

サンドウィッチ梁の3次元応力解析

秋田大学 学生員 ○堀内 健

秋田大学 正 員 長谷部 薫

秋田大学 正 員 薄木 征三

1. はじめに

我が国においても近年、全国各地で木橋の建設が盛んになり、集成材等の木質材が主構造材として使用されている。木橋の主桁等に用いられている矩形断面のはり材は、一般に同一樹種のラミナを用いて製造されているが、はりの曲げ剛性と耐力を高めるために、圧縮側と引張側の外層材に高強度のラミナを配置して構成されるサンドウィッチ梁は、曲げに対して力学的に効率が良いことが知られている。上下に接着する強化材として木材の代わりに鋼材を用いたはりの場合、木質材の曲げによる引張縁側の脆性破壊によって下鋼板が木質材表面から剥離し、耐力を失う現象が生ずることが実験で確かめられている。これに対し、強化材をはり材の上下面に垂直に挿入して補剛したはりの場合、曲げ剛性は低下するが、終局時に鋼板の木質材からの剥離は生じず曲げ耐力が期待できる。

本報告では、矩形断面の上下面の溝に鋼板を垂直に挿入したサンドウィッチ梁の力学特性を明らかにするため、FEMにより3次元応力解析を行い、木部および挿入鋼板周辺部の応力状態の数値界を示す。

2. 解析方法

図-1に解析モデルを示す。支間10mで支間中央に集中荷重を作用させた場合を対象にした。断面は4ケースで、ケース1と2は上下の挿入鋼板の大きさが等しく、ケース3と4は異なる鋼板を挿入している。表1は解析に用いた材料定数、表2は各ケースごとの節点数と要素数を示し、全てのケースとも、完全合成桁とした場合の3次元応力解析を行った。（ケース2と4の挿入鋼板まわりには1cm幅でエポキシ樹脂を挿入してある）なお、解析は汎用有限要素構造解析プログラム、

MSC/NASTRAN(PATRAN)を使用した。

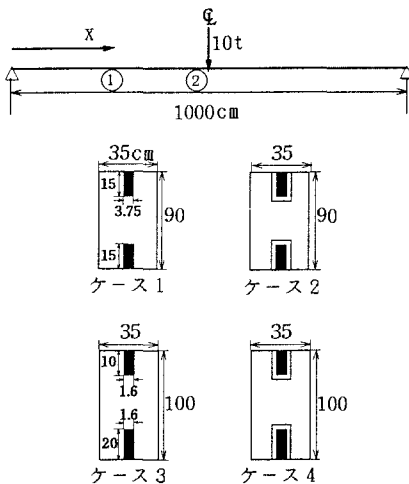


図-1

表-1

	ヤング率 (kgf/cm ²)	せん断弾性 係数(kgf/cm ²)	ポアソン比
木	XY 80000	5333	0.4
	YZ 3200	5333	0.016
	ZX 3200	5333	0.016
鋼	2100000	800000	0.3
エポキシ 樹脂	36000	2400	0.35

表-2

	節点数	要素数
ケース1	3150	2400
ケース2	4536	3640
ケース3	5166	4000
ケース4	7244	5880

3. 解析結果と考察

以下にケース1の計算結果を示す。図2と3は、図-1で示した荷重点付近の②における断面内応力分布を示す。図-2は木部だけの断面で、図-3は挿入鋼板を含む断面中央部での結果であり、要素の平均応力値を黒丸でプロットしている。図-2(a)の曲げ応力 σ_x の最大値は圧縮縁で 22kgf/cm^2 であり、図中に示したはり理論の最大値 18kgf/cm^2 より20%程小である。この σ_x に対して(b)の σ_y の値は7%、(c)の σ_z は2%程度となっている。同様に、図-3(a)の鋼板部の σ_x に対して(b)の σ_y では8%、(c)の σ_z では3%程度となっている。図-2(a)と3(a)に示すように、はり理論と異なり、上下縁の値は同じとならず、断面内応力は曲線分布となっている。

図-4と5は図-1で示した①における断面内せん断応力分布を示している。図-4(a)の τ_{xy} の最大値 2.1kgf/cm^2 は、図中に実線で示したはり理論の最大値 2.4kgf/cm^2 より10%程小である。ただし、図中の実線は挿入鋼板を無視し、鋼板を木材とした場合の応力分布である。これに対して図-4(b)の τ_{yz} は0.2%、図-4(c)の τ_{zx} では10%程度となっている。図-5の鋼板挿入部の断面において、(a)の τ_{xy} の値に対して(b)と(c)に示すように τ_{yz} と τ_{zx} の値はほぼ0である。図-4(a)と5(a)に示すように τ_{xy} の分布は、はり理論で用いられているものと同様な分布形となっている。

4. おわりに

今回の解析は、支間中央に集中荷重を載荷させた場合であるが、等分布荷重等の他の荷重状態や、挿入鋼板の大きさが応力分布に与える影響については、別の機会に報告する予定である。

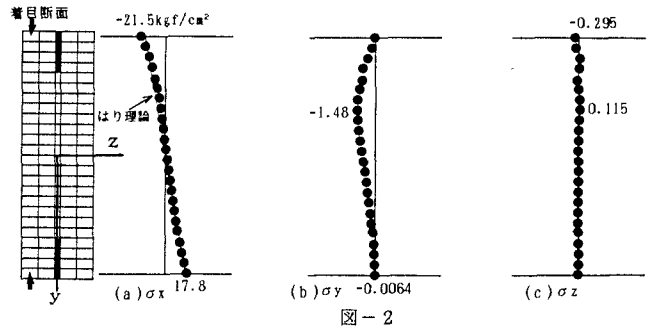


図-2

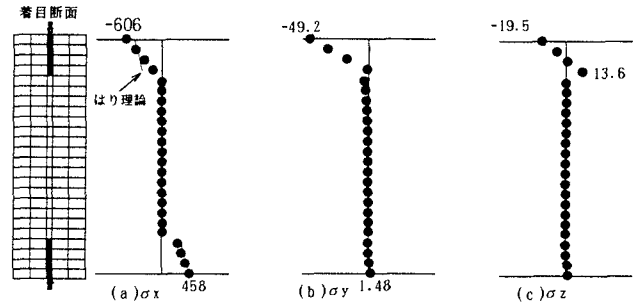


図-3

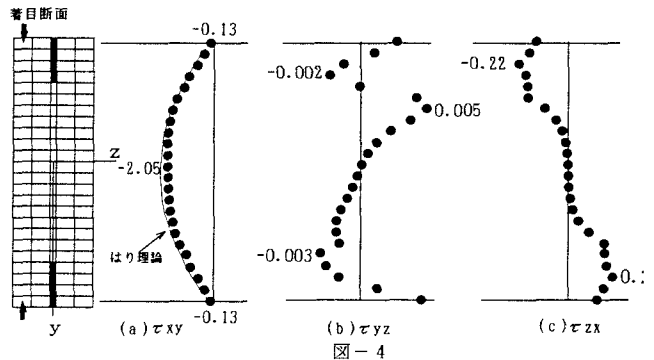


図-4

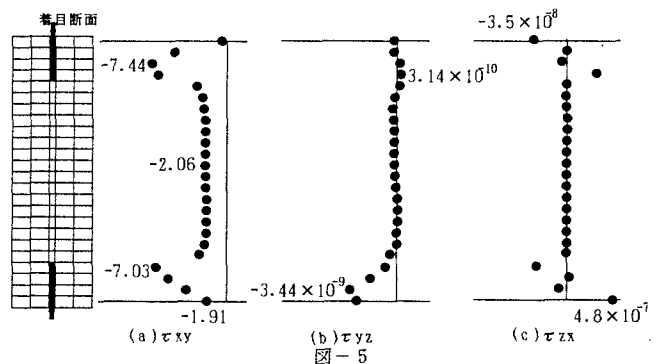


図-5