

合成 2 主桁橋における活荷重偏載時の荷重分配について

日本大学 学生会員 ○開山 義和
日本大学 正 会 員 星 埜 正 明

1. 目 的

本報告は、最近実施例の増えてきた合成 2 主桁橋における活荷重偏載時の荷重分配について論じたものである。合成 2 主桁橋では、幅員方向に活荷重による偏載荷重が作用したときの各桁への荷重分配は、コンクリート床版の存在により、いわゆる 1-0 分配とは異なる。実際の設計では、通常、活荷重の処理は格子桁解析により行われている。そこで、本報告では、格子桁、薄肉開断面ばり理論と FEM により解析を行い、結果を比較検討する。

2. 解析手法

ここでは、4 種類の解析手法を用いる。手法 1（格子 1 と呼ぶ）は、独立した 2 本の主桁と横桁から成る格子桁による解析である。床版と鋼桁の純ねじり剛性は無視する。この場合、荷重分配は 1-0 となる。手法 2（格子 2）は同じく格子桁解析であるが、床版の純ねじり剛性を考慮する。従って、荷重分配が 2 本の主桁間で生じるが、床版により 2 本の桁が結合されているということは無視されている。手法 3（薄肉理論）は、全体を I 形断面とみて薄肉開断面ばり理論を適用するものである¹⁾。この場合、曲げ応力に相当する応力は、そりねじり応力として求められる。手法 4 (FEM) は FEM 解析であり、床版と鋼桁をシェル要素で、横桁をはり要素で理想化する。

3. 解析その 1

まずはじめに、解析その 1 として、幅員方向の偏載荷重によるねじり成分にのみ着目する。解析の対象とした合成 2 主桁橋は、支間 50m の単純桁とした。2 本の桁の両端 4 点では単純支持としたが、FEM ではそり拘束が生じないように橋軸方向には 1 点でのみ固定とした。断面は実施例を参考にして図-1 のように設定した。コンクリートと鋼材のヤング係数比は 7 として解析した。断面全体の鋼換算の断面 2 次モ - メントは 0.722m^4 であり、そりねじり定数は 6.19m^6 である。

荷重については、各桁の中央に単位の荷重として 100kN の互いに逆向きの集中荷重を作用させた。従って、断面全体に作用するねじりモ - メントは $570\text{kN}\cdot\text{m}$ になる。この場合、各桁の最大曲げモ - メントは、格子 1 では $\pm 1,250\text{kN}\cdot\text{m}$ であり、格子 2 では $\pm 1,020\text{kN}\cdot\text{m}$ が得られた。薄肉理論では、最大そりねじりモ - メントは $5,760\text{kN}\cdot\text{m}^2$ と求められる²⁾。

各手法により得られた、支間中央の断面における垂直応力分布を図-2 に示す。逆対称であるので、断面の 1/2

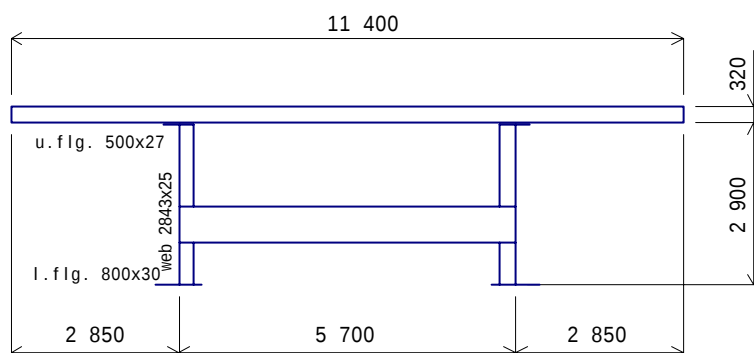


図 - 1 桁の断面寸法

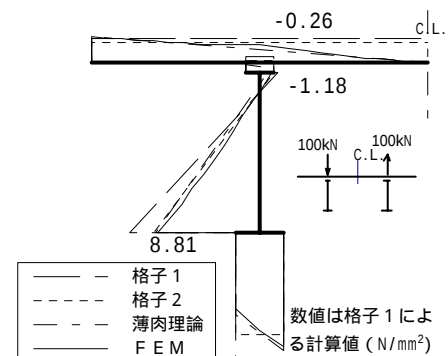


図 - 2 支間中央断面における垂直応力分布

キーワード 合成 2 主桁橋，荷重分配，格子桁解析，薄肉ばり解析，FFM 解析

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7 丁目 24 番地 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-5344

のみを示す。FEM 解析が最も正確として比較すると、格子 1 による解析値はやや不正確である。格子 2 では、かなり正確な値が得られているが、フランジや床版の応力が等分布になっており、この点で相違が大きい。薄肉理論では、分布状態も含めて FEM 解析に近い値が得られている。しかしながら、せん断遅れによる応力の集中現象は考慮されないで、上フランジと床版の応力に若干の相違が見られる。

4. 解析その 2

偏載活荷重により、ねじり成分のみでなく、曲げ成分による垂直応力も同時に生じる。曲げ成分による応力に関しては、各手法による相違は小さく、従って、ねじり成分における相違が薄められる。そのため、ここでは、道示に規定されている B 活荷重のうち、載荷長 D に作用する等分布荷重 p_1 を線荷重に置き換えて、幅員方向に偏載させる（図-3）。この場合、断面全体に作用する、曲げ成分を生じさせる鉛直荷重の合計は 679.8kN であり、ねじりモーメントは $1171\text{kN}\cdot\text{m}$ になる。従って、格子 1 では、各桁の最大曲げモーメントは、 $4,250 \pm 2,570\text{kN}\cdot\text{m}$ であり、格子 2 では、 $4,250 \pm 2,100\text{kN}\cdot\text{m}$ になる。薄肉理論では、断面全体に作用する最大曲げモーメントは、 $8,500\text{kN}\cdot\text{m}$ であり、最大そりねじりモーメントは、 $11,830\text{kN}\cdot\text{m}^2$ である。

各手法により得られた支間中央の断面における垂直応力分布を図-3 に示す。解析その 1 の場合に比べて、手法間の相違が小さくなっていることが認められる。これは、前述のように、ねじり成分に起因する垂直応力は曲げ成分によるものの $1/2$ 程度であり、各手法間の相違が薄められているためと考えられる。

5. まとめ

活荷重が幅員方向に偏載した場合の各桁への荷重分配について、いくつかの解析手法を用いて比較検討した。偏載荷重によるねじり成分のみに着目した場合、主桁の垂直応力（曲げ応力）は、各手法間でかなり異なる。しかしながら、実際には、ねじり成分のみでなく曲げ成分も存在し、その影響

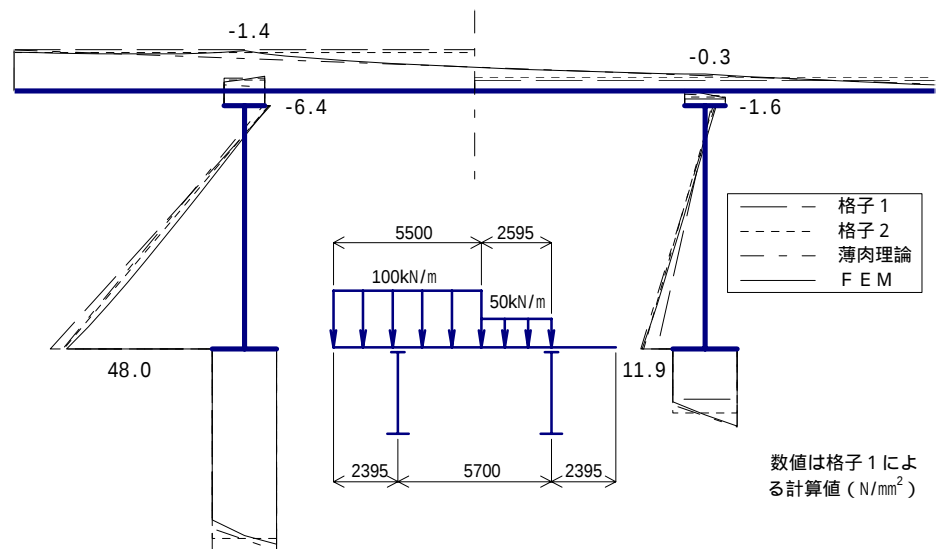


図 - 3 活荷重偏載時の支間中央断面における垂直応力分布

が大きく、各手法間の相違が薄められる。今回のある特定の合成 2 主桁橋を対象とした、比較検討の範囲内では、各手法の中で、薄肉開断面ばり理論による解析結果が FEM 解析結果に最も近くなっていたが、せん断遅れによる応力集中の影響は考慮できない。床版の純ねじり剛性を考慮した格子桁解析においても誤差はそれ程大きくない。さらに、1-0 分配を仮定してもほぼ安全側になっており、実際にはあまり問題にならないと考えられる。ただし、実設計でどのような解析方法をとるべきかは、有効幅との関連もあり、十分に検討する必要がある。

本報告では、ある特定の合成 2 主桁橋を想定して検討を行っており、一般性があるとは言えない。より多くの、異なる断面形状、支間割等に対して検討することが今後の課題として残されている。

FEM 解析の入力データ作成は、主として、本研究当時学部 4 年生の古閑教詩君にお願いした。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 藤谷義彦：薄肉ばり構造解析，培風館，pp.61-65，1990
- 2) Kollbrunner, G. und Hajdin, N.: Dünnwandige Stäbe Band 1, pp.204-205, Springer-Verlag, 1972