

川崎重工業(株) 正員 ○長井 正嗣
 大阪大学 正員 小松 定夫
 川崎重工業(株) 正員 山本 晃久

1. まえがき

周知の通り、桁橋におけるダイヤフラムの設計法は十分合理的と考えられる半法が提案されている。しかしながら、斜張橋のように主桁のモーメント分布がプレストレス操作により通常の桁橋と異なる場合、既往の設計法は直接利用できない。そこで、斜張橋においては直接断面変形解析を行い、加えられた応力度を求めるルーチンで、BEFアナロジーに基づき示すこととした。その際、斜張橋でしばしば採用される3室箱桁が取り扱えるようにした。更に、設計の便を考へて、骨組構造物の変位法による解析プログラムが直接利用できるようにした。

2. 基礎理論

図-1に示す2軸対称断面を考える。3室箱桁の断面変形モードを図-2に示すが、本文では逆対称荷重による断面変形を考慮することとし、図中のモード1及び3を対象とする。理論と前提条件として、断面変形に伴うその他のモードが他の物理量と連成しないこと、その他のモード自体が連成しないこと、及び断面変形に伴うせん断変形を無視する条件を設けると、図-3に示すような断面変形に関する物理量がすべて決定される。これらのモードを別個に解析し、両者の結果を重ね合わせることになる。以下にその定数及び荷重を定義するが、()、 ϕ は第 i 番目モードに関するものである。

$$I_{Dw,1} = 1/3 \cdot \alpha^2 \{ 2Bt_f + 2Ht_{wo} + 2(B_1/B)^2 Ht_{wi} \}, \quad \alpha = BH/4 \quad \dots (1)$$

$$I_{Dw,3} = 2/3 \cdot \omega^2 H^3 t_{wo} + 1/24 B_1^2 H^3 t_{wi} + 1/24 B_1^3 H^2 t_f + H^2/(B-B_1) \cdot t_f \{ 2/3 \cdot (B_1/4 + \omega)^2 \cdot (B^2 + BB_1 + B_1^2) - 2(B_1/4 + \omega)(B_1/4 + \omega)(B+B_1)B_1 + 2(B_1/4 + \omega)^2 B_1^2 \},$$

$$\omega = 1/2 \cdot \{ B_1^2 H t_{wi} + 1/2 BB_1(B+B_1)t_f \} / \{ 2BHt_{wo} \dots (B_1^2 + BB_1 - 2B^2)t_f \} \quad \dots (2)$$

$$p_{r,i} = \phi_i p_{\psi,i} ds \quad \dots (3)$$

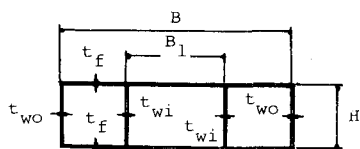


図-1 2軸対称断面

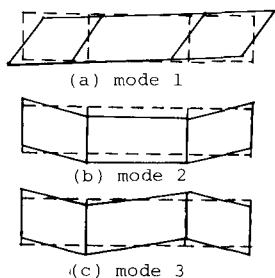


図-2 断面変形モード

次に、ダイヤフラム及び分布バネのバネ定数については、モード1については文献1)の値をそのまま利用すればよい。モード3に対しては、板形式のダイヤフラム(板厚 t_D)について以下の通り定義される。

$$K_D = G t_D \{ H(4\omega + B_1)^2 \} / (B - B_1) \quad \text{: 木室} \quad \dots (4)$$

$$K_i = G B_1 H t_D \quad \text{: 内室} \quad \dots (5)$$

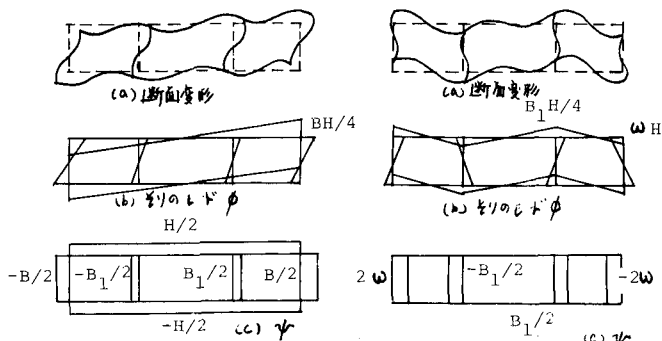


図3(a)モード1の断面変形に伴う物理量

図3(b)モード2の断面変形に伴う物理量

3. 斜張橋モデル

Λ形塔のねじり剛性を評価するために図-4に示すモデルを考える。骨組構造解析プログラムを利用する上では、BEFアナロジーとして考慮する断面変形率に $\bar{B}$ (長さの単位) を乗じた変数 (たわみ) を用いる。 $\bar{B}$ は、モード1に対して $B/2$ 、モード3に対して $2B$ となる。これは、それぞれの断面変形モードに対して、ケーブル取りつけ位置ごのたわみを未知数とすることに対応する。骨組解析における主桁の諸元は以下の通りである。

主桁: 断面積 $A = \infty$, ねじり定数 $I_x = \infty$, 断面二次モーメント $I_y = I_{ow} / (2\bar{B}^2)$, $I_z = \infty$; ダイヤグラムバネ定数: $K_B = K / (2\bar{B}^2)$; 分布バネ定数: $K = K / (2\bar{B}^2)$; 分布荷重: $p = p_u / (2\bar{B})$; 集中荷重: $P = P_u / (2\bar{B})$

次に、断面変形に伴う応力応力度を定義すると以下の通りである。

$$\sigma_{DW} = 2My / I_{ow} \cdot (\phi \bar{B}) \quad \dots (6)$$

ここに、 My は図-4のモデルで得られる y 軸まわりのモーメントである。

4. 数値計算例

図-5に示す、支間98m、ダイヤグラム間隔14mの3室箱桁の解析結果を図-6に示す。図中、実線がBEFアナロジーモデルを骨組解析した結果、破線がFEMによる結果を意味する。両者で最大30%程度の差異がみられるが、分布形状は比較的良好一致を示していた。斜張橋の解析例については、紙面の都合上、講演当日発表させていたいただきたい。

5. まとめ

多室桁橋を有する斜張橋の断面変形解析手法を示したが、骨組解析用のプログラムをそのまま利用できること、かつ主桁の諸元以外はすべて実橋の諸元と利用できることから、設計上簡単に利用できると思われる。

文献1)、小松・長井: 中間ダイヤグラムの新しい設計法に関する研究、土木学会論文報告集、第326号、1982年10月

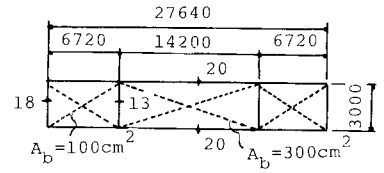


図-5 計算モデル

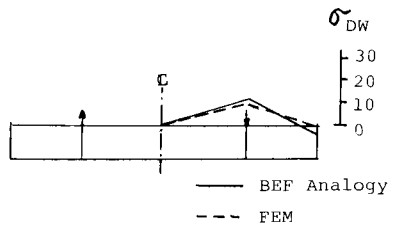
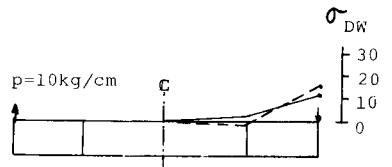
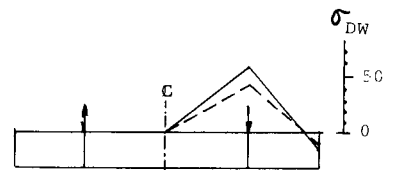
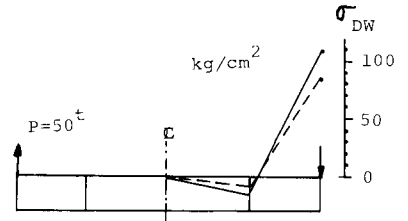


図-6 応力分布の比較

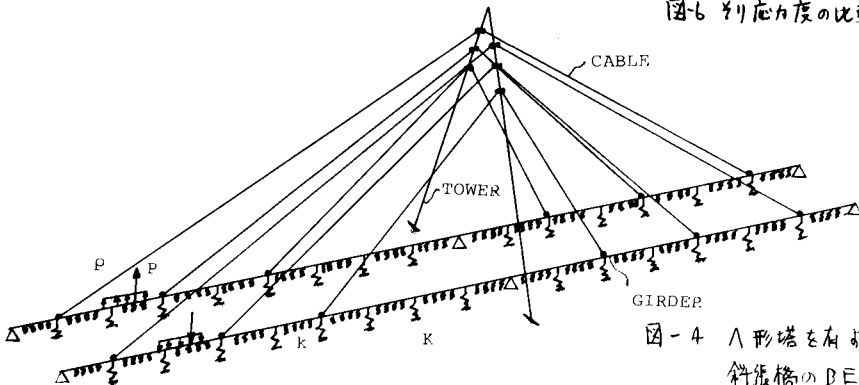


図-4 Λ形塔を有する2面ダイヤル斜張橋のBEFアナロジーモデル