

I - 59 曲線桁橋の力学的性状について

大阪市立大学工学部 正員 小松 定夫
大阪市立大学工学部 学生員 ○向山 寿孝

1. まえがき

曲線桁を設計するに際して、従来の直線桁橋と比較してどのような点に留意しなければならないかについて考察する必要がある。本報告では特に静力学的性状について述べる。

2. 曲げモーメント

曲線桁橋断面の曲げモーメント M_y は同一支間長の直線桁橋の曲げモーメント M_0 より若干大きくなる。そして両者の比 M_y/M_0 は曲線桁橋の鋼重算定の目安となるのでその値が曲率半径 R 、支間長 l に対してどのように変化するかを (a) 支間中央軸線上に集中荷重、(b) 軸軸線上に算分布線荷重が作用する場合について調べた。(図 1)

次に中心角 α によって M_y の大きさがどのように変化するかを軸方向線荷重が $\bar{R}=R+5^m$ (軸線より外方に 5^m の偏心載荷)、 $\bar{R}=R^m$ (軸線上載荷)、 $\bar{R}=R-5^m$ (軸線より内方に 5^m の偏心載荷) が作用する場合について図 2 に示す。曲線が縦軸を横切る点は直線桁橋の値に一致する。同一支間長のとき、 α が大きくなるにしたがって M_y は増加する。

3. ねじりモーメント

軸方向線荷重が横断面方向の 3 つの位置 $\bar{R}=R+5^m, \bar{R}=R, \bar{R}=R-5^m$ に載荷した場合についてねじりモーメント T 、St Venant のねじりモーメント T_s 、2 次ねじりモーメント T_w が R によってどのように変化するかを調べた。図 3(a) は並列 I 桁橋で支間長 $21^m, \alpha = \sqrt{G_s J / E_s C_w} = 0.05$ に対してプロットしたもので $T_w \cong T, T_s \cong 0$ と考えられる。したがって曲率半径が小さい範囲では R の減少と共に $|T_w|$ が急激に増加する。これは外桁の負担する曲げモーメントが大きくなることを示している。図 3(b) は並列 2 箱桁橋で支間長 $39^m, \alpha = 0.4$ に対してプロットしたものである。この型式の桁橋ではねじりモーメントの大部分を T_s で抵抗することがめづかる。そのため実際の例にもあるように外桁と内桁のモーメントの分担率が約 2:1 まで接近してくる。図 3(c) は 1 箱桁橋で支間長 $60^m, \alpha =$

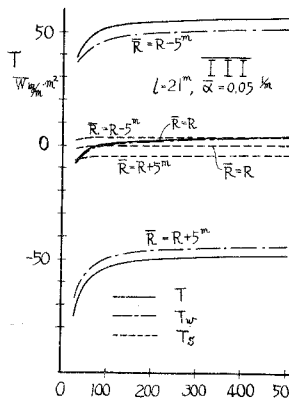
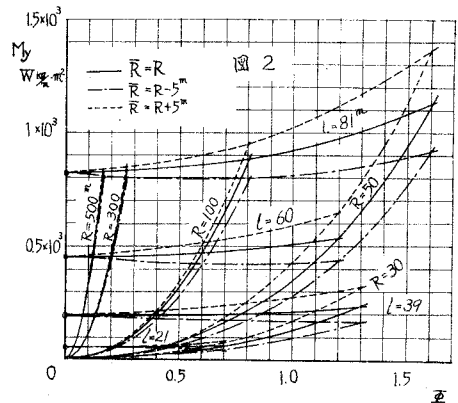
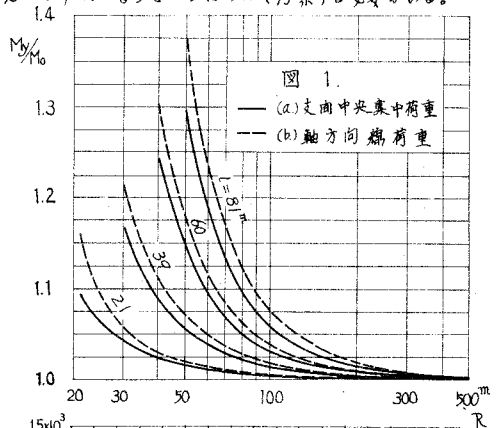


図 3-(a)

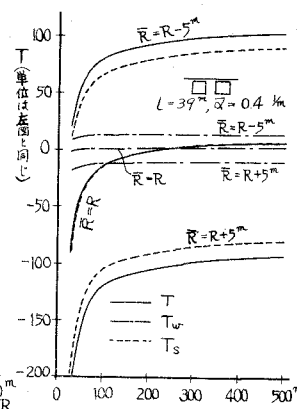


図 3-(b)

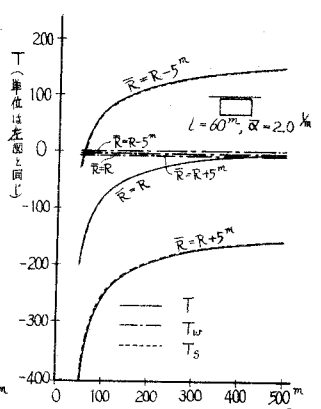


図 3-(c)

2.0%に対してプロットしたものである。この型式の桁橋では $T_s \approx T$, $T_w \approx 0$ とみなせる。したがって薄肉中心線によって肉断面を循環せん断流 Q_{θ} によってゆがりに抵抗することになる。

4. たわみ

曲線桁橋断面のせん断中心のたわみ δ も同一支間長の直線桁橋のたわみ δ_0 に比して多少大きくなる。そして両者の比 δ/δ_0 は曲線桁橋全体の曲げに対する実質的な剛性の程度を表す指標となるものと考えられる。 δ/δ_0 の値を3種の型式 (a) 並列I型桁橋, (b) 並列2箱桁橋, (c) 1箱桁橋について互に対してプロットした。図は断面のつごうで略する。

5. 断面回転角

たわみと同じように断面回転角の歪による変化状態をしるべたのが図4である。

これによって並列I桁橋が最も回転角が大きいことがわかる。1箱桁橋と2箱桁橋の差は僅少である。

6. 格子剛性

並列桁橋においては主桁間の協力作用を緊密にし、いわゆる荷重分配が十分行われることが望ましい。従って剛性の大きい横桁あるいは斜張構を設けるのがよい。今同じ剛度の主桁、横桁で組立てられた直線桁橋と曲線桁橋における格子剛性を比較してみる。

直線桁橋の格子剛性は次式で定義されている。

$$Z = \frac{I_a}{I} \left(\frac{l}{2a} \right)^3 \quad (1)$$

ここに I , I_a : それぞれ主桁および横桁の断面2次モーメント, l , a : それぞれ主桁および横桁の支間長
上式から格子剛性は次のような力学的意義を携っていることがわかる。

$$Z = \frac{\text{支間の中央の集中荷重による主桁のたわみ}}{\text{支間長 } 2a \text{ の横桁の中央集中荷重によるたわみ}} \quad (2)$$

式(2)を用いて3主桁の並列I桁橋について調べたところによると曲線桁橋の格子剛性は直線桁橋のそれの約1/10になっている。

これは直線桁橋の場合に比して全橋梁断面が変形しないことを示している。したがって同じ円上に主桁が並列するような曲線桁橋に文献(1)(2)に提案された計算法を適用することが合理的にあることが認められる。

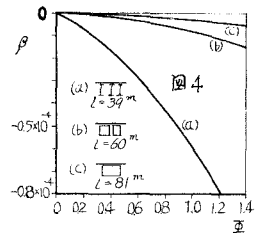
7. 支承条件

曲線桁橋は一種の立体構造物であるから厳密にはこれを外的静定になるように支持しなければ温度応力を生ずることになる。

外的静定支持の条件は一点固定、一長一方向のみ可動、他の二長はあらゆる方向に可動の球面支承ということになる。しかしこのような支持条件では地震力が固定点にのみ集中して支承の設計が困難になってよくない。

耐震的見地からすれば、できるだけ水平外力を各橋脚に分散するのが望ましい。

温度応力などを考慮した上でなおかつ支承条件を有利にする目的で若干の考慮を加える。



(1) 小西一郎, 小松定夫: 単純曲線桁橋の立体的解析, 土木学会論文集 第90号

(2) 小西一郎, 小松定夫: 薄肉連続曲線桁橋の立体的解析, 土木学会論文集 第91号