

シャイベと板作用の重ね合わせによる I 形梁ウェブの応力解析

三原市役所 正会員 ○東谷 龍彦
呉工業高等専門学校 正会員 中野 修治

1. はじめに

せん断補強鉄筋の負担せん断力は、トラス理論を用いてウェブコンクリートの斜め圧縮材の傾きを 45° として求めている。しかしせん断力の他に横方向曲げモーメントも受ける場合、 45° とは限らない。

そこで本研究では、せん断力と横方向曲げモーメントを受ける I 形梁のウェブの応力状態を、シャイベ作用と板作用の組み合わせによって調べ、ウェブコンクリートの斜め圧縮材の方向及びスターラップ力が、ウェブの横方向曲げ引張側及び圧縮側のスターラップの比、そして横方向曲げモーメントの大きさによってどのような影響を受けるかを調べた。

2. 実験

実験に用いた供試体は長さ 170 cm、断面寸法は全高さ 30 cm、全幅 51 cm、ウェブ幅 7 cm、フランジ厚さ 6 cm の I 形梁である。図 1 に荷重方法を示す。荷重は最初に主荷重 P を一定値まで載荷し、次に横荷重 $\bar{P}$ を載荷して、以後横荷重一定として主荷重のみ増加させ破壊させた。

3. 理論解析

せん断力の他に横方向曲げを受ける T 形梁ウェブの横方向曲げ圧縮側スターラップの設計は、シャイベ作用そして板作用の重ね合わせとして行うことができる。このような例として、図 2(a) に横荷重を受ける箱桁を示す。またウェブに生じる断面力を図 2(b) に示す。そして主及び横荷重によって生じる横方向曲げ圧縮領域に作用する力を図 3 に示す。ここに、 D_B 、 T 、 M_e 、 Z_e 、 Z_e' 、そして α 、 β はそれぞれコンクリート斜め圧縮材力、シャイベ作用によるせん断力、横荷重によって生じる曲げモーメント、引張側スターラップ力、圧縮側スターラップ力そしてコンクリート斜め圧縮材の角度及び軸方向とスターラップのなす角である。

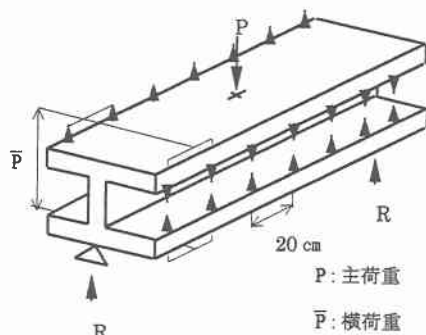
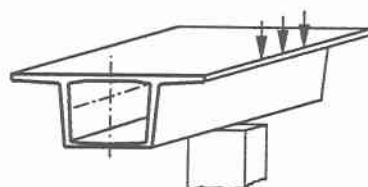


図1 荷重方法



(a) 箱桁断面



(b) 断面力

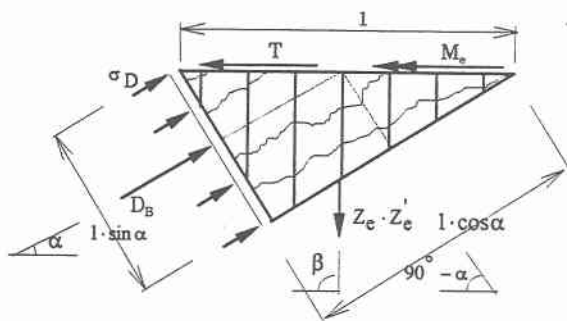


図3 作用する力

図2 考えている平面構造要素

外力 T として M_0 と内力 Z_0 , Z_0 として D_B の釣り合いより、横方向曲げ圧縮側スターラップ力が求まる。

4. 考察

実験結果と、シャイベ作用と板作用の重ね合わせ理論の比較より、横方向曲げ圧縮側スターラップ力とコンクリート斜め圧縮材の角度 α の関係を求めた。図 4 に 3 個の供試体について、重ね合わせ理論において α を変化させて求めた圧縮側スターラップ力（理論値）と実験値を示す。この場合のように、横方向曲げの影響が小さい場合には $20^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ の範囲で、また横方向曲げの影響が大きい供試体の場合には $30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$ の範囲で、実験結果と重ね合わせ理論の横方向曲げスターラップ力は一致した。

横方向曲げ圧縮側スターラップ力 Z_0 の理論式の上限を決定するために、有限要素法の数値解析値を用いた。図 5 に、供試体 Z13 について、有限要素法の数値解析より得た横方向曲げモーメントスターラップ応力関係を示す。これより横方向曲げが小さいときは、スターラップは降伏し、横方向曲げの増加とともにスターラップ応力は減少し、そして横方向曲げ圧縮側スターラップ力は圧縮に転じている。

また図 6 に、Z13 の横方向曲げモーメントが $110\text{kgf}\cdot\text{cm}$ と $275\text{kgf}\cdot\text{cm}$ の場合の、梁軸に垂直方向のウェブコンクリート応力 σ_y を示す。ここで用いた有限要素法は、ウェブを梁軸に平行に 10 層に分割した層要素を用いており、図 6 の横軸の層番号 1 は横方向曲げ引張側、層番号 10 は圧縮側である。また Z13 と Z13q4 は支点側、Z13' と Z13q4' は載荷点側の σ_y を表す。

図 5 及び図 6 より、横方向曲げが大きくなると横方向曲げ圧縮側スターラップは圧縮となり、またコンクリートは圧壊していると思われる。

理論値と数値解析値の比較より、重ね合わせ理論はコンクリートが圧壊するまで適用できると考えられる。

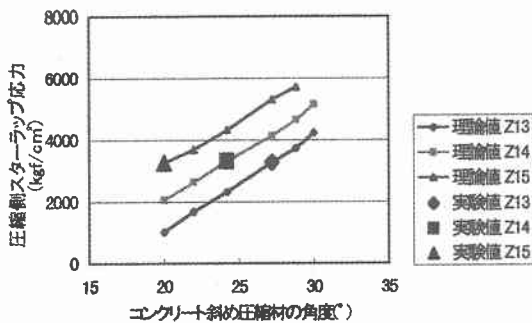


図4 圧縮側スターラップ応力- α

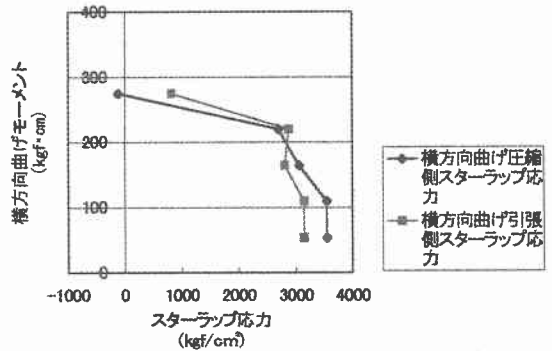


図5 横方向曲げモーメント-スターラップ応力関係

5. まとめ

横方向曲げの大きさによって α は異なる値をとる。
また、横方向曲げが作用する場合において、重ね合わせの理論は適用できる。

参考文献

- 1) Ewald, G.: Überlagerung von Scheiben- und Plattentragwirkung am Beispiel stark profilierter Stahlbeton- und Spannbetonträger bei hoher Schub- und begrenzter Querbiegebanspruchung, Dissertation Technische Universität München 1977.

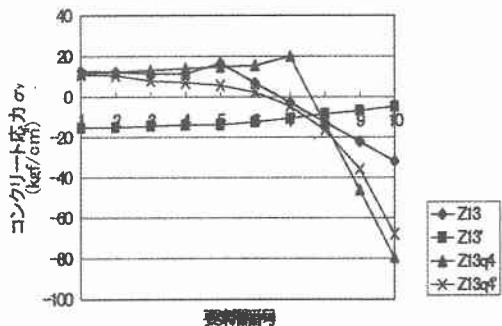


図6 Z13q4のコンクリート応力 σ_y の状態