

聖蘭工業大学 正会員 尾崎 剛

聖蘭工業大学 学生員 ○橋本 至

1 まえがき

現在まで コンクリート桁橋の立体的解析を行う場合ある厚さを有する部材を薄板と理想化して解く方法を用いて来たが、本研究では、板厚を考慮した解析を行い、薄肉を仮定した三次元的解析との比較検討を行った。

2 解析

ここでは、Finite Prism Method¹⁾ (以後 F.P.M. とする) を用い、要素としては、三角柱要素を採用して計算した。これは、三次元構造を両支点上単純支持という条件のもとに、断面を二次元的に扱い橋軸方向をフーリエ級数展開したものである。これは、三次元有限要素法に比べて計算が容易になるという利点がある。要素について若干説明するに、図-1 の様な三角柱要素

に対して、次の様な変位仮定をする

$$\left. \begin{aligned} u &= \sum_{m=0}^{\infty} u^m \sin \frac{m\pi z}{a} \\ v &= \sum_{m=0}^{\infty} v^m \sin \frac{m\pi z}{a} \\ w &= \sum_{m=0}^{\infty} w^m \cos \frac{m\pi z}{a} \end{aligned} \right\}$$

ここで $u^m = \alpha_1^m + \alpha_2^m x + \alpha_3^m y$, $v^m = \alpha_4^m + \alpha_5^m x + \alpha_6^m y$

$w^m = \alpha_7^m + \alpha_8^m x + \alpha_9^m y$, a はスパンの長さ, m は項数

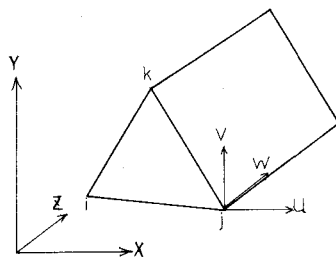


図-1

要素の剛性マトリックスは、一般的過程により、次の様に誘導される

$$\{\delta_i^m\} = \{u_i^m, v_i^m, w_i^m\}^T \quad \{\delta_j^m\} = \{u_j^m, v_j^m, w_j^m\}^T \quad \{\delta^m\} = [A] \{\alpha^m\}$$

$$\{\varepsilon\} = \sum_{m=0}^{\infty} [B^m] \{\alpha^m\} = \sum [B^m] [A]^T \{\delta^m\} \quad \{\sigma\} = [D] \{\varepsilon\}$$

$$\text{仮想仕事の原理により} \quad [K^m] = \int_V [A]^T [B^m]^T [D] [B^m] [A] dV$$

又荷重項についても同様に計算される。

一方比較に用いた薄肉折板構造解析(以後 F.S.M. とする)は、面外変形は、橋軸方向曲げをも考慮した薄板弾性理論により、面内変形は、二次元弾性理論による Goldberg の厳密理論による方法²⁾を用いた。

数値計算は、直線及び曲線の単一箱桁

について行った。断面、寸法及び要素

分割は、図-2 の通りである(128 要素,

96 節点)。弾性係数は 300,000

kg/cm², ポアソン比は 0.2, 単位容積重

量は 2.5 t/m³ とした。フーリエ級数

の項数は、収束度合から集中荷重では

45 項, 満載等分布荷重では、9 項と

した。実際の計算にあたって電子計算機を用いたが F.P.M. ではコアを大量に必要とする関係上、作業用ファイル 6 本用いた。又 CPU 時間は、F.P.M. の方が F.S.M. によるものの約 4 倍弱の時間を必要であった。

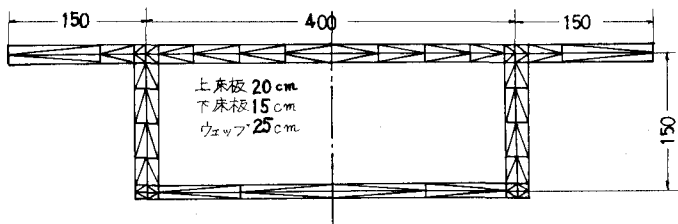


図-2

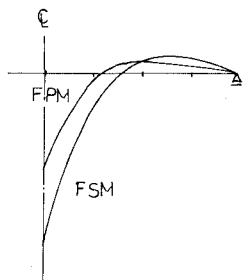


図 - 5

3 結果

図-3は、集中荷重を箱桁のスパン中央に載荷したときにける対称曲げの軸方向応力分布図である。対称曲げによる変位、応力等の値は、F.S.M.の値とはほぼ同一であるという結果を得る。

次に、スパン中央に対称ねじり集中荷重を作用させたスパン中央断面の軸方向応力の分布図は、図-4のようになる。F.P.M.による値は、F.S.M.による値より小さくなる。図-5にこの軸方向応力の軸方向分布を示す。図は、省略するが、この場合の剪断応力

分布を見るに、サンパナのねじりモーメントと、ブレットのねじりモーメントの関係が表われる。特にウェッジにおいて、スパン中央から支えに向うにつれて、剪断応力の厚さ方向の分布の傾きが急になっているなど、厚肉として解析することにより、薄肉として解析する時には、得られない興味ある結果が、得られる。この場合もF.S.M.による値と比較すると、F.P.M.による値の平均値と近い値を示した。

この程度の厚さを有するコンクリート箱橋では、薄肉と理想化を行っても、十分なように思われる。

その他に、図-6には、曲線箱桁の自重によるスパン中央断面における軸方向応力分布図を示した。ただし、断面、寸法及び要素分割は、図-2と同じで、中心角 45° 、スパン 25m 、半径 31m である。

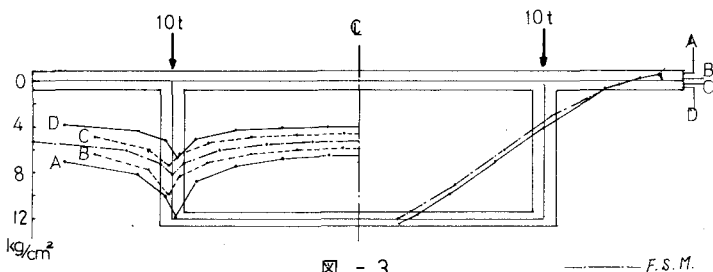


図 - 3

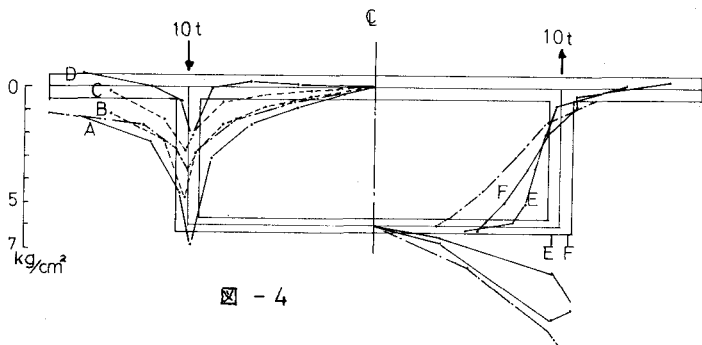


図 - 4

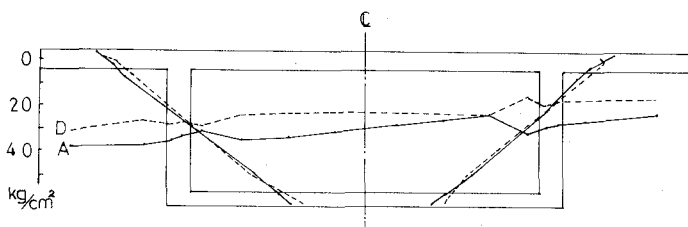


図 - 6

<参考文献>

- 1) Zienkiewicz O.C. *Tha finite prism in analysis of thick simply supported bridge boxes*
Proc. Inst. Civ. Engr. Part 2 Spt 1972 Vol 53
- 2) Fries-Shana, A.C. Scordelis *Direct Stiffness Solution for Folded plates*
Jal Struct. Div. Proc. A.S.C.E. 1964 Augst ST4