変位と境界面の開口を測定した。また支点の軸方向相対変位は、変位計を軸方向と平行に、コンクリートと木材にそれぞれ取り付けて計測を行った。

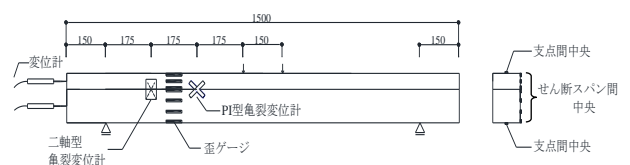


Figure 2. Measurement position

1: 日大理工・学部・土木 2: 日大理工・教員・土木

3. 結果

3.1 荷重-中央たわみ関係

Figure 3 に荷重-中央たわみ関係を、Table 3 に実験値と荷重-中央たわみ関係より算出した初期剛性を示す。

木梁 W1, W2 と合成梁 D1, D2, D3, S1, S2 の最大荷重を比較すると、合成梁よりも木材のみの梁の方が大きい値を得た。最大荷重時のたわみ量を比較すると、木材梁が約 29mm, それに対し合成梁のたわみは約 22.5mm と小さい結果を示した。

ボルトのピッチを変えて合成梁の付着性能を比較した D シリーズでは、最大荷重、初期剛性、たわみ量において $D3 < D1 < D2$ の関係を得た。Figure 3 より、いずれの試験体もある荷重で急激に低下し、それに伴う剛性の低下が確認出来る。この時に境界面で軸方向ズレ変位を確認した。シェアキーの形状を比較した S シリーズにおいて最大荷重を比較すると、座彫り穴にコンクリートを充填した S1 よりも、長方形の柄にコンクリートを充填した S2 の方が大きい結果となった。

3.2 破壊形態

全ての試験体において、最大荷重に達した後に木材の引張側最外縁において引張破壊が生じた。

D シリーズでは、いずれの試験体もコンクリートと木材の付着面においてボルトが大きなせん断力を受け持ったため、D1 と D2 では 2 回、D3 では 1 回急激な荷重低下が起こった。一回目の荷重低下時の荷重は、ボルトの本数に比例した結果となった。従って一回目の荷重低下時までの荷重と変位は、接合具の配置や本数から算定が可能である。

S シリーズでは荷重が 25kN になるといずれの試験体も、コンクリート埋め込み部にせん断力によるひび割れが生じ、27kN 以上で支点から載荷点に向かって徐々に付着が切れた。完全に付着が切れた後に引張側最外縁において引張破壊が生じた。最大荷重においては、木梁 W1, W2 とボルト接合 D1, D2, D3 に比べ小さい結果となった。

4. 付着性能が耐力に及ぼす影響

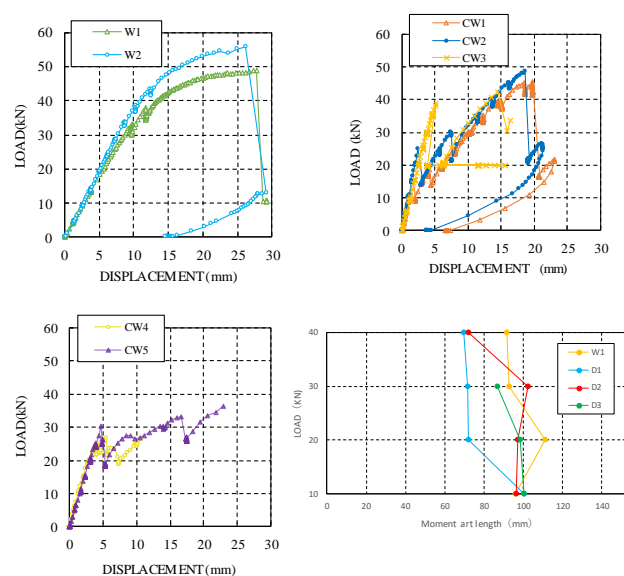
ボルトの本数が一番多い D3 の終局耐力が、それよりも本数が少ない D1 と D2 よりも小さい値となったことから、付着性能と終局耐力の関係には最適なピッチの範囲が存在すると言える。

この現象のメカニズムを明らかにすべく、軸方向圧縮応力と引張応力のつり合いに着目した。軸方向歪、コンクリートの弾性係数、木材の弾性係数から圧縮及び引張の作用位置を算出した。Figure 4 に圧縮・引張作用位置

と作用荷重の関係を示す。

アーム長を比較すると、D1 では荷重増加につれてアーム長は小さくなっていった。一方 D2 では、20kN から 30kN にかけてアーム長が大きくなる事が確認出来る。従って、この荷重レベル間で一時的に応力が拡散し、その後未降伏のボルトに応力の再分配が行われたと考えられる。また、耐力はこの再分配が行われる軸方向長さに比例すると考えられる。つまり、支点上接合具の降伏後もなお合成が保たれている部分の長さが長いほど靱性に富み、耐力が向上すると考えた。D3 においては、ボルト一本目降伏後、応力の再分配が移行する前に付着面のせん断が限界を迎え、破壊に至ったことが察される。

Figure 3.



5. まとめ

本論文では、木材とコンクリートの合成梁における付着性能の検討として、木材のみの梁と 5 種類の異なる接合部を持つ合成梁の曲げ実験を行った。得られた知見を以下に示す。

- 1) 曲げ実験の結果、終局耐力は木材のみの梁の方が合成梁に比べ大きな値となった。しかし初期剛性においては、合成梁の方が大きな値を得た。
- 2) ジベル接合した合成梁では木材-コンクリート部の局所的な破壊により急激な荷重低下が起こるが、完全に付着が切れることなく木材の引張破壊に至る。一方、シェアキーを設けた合成梁では、ある荷重を境に埋め込み部でコンクリートがせん断破壊し、梁が引張破壊した。
- 3) ジベルのピッチが 200mm の梁では、木材-コンクリート接合部における応力の再分配により、付着力と耐力の関係は比例せず、最適なピッチが存在することが確認された。