

VI-3

たわみ性スラブの応力・変形実験と解析

日本舗道(株) (正) 〇井上 浩樹

宇都宮大学 (正) 横山 幸満

1. まえがき

最近、道路橋鉄筋コンクリート床版にひびわれや、剥落などの損傷が多く見受けられる。新しい床版が竣工後数年にして使用に支障をきたすほど劣化するという事実を考えると、ひびわれや疲労などのほかに従来のRC床版の設計法にも大きな問題があるように思われる。現行の道路橋示方書によると、RC連続床版の支間の方向が車両進行方向に直角の場合、主鉄筋方向の設計曲げモーメントは、床版を支持する主桁が著しく大きな不等沈下を起こさない場合以外、床版の単位幅当たり、

$$M = 0.8(0.12\ell + 0.07)P \text{ (kgf} \cdot \text{m/m)}$$

とされている。これは、連続版の支承が沈下しないことを前提としたものである。しかし、弾性体である主桁のたわみは必ず生じるため、等分布荷重以外の荷重分布では主桁間のたわみの差は避けられない。格子桁の荷重分配理論が、主桁の弾性変形を前提としているように、同じ主桁に支持されている床版の応力計算にもこれを反映させるべきである。そこで、床版の変形・主桁の弾性沈下などを考慮した、より合理的な床版の設計をすることを目的とした模型実験を行なった¹⁾。

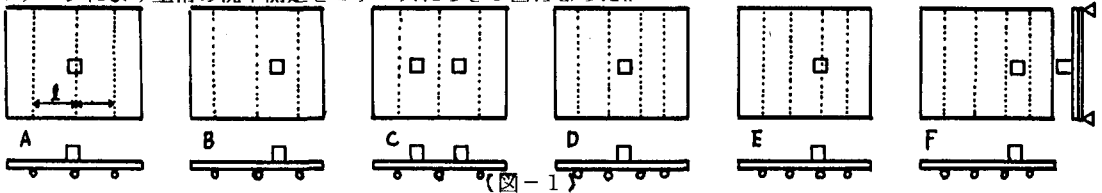
2. 実験概要

実際の橋梁を実験モデルで再現するにあたり、主桁と床版との間に、Tragwerkskennzahl²⁾といわれる、

$$\bar{\nu} = 6(L/\pi\ell)^4 B_y/B_x \quad (L: \text{支間長} \quad \ell: \text{主桁間隔} \quad B_x, B_y: x, y \text{ 方向の版剛度})$$

なる無次元パラメーターを導入する。現実の橋梁で2、3の計算を試みたところ $\bar{\nu}$ の値はほぼ7前後である。

実験に用いた床版は、5×1300×1100³⁾の亚克力樹脂版(EI)版=350kgf・cm²/cm) 主桁は、外径22・内径19・長さ1000³⁾の亚克力パイプ(EI)主桁=19100kgf・cm²)である。支間Lは90cmで、載荷(荷重p=0.03kgf/cm²、載荷面積90×90³⁾)を行なった。本報告で取り上げる実験ケースは、主桁3本で、主桁間隔 $\ell=20, 25, 30, 35, 40$ cm、載荷状態は図-1のA、B、C、また、主桁4本、主桁間隔 $\ell=20, 25$ cm、載荷状態はD、E、Fで合計21ケースである。実験はひずみゲージにより版と主桁のひずみの測定、ダイヤルゲージにより主桁の沈下測定を1ケースにつき3回行なった。



3. 実験結果及び考察

主桁間隔 $\ell=25$ cm ($\bar{\nu}=4.72$)で、A、B、Cの各載荷実験の結果を例に取り上げ、支間中央での橋軸直角方向の版の曲げひずみ、及び単位幅当たりの曲げモーメント値を図-2に示した。この図から張り出し部に負の曲げひずみが読み取れるが、これは、橋軸方向のたわみによるポアソン比($\nu=0.37$)の影響によるものと考えられる。支点上に載荷した場合はもとより、他の場合においても中間支点の沈下による正の曲げモーメントはかなりの値となっている。橋軸直角方向のひずみと同時に橋軸方向のひずみも測定した。支間1/4地点と支間1/2地点で両者を比較したものを図-3、図-4にそれぞれ示す。これを見ると橋軸方向の曲げひずみのほうが曲げの最大値を与える支間中央での橋軸直角方向のそれを上回っている。

4. 有限要素法

本実験のモデルに有限要素法(FEM)を用いた計算を行なった。床版を版要素として長方形分割し、主

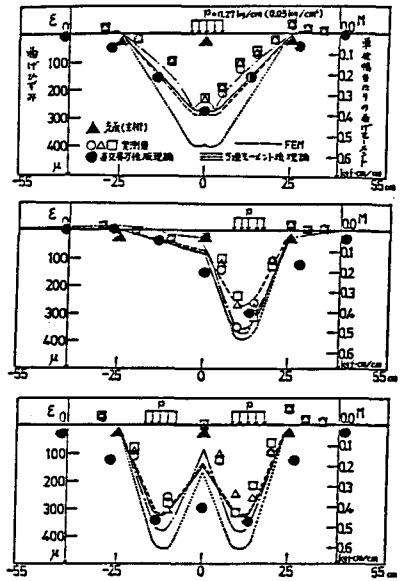
桁を梁要素として線分割した。これらの要素間をトラス材で結合したものを解析モデルとした。実験では、版と主桁は接着されていない重ね梁であるのに対し、解析モデルはトラス材で結合させたので実験よりむしろ現実に近い挙動をするものと思われる。このFEMによる結果を実験値と比較するため図-2に重ねて示した。これから実験値を若干上回る傾向が読み取れるがほぼ同傾向にある。また、橋軸方向と橋軸直角方向の曲げひずみの比較もFEMによる結果を重ねて図-3、図-4に示したが、先に述べた傾向が現われている。

5. 解析

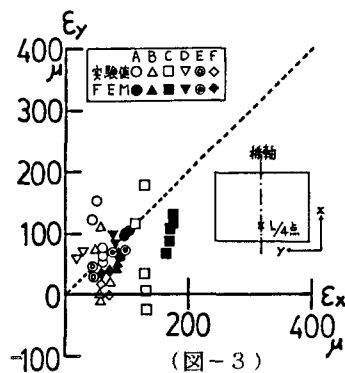
設計の便を考慮すると、版としてよりも、ある等価な幅 b_e （等価換算幅ということにする）の梁として扱うことが望ましい。そこで、図-2の実測ひずみを最も忠実に表現する等価換算幅 b_e を5連モーメント法により求めた。図-5に全ケースの b_e-l 関係を示し、図-6に $b_e/l-\bar{\mu}$ 関係を示した。FEMの結果も合わせて示してある。図-2には $l=25\text{cm}$ の場合の等価換算幅の梁としての M/b_e 曲線を実線で、 $b_e/l=1$ 及び $b_e/l=1.5$ の場合の値をそれぞれ点線、破線で示した。また、モデル全体を直交異方性版として、Guyon-Massonnet法を用いた計算も行なった³⁾。計算結果は、図-2中に示した。これを見ると、最大値を与える点付近は、ほぼこの理論は実験値を再現するものであるように思われる。

6. 結論

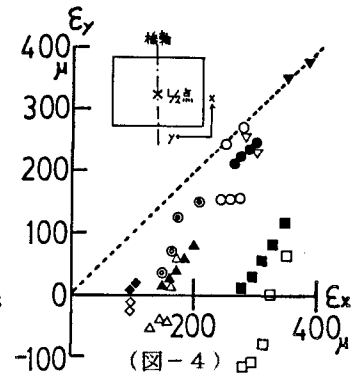
支間中央付近の床版を弾性支点上の連続梁として考える際、図-6からわかるように $b_e/l=1\sim 2$ 程度である。主桁間隔 l に等しい b_e を取れば、安全側の設計ができる。また、この実験により、支点の弾性沈下による正の曲げモーメントがかなり大きくなること、及び支点上では、負の曲げモーメントが生じないことが注目される。従って、支点直上の床版にも正の曲げモーメントにも抵抗できるような配筋が今以上に必要であるように思われる。また、配力筋方向の設計曲げモーメント算出法の見直しの必要が痛感される。



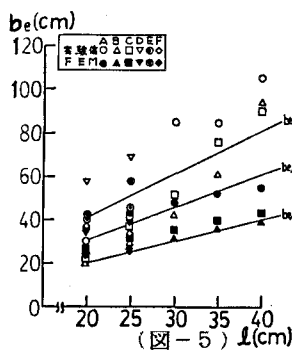
(図-2)



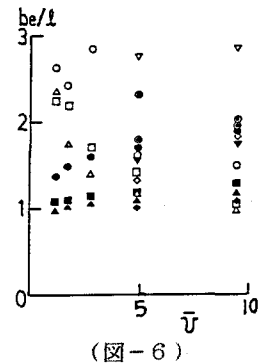
(図-3)



(図-4)



(図-5)



(図-6)

【参考文献】1)井上・横山:たわみ性スラブの応力・変形実験 第14回関東支部講演概要集p.40昭和62年

2)STAHLBAU EIN HANDBUCH FÜR STUDIUM UND PRAXIS p.309 KÖLN1961

3)高島春生:道路橋の横分配実用計算法(前編・後編)現代社昭和54年