

九州大学工学部 学生員 片桐文夫
 “ 正 員 大塚久哲
 “ 正 員 吉村虎蔵

1. まえがき 並列工桁曲線橋では、主桁の初期曲率、横桁・横構と主桁の結合点の不連続性などの理由により、鉛直荷重時において主桁に付加応力度、横構に部材力が生じ、それらを算定することはこの種桁橋の設計に際し重要である。また並列箱桁曲線橋では、荷重分配性状に及ぼす床版剛度、横桁本数・剛度の効果を把握することが望まれる。本研究は、先に著者が発表した曲線桁橋の解析法¹⁾(以下、本法と称す)に基づき、並列工桁曲線橋(図1)と並列箱桁曲線橋(図5)を解析し、上記の諸点に關し考察を行うものである。

2. 解法の概要 扇形床版の剛性方程式を有限帯板法により、曲線主桁のそれをフーリエ級数展開により横桁・横構のそれを有限要素法によりそれぞれ求める。扇形床版と曲線主桁からなる構造(以下、基本構と称す)は、通常の有限帯板法により解析できる。横桁・横構を有する構造では、基本構の節点たわみ性行列と横桁・横構の剛性行列を用いて基本構に作用する結合力を求め、外荷重とこの結合力を同時に基本構に働かせて解析する¹⁾³⁾。

3. 数値解析結果と考察

3-1 並列工桁曲線橋 本法を用いて図1に示す活荷重合成曲線3主桁橋と、中桁と同断面の3主桁をもつ非合成直線桁橋などを解析し、その静力学的挙動の把握と、従来の格子桁理論を用いた近似式⁵⁾による値との比較を行えば、次の諸点を指摘できる⁴⁾(結合力、付加応力などの記号については文献2)参照)。

(a) 非合成直線桁橋モデルの解析結果から、①直線桁橋の場合にも橋軸直向方向結合力 $\bar{P}_R$ が生じ、それが無視できない程度の主桁付加応力度 σ_{wb} を生じさせる(図2, 3)。②曲げ荷重載荷時に生じる橋軸方向結合力 P_L は小さく、それによる主桁付加応力度 σ_s も小さい。③ねじり荷重載荷時に生じる P_T , N_T , σ_s の近似式は2倍程度過大に評価する。

(b) 非合成および合成曲線桁橋モデルの解析結果から、曲線桁橋では直線桁橋に生じる上のような付加応力の他に、初期曲率の影響してくるため、次のような性状を挙げることができる。①近似式は P_T , σ_s を2倍程度、横構最大部材力を1.4~1.9倍程度過大に評価する(図4)。②最大 $\bar{P}_R$, σ_{wb} を0.5~0.7倍程度に過小評価する(図2, 3, 4)。これは横構による主桁フランジの法線方向への変形に対する固定度が不十分であるためと思われる。③中心角の増加に伴って結合力が増加し、主桁の曲げ応力 σ_b に対する σ_{wb} , σ_s の比率も増加する。例えば、非合成曲線橋のスパン中央断面での σ_{wb}/σ_b の最大値は、中心角 $\alpha = 0.2$ ラジアンで30%程度であるが、 $\alpha = 0.4$ ラジアンでは40%を超える。④合成桁橋の場合、曲率面内の曲げに対する床版の効果が大きく、横構の効果は非合成桁橋の場合のように顕著ではない(図2, 3)。⑤近似式は、初期曲率の影響のみによる主桁付加応力度と横構部材力の算定にはある程度有用であると判断されるが、並列工桁曲線橋に実際に生じる主桁付加応力度、横構部材力を正しく評価するには多少の難点があり、これが算定のための簡単な力学モデルを考えることも今のところ困難なようである。したがってこれら応力度算定のためには、例えばここで示したような各構成要素間の偏心結合を考慮した解析法が一つの解法として有用であると思われる。

3-2 並列箱桁曲線橋 同様に本法を用いて図5に示す活荷重合成2箱桁曲線橋を解析し、荷重分配性状について考察を行えば次の諸点を指摘できる。①基本構と横桁をもつ構造を比較すれば、横桁を配置することにより荷重分配が若干良好となるが、主桁の応力・たわみに対する横桁本数(3, 5, 7本の3種類を計算)、横桁剛度(曲げ剛度の比で1, 1.3, 1.8の3種類を計算)の影響は1.0%程度と極めて小さい。②床版の効果は横桁がない場合にはかなり大きく、例えば床版厚24 cmのときの主桁応力は床版厚20 cmのときの値に比べて9%程度

小さい。一方、横桁5本の場合には、それらの差が4%程度である(たわみについては図6参照)。

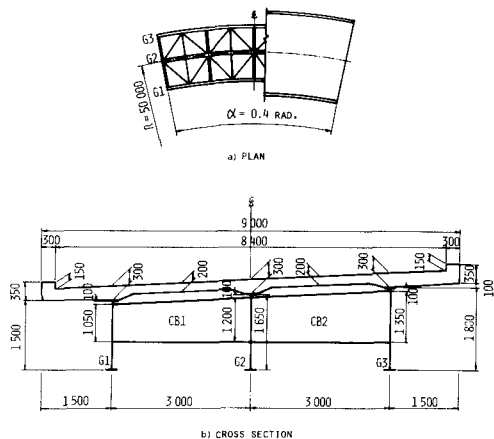


図1 活荷重合成曲線3桁橋

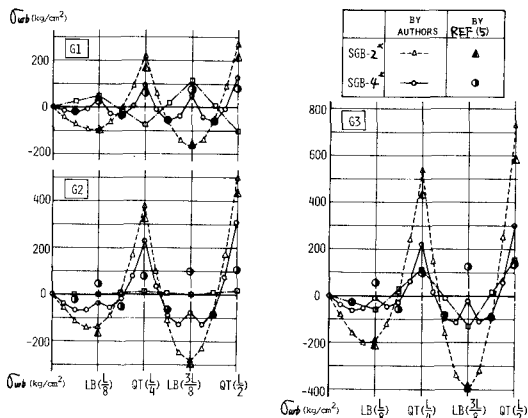


図2 非合成桁における主桁付加応力度(—○—直線桁の値)

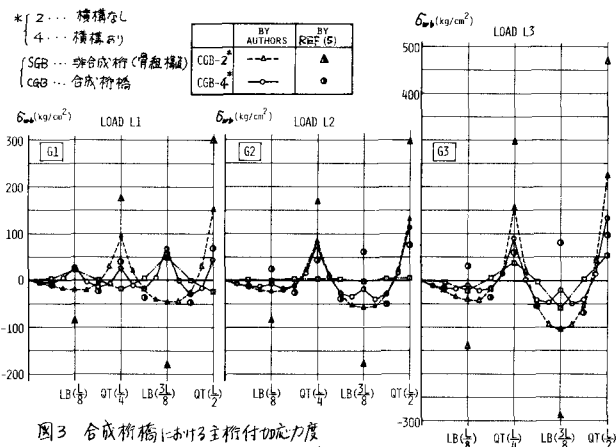


図3 合成桁橋における主桁付加応力度(—○—直線桁橋の値)

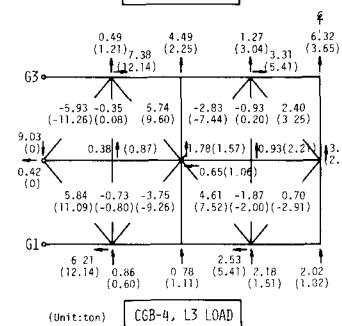
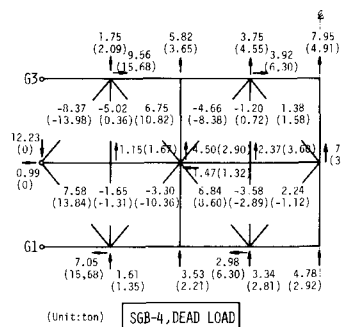
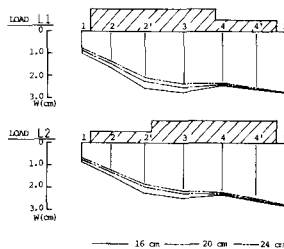
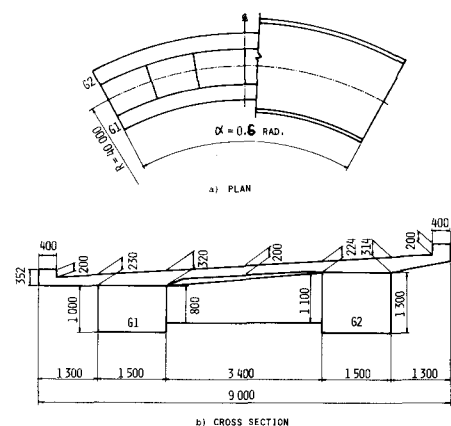


図5 活荷重合成2桁曲線橋

図4 結合力と構部材力(括弧内の値は近似式による値)

図6 スパン中央断面のたわみ



参考文献

- 1) 大塚・吉村・岩坂・平田：床版と桁の偏心結合を考慮した曲線桁橋の解析，土木学会論文報告書 259号，1977年3月
- 2) 大塚・福山・岩坂：並列工桁曲線橋の主桁付加応力度と構部材力について，昭和52年度土木学会西部研究発表会講演集，1978年2月
- 3) 中野・大塚・吉村：並列桁橋曲線橋の解析法および荷重分配性について，昭和52年度土木学会西部研究発表会講演集，1978年2月
- 4) 大塚・吉村：並列工桁曲線橋および直線橋における主桁付加応力度と構部材力について，土木学会論文報告書投稿中
- 5) 阪神高速道路公団：鋼構造物設計基準，1994年5月