

V-447

せん断プレストレス導入梁の水平せん断応力分布に関する考察

九州工業大学大学院 正会員 徳光 卓
九州工業大学 正会員 出光 隆
九州工業大学 正会員 山崎 竹博
(株)富士ビー・エス 正会員 村上 忠彦

1. はじめに

筆者らは鋼・コンクリート合成桁の研究において、荷重載荷によって接合面に作用するせん断応力とは逆のせん断応力をあらかじめ導入しておくことにより梁の水平せん断耐力を向上させる工法「せん断プレストレス工法」を考案し、実験により有効であることを確認してきた。しかしながら、梁理論による水平せん断応力算定式を用いた場合、偏心軸圧縮力のモーメントではせん断力 $Q = dM/dx = 0$ となり、計算上水平せん断応力が生じることはなく、実験結果と整合しない。この不整合は偏心軸圧縮力に起因するせん断応力に一致し、PC鋼線等の定着長問題と類似する。本研究では、偏心軸圧縮力を導入した梁の水平せん断応力分布について考察した。

2. 梁の水平せん断耐力計算に対する疑問

図-1に曲げモーメントが作用する梁のせん断応力を表す。この検討断面 $m-n$ と $m'-n'$ の曲げモーメントが同一の大きさとなる純粋曲げの場合、梁の中にはなんらせん断応力を生じない¹⁾。

図-2に軸圧縮力が導入された重ね梁と合成梁の変形状態を示す。このとき重ね梁の部材 a は部材 b と接合されていないため、部材 b の端部より張り出す形となる。これが合成梁と同様な変形状態となるためには、両者のあいだにせん断伝達が必要ならず、図-1の理論では取り扱えない。

ここで、梁理論による断面内応力は純粋曲げ理論から展開されたものであり、図-3のFiber strainに代表される。このとき、Fiberの部分にせん断応力は発生しないが、そのFiberを定着している部分にはせん断力が作用することは明らかである。これらのせん断力は内的に釣り合い状態を保っているため仮想せん断面全体の積分値はゼロとなるが、せん断プレストレスのような内力を取り扱う場合には考慮が必要である。

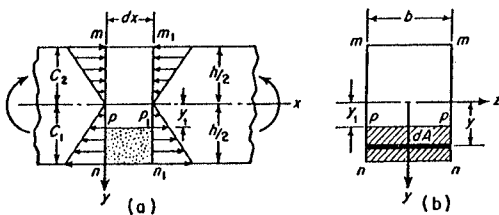


図-1 曲げモーメントが作用する梁の微小要素の応力

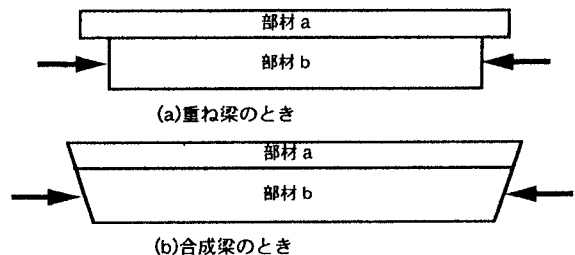


図-2 軸圧縮力が導入された重ね梁と合成梁の変形状態

3. 偏心軸圧縮力が水平せん断応力分布に与える影響の考察

図-4に大きな偏心軸圧縮力を与えた合成梁接合面のせん断応力分布を示す。平面問題として考えたとき、せん断応力は梁端部の遷移領域から指数関数的に低下すると考えられる。

この遷移領域での部材軸に直交する断面*i-i*のせん断応力は(d)に示すとおりであり、これに共役な鉛直方向のせん断応力は断面内で打ち消し合うため、外見上、鉛直方向のせん断応力は生じない。これに正の曲げモーメントによる接合面のせん断応力を足し合わせればせん断応力は(c)に示すように検討断面位置により正負に分布することになる。

ここで、図-4の合成梁の部材aが荷重による曲げモーメントにより水平せん断ずれを生じるとき、端部に集中していた軸方向力によるせん断応力分布は内部に移動すると考えられ、せん断応力の算定にあたっては便宜上、破線で示した平均せん断応力に置き換えが可能と考えられる。

図-5は図-4の合成梁にせん断破壊荷重を載荷した場合の部材aの断面に作用する部材軸方向応力の合力分布を示したものである。実用的には、この合応力から平均せん断応力を求めれば接合面の終局水平せん断耐力を得ることができ、実験と良い整合が得られる。

- [参考文献] 1.Elements of Strength of Materials, S.Timoshenko&D.H.Young, D.van Norstrand co.
2.せん断プレストレス導入鋼・コンクリート合成桁接合面の処理方法とせん断耐力, 山崎竹博・徳光卓・出光隆, コンクリート工学年次論文報告集, vol.14,No.2, pp.779~784, 1992.
3.Pre-Shearing Stressed Steel-Concrete Composite Beam, T.Yamasaki, T.Idemitsu, T.Maeguchi & A.Watanabe, FIP symposium, pp991~999, 1993.

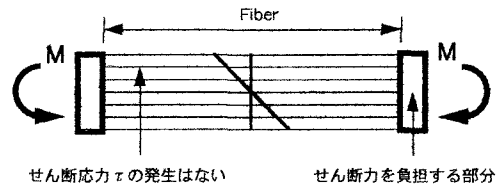


図-4 Fiber stressによる純粋曲げ

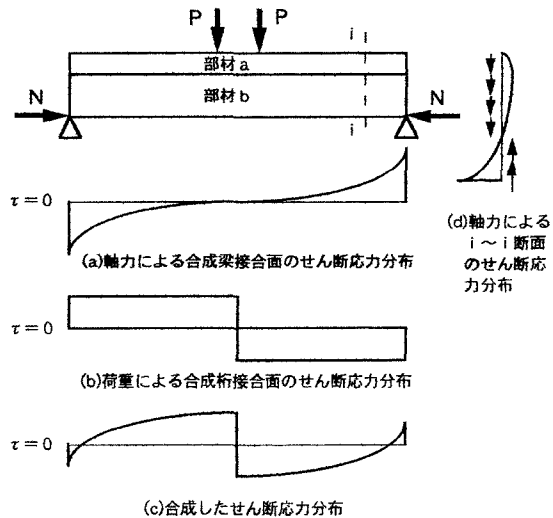


図-4 偏心軸圧縮力を導入した合成梁のせん断応力分布

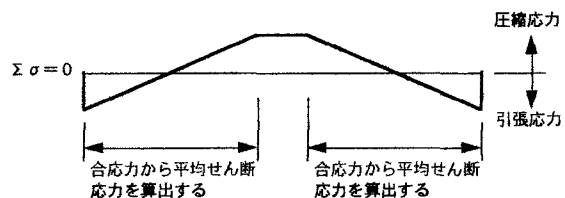


図-5 図-4の合成梁に軸方向圧縮力と載荷荷重を同時に作用させたときの部材軸方向合応力分布