

秋田工業高校 正 員 ○大山 厚
秋 田 大 学 正 員 薄 木 征三

1. まえがき

近年道路橋の形式として、そり変位の量が少ないこと、ねじり剛性が大きい等の理由により合成箱桁橋が多く用いられているが、同時に、コンクリート床版のクリープや乾燥収縮、温度変化による変形が鋼板ウェブによって拘束されるという短所も持ち合わせている。そこで、波形鋼板ウェブが提案され、合成箱桁に使用すれば、上下コンクリート床版の経時変形をほとんど拘束しなくなるという効果が現れる。従って、今後の発展性が大いに期待されている構造であるが、我が国では、波形鋼板ウェブを用いた鋼・コンクリート合成箱桁橋に関する設計基準類は今のところ準備されていない。本研究は、このような背景のもと、波形鋼板ウェブを用いた合成箱桁橋の解析を行うにあたり、軸方向剛性を無視できるという波形鋼板ウェブの特徴を合成箱桁に与え、無視しない場合との比較・検討を行うものである。なお曲げにおいて両者を比較すると、5%程度の違いしか見られなかったので、本報告においては、ねじりに関してのみ行うものとする。

2. 支配方程式

解析に用いた梁は、2軸対称の合成箱形断面で、自由端にトルク T_0 が作用する支間400cmの片持ち梁とし、断面寸法を図-1に、断面諸量を表-1に示す。ここでは、軸方向剛性を考慮した場合をcase1、無視した場合をcase2とした（図-2）。この場合の支配方程式は、

$$E_c I_{\omega\omega} \frac{d^4 \phi}{dx^4} - G_c J \frac{d^2 \phi}{dx^2} = 0 \quad (1)$$

となり、ここでねじり定数 J 、及びそりねじり定数 $I_{\omega\omega}$ は、

$$J = \frac{4 A_c^2}{\oint \frac{1}{n_g t} ds}$$

$$I_{\omega\omega} = \int_0^L n_e \omega^2 t ds$$

により求められる。式中の A_c は薄肉中心線に囲まれる閉断面の面積、 n_e 、 n_g はそれぞれ鋼とコンクリートの弾性係数比とせん断弾性係数比、 L は座標 s の全長、 ω はそり関数で、次式で表される。

$$\omega(s) = \Omega(s) - \Omega(s_c)$$

$$\Omega(s) = \int_0^s r_{s^*} ds - \frac{\oint r_{s^*} ds}{\oint \frac{1}{G t} ds} \int_0^s \frac{1}{G t} ds$$

$$\Omega(s_c) = \frac{1}{A} \int_A \Omega(s) dA \quad (A: \text{断面積})$$

r_{s^*} : せん断中心から各部材への垂直距離

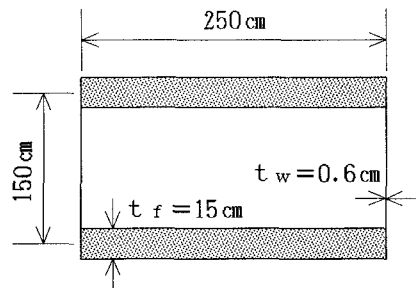


図-1 断面寸法

表-1 断面諸量

E s	2100000 kg f/cm ²
G s	810000 kg f/cm ²
E c	140000 kg f/cm ²
G c	60870 kg f/cm ²

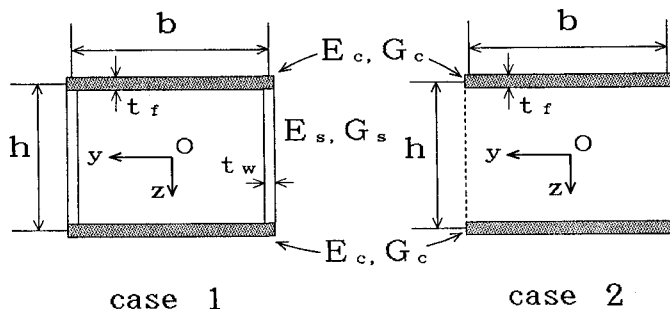


図-2 解析上の断面

3. 解析結果および考察

支配方程式(1)を解くと、case 1、case 2 に対してねじり角 ϕ 、そりモーメント T_s 、ねじりモーメント M_ω 、そりねじりモーメント T_ω が求められ、それらを比較したものを図-3~5に示す。横軸は支間中の位置を表している。図-5よりねじりモーメント M_ω は、固定端において26%も増加していることが認められる。

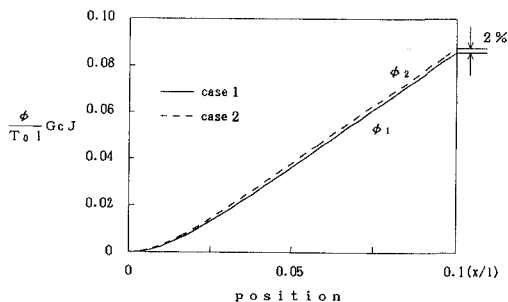


図-3 ϕ

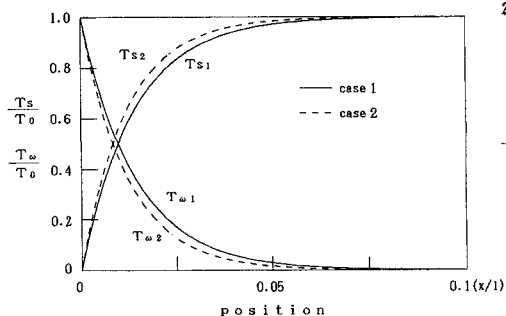


図-4 T_s, T_ω

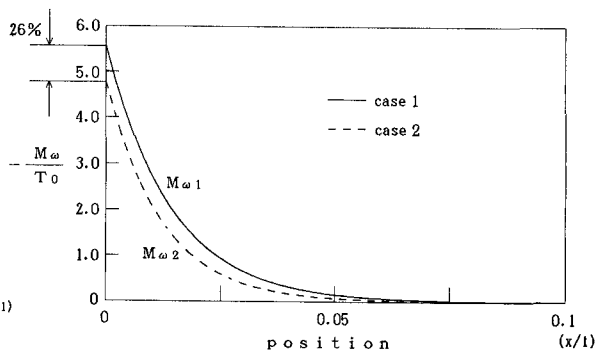


図-5 M_ω

図-6は、固定端断面における、ねじりによる直応力(そり応力)分布を比較したものである。ウェブの曲げ剛性を無視することによるそり応力の増加分は約17%と、曲げ応力の増加分の約3倍にもなっており、鋼あるいはP Cのみで製作されていた箱桁橋では、特に大きな問題とならなかったねじりの問題が大きくなることが認められる。逆に、曲げ応力の増加分はわずか6%程度であるから、曲げ応力の計算に用いる断面定数は、ウェブを無視した断面を用いて差し支えない。今後の課題としては、模型実験を行うことによりデータを蓄積し、理論値と実験値を比較・検討することが必要であろう。

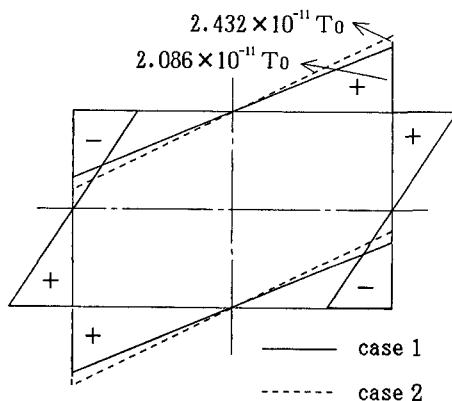


図-6 そり応力