I－1　トラスド・アーチについて

正員　北海道開発局土木試験所　工博　岡元北海

このトラスド・アーチは，タイド・アーチの変形で，垂直吊材の代りに斜吊材を取付けると，この斜材はトラスの作用をする。それで，このアーチはアーチ作用およびトラス作用の両方の働きをする。このトラスの作用によりアーチに生ずるモーメントは小となり，したがってアーチの撓みも少なくなる。このタイプの橋は実は外國で長大鉄筋コンクリート橋として架設されている。土木試験所では簡易コンクリート・アーチ橋として取上げて，数年来より研究に着手している。このトラスド・アーチの応力解析はなかなか複雑で，したがって解法も厄介であるが結果を得たので報告する。

§1. トラスド・アーチの性質

トラスド・アーチの作用は，根本的にはアーチ作用が主体でしたがってトラストとしての作用は，補助的に働く。よってアーチ作用が行なわれるよう拱・tie材・斜材・相互の断面の大きさの比・およびtie材と斜材の取付けに注意する必要がある。Fig 1において任意の格点aに単荷重Pが作用する場合を考える。最初この荷重Pは，斜材ab及び，acにより拱に伝達され拱作用が生ずる。

次にこのアーチの斜材を考えてみる。

この斜材には死荷重により一様に引張力が働いている。この単荷重が働くことにより，斜材は交互に引張力と圧縮力が追加され，死荷重による引張力には差が生ずる。たとえば，Fig. 1 において $D_1 > D_2$ となる。この2本の斜材応力の水平分力の平衡が破れ，この格点には，その差に相当する水平力が新たに働くことになり，この水平力がアーチの曲げモーメントを減少させる。この水平力を生ぜしめるのが斜材で，斜材がトラス作用をするからである。したがって斜材の断面を大にすれば，それだけトラス作用が大きく働き，ある値以上となればこの構造物はもはや充分にアーチ作用をしないで，主としてトラスとしての作用をする。

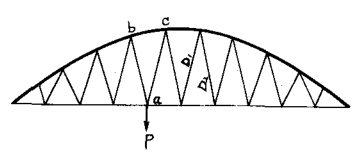

Fig 1

以上述べたように，斜材のトラス作用により個々の格点に水平力が働くので，この水平力を求めれば良い。

§2. トラスド・アーチの解法

上述のように個々の格点に働く水平力を未知力にとる。したがって，それぞれの格点に働く水平力を左より $X_1\ X_2\ X_3\ \cdots\cdots X_n$ とする。このアーチは基本的にはアーチ作用が主体で

あるゆえ，基本系にタイド・アーチをとる。したがってこの基本系アーチは斜材からくる個々の水平力はなんら仂かなく，すなわち斜材はなんらトラス作用はしなくただ荷重の伝達のみとなる。次にそれぞれの格間に$X=-1$として水平力を作用させると，この仮想外力はアーチにモーメントおよびnormal stressを斜材及びtie材にもnormal stressを生ぜしめる。これらの応力をそれぞれM_1 M_2 M_3……M_n，N_1 N_2．N_3……N_n，Q_1 Q_2 Q_3……Q_n，$D_1^{(s)}$ $D_2^{(s)}$……$D_n^{(s)}$，H_1 H_2……H_nとし，任意の格点荷重により基本系に生ずるアーチ，斜材及びtie材の応力をそれぞれM_0, N_0, Q_0, $D_0^{(s)}$, H_0とすれば独立作用の定理により

$$\left.\begin{aligned}
M &= M_0 - M_1X_1 - M_2X_2 \cdots\cdots M_nX_n \\
N &= N_0 - N_1X_1 - N_2X_2 \cdots\cdots N_nX_n \\
Q &= Q_0 - Q_1X_1 - Q_2X_2 \cdots\cdots Q_nX_n \\
D^{(s)} &= D_0^{(s)} - D_1^{(s)}X_1 - D_2^{(s)}X_2 \cdots\cdots D_n^{(s)}X_n \\
H &= H_0 - H_1X_1 - H_2X_2 \cdots\cdots H_nX_n
\end{aligned}\right\} \cdots\cdots (1)$$

(1)式において仮想外力，$X_1=X_2=X_3=\cdots\cdots X_n=-1$によるそれぞれの作用方向の変位を$\delta_1$, δ_2, δ_3……δ_nとすれば

$$\delta_1 = \int \frac{M_1M}{EI}ds + \int \frac{N_1N}{EA_s}ds + \sum_{s=1}^{s=m} \frac{D_1^{(s)}D^{(s)}}{EA}dl + \int \frac{H_1H}{EA_t}ds'$$

$$\delta_2 = \int \frac{M_2M}{EI}ds + \int \frac{N_2N}{EA_s}ds + \sum_{s=1}^{s=m} \frac{D_2^{(s)}D^{(s)}}{EA}dl + \int \frac{H_2H}{EA_t}ds'$$

$$\delta_3 = \int \frac{M_3M}{EI}ds + \int \frac{N_3N}{EA_s}ds + \sum_{s=1}^{s=m} \frac{D_3^{(s)}D^{(s)}}{EA}dl + \int \frac{H_3H}{EA_t}ds'$$

$$\vdots$$

$$\delta_n = \int \frac{M_nM}{EI}ds + \int \frac{N_nN}{EA_s}ds + \sum_{s=1}^{s=m} \frac{D_n^{(s)}D^{(s)}}{EA}dl + \int \frac{H_nH}{EA_t}ds'$$

上式において左辺の作用変位は無視出来るゆえn個の方程式が成立し，したがってn個のXの未知応力が求められる。