

室蘭工業大学 正員 尾崎 詔
 室蘭工業大学 学生員 橋本 至
 室蘭工業大学 学生員 藤邑 哲郎

1 まえがき

沈埋構造物を解析する場合、断面方向をラーメンとして、軸方向を弾性基礎上の梁として解くほか、立体的に解析する場合には、バネ定数を仮定した薄板構造として折板構造解析をおこなう方法などがある。著者らは、他の目的で Finite Prism Method¹⁾ によるプログラムを開発したが、これを沈埋構造物の周辺の土に適用することを試みたので報告する。なお、この場合、沈埋構造物をそれ自体は板要素とし、周辺の土の角柱要素と一体化をして解く方法と、沈埋構造物をそれ自体も周辺の土と同様に角柱要素として解く方法が考えられるが、ここでは後者の結果のみを記す。

2. 解析の方法

角柱要素としては、図-1のような三角柱要素を採用した。断面の二方向及び軸方向の変位は、いずれも次のように断面方向では一次変化を仮定し、軸方向ではフーリエ級数に展開する。

$$\left. \begin{aligned} u^m &= \alpha_1^m + \alpha_2^m x + \alpha_3^m y \\ v^m &= \alpha_4^m + \alpha_5^m x + \alpha_6^m y \\ w^m &= \alpha_7^m + \alpha_8^m x + \alpha_9^m y \end{aligned} \right\} \text{--- (1)}$$

$$\left. \begin{aligned} u &= \sum_{m=0}^{\infty} u^m \sin \frac{m\pi z}{l} \\ v &= \sum_{m=0}^{\infty} v^m \sin \frac{m\pi z}{l} \\ w &= \sum_{m=0}^{\infty} w^m \cos \frac{m\pi z}{l} \end{aligned} \right\} \text{--- (2)}$$

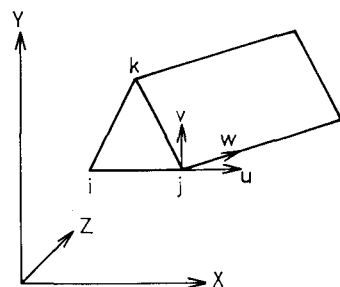


図-1

要素の剛性マトリックスの誘導について若干ふれると

$$\{\delta^m\} = [A] \{\alpha^m\} \text{--- (3)} \quad \text{ただし } \{\delta^m\} = \{u_i^m v_i^m w_i^m u_j^m v_j^m w_j^m u_k^m v_k^m w_k^m\}^T$$

$$\{\alpha^m\} = \{\alpha_1^m \alpha_2^m \alpha_3^m \alpha_4^m \alpha_5^m \alpha_6^m \alpha_7^m \alpha_8^m \alpha_9^m\}^T$$

$$\{E\} = \sum_{m=0}^{\infty} [B^m] \{\alpha^m\} = \sum [B^m] [A]^{-1} \{\delta^m\} \text{--- (4)}$$

$$\{\sigma\} = [D] \{E\} \text{--- (5)} \quad \text{ただし } [D] \text{ は等方性体を仮定した}$$

$$\begin{aligned} \text{から } [K^*] &= \int_V [A]^{-1T} [B^*]^T [D] [B^*] [A]^{-1} dV \\ &= [A]^{-1T} \frac{l}{2} \iint ([\bar{B}^*]^T [D] [\bar{B}^*] + [\bar{B}^*]^T [D] [\bar{B}^*]) dx dy [A]^{-1} \end{aligned} \quad \text{となる}$$

なお、荷重項については、節点に作用する部分分布荷重として

$$\{R_i^m\} = \frac{l}{2} \cdot \frac{4q}{m\pi} \sin \frac{m\pi x_0}{l} \sin \frac{m\pi a}{l} \quad \text{ただし } q \text{ は荷重強度 } a \text{ は部分分布の } \frac{1}{2} \text{ の中}$$

$$x_0 \text{ は } 2a \text{ なる } \frac{1}{2} \text{ の中心位置}$$

自重については

$$\{f^m\} = [N_i \ N_j \ N_k] \{\delta^m\} = [N] \{\delta^m\} \quad \text{より}$$

$$\{F^m\} = \int_V [N_i]^T \{g_3\} \sin^2 \frac{m\pi z}{l} dV = \frac{l}{2} \iint [N_i]^T \{g_3\} dx dy$$

$$\{f^m\} = \{u^m \ v^m \ w^m\}^T$$

$$[N] \text{ は形状マトリックス}$$

$$\{g_3\} \text{ は単位容積重量}$$

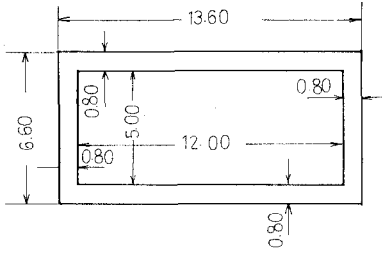


図-2

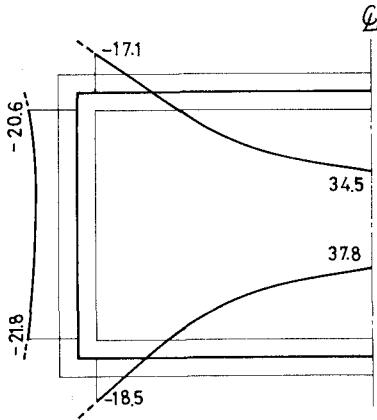


図-5 (tm/m)

3. 計算例

数値計算は 図-2 のような簡単な一室の箱桁断面についておこなった。構造部分の弾性係数を $300,000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ 、ポアソン比を 0.2 、単位容積重量を $1,600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ とした。荷重は T-20 を想定し、衝撃係数を 0.3 と考慮して載荷した。この場合、構造物の上を横断する道路の巾員を 11 m とし、スパン 80 m とした構造物のスパン中央部の長さ方向にこの区間だけ部分分布する線荷重とした。

この荷重強度は、後輪仮想部で $P_1 = 7.56 \frac{\text{t}}{\text{m}}$ 、前輪仮想部で $P_2 = 1.89 \frac{\text{t}}{\text{m}}$ で図中に示したように P_1, P_2 を断面に対称に配置した。土の自重は埋戻しを想定した部分のみで考慮したが、この部分を図-3 中に陰影を施して示す。境界条件は 図-3 等にも示すように、地盤の最下面の境界では水平方向、垂直方向ともスパン方向全体に渡って固定し、土の外側面は、水平方向の変位のみスパン方向全体に渡って拘束した。計算結果のうち鉛直変位図を図-3 に、水平変位を図-4 に、構造体における曲げモーメントの分布を図-5 に示す。

4. 参考文献

- 1) Zienkiewicz O.C. The finite prism in analysis of thick simply supported bridge boxes

Proc. Inst. Civil Engr. Part 2, Sept. 1972 Vol 53

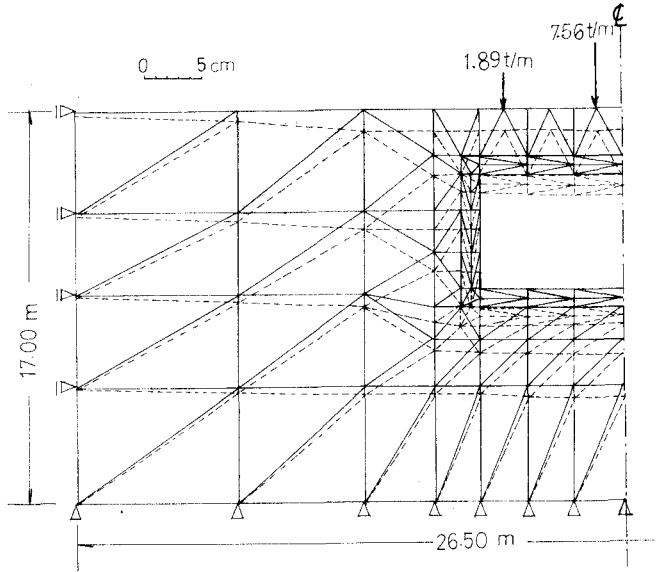


図-3

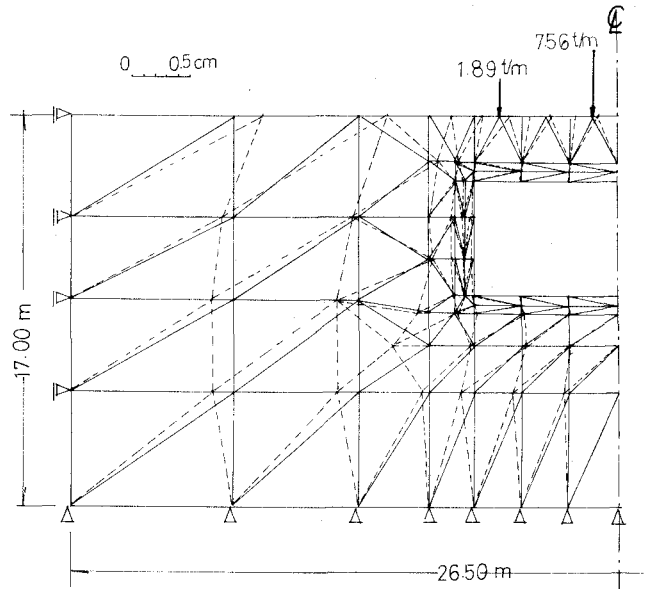


図-4