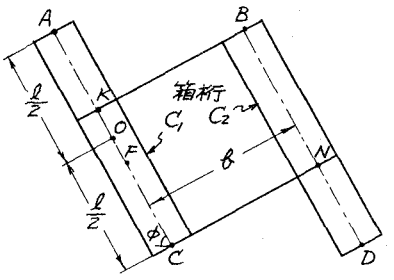
I－77　　2主構型斜め箱桁橋について

名古屋工業大学　正員　中村卓次

2本の箱桁をこれと直角に交わる横桁により支点上で連結した構造は，材料が鋼の場合短いスパンに対しても斜橋の形式として極めて有利であり，支点上における横連結を算入した場合，曲げモーメントに非常な減少が生ずることを，計算と実験により研究した結果を報告する。

(1) 考え方

図-1のように横桁 BK，CN，によって結ばれた2本の箱桁 C_1, C_2 からなる斜橋において，箱桁 C_1 上の点 F に集中荷重 P が作用した場合，箱桁の中央 O と点 F との距離を $\overline{OF}=m_F\cdot\frac{l}{2}$ で，点 K との距離を $\overline{OK}=m_F\cdot\frac{l}{2}$ で表わし，箱桁 C_1 が独立にあるものとすれば，点 K は次のタワミを生ずる。



図－1

$$y_K=\frac{Pl^3}{48I}(1+m_K)(1-m_F)\left(1+m_F-m_K-\frac{m_K^2+m_F^2}{2}\right)$$

ここに I は箱桁の2次モーメントであり，計算を簡単にするため $E=1$ にとってある。

y_K により横桁 BK には回転角 $\theta=\frac{y_K}{b}$ を生ずる。ただし y_K は小さく横桁の剛性は大きいとする。

その結果，箱桁 C_2 にも同量の回転角 θ を生ずるが，C_2 は横桁 CN に連結されているので自由には変形できない。いま点 K に反力 R が起っていると考えると，B点に bR なるねじりモーメントが生じ，箱桁 C_2 は N 点において同量の偶力モーメントを受けることになり，点 N は y_R だけ下がる。ここに y_R は K 点に作用する力 R によって，K 点に生ずるタワミに等しい。

$$y_R=\frac{Rl^3}{48I}(1-m_K^2)^2$$

従って箱桁 C_2 の断面 N における回転角は，$\theta_N=\frac{y_R}{b}$ であり，断面 B の N に対する回転角は，ねじりモーメント M_x の作用のもとで，$\theta_T=\int_B^N\frac{M_x\,dl}{GJ}=\frac{M_x}{GJ}\overline{NB}$ となる。ここに，

$\overline{NB}=l-b\cot\phi$，GJ は箱桁のねじり剛性である。

以上のように，箱桁 C_2 がそのねじり抵抗によって点 K に上向きの反力 R を及ぼし，タワミは y_K-y_R，横桁の回転角は，$\theta=\frac{(y_K-y_R)}{b}$ となる。

このため2つの箱桁は横桁のところで θ に等しい回転角を生じ，それによって箱桁に生ずるねじりモーメントは，$M_x=\frac{bR}{2}$ である。

N における箱桁の回転角を，BN にそっての回転角 θ_T と，断面 N の回転角 θ_N との和に等しいとおけば，$\theta=\theta_T+\theta_N$ ；$\frac{y_K-y_R}{b}=\frac{(l-b\cot\phi)}{GJ}\cdot\frac{bR}{2}+\frac{y_R}{b}$

$\therefore R=\frac{y_K}{A}$　ただし，$A=\frac{(l-b\cot\phi)b^2}{2GJ}+\frac{l^3(1-m_K^2)^2}{24I}$ となる。

この式が横桁によるK点に対する反力Rの値を与える。

(2) 計算結果

1例として，支間 30 m，幅員 14 m の場合について，斜角と曲げモーメントの関係を求めて見る。$b = 8.3\,m$，$P = 1\,t$，$I = 0.04\,m^4$，$J = 0.08\,m^4$，$G = \frac{1}{2.6}$ とする。

斜め度係数として $\beta = \frac{b}{l}\cot\phi$ なる量を考えると，この例では $\frac{b}{l} = 0.277$ であるから，β を変えてそれに対する支間中央の曲げモーメント M_0 を求めると表-1のようになる。

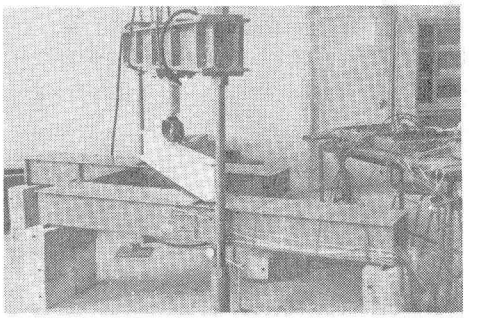
表－1

β	ϕ	R (t)	M_0 (t-m)	減少(%)
0	90°	0	7.50	0
0.1	70°	0.246	7.13	5
0.2	55°	0.416	6.25	17
0.3	43°	0.514	5.19	31
0.4	35°	0.576	4.04	46
0.5	29°	0.626	2.81	63
0.6	25°	0.674	3.45	54
0.7	22°	0.745	4.15	45
0.8	19°	0.876	4.87	35
0.9	17°	1.188	5.72	25

斜め度係数 β は，ϕ が小になるにつれて，また $\frac{b}{l}$ が大になる程増大する。従って斜角 ϕ が一定の場合，斜めであることの影響は，幅員の大きな橋において，また支間の小さな橋において，より敏感であることがわかる。この例では M_0 は，$\beta = 0$（$\phi = 90°$；直橋）の場合から，ϕ が小になるにつれて減少し，$\beta = 0.5$（$\phi \fallingdotseq 29°$）で最小になり，$\beta = 1$（$\phi \fallingdotseq 16°$）へ次第にまた増大する。$\beta = 0.5$ すなわち横桁が一方の箱桁の支間中央に，もう一方の箱桁の支点の位置に来る場合，M_0 は直橋の場合に比べ 63% 減少することになる。

(3) 実験結果

実験は写真に示すように，支間 $l = 2\,m$，中心間隔 $b = 1\,m$ の箱桁模型の中央に，油圧ジャッキにより 2t～10t の荷重をIビームによって2等分して載荷し，各荷重段階における ひずみ と タワミを測定した。横桁は初め 3 mm の板厚のものをボルト締めにしたが，剛性が足りないのと，箱桁相互間の力の伝達が十分でなかったので，板厚 6 mm のものを溶接で接合して実験を行った。測定値の一例を計算値と比較すると表-2のとおりである。



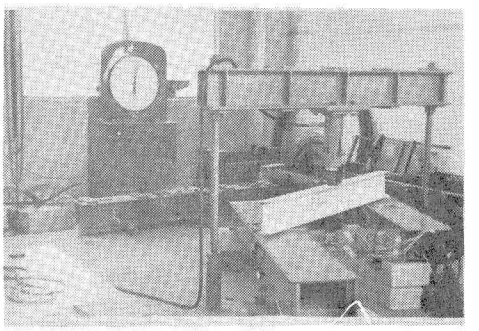


表-2 曲げ応力度 (kg/cm²)

	2t			10t		
位置	測定	計算	測/計(%)	測定	計算	測/計(%)
上面	−120	−102	118	−563	−510	110
側面上	−52	−41	126	−246	−205	120
側面下	90	73	123	405	365	111
下面	170	130	131	790	650	122

測定値がいづれも計算値より大きいのは，模型の曲げ剛性が計算に比べ不足しているためと考えられる。

直橋の場合と比較すると計算では 30% 曲げモーメントが減少するのに対し，測定では 20% 程度となったのは，模型の横桁剛性がまだ十分でなく，箱桁相互間の力を十分伝達していないためと考えられる。