I－８

吊桁構造の力学的特性について

東北工業大学大学院　学生員　○坂本　政弘
東北工業大学　正会員　高橋　龍夫
東北工業大学　正会員　山田　俊次

１．まえがき

本論文で扱う吊桁構造とは、（図-1）に示されるように単径間吊橋と吊床版橋との中間に位置する構造である。即ち、桁の曲げ剛性により集中荷重に起因する局部的変位を小さくし、ケーブルの水平反力の作用により全体の荷重を受け持とうとするものである。この構造の力学的特性は、主として桁の曲げ剛性とケーブルの水平反力の大きさに関係する。力学的な解析にあたり、この構造モデルを（図-2）に示されるような軸方向に引張力Ｔの作用する一様な曲げ剛性 EI を有する単純梁を考える。構造モデルに分布荷重及び集中荷重を作用させた場合の桁及びケーブルに生じる応力と撓みを解析する一方（図-3）に示される模型実験を行い、この両者を比較検討することにより構造のモデル化の妥当性を関するとともに、この構造の実橋への応用の可能性について考察を加えるものである。

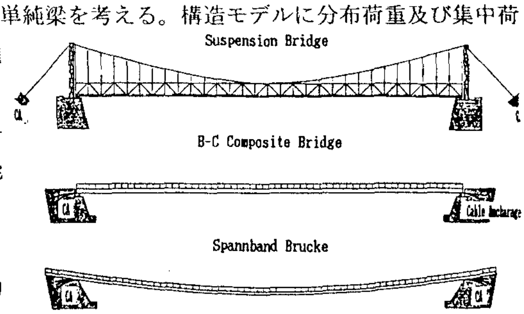

図-１

２．数値解析

（図-2）に示される構造モデルにおいて、次の力の釣り合い式が成り立つものとする。

$$EI\frac{d^4y}{dx^4}-T\frac{d^2y}{dx^2}=q(x)\quad\cdots\cdots①$$

ここで、$q(x)$: モデルに作用する外力

EI ：曲げ剛性，T: 水平反力

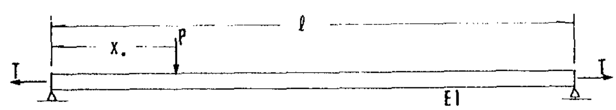

図-２

$\alpha=\sqrt{T/EI}$ とおいて、①式より等分布荷重及び集中荷重と撓みの関係を求めると②，③式を得る。

$$y(x)=\frac{w}{2EI\alpha^4 l}\left\{(\alpha l)^2-2\alpha l\left(\frac{\cosh\alpha l}{\sinh\alpha l}\right)+\left(\frac{2\alpha l}{\sinh\alpha l}\right)\right\}x-\frac{w}{2EI\alpha^4}\left\{(\alpha x)^2+2-\left(\frac{2\sinh\alpha x}{\sinh\alpha l}\right)\right.$$
$$\left.-2\alpha l\left(\frac{\cosh\alpha l}{\sinh\alpha l}\right)+\left(\frac{2\alpha x}{\sinh\alpha l}\right)+2\left(\frac{\cosh\alpha l}{\sinh\alpha l}\right)\sinh\alpha x-2\cosh\alpha x\right\}\quad\cdots②$$

$$y(x)=\frac{P}{EI\alpha^3 l}\left[\left\{\alpha(l-x_0)-\alpha l\left(\frac{\sinh\alpha(l-x_0)}{\sinh\alpha l}\right)\right\}x-\left(\frac{\sinh\alpha(l-x_0)}{\sinh\alpha l}\right)(\sinh\alpha x-\alpha x)l\right.$$
$$\left.+\left\{\sinh\alpha(x-x_0)-\alpha(x-x_0)\right\}l\right]\quad\cdots③$$

３．模型実験

（図-3）に示されるような支間長 400 ㎝の箱型断面鋼桁と ϕ=1.5 ㎜×７のスパイラルロープよりなる合成構造を作成し、静的載荷試験（集中荷重による撓み，桁部フランジの応力，ロープの水平反力の増分等）を行った。箱桁の断面二次モーメントＩは、0.69 ㎝^{4} ,1.12 ㎝^{4} ,3.44 ㎝^{4} の３種類とし、スパイラルロープに働く引張力Ｔは 200kgf～1000kgf を 200kgf ピッチで増加させ、その都度測定した。実験結果と解析値との

比較をした代表例を（図-4），(図-5）に示す。

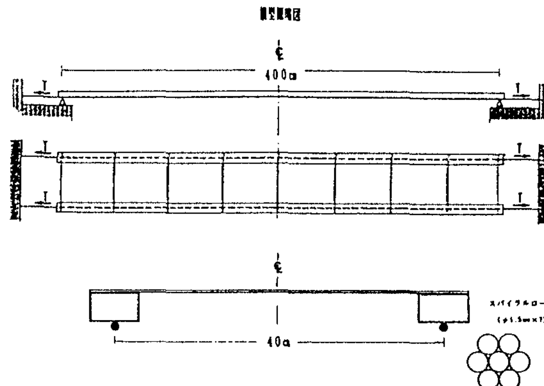

図- 3

4．結果と考察

集中荷重Pによる撓みの増分について、張力Tが小さい場合大きな断面では撓みの増分が集中荷重Pに比例する傾向を示し、小さな断面になると撓みの増分が小さくなる傾向を示した。張力Tが大きい場合は大きな断面でも小さな断面でも撓みの増分は集中荷重Pに比例する傾向を示した。この事から大きな断面ではケーブルの特性があまり出ず、小さな断面になればケーブルの特性が出る事が分かる。これは次の事からも言える。集中荷重Pによるケーブルの張力の増分について、例えばP=15.2kgf, Pの載荷位置 $x_0 = l/2$ の場合I=0.69 cm ^{4} ,1.12 cm ^{4} の箱桁においては、T=200kgfで約14%，T=400kgfで約3%，T=600kgf～1000kgfで1%以下の増加を示した。I=3.44 cm ^{4} の箱桁では、T=200kgfで約4%，T=400kgfで約1.5%，T=600kgf～1000kgfで1%以下の増加を示した。つまり、撓みの増分が小さくなるということはケーブルの特性が出ている事を意味し、その分ケーブルに張力の増加が生じることが分かる。構造のモデル化の妥当性に関しては、断面が大きい場合または断面が小さくても張力が大きい場合即ち応力・撓みの変化量が小さい場合は妥当だと思われるが、断面が小さく張力も小さい場合即ち応力・撓みの変化量が大きい場合には更に考慮する必要があるように思われる。しかし実橋への可能性については、動的問題という大きな課題が残っているものの十分あるように思われる。

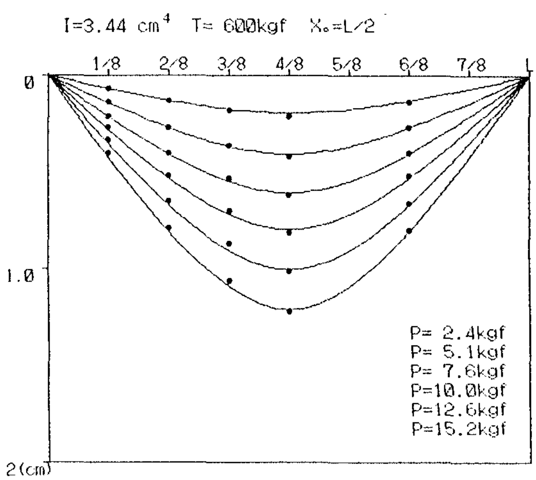

図-4

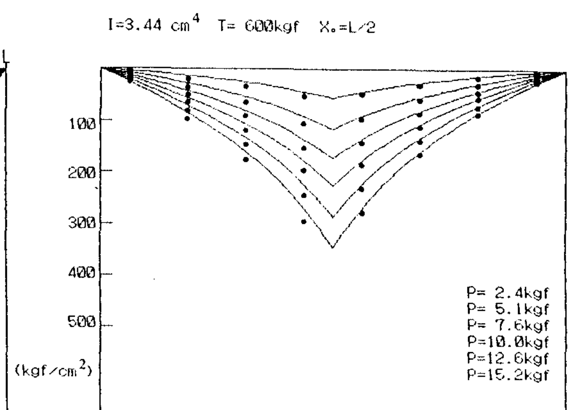

図-5

上図は、断面二次モーメント I=3.44 cm ^{4} の箱桁に集中荷重Pを6種類載荷した時（載荷位置 $x_0 = l/2$）の撓み及び応力の値をグラフにしたものである。図中において実線は解析値を示し、点は実験値を示す。