

大阪市 上木 尚 正 加藤 隆夫
 " " " " 丸山 忠明
 (株)横河橋梁製作所 " 細井 義弘

1. まえがき

鋼床版2主桁橋においては、床組、および、対傾構部材を軽量化することにより、経済的な設計を達成することができ、このように軽量化された対傾構のみで断面保持を図る場合、床組の変形がかなりの量になり、それに伴い、主桁が回転を起して主桁下フランジが水平変位を生じ、その量が設計において無視できない場合がある。^{1), 2)} また、偏載荷重を載荷した場合、曲げねじりによる主桁下フランジの水平変位が発生する。鋼床版2主桁橋の主桁下フランジを設計する場合、これらの水平変位が中間支点近傍の座屈耐力についても影響を与えるものと考えられる。実際設計において、水平変位特性を把握するために常に複雑な解析を実施するのは適切とは言えず、可能であれば、より簡易なモデルを設定し、妥当な設計値を得ることが望ましいと言える。そこで、主桁下フランジのみを取り出してモデル化を行った。本報告においては、簡易計算法と有限要素法による解法と比較することにより、モデル化の妥当性を述べ、座屈耐力については別途報告する。³⁾

2. 主桁下フランジの水平変位特性

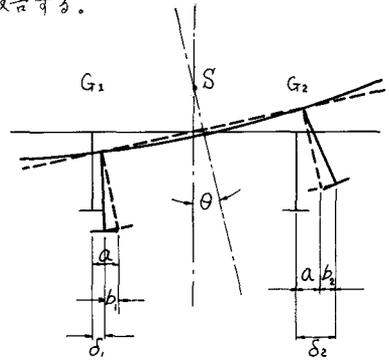
対傾構部材を大胆に軽量化した鋼床版2主桁橋のような、大型薄肉剛断面桁は剛度が小さく、非常に変形しやすい構造となっている。そこで、主桁下フランジの水平変位に注目すると、次の2つの要因を重ね合わせにより説明される。(図-1)

- a) 橋体全断面の曲げねじり変形 — 偏載荷重を載荷した場合の橋体の回転θに伴う水平変位であり、両主桁下フランジは同一方向に変位する。
- b) Π形断面の断面変形 — 床組の変形に伴う水平変位であり、両主桁下フランジは同一方向に変位する。

図-1より、G₁, G₂の下フランジの水平変位は次のようになる。

$$\delta_1 = a - b_1 \quad \delta_2 = a + b_2 \quad \text{----- (1)}$$

ここで、道路橋示方書による活荷重を載荷した場合、 $b_1 = b_2$ とみなし、



a : 曲げねじり変形による変位
 b_{1,2} : 断面変形による変位
 δ_{1,2} : 主桁の水平変位

図-1 水平変位模式図

ないうことを利用して、有限要素法による変位を分離して、簡易計算法と比較検討した。

3. モデル化

a) 橋体全断面の曲げねじり変形は等断面連続梁にねじり荷重を載荷することにより次のように計算した。

- (1) 全断面を平均断面に置換し、断面定数(ねじり定数、そりねじり定数)を算出する。
- (2) 各荷重条件について、せん断中心に関する回転力を算出する。
- (3) 仮定した等断面連続梁へ、各荷重条件を等分布回転力として載荷し、回転量を求め、下フランジの水平変位を計算する。下フランジの水平曲げモーメントについては、作用応力度より算出した。

b) Π形断面の断面変形は弾性支承上の梁に水平力を載荷することによりモデル化した。(図-2)

- (1) 弾性支承としてαバネ定数は、デッキプレート、および、腹板の有効幅を考慮した横リブ、鉛垂補剛材および、方材材で構成されるフレームの下フランジ位置に、単位荷重P=1を加えた時の変位量δより求める。

$$K = 1 / \delta \quad \text{----- (2)}$$

(2) 前述のフレームの片側を水平変位可能な支点で支持し、諸定の荷重に (1) による下フランジ位置の水平変位量 δ' を求め、水平力を求める。

$$H = K \delta' \quad \text{----- (3)}$$

(3) 下フランジの水平曲げ剛度 EI を弾性支承上の梁の曲げ剛度とする。 (2)

4. 計算結果および考察

計算は大阪市において架設した長柄橋の4径間連続鋼床版2主桁部を対象とした。モデル化に際して算出した定数は次のようであった。

純わじり定数 $J = 4.394 \times 10^4 \text{ cm}^4$

よりねじり定数 $I_w = 3.365 \times 10^{10} \text{ cm}^6$

弾性支承バネ定数 $K = 1.739 \sim 1.848 \times 10^4 \text{ kg/cm}$

計算結果の一例として、道路橋示方書による活荷重 (図-3) を載荷した時の結果を報告する。モデル化によって算出した外力は次のようであった。

せん断中心に関する回転力 $T_c = 8.276 \text{ t/m}$

断面変形水平力 $H = 17.69 \sim 17.514 \text{ t}$

簡易計算と有限要素法による G_2 桁の水平変位の比較を図-4に示す。

ただし、有限要素法による水平変位は (1) 式により2つの変位要因に分解した。これより、断面変形に関しては、ほぼ両者は一致しており、モデル化が適当であることを示している。曲げねじり変形についても総体量は多少異なるが、傾向は表わされているようである。断面変形については、弾性支承が有効に働き、水平変位を一定の値におさえていることがわかる。また、曲げねじり変形による水平変位は支間中央付近ではかなり大きな値となるが、水平曲げモーメントはほとんどが断面変形によるものであり、特に中間支点付近で急激に大きくなる。断面変形水平力は、圧縮フランジ最大軸力の約3%となっており、道路橋示方書 (10, 7, 1) のポーストラスの横力 ($H = P/100$) の規定に2主桁橋に適用するのは適当でないと考え、本報文中で示した簡易法は、腹板やデッキプレートの連続性を無視しているので、常に有限要素法による解法より、安全側となっている。鋼床版2主桁橋に設計に際して、断面変形が問題となるような構造の場合には、少なくとも、本簡易計算法により、断面変形による付加応力度を照査するのが適当であると考えられる。

- 〔参考文献〕 1) 加藤 他：2主桁橋の設計に関する2, 3の問題 59年度関西支部年次学術講演会概要集 1978年 5月 2) 加藤 他：横リブの変形に伴う2主桁橋の応力度について 第34回年次学術講演会概要集 1979年 10月 3) 加藤 他：鋼床版2主桁橋の下フランジの座屈性状について 第35回年次学術講演会概要集 1980年 9月

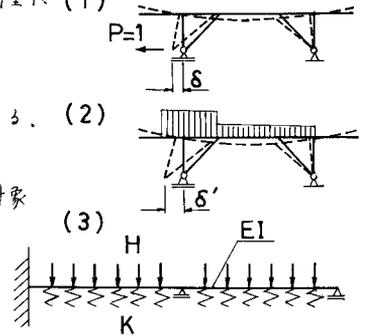


図-2 断面変形モデル化

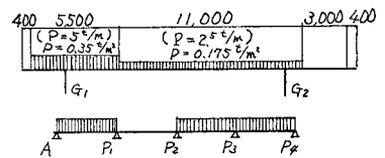
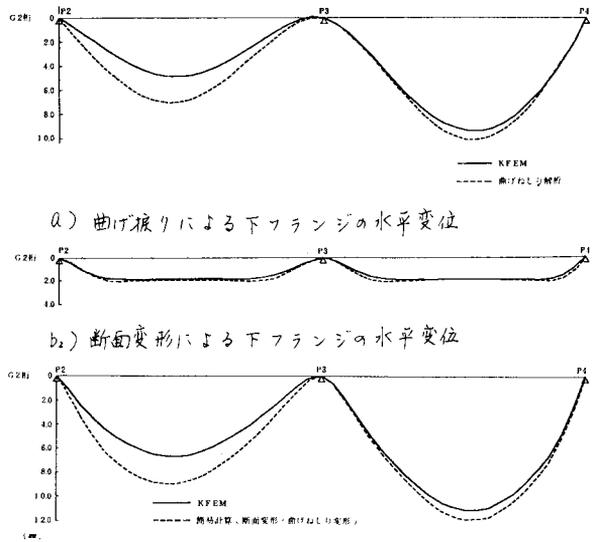


図-3 載荷荷重モデル (L-荷重)



(a) 曲げねじりによる下フランジの水平変位

(b) 断面変形による下フランジの水平変位

図-4 水平変位の解法による比較

(a) 下フランジの水平変位分布

(b) 下フランジの水平変位分布