

1. まえがき

一般に集成材はりは、低品質強度のラミナを断面の中央部に、高品質高強度のラミナを外層部に配置して製造されるが、縦継ぎしたラミナを集成材の引張側最外層ラミナとして使用した場合、引張側に節を有する集成材はりの破壊性状と同様に継手部の曲げ破壊により一般に終局強度は低下する。本論文では、ラミナのフィンガージョイント等の継手部が接着不良等により剥離することにより、部材の長さ方向でラミナの一部が切断された状態の集成材を対象とする。このような欠陥部を有する集成材のモデルとして、バットジョイント接合部を有するラミナを用いて試作したスギ集成材の曲げ載荷試験およびFEM解析を行い、集成材はりの曲げ強度やせん断強度性能および曲げ特性に及ぼす継手部の欠陥の影響をもとに、さらに、その欠陥部の位置を最下層(ケース1-1)、下から2層目(ケース1-2)、3層目(ケース1-3)の支点から支間中央内で移動させそれぞれFEM解析を行い、曲げ強度やせん断強度性能および曲げ特性に及ぼす継手部の欠陥の影響を明らかにし、構造用集成材ラミナへの適合性を考察していく。

2. 解析方法

解析に用いたプログラムは非線形構造解析プログラムMSC/Marcで、2次元の弾塑性解析を行った。図-1に解析に用いたメッシュモデルを示しているが、4節点からなる平面長方形要素を用い高さ方向に64分割、支点間を240分割して全要素は15360であり、各ケースで共通である。また節点数は、欠陥部を配置すると多くなるが、欠陥部を設けないモデルの場合、節点数は15665になる。図-2に欠陥部における要素分割と節点を示す。これは、欠陥部の1枚のラミナを高さ方向に8分割し、ケース1-1のように最下層に欠陥部を設けた場合、ラミナの接着層部は節点を共有させ、その下を独立させている。ケース1-2などのように内層部に欠陥部を設ける場合は、上下の接着層部で節点を共有し、その間の部分では節点を独立させている。図-3は応力-ひずみ関係を示しているが、直応力とひずみは引張側で線形、圧縮側で完全弾塑性モデルを採用し、せん断応力とせん断ひずみは圧縮側および引張側で完全弾塑性モデルと仮定して行った。また、圧縮側の一部が塑性化した後の連立非線形方程式の解法にはニュートン・ラプソン法を用いている。初期降伏とみなした直応力は、実験の荷重-たわみ曲線から推定し、圧縮側の初期降伏応力 29N/mm^2 、引張側の終局応力を初期降伏応力の2倍の 58N/mm^2 とした。破壊せん断応力はせん断基準強度の公称値である 0.9N/mm^2 の4倍の 3.6N/mm^2 に設定した。解析で用いた集成材の弾性係数とポアソン比を表-1に示す。表中の ν_y と ν_z は $\cdot E_y/E_x$ から得られる値である。

次に欠陥部の位置であるが、支点と支間中央の間を8分割し、それぞれの位置で欠陥部が設け支間中央から支点に移動させながら解析を行った。これはケース1-1、ケース1-2、ケース1-3どれも同様に行った。

3. 解析結果

3-1. ケース1-1

まず、ケース1-1の結果を図-4から図-6に示す。欠陥部の位置は図-4が $7L/16$ 、図-5が $L/8$ 、図-6が $L/16$ である。この場合はどれも降伏応力に達する前に欠陥部においてのせん断応力が終局値と仮定している 3.6N/mm^2 を超えたため、塑性開始する前

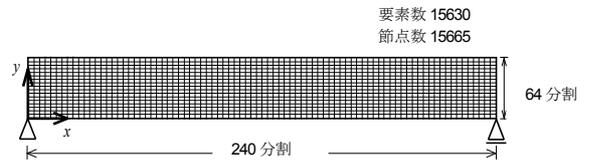


図-1 メッシュ分割モデル

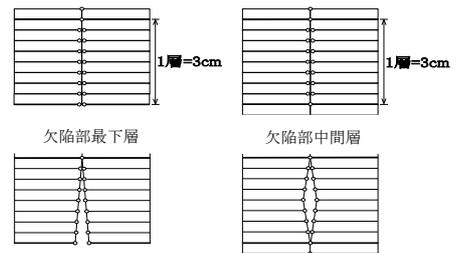


図-2 欠陥部における節点

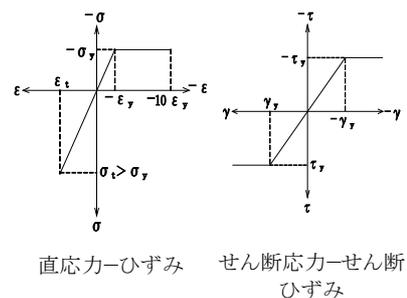


図-3 応力-ひずみ関係

表-1 集成材の材料特性

ヤング係数 E_x (繊維方向)	$E_x \approx 9000$
ヤング係数 E_y, E_z (繊維直角方向)	$E_x/25$
せん断弾性係数 G	$E_x/15$
ポアソン比 ν_x (繊維方向)	0.4
ポアソン比 ν_y, ν_z (繊維直角方向)	0.016

キーワード: 集成材、応力集中、曲げ強度、せん断強度

連絡先: 010-08502 秋田市手形学園町1-1 018-889-2358

に欠陥部付近でせん断破壊が発生すると考えられる。よって、欠陥部が最下層にある場合、欠陥部の影響が大きいため、終局強度は低下する。

3-2. ケース1-2

次にケース1-2の結果を図-7から図-9に示す。欠陥部の位置はケース1-1と同じ位置で7L/16、L/8、L/16である。支間中央付近では降伏応力に達しているが、終局応力に達する前に欠陥部近傍のせん断応力が終局値に達したため、この場合も曲げ破壊が起こらず、せん断破壊が発生すると考えられる。L/8部に設けた場合、欠陥部近傍のせん断応力が終局値に達するが荷重点近傍の応力も終局応力にほぼ達しているため、ほぼ同時にせん断破壊と曲げ破壊が発生すると考えられる。L/16部に設けた場合、欠陥部近傍のせん断応力は終局値に達しておらず、荷重点近傍の応力が終局応力に達しているため、曲げ破壊が発生すると考えられる。その時の塑性域はラミナ1枚分である。

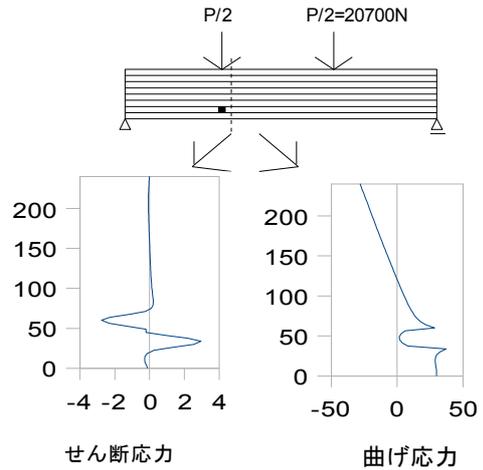


図-7 7L/16 のときの応力分布

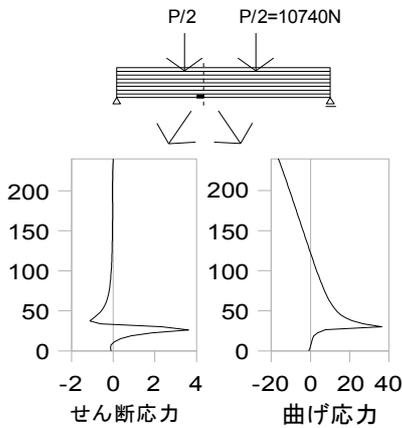


図-4 7L/16 のときの応力分布

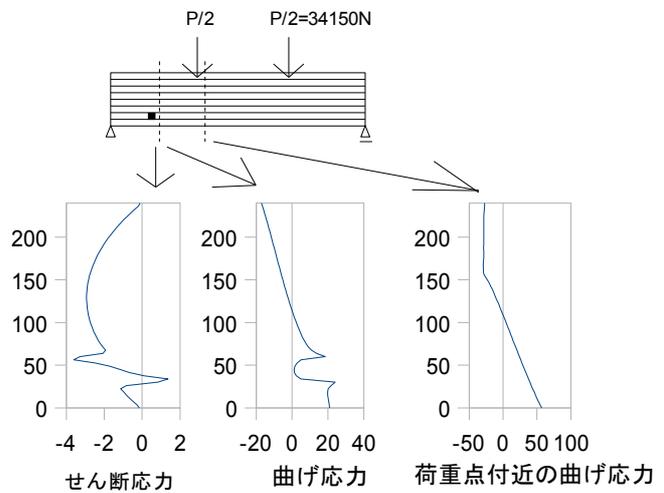


図-8 L/8 のときの応力分布

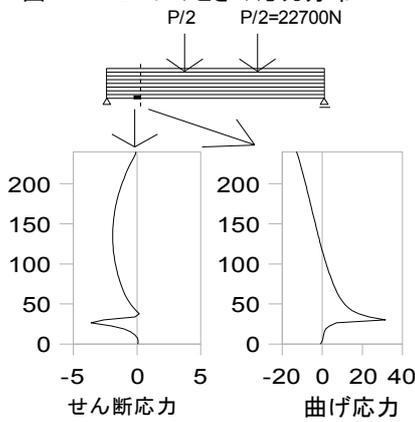


図-5 L/8 のときの応力分布

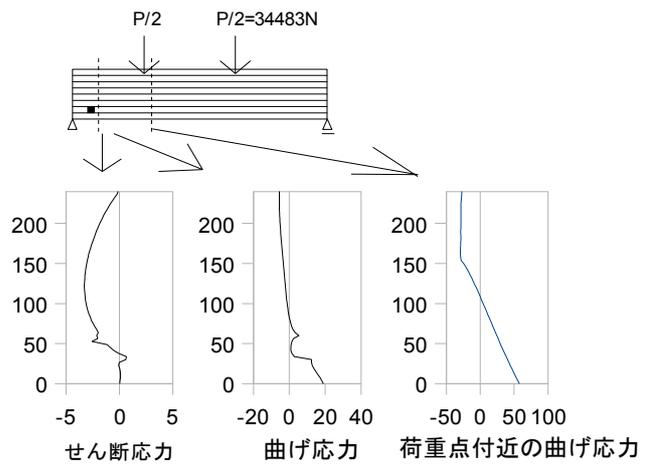


図-9 L/16 のときの応力分布

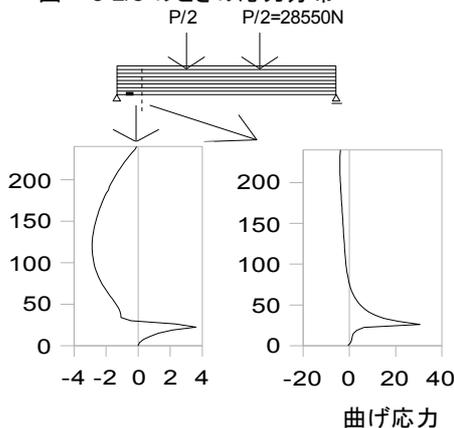


図-6 L/16 のときの応力分布