

III-9 斜橋の力学的研究 特に電算機の応用について

京都大学工学部 正員 成岡 昌夫
○ 兵庫県土木部 准員 永井 室光

斜橋の力学的研究は、極めて少ないようである。橋梁の架設に際して、従来は、路線を曲げてまでも河川に直角に架設してきたが、最近では、自動車が高速となったため、安全性の立場から、路線を不自然に曲げることは好ましくなく、むしろ、河川を斜に横切つて、路線を直線にするような傾向になつてきている。従つて、斜スラブ橋、斜I桁橋、斜トラス橋などの研究が必要であるが、この方面の研究は少なく、わずかに、アメリカやドイツで、主として、スラブ橋の研究があり、アメリカで、斜I桁橋の研究があるにすぎないように思われる。従つて、斜橋の力学的研究への一寄与として、次のような研究を行った。以下、項目別に説明したいと思う。

1. 斜スラブの解析的研究 現在、平行四辺形板の解法に二つあり、一つは斜交座標を用いる方法であり、一つは直交座標を用いる方法である。前者では、等分布満載および簡単な境界条件以外は、解を求めることが困難とされている。後者では、斜辺における境界条件を厳密に満足させることはむづかしい。むしろ、階差法による近似計算が便利である。V. P. Jensen は、階差法を用いて、等分布荷重満載のスラブ橋（斜角 $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ ）について解析している。しかし、斜橋の鉄筋コンクリートスラブ特に隅部での曲げモーメントの値を求めるのには、彼の研究では不十分である。従つて、斜角 $30^\circ, 45^\circ$ で、スパン l 、長さ $2l$ の平行四辺形板と、斜角 60° 、スパン l 、長さ $3l$ の平行四辺形板を対象にとり、部分的等分布荷重（集中荷重）による曲げモーメントの値を求めた。

平行四辺形板は、長さ方向の辺において、主桁によつて単純支持されているものと仮定し、斜辺においても、横桁、横構によつて、単純支持されているものとする。 45° の場合に対しては正方形の網目によつて、 $30^\circ, 60^\circ$ の場合に対しては三角形の網目によつて、板を覆い、階差方程式を求めた。方程式の数は、 45° の場合 21 個、 30° の場合 15 個、 60° の場合 18 個である。ただしスパンを 4 等分するものとする。影響係数を求めるため、右辺はすべて係数のみとしてある。

従来、階差法においては、この方程式の解法が難矣であつた。しかし、Digital Computer の発達により、この難は解消した。上記の 21 元 1 次方程式を消去法によつて解き、数ヶ月を要したが、18 元 1 次方程式、15 元 1 次方程式の逆マトリックスの計算に FACOM-128（富士通信機 K.K. の継電器式自動計算機）を用いて、138 分、85 分（チエックとも）で完了することができた。このようにして求めた捷みの影響係数の式より、曲げモーメントの影響係数を求めた。死荷重として、舗装 5 cm、床板 17 cm の重量をとり、活荷重として、 $8t \times 1.4 = 11.2t$ をとり、隅部格尺、斜辺近傍の格尺に活荷重が作用するときの、 M_x, M_y, M_{xy} をそれぞれ求め、これより、主曲げモーメント及びその作用する方向を計算した。

この結果、a) スラブ主鉄筋は、隅部においては、斜辺に垂直に近い目に入れる必要がある。この角度は、それぞれの矢において、変えるのが望ましい。b) 斜角が大きい間は直スラブの場合とあまり異なっていないが、 45° 以下の場合、直スラブの計算で代用することは、全く違った結果をみえることになる。

2. 斜工桁橋の模型による実験的研究 著者の一人がもつて行つた直合成格子桁橋の模型実験結果と比較するために、ほぼ全様な模型を作つた。すなわち、スパン 3.12 m, 主桁 5 本 (間隔 30 cm), 横桁 4 本 (間隔 104 cm, 2 本は全長 120 cm, 他の 2 本は 60 cm), スラブ 4 cm モルタル (合成), 斜角 30° の斜合成格子桁橋と、横桁を省略し、この位置にトラス状の横構を入れた斜合成桁橋の二個を作つた。後者は、対傾構をガス切断し、横繫材としては床板のみである桁橋としての実験もできるように考えた。従つて、斜角が同一で、主桁断面も同一である桁橋模型 3 種の実験を行つたわけである。

このような模型実験としては、イリノイ大学で行われたものであるが、5 本の主桁を単に Z 形鋼で下フランジにおいてとめてあるにすぎない。また、解析においては、直橋としての理論値を求めてあるにすぎず、斜橋としての値を得ていない。もつとも、相対する二辺で単径支持され、斜辺に平行な、かつ等間隔におかれた 5 本の主桁で弾性梁支持される平行四辺形として、階差法による計算と電子管式自動計算機で行つてようである。著者は

この実験値を検討すべき理論値を得るために、直交異方性板理論を用い、 $\alpha = H / (B_x B_y)^{1/2} = 1$ と仮定し、階差法を適用した。求める階差方程式の数は 25 であり、25 元の逆マトリックスをさきの FACOM-128 で求めた。所要時間とミチエツトとも 5 時間である。

実験結果の詳細は省略するが、斜角 30° の場合、集中荷重による最大応力は、直橋の場合の約 70% 程度であり、階差法による近似計算でも、実験値を充分説明できる。なお、対傾構も荷重分配にある程度寄与していることが認められる。

3. 斜工桁橋の固有振動数の計算 著者の一人は、桁橋の固有振動数を桁のそれと区別すべきであることを、多くの実例をもつて示してきたが、これは直橋に対するものである。斜工桁橋の固有振動数の研究の第 1 歩として、さきに米沢博士が斜工桁橋の研究に使用した模型の固有振動数を測定して、1400 cycle を得た。桁としての計算値 945 cycle, 直橋としての計算値 1,105 cycle, 斜橋としての計算値 1,310 cycle を得た。これは、やはり、階差法によつたものである。斜橋としての計算値は直橋の値と相当異なることは注意すべきである。

4. 電気計算機の応用について 上記の 2. の階差法による計算には、電気計算機を応用すれば、極めて便利であり、階差法による計算の最大の短所は、これによって消えてしまつた全様である。この節約された計算時間を、もつと creative な方面に廻らすことができる。Univac, Illiac (University of Illinois' automatic computer), Seac (National Bureau of Standards electronic automatic computer) が活躍していることを考えると、もつと利用したいものである。上記 25 元の逆マトリックスが FACOM の解いた最大元のものであるそうだが、80 元までの逆マトリックスなら 3 日でできるらしい。これなら、相当幅員のひろい斜工桁橋の階差法による影響面の計算も果である。