

大阪市立大学 学生員 大田 誠三
大阪市立大学 正員 中井 博

1. まえがき, 近年, 斜張橋のスパンの長大化が試みられている。この種の長大斜張橋の主桁形状としては, 幅員が広いわりに桁高が制限されることや, 十分な曲げとねじり剛度が必要なため偏平かつ多室箱桁断面が採用される機会が多い。本研究は, 模型による載荷実験を行い, shear lag 特性について調べ, あわせて有効幅のとり方について検討したものである。

2. 模型実験, 模型はアクリライト(機械的性質; $E=33 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, $\mu=0.38$)を用いて製作した。寸法諸元は, 大阪湾岸において計画中の斜張橋の試案をモデルにし, 断面寸法を縮尺 $1/30$, スパンをガイル4パネルにとり, 図-1(a)のように決めた。shear lag を調べるための荷重としては, 図示の線荷重 P を作用させるべきであるが, 実験の簡便さからこれを換算し, 集中荷重 $P_1=6 \text{ kg}$, $P_2=15 \text{ kg}$ を作用させた。

3. 解析, 多室箱桁の曲げモーメントやたわみを求めるために, 図-2に示すように4本の主桁を持つ格子桁にモデル化する。その際, 各主桁の曲げ剛度 EI_i は, I.D.R. の指針に従って, 等分布荷重がスパン全長にわたって満載したときの $1/4$ 突の有効幅を用いて計算した。ちなみに, 文献2)より,

$$\frac{b_m}{b} = 1 - \frac{2\omega\lambda}{0.281(\frac{b}{\lambda})^2 + 2K\omega\lambda} \quad (1)$$

で有効幅比が求まる。そして, 各主桁に配分される曲げモーメント M_i は, 図-1(a)の荷重状態では橋軸方向の曲げだけが作用していると考えられるので, 図-1(b)の曲げモーメント M が各主桁の曲げ剛度に応じて, 次式により配分されるはずである。

$$M_i = (I_i / \sum I_i) M \quad (2)$$

一方, これを確かめるため文献4)の方法によって格子桁として厳密な解析を行ったが, 式(2)との差は数%以内であった。

つぎに, この曲げモーメントを用い各主桁の shear lag を解析した。その際, 有効幅としては文献2)より,

$$\frac{b_m}{b} = 1 - \frac{\sqrt{\frac{1.5\omega}{1.2-K}} \cdot \lambda}{0.75\frac{b}{\lambda} + \sqrt{\frac{1.5\omega}{1.2-K}} \cdot \lambda} \quad (3)$$

を用いるべきである¹⁾。これより断面2次モーメント I_i を求めると, 箱桁腹板直上の応力は, $\sigma_e = (M_i / I_i) \cdot y/2$ より求められ, 垂直応力分布 σ_y は図-4の破線のような分布をする。この分布は, $\int_0^b \sigma_y \cdot dy = b_m \cdot \sigma_e$ なる条件より,

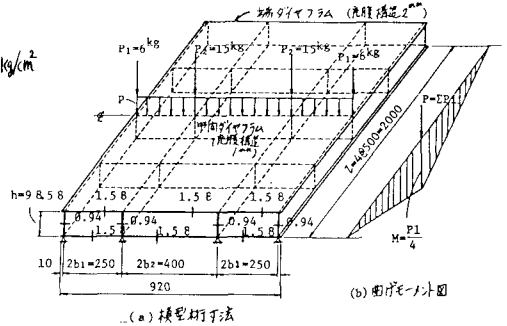


図-1. 模型桁

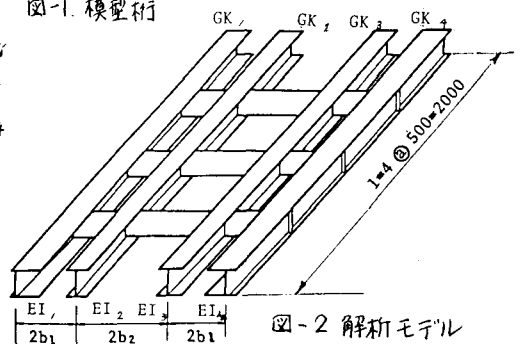


図-2 解析モデル

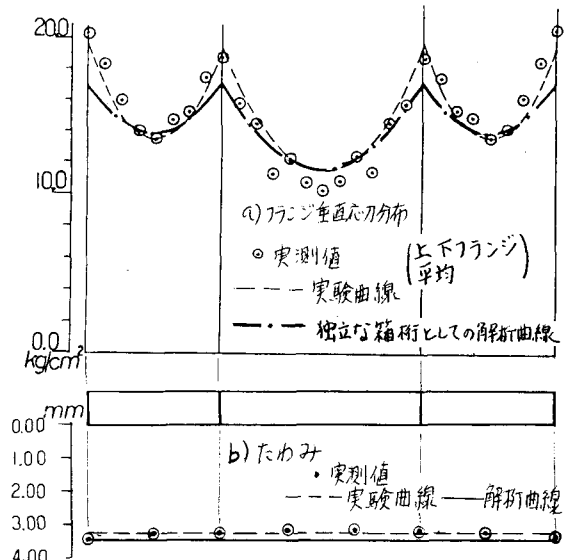


図-3 実験値と解析値の比較

$$\sigma(y) = \sigma_c - \sigma_s \{1 - (y/b)^2\} \quad (4)$$

$$\text{ここに, } \sigma_s = 1.5 \sigma_c (1 - b_0/b) \quad (5)$$

で与えられる。

4. 実験結果, 以上のような解析法による載荷直下のフランジの垂直応力分布とたわみを求め, 実験値と比較したものが図-3である。これより, たわみについては良好な一致がみられ, たわみに関する有効幅は等分布荷重によるものを用いればよいと思われる。しかし, 垂直応力分布については, 腹板上で解析値が, かなり危険側に出ているので, 検討の余地が残されている。

5. 垂直応力分布に関する考察, 上述の解析値と実験値が合わない理由としては, 有効幅を個々の箱桁について独立に求めたためであると思われる。この模型桁では中央の箱桁の幅が広く, この部分の shear lag が大きく現われ, 全体に影響を及ぼしたものと考えられる。そこで, 中央の箱桁の有効幅を小さくするため, 図-5のような断面を仮定する。この断面は外側の箱桁の有効幅については式(3)によるものとし, 中央部分の箱桁の有効幅を $2b=65$ cm として再び, 式(3)によって有効幅を求める。そして, 図示の有効断面に対する断面2次モーメントを求め, 応力を計算すると, $\sigma_{max} = (M_i/I_i)^{1/2} (y > \sigma_c)$ が得られる。ここで, σ_{max} と σ_c の差を $\Delta\sigma$ とおき, これを偏平多室箱桁に対する2次の shear lag とし, その分布を放物線とおくことにより,

$$\Delta\sigma(y) = \frac{\Delta\sigma}{2} \cdot \{3(y/b)^2 - 1\} \quad (6)$$

が得られる。したがって, 2次の shear lag を考慮した最終的な垂直応力分布は, 図-4の実線のようになる。このような補正を行った解析値と実験値の比較を図-6に示すが, これより良好な両者の一致がみられる。

6. まとめ, 2次の shear lag を考慮した場合のフランジ中央部分の shear lag による応力の減少値は,

$$\sigma_s' = \sigma_s + 1.5 \Delta\sigma \quad (\text{図-4 参照}) \quad (7)$$

となる。この σ_s' の値を式(5)に代入して偏平多室箱桁の2次の shear lag を考慮した有効幅 b_m を逆算すると,

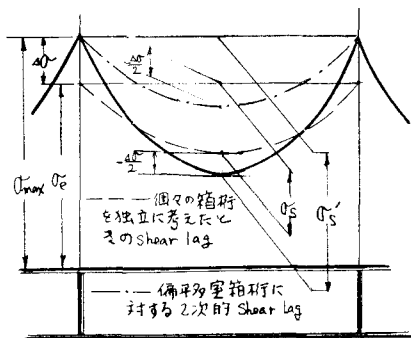
$$b_m = b (1 - \frac{3}{8} \cdot \sigma_s' / \sigma_c) \quad (8)$$

となる。表-1 は, 式(1)(3)および(8)より求めた有効幅ならび, I.D.R. 道示⁵⁾によつて求めた有効幅を比較したもので, 応力算定時の有効幅は従来のものより若干小さく取りなければならないことを示唆している。

なお, 筆者らは有根帯板法による解析も並行して行っており, その詳細は当日発表の予定である。

参考文献,

1) Interium Design Workmanship Rules, Part 2 55400, Part 3 Under Rough Draft 1980.3, 2) 池田・小松・中井; 土木学会論文集第86号S37.10, 3) E.C.Humbly; Bridge Deck Behaviour, 4) H.R.Evans, etc.; An approximate grillage approach, 5) 道路橋示法第155.2



偏平多室箱桁に対する shear lag

図-4 偏平多室箱桁の応力分布

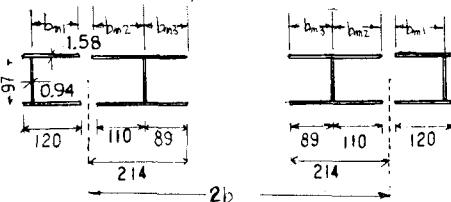


図-5 仮定断面

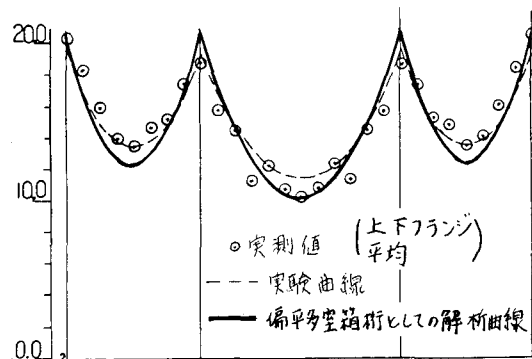


図-6 2次の shear lag を考慮した解析値と実験値の比較

表-1 種々の方法による有効幅比

		文献 2) より		I.D.R	道示
		独立な有効幅を考慮する時	2次の shear lag を考慮		
たわみ (構造解析) を算出する時	b_m/b_1	0.960	—	0.976	0.880
	b_m/b_2	0.960	—	0.976	0.880
	b_m/b_3	0.962	—	0.950	0.785
応力を算出する時	b_m/b_1	0.816	0.654	0.760	0.880
	b_m/b_2	0.864	0.704	0.760	0.880
	b_m/b_3	0.770	0.600	0.725	0.785