

I-139

鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の応力照査

日立造船 正員 宮本 正良

1. はじめに

鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版の応力照査をする場合、鋼桁の沈下や床版と鋼桁のズレ抵抗を考慮した実橋に近似した状態での解析にまで踏み込めないのが現状である。近年、汎用のFEM構造解析ソフトが市販されており、その使用により任意形状の解析に対応出来るが、その入力データの作成から結果出力までの取扱いが複雑であり、またパラメータ比較が大変であることから、応力照査に使用するの是不便である。上記の問題点について次に述べる解析解で応力解析をし、その結果を一連のグラフ出力とした。これに基づき応力照査が可能となる。

2. 解析理論

RC床版を2辺単純支持他2辺自由の境界条件とした板に関する微分方程式の解を用いて死荷重や輪荷重を載荷するとともに床版下面の鋼主桁上フランジ位置に2種類の不静定力(鉛直力と橋軸方向水平力)を橋軸方向に一定間隔ごとに作用させ、これらをフーリエ級数で表示し、面内変形、面外変形、断面力などを計算する。

以下に面外変形(たわみ) w と床版下面の水平変位 u_x の理論式を示す。

$$w = \sum 1/D \{ (A_m \cdot \sinh(\alpha_m \cdot y) + B_m \cdot \cosh(\alpha_m \cdot y) + C_m \cdot \alpha_m \cdot y \cdot \sinh(\alpha_m \cdot y) + D_m \cdot \alpha_m \cdot y \cdot \cosh(\alpha_m \cdot y)) \sin(\alpha_m \cdot x) + \sum 1/D (\alpha_m^2 + \beta_n^2)^2 \cdot (R_{umn} - R_{lmn} + h \cdot \alpha_m / 2 \cdot T_{xmn}) \cdot \sin(\alpha_m \cdot x) \cdot \sin(\beta_n \cdot y) \}$$

$$u_x = \int \{ 1/E \cdot (\partial^2 \phi / \partial y^2 + 1/h \cdot \int S_x \cdot dx - \nu \cdot \partial^2 \phi / \partial x^2) - h/2 \cdot \partial^2 w / \partial x^2 \} dx$$

鋼格子桁については主桁(縦桁を含む)や横桁の本数、剛度、桁高、位置などを変数とし、主桁上フランジ位置にRC床版と同一の2種類の不静定力を載荷した場合の解析を応力法で行い、格子点不静定力、主桁上フランジ位置の鉛直変位、水平変位などを計算する。

上記2種類の不静定力(X_v , X_h)をRC床版と鋼格子桁の主桁上フランジ位置における相対変位を考えて求める。橋軸方向水平不静定力 X_h についてはバネ定数 k を導入し、 $k=0$ で非合成桁となる。

3. 解析結果

図2、表1のデータに対し、その結果をグラフ出力しその一部を図3-図6に示す。解の精度を検証するために汎用のFEM解析ソフトを使用した。FEMのモデルは、図1に示すが、床版は縦50cm横25cm高さ20cmのSOLID要素で構成し、鋼桁は、SHELL要素によりI断面を構成した。その結果を図3-図6に示した。

解析結果は次の通りである。

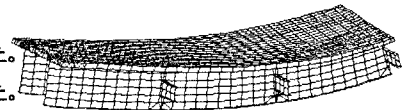
- ①床版と鋼桁の変位は、鉛直変位、水平変位ともに5%以内に収まった。
- ②鋼桁の応力は、主桁下側は一致するが、主桁上側はかなり誤差が出た。
- ③床版の応力は、X方向については載荷点が8.9%の誤差が出た以外はよく近似した。Y方向については載荷点だけでなく他の点もかなり誤差が出た。

図 1

その原因として、床版のY方向の未収束が考えられ、もう少し検討したい。

おわりに、本研究は、新日本技研 高尾孝二氏の御指導のもとに行い、橋梁設計は日本橋梁学会において行なったものであることを付記します。

参考文献 1) 奥村敏恵、佐藤政勝、床組と横構の剛度を考慮した合成桁橋の解析、土木学会論文報告集、第222号 1974年2月



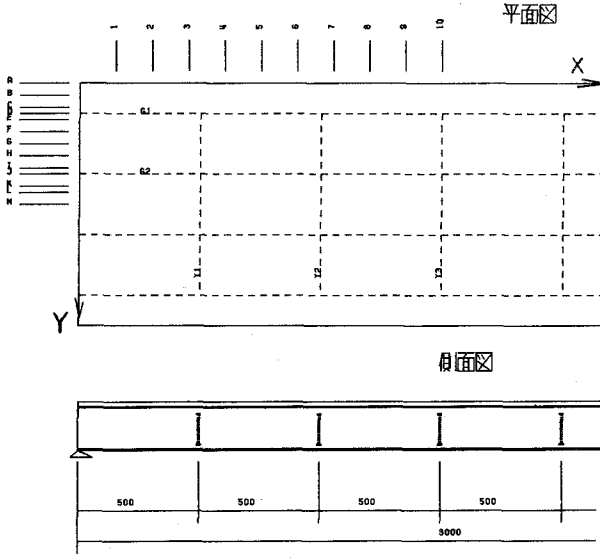
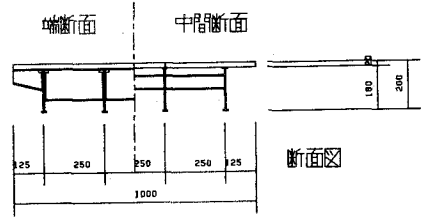


図-2 解析モデル



単純支持合成橋、橋長3000cm、橋幅1000cm
主桁本数4本、中間横桁本数5本
床版厚20cm、 $E_c = 300000 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\nu_c = 0.167$
パネ定数 $K = 5.0 \times 10^9 \text{ kg/cm}$
主桁、横桁 $E_s = 2100000 \text{ kg/cm}^2$
 $I_s = 1409000 \text{ cm}^4$ 、 $I_y = 73800 \text{ cm}^4$
(格子剛度 $Z = 11.3$)
断面積 $A_s = 282 \text{ cm}^2$ 、 $A_y = 118 \text{ cm}^2$
桁高 $H_s = 180 \text{ cm}$ 、 $H_y = 60 \text{ cm}$
床版自重 $q = 0.050 \text{ kg/cm}^2$
輪荷重(載荷幅 $D_X = 20 \text{ cm}$ 、 $D_Y = 50 \text{ cm}$)
位置 $X = 1200 \text{ cm}$ 、 $Y = 250 \text{ cm}$ 、 $P = 15000 \text{ kg}$
位置 $X = 1200 \text{ cm}$ 、 $Y = 425 \text{ cm}$ 、 $P = 15000 \text{ kg}$

表1 解析データ

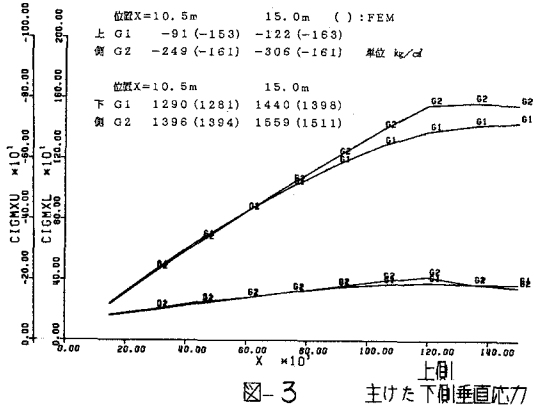


図-3 主けた下側垂直応力

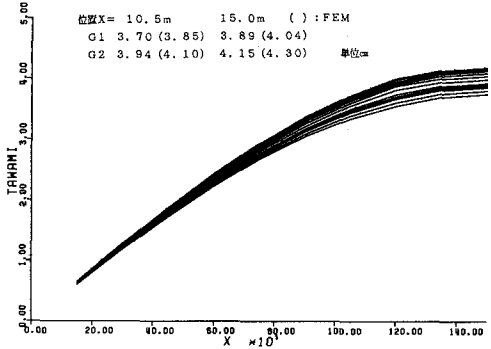


図-4 床版たわみ

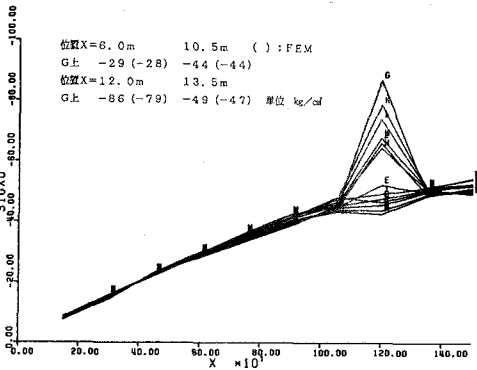


図-5 床版上面X方向垂直応力

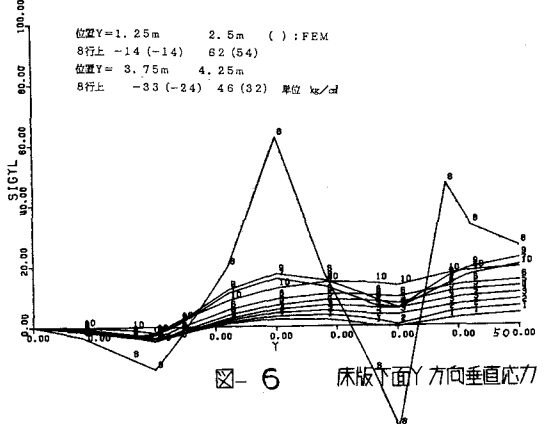


図-6 床版下面Y方向垂直応力