

北見工業大学 ○正員 菅原 登
北海道開発コンサルタント 正員 田宮 哲夫

最近の道路橋において、主げたおよび横げたにねじり剛性のある断面形を採用することがしばしばある。このような構造のときには、横げたは主げたに剛結されているとし、かつ、それらのねじり剛性を考慮して力学的に解析すればよい。このようにして任意の形状に關して解くことができるが、ここでは本の主げたに本横げたが直交している対称性を有する斜角格子げたについて述べることにする。

図-1のような斜角格子げたにおいて、支承条件として曲げ変形に対しては単純支持、ねじり変形に対しては固定支持とすると、これは内の18次の不静定構造であるから、各主げた間の横げた中央に切断臭を設けて、これを基本系とし、不静定荷重としては、6通りの組せん断力 $X_{(1)}=1$ 、-----、 $X_{(6)}=1$ 、6通りの組曲げモーメント $X_{(7)}=1$ 、-----、 $X_{(12)}=1$ 、および6通りの組ねじりモーメント $X_{(13)}=1$ 、-----、 $X_{(18)}=1$ を挿入する。これらの状態は図-2のとおりである。

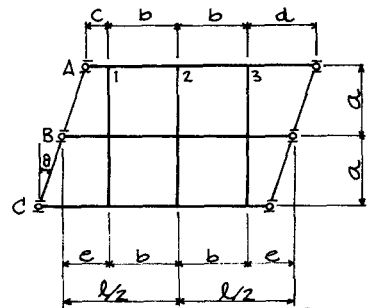


図-1

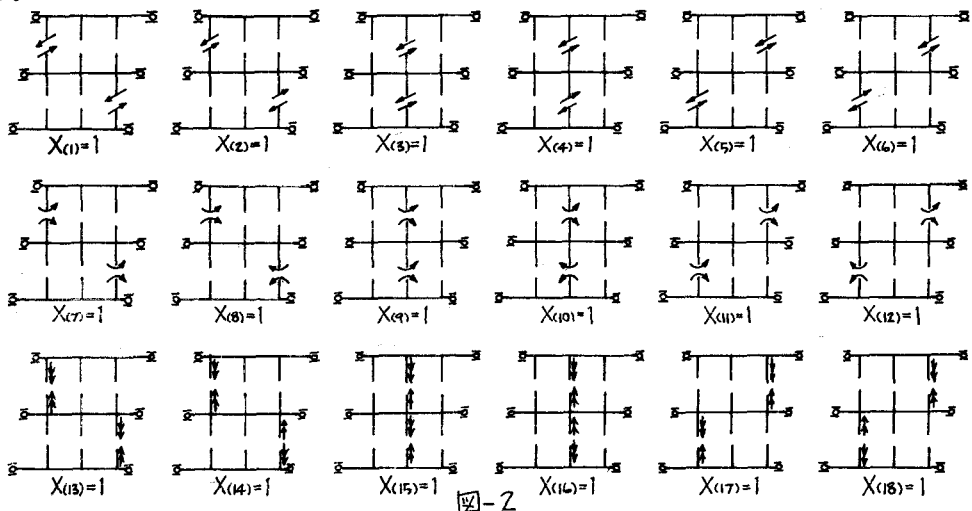


図-2

いま、斜角格子げたの上に垂直荷重 P 、およびねじりモーメント荷重 T が、同時に作用すると、18元連立仕事方程式が得られ、これをマトリックス表示すれば式(1)のようになる。

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta_{(m)(n)} \end{array} \right\} \left\{ X_{(m)} \right\} = - \left\{ \begin{array}{l} P \cdot \delta_{(m)(0)} + T \cdot \theta_{(m)(0)} \end{array} \right\} \quad (1)$$

$m, n = 1, 2, \dots, 18$

ここで、左辺の $\delta_{(m)(n)}$ は、状態 $X_{(m)}=1$ と状態 $X_{(n)}=1$ との間でなす仕事であって、すべて定数として

求められる。右辺は、荷重項であつて、 $P=1$ 、 $T=1$ のときは、状態 $X_{(m)}=1$ による変形図そのものを意味する。すなわち、 $\delta_{(m)X_0}$ は垂直変位図で $X_{(1)}=1$ 、-----、 $X_{(6)}=1$ によるもの6通り、 $X_{(7)}=1$ 、-----、 $X_{(12)}=1$ によるもの6通り（主げたには変位は生じない）、および $X_{(13)}=1$ 、-----、 $X_{(18)}=1$ によるもの6通りの計18通り、 $\theta_{(m)X_0}$ はねじり角変位図で $X_{(1)}=1$ 、-----、 $X_{(6)}=1$ によるもの6通り、 $X_{(7)}=1$ 、-----、 $X_{(12)}=1$ によるもの6通り（横げたには変位は生じない）、および $X_{(13)}=1$ 、-----、 $X_{(18)}=1$ によるもの6通り（主げたには変位は生じない）の計18通りとなる。

また、相反法則により $\delta_{(m)X_n} = \delta_{(n)X_m}$ であり、さらに不静定荷重として、対称組荷重、あるいは逆対称組荷重を挿入したことによって、式(1)は整理すると、2組の9元連立仕事方程式となり、式(2)のようにあらわされる。

$$\left. \begin{aligned} & \left\{ \delta_{(m)X_n} \right\} \left\{ X_{(n)} \right\} = - \left\{ \delta_{(m)X_0} + \theta_{(m)X_0} \right\} \\ & \quad m, n = 1, 3, 5, 8, 10, 12, 14, 16, 18 \text{ にして} \\ & \quad m = 8, 10, 12 \text{ に対し } n = 14, 16, 18 \text{ のとき } \delta_{(m)X_n} = \delta_{(n)X_m} = 0 \\ & \left\{ \delta_{(m)X_n} \right\} \left\{ X_{(n)} \right\} = - \left\{ \delta_{(m)X_0} + \theta_{(m)X_0} \right\} \\ & \quad m, n = 2, 4, 6, 7, 9, 11, 13, 15, 17 \text{ にして} \\ & \quad m = 7, 9, 11 \text{ に対し } n = 13, 15, 17 \text{ のとき } \delta_{(m)X_n} = \delta_{(n)X_m} = 0 \end{aligned} \right\} \text{--- (2)}$$

したがって、 $P=1$ 、 $T=0$ のときの不静定荷重影響面は式(2)において、右辺の第二項を0として解けばよいことになり、 $X_{(n)}^*$ であらわす。同じようにして、 $T=1$ 、 $P=0$ のときの不静定荷重影響面は式(2)において、右辺第一項を0として解けばよいことになり、 $X_{(n)}^{**}$ であらわす。このようにして不静定荷重影響面が求められるから、斜角格子げたの上の任意の点 X における、垂直荷重 $P=1$ による断面力、および変形等の影響面は式(3)により、また、ねじりモーメント荷重 $T=1$ による断面力、および変形等の影響面は式(4)により計算することができる。

$$S_x^* = S_x^{*0} + \sum_{n=1}^{18} S_{X(n)} \cdot X_{(n)}^* \text{----- (3)}$$

$$S_x^{**} = S_x^{**0} + \sum_{n=1}^{18} S_{X(n)} \cdot X_{(n)}^{**} \text{----- (4)}$$

ここで、 S_x^{*0} は基本系の任意の点 X における、 $P=1$ による断面力、および変形等の影響面であり、 S_x^{**0} は基本系の任意の点 X における、 $T=1$ による断面力、および変形等の影響面である。また、 $S_{X(n)}$ は、基本系において、 $X_{(n)}=1$ による断面力図、および変形図等の点 X の値である。

この解析にしたがって、電子計算をするプログラムを作成し、図-3のような実験用模型げたについて、i) $P=1$ が動くときの主げた、および横げたの点における曲げモーメント影響面、ならびにねじりモーメント影響面、ii) $T=1$ が動くときの主げた、および横げたの点における曲げモーメント影響面、ならびにねじりモーメント影響面等を求める数値計算を行った。結果については、当日報告したいと予定している。

