

I-38 打撃試験による連結部を有する集成材梁の動的特性の解析

岩手大学工学部 学生員 ○荒田 智博 山本 亮
 岩手大学工学部 正 員 岩崎 正二 出戸 秀明 宮本 裕
 日本大学工学部 正 員 五郎丸 英博

1. まえがき

近年、日本における集成材を主材料とする木橋建設の多くは歩道橋を中心に行われているが、車道橋も林道や市町村道に多く架設されるようになってきた。車道橋は、橋長 20~40m の短・中橋が中心であるが、橋長 100m を越える木橋もある。集成材は、ひき板を積層圧縮接着して工業的に生産されるため、長大材や湾曲材が比較的容易に製造できる一方で、工場からの運搬が困難である長大材の場合、数部材に分割し現場で連結することが一般的である。このような背景から、集成材橋連結部の動的特性を明らかにすることは、今後の木橋長大化・車道化を考えると設計上重要と思われる。

本論文では、写真-1 のような鋼板挿入型の集成材連結部を半剛結状態と考えバネ要素を用いてモデル化するとともに、その動的バネ定数を求めるために連結部を含む実物大の集成材梁試験体を作製し、図-1 に示すように両端自由梁の曲げ 1 次たわみモードの節となる位置をロープで吊って曲げ打撃試験を行い、得られた固有振動数を振動方程式に代入して動的バネ定数を逆算した。ここで得られた動的バネ定数を用いて固有振動解析を行った結果、本研究の試験体モデルで求められた 1,2 次の固有振動モードが文献 1) の試験体モデルで得られた結果と異なり、1 次と 2 次が逆転していた。そこで本論文では、この固有振動モードの逆転現象が連結部の動的剛性に深く関係していると考え、数値解析により詳細に検討したので報告したい。

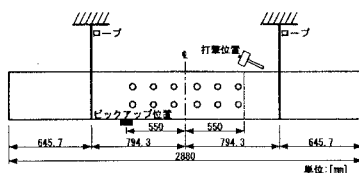


図-1 曲げ打撃試験

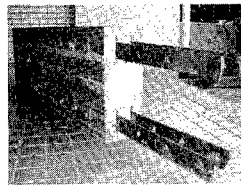


写真-1 連結部概要

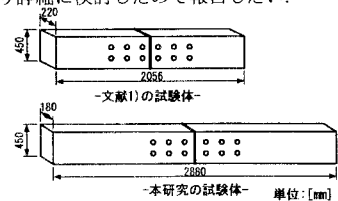


図-2 試験体寸法

2. 検討方法

本研究の曲げ打撃試験から得られた 1,2 次の固有振動数と動的バネ定数の推定結果と文献 1) の固有振動数と推定結果を比較すると表-1 のように相違する結果となった。また、図-3,4 に示すように 1,2 次の計算固有振動モードも逆転して求まった。

固有振動モードに影響するパラメータには、動的バネ定数、断面 2 次モーメント、梁長等、様々なものが考えられる。そこで、検討モデルとしては、解析モデルの長さを本研究で作製した試験体の長さに固定して、表-2 に示すような断面の幅 D と高さ H を 3 パターン変化させる場合を考えた。さらに各パターンの中でせん断バネ定数 K_y を $1 \times 10^0 \sim 9 \times 10^{18}$ [N/mm]、回転バネ定数 K_θ を $1 \times 10^2 \sim 9 \times 10^{20}$ [N・mm/rad] の範囲で指数的に変化させて固有振動解析を行い、1,2 次固有振動数とその時の固有振動モードについて検討を行った。なお、連結部を含む梁試験体の FEM 解析モデルは図-5 に示す通りである。半剛結連結部をせん

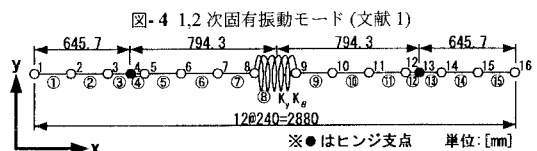
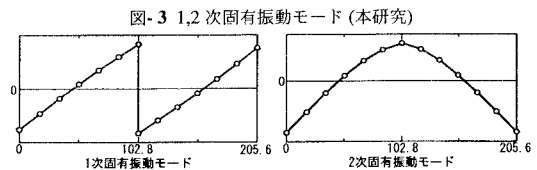
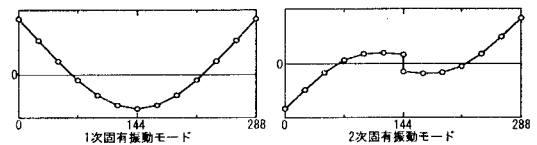


図-5 解析モデル

断バネ定数 K_y , 回転バネ定数 K_θ を有するバネ要素でモデル化した。解析モデルの諸条件は、解析理論:Bernoulli-Euler 梁理論, 弾性係数:8921.92N/mm², 節点数:16, 要素数:15 とした。

表-1 実測固有振動数と推定バネ定数

パラメータ	本研究	文献 1)
1 次固有振動数 [Hz]	164	216
2 次固有振動数 [Hz]	381	342
せん断バネ定数: K_y [N/mm]	1.71×10^5	1.53×10^4
回転バネ定数: K_θ [N・mm/rad]	1.24×10^{10}	4.85×10^{10}

表-2 解析モデルパターン

パターン	幅: D [mm]	高さ: H [mm]
A	90	225
B	180	450
C	360	900

3. 解析結果と考察

連結部がどのようなバネ定数の時に 1,2 次の固有振動モードの逆転現象が起こるのかを判定するのにモード領域図を求めた。すなわちモード領域図ではモードの逆転の判定をするために,1,2 次モードの順当な領域(順領域),1,2 次の固有振動モードが逆転する領域(逆転領域),数値計算上発散する領域(発散領域)の 3 領域にわけ 3 次元グラフで表した。図-6,9 はそれぞれ解析モデルパターン A と C のモード領域図を表している。パターン B の場合は A,C の中間的傾向を示すので省略する。各解析モデルパターンにおいて,せん断バネ定数 $K_y = 1 \times 10^{16}$, 回転バネ定数 $K_\theta = 1 \times 10^{17}$ 以上で発散領域に達したので,データプロット領域はそれ以下とした。また,バネ定数の変化により 1 次と 2 次の固有振動数がどのように変化するかを示したのが図-7,8(パターン A)と図-10,11(パターン C)である。

<解析モデルパターン A >

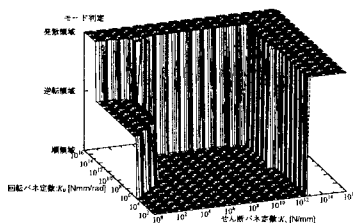


図-6 モード領域図

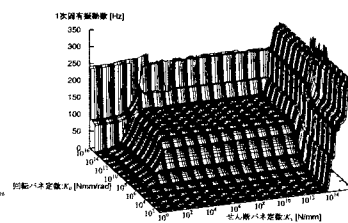


図-7 1 次固有振動数の変化

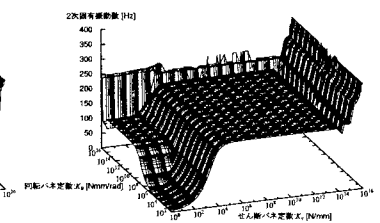


図-8 2 次固有振動数の変化

<解析モデルパターン C >

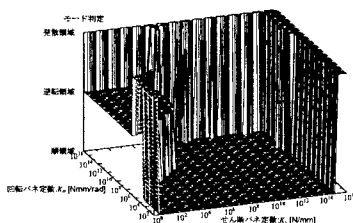


図-9 モード領域図

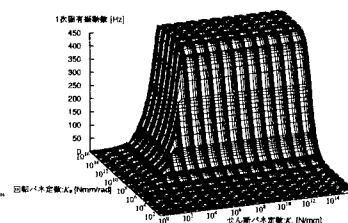


図-10 1 次固有振動数の変化

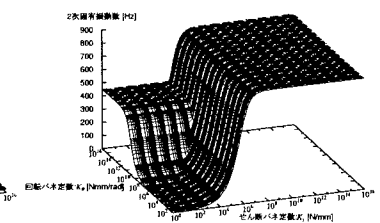


図-11 2 次固有振動数の変化

各パターンのモード領域図をみると,パターン A から C すなわち梁の断面が大きくなるほど,逆転領域と順領域が広がっている。また,この逆転領域と 2 次固有振動数の分布が同様の傾向を示している。モードの逆転現象は,回転バネ定数よりもせん断バネ定数に強く依存していることが分かった。

今後,この結果が現場打撃実験等に適合するかどうかを確かめ,より詳細に連結部の動的特性を明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 出戸秀明, 五郎丸英博, 岩崎正二, 宮本裕, 山口隆之, 集成材木歩道橋の連結部の実大局部実験と解析, 構造工学論文集, Vol.41A, pp.923-933, 1995.