

大阪大学 正員 小松定夫

大阪大学 正員 北田俊行

1. まえがき 斜張橋および一桁橋等の橋梁において、鋼床板と主構とが一体となった合成形式の構造が、最近、多く用いられるようになって来た。これらは、軽量化を達成するために、鋼床板の特長を長大橋に取り入れた比較的新しい形式の橋梁である。この種の形式の構造物では、鋼床板の Shear lag 現象および鋼床板と主構との取付け部の応力集中現象が、非常に重大な問題となってくる。本研究は、この種の問題を解決することを目的とする。

2. 解析法 たとえば、図-1に示すように、構造物を①オフセットビーム、②四辺形シャイブ要素、③大ブロック要素、④接続要素に分割し、Shear lag 解析を行う。さらに、主構と鋼床板の取付け部の応力集中現象については、以上の解析結果を利用し、ズームインの手法を用いて厳密な解析を行う。

- ① オフセットビーム
- ② 四辺形シャイブ要素
- ③ 大ブロック要素
- ④ 接続要素

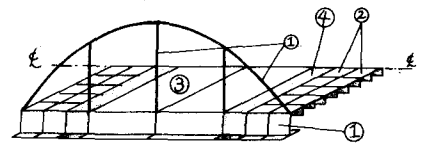


図-1 モデル化

① オフセットビーム (図-2) 梁・ザイル・ハンガー部材などが、他の部材と偏心して接合されている場合を考慮した棒要素である。

② 四辺形シャイブ要素 (図-3) 鋼床板においては、かなり剛で密な横リブや横釘が設けられていると仮定し、平面応力状態の直交異方性板として、剛性マトリックスを誘導する。つまり、

$$N_x = E \cdot t_e \cdot \frac{\partial u}{\partial x}, \quad T_{xy} = G \cdot t_u \cdot \frac{\partial u}{\partial y}$$

$$u = \alpha_1 + \alpha_2 \xi + \alpha_3 \eta + \alpha_4 \xi \cdot \eta, \quad \xi = 2x/l_x, \quad \eta = 2y/l_y, \quad t_e = t_u / (1 - \nu^2) + F_r / b$$

③ 大ブロック要素 (図-4) 鋼床板部では、その軸方向応力分布が、2次の放物線に近似できると仮定し (Reissner の仮定)、図-4に示す境界条件のもとで、Galerkin法により解析して、鋼床板全体の剛性マトリックス

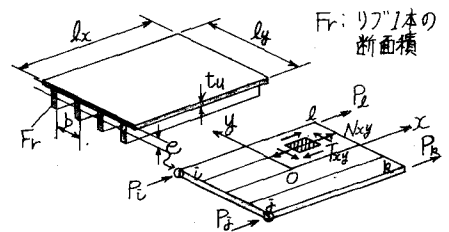


図-3 四辺形シャイブ要素

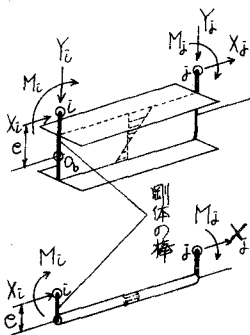


図-2 オフセットビーム

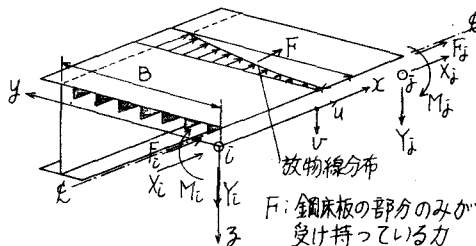


図-4 大ブロック要素

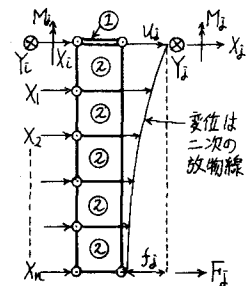


図-5 接続要素

ク入を誘導する。その場合の基礎式は、次の3つである。

$$d^4u/dx^4 + 2d^3u/dx^3 + 4/5 \cdot d^2u/dx^2 - 2G \cdot tu / (E \cdot B \cdot Fu) \cdot t = 0$$

$$E \cdot B \cdot d^4u/dx^4 + 2/3 \cdot E \cdot Fu \cdot d^3u/dx^3 = N$$

$$E \cdot I \cdot d^2u/dx^2 + 2/3 \cdot E \cdot Fu \cdot d^3u/dx^3 = -M$$

この連立方程式を分布荷重系に対して解く。

④接統要素(図-5)。トラスの斜材等から集中力が、鋼床板に作用するような場合、その軸方向応力分布は、簡単な2次の放物線では近似できないので、その部分においては、四辺形シャイ要素と大ブロック要素の間に接統要素を挿入したモデル化を行う(図-1参照)。なお、連続性を保持するため、接統要素の大ブロック要素との接合辺での鋼床板部の軸方向変位分布は、2次の放物線で近似できると仮定して、その自由度を低下させる。

3. 解析例と考察

1) 集中荷重を受ける鋼床板ス主桁橋(図-6・7)

①大ブロック要素による解、⑦四辺形シャイ要素とオフセットビームを組合せた場合の解と、⑭著者らによる解析解の3者の比較を図-7に示す。その応力分布は3者ともほぼ一致しているが、しいていえば⑦の解の応力分布は、3次曲線に近くなっている。ここで示した①⑦の解は、かなり収束性もよく、精度も良好であることがわかった。

2) 鋼床板を合成したトラス(図-8・9)

図-8に示す鋼床板を合成したトラスについて解法⑦を適用した場合の数値結果を図-9に示す。ウェブプレートおよび直交異方性板の中立面における実験値と比較すれば、良好な一致が認められる。

なお、鋼床板を合成した補剛トラスを有する斜張橋やローゼ橋橋等に関する数値計算例についても、後日発表する予定である。

4. 参考文献

[1]浦田・山村・牛尾“軸方向力と曲げモーメントを考慮した鋼床板トラス橋の応力計算と載荷実験”橋梁と基礎, Vol. 6, No. 12, 1972, [2]小松“連続箱桁の Shear lag について”土木学会論文集, 第58号, 昭和33年9月, [3]近藤・小松・中井“鋼床板の有効幅に関する研究”土木学会論文集, 第86号, 昭和39年10月, [4]小松・中井・北田“曲線桁橋の Shear lag と有効幅に関する研究”土木学会論文報告集, 第191号, 1971年7月。

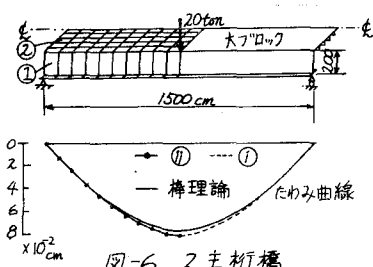


図-6 ス主桁橋

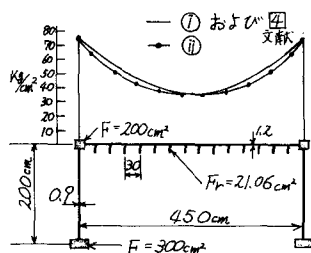


図-7 軸方向応力分布

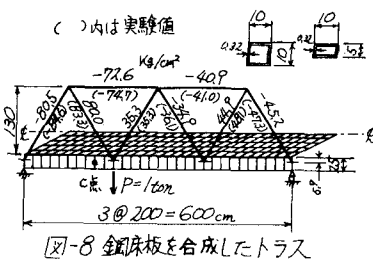


図-8 鋼床板を合成したトラス

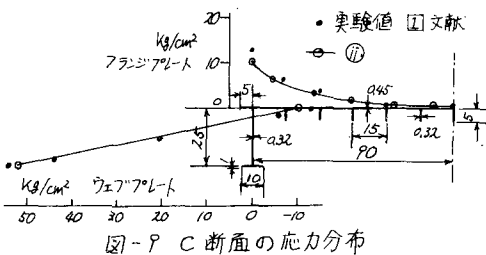


図-9 C断面の応力分布