

I-265

集成木材を主桁と床版に使用した合成桁の破壊実験

編集長 正 員 上田 有利
 秋田大学 正 員 長谷部 薫
 秋田大学 正 員 薄木 征三

1. まえがき

集成材を主桁に用い、床版パネルを橋軸直角方向に配置した桁橋は、最近架設されている木橋の中で最も多く用いられている形式である。この桁橋の場合、ラグボルトかブラケットにより床版が桁に固定されるが、木材の繊維方向に直角方向の弾性係数は平行方向のその1/25と小さく、桁と床版のずれも大きいために橋軸方向の合成効果は期待できない構造となっている。

本報告では、集成材桁と集成材床版パネルを鋼ずれ止めで合成した合成桁橋を想定し、T形断面を対象として弾塑性解析を行った。ここでは、圧縮側の木材の応力-ひずみ関係は完全弾塑性とし、引張側の木部では破断点まで直線関係とするモデルを用い、破断に至るまでの曲げによるはりの変位を求めた。また、直応力とつり合うせん断応力を用いてはりのせん断による変位を求め、せん断応力の影響を評価した。さらに模型実験を行い、合成桁の破壊挙動について考察した。

2. 解析方法

図-1はスギ材の応力-ひずみ関係を示しており、圧縮試験と引張試験結果より圧縮側では完全弾塑性、引張側では破断点まで直線関係とするbi-linear型のモデルを採用する。また、破壊に至るまで曲げによる断面内直ひずみ分布は線形と仮定する。

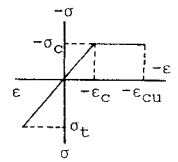


図-1 応力-ひずみ関係

図-2に弾塑性状態における断面内の応力とひずみ分布を示している。(a)に示すようにはりの上縁の木材の応力度が圧縮強さ $-\sigma_c$ になるまでは弾性であるが、(b)に示すように圧縮側塑性域で $\sigma_z = -\sigma_c$ となり、引張縁の木部が引張強さ σ_t に達するとき、あるいは圧縮縁の木部のひずみが図-1の ϵ_{cu} になると崩壊する。図-2の応力と断面力の定義式を用い、軸力 $N=0$ 、曲げモーメント $M(z)$ とすると図中の η と c が得られる。次に、図-2のひずみを用いて補仮想

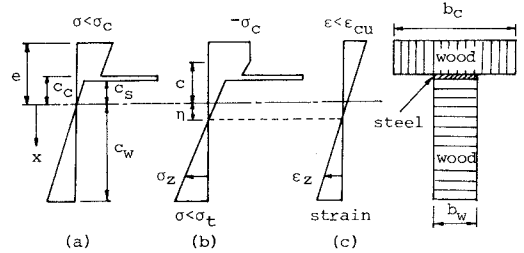


図-2 合成桁の応力とひずみ分布

仕事の原理を適用すると弾塑性状態における曲げによるはりの変位が求められる。

はり断面部材の微小要素の力のつり合い式より、弾塑性状態にある断面内のせん断応力が与えられる。このせん断応力を用い、曲げによる変位を求める方法と同様にして補仮想仕事の原理を用いてせん断による変位を求める。

3. 実験結果と数値計算

模型実験で用いた2本の合成桁は、集成材桁と集成材床版パネルを鋼ずれ止めで合成したものである。主桁に用いた集成材は、厚さ2.9cmの秋田杉のひき板14層を接着積層した長方形断

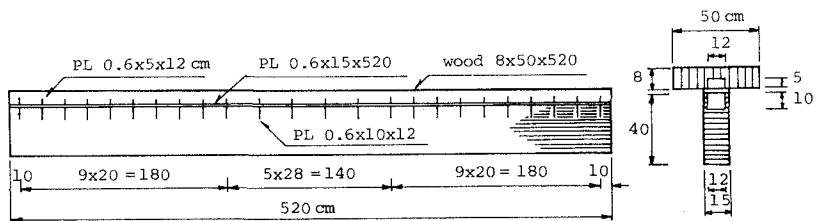


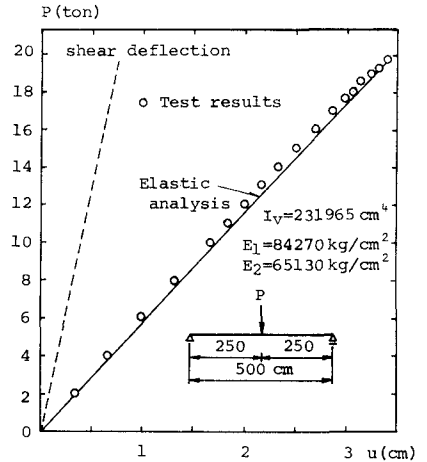
図-3 合成桁の側面図と断面図

面である。鋼ずれ止めは、図-3に示すように、0.6 cm厚の鋼板の上下に0.6 cm厚の鉛直鋼板を溶接した鋼パネル板である。床版パネルの下部溝孔にエポキシ樹脂接着剤を流し込み、鋼パネル板と一体とし室内で1日間の養生を行った。次に、集成材桁の上部溝孔にエポキシ樹脂接着剤を充填し、集成材床版-鋼パネル板の鉛直鋼板を挿入した。床版と桁の溝孔を加工する前に曲げ試験を行い、集成材桁のヤング係数 E_1 と床版の E_2 を求めた（図-4参照）。

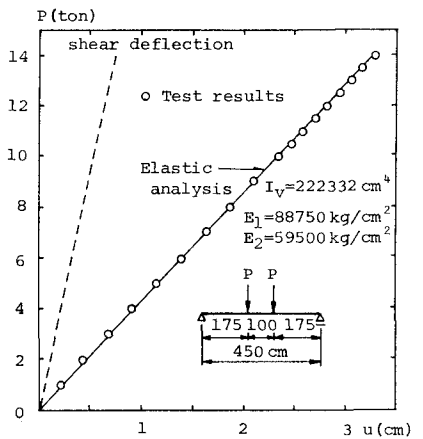
図-4は2本の桁の支間中央における荷重と変位の関係を示している。a桁は支間中央付近の集成材桁の引張側で曲げにより破壊した。また、b桁は中立軸付近において木部のせん断による破壊と、載荷点付近の引張縁での曲げによる破壊の同時破壊であった。図中の白丸は実験値を示しているが、2本の合成桁ともに、終局荷重に至るまで荷重と変位は直線関係となっており、圧縮側の床版が塑性化する前に弾性破壊したものと思われる。実線は曲げとせん断による変位の弾性解で、破線はせん断だけによる変位を示している。ここで、主桁からの突出幅と支間の比 $17.5/500 = 0.035 < 0.05$ より、床版有効幅は全幅有効とし、合成断面の桁部の木材に換算した断面二次モーメント I_v と、重心から床版上縁までの距離 e を求めた。せん断による変位の計算値は、a桁の場合曲げとせん断による変位の22%、b桁で23%となっており、せん断の影響を無視できないことがわかる。

図-5は、2本の桁に対し、終局荷重時における荷重点近傍の断面内の直応力とせん断応力分布の弾性解を示している。曲げ破壊したa桁の場合、図の直応力分布より引張強さは $\sigma_t = 327\text{kg/cm}^2$ であり、床版の圧縮縁の応力は 146kg/cm^2 となっている。材料試験によると、スギ材の圧縮強さは 200kg/cm^2 前後から 450kg/cm^2 位の値であり、これより床版部は塑性化していないと考えられる。曲

げとせん断によって同時破壊したb桁の場合、図より引張強さは $\sigma_t = 333\text{kg/cm}^2$ 、床版の圧縮縁の応力は 137kg/cm^2 であり、この桁も床版部が塑性化しないことがわかる。また、せん断応力分布図から重心の位置で最大せん断応力が生じ $\tau_{xz} = 29\text{kg/cm}^2$ であり、許容せん断応力度 9kg/cm^2 で割ると安全率は3.2となっている。

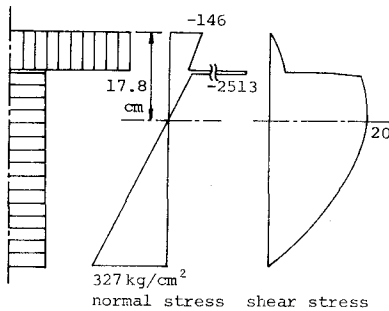


(a) a 桁

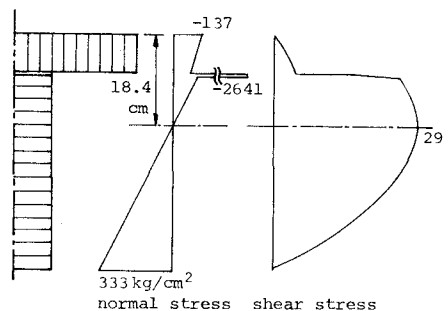


(b) b 桁

図-4 荷重-変位曲線



(a) a 桁



(b) b 桁

図-5 直応力とせん断応力分布