

1. まえかき 従来は一般に鉄道橋3主桁プレートガーダーの設計においては、横桁を単純桁として荷重が中央主桁と側主桁に分配されると仮定して簡略化している。

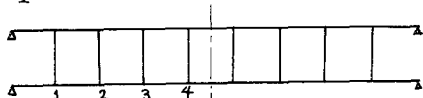
しかし、実際は活荷重、衝撃、道床荷重など橋梁組立後にかかる荷重に対しては、格子として作用する。格子計算することにより、より正確な応力が把握されるので、構造物全体の安全度が高くなり、また中央主桁を低くし、側主桁との差を小さくして、建築限界からの制約を少なくするなど、より合理的な設計をおこなうことができる。

従来の格子計算する場合は、まず部材断面を仮定し、ホンベルグやレオンハルトなどの成果表を用いるか、電子計算機によって影響線を求める。それから曲げモーメントなどを求めて応力度を検算する。満足しなければ再び部材断面を変えて、満足するまでそれをくり返す。しかし全体が一つのプログラムでないため、いろいろの部材断面について検討するには非常な時間と労力を必要とする。それを解決するためには、全体を一つのプログラムにすればよい

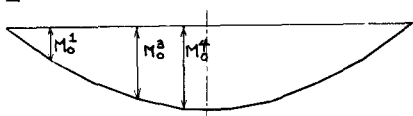
が、電子計算機としても非常に大きな計算となり、また計算精度をそこまで上げることは実用上余り意味がない。そこで鉄道橋として用いられる普通のプロポーションのものを種々計算し、最大曲げモーメントなどを算定できる図表（主としてモーメント分配率の図表）を作った。現在これにもとずき、3主桁プレートガーダーの自動設計及び自動製図のプログラムを構造物設計事務所で作成中である。モーメント分配率とは、〔3主桁下路プレートガーダーの側主桁あるいは中央主桁の最大曲げモーメント〕と〔それと同じ支間と同じ格間で軌道が直線の単線2主桁ガーダー（基本2主桁ガーダーという）の最大曲げモーメント〕との比である。つまり図-1の係数 α がモーメント分配率である。基本2主桁ガーダーの最大曲げモーメント図は簡単に求められるので、それを図-2に例のあるような図表から求めたモーメント分配率を乗ずれば、3主桁の最大曲げモーメント図が求められる

2. 設計図表（モーメント分配率）の使用例 3主桁下路プレートガーダーを設計するには、図-2、図-3のパラメーター $\gamma = I_c / I_s$, $Z = n I_g / I_c \times (l / 4a)^3$ のうち、 l （支間）と a （主桁間隔の2分の1）が既知とすると、 I_c （中央主桁の断面2次モーメント）、 I_s （側主桁の断面2次モーメント）、 I_g （中間横桁の断面2次モーメント）、 n （中間横桁の本数）を仮定して、trial and errorの方

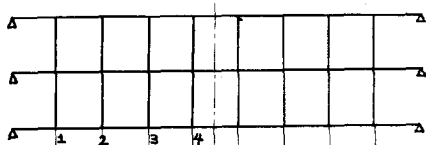
(a) 基本型のスケルトン



(b) 基本型の最大曲げモーメント図



(c) 3主桁型のスケルトン



(d) 中央主桁の複線載荷の分配率



(e) 中央主桁の複線載荷の最大曲げモーメント図

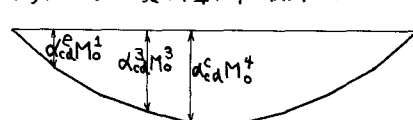


図-1 最大曲げモーメント図の求め方

法によらなければならない。分配率 $\alpha_{\beta\gamma}$ の添字は、 γ は格点位置をあらわし、 $\gamma=c$ は支間中央付近の格点、 $\gamma=e$ は才1中間格点を意味する。添字 β は、どの主桁かをあらわし、 $\beta=c$ は中央主桁、 $\beta=s$ は側主桁を意味する。添字 α は、載荷状態をあらわし、 $\alpha=d$ は複線載荷時、 $\alpha=s$ は単線載荷時を意味する。

中央主桁の複線載荷時の最大曲げモーメント図の求め方を述べると、まず3主桁ガーダーの格子分配される荷重を、基本2主桁ガーダーに載荷した場合の最大曲げモーメント図をつくる。(図-1の(a)。図-2から中央主桁の支間中央付近の複線載荷時の分配率 α_{cd} を求め、それを支間中央に最も近い格点における分配率とする。図-3から中央主桁の才1中間格点における複線載荷時の分配率 α_{ed} を求め、その中間の格点の分配率はそれらを直線で結んだ値とする。つまり図-1の(d)は中央主桁の複線載荷時の各格点の分配率を示す。

その分配率を基本2主桁ガーダーの最大曲げモーメントのそれぞれに縦距に乗ずれば、3主桁ガーダーの中央主桁の複線載荷時の最大曲げモーメント図が求まる。(図-1の(c))

その他、横桁の設計方法や軌道が曲線の場合の設計方法については、構造物設計資料(N.19, 20, 及び21)に詳しく述べてある。

3. モーメント分配率の図表の作成について

3.1 概要 複線3主桁下路プレートガーダー(格子桁)は、高次不静定構造物であり、また列車荷重は単純な荷重ではないのでその最大曲げモーメントなどを簡単な式で表わすことは不可能である。そのため3主桁下路プレートガーダーの普通に使用される範囲内の種種の橋梁条件(断面、寸法)に対して最大曲げモーメントや最大剪断力を求めて、前述のように簡単なパラメーターで最大曲げモーメントなどを算定できる図表を作成した。

3.2 仮定とモデル モーメント分配率などの図表を作成するために、種々の橋梁の条件(断面、寸法)について曲げモーメントや剪断力を計算したが、その前提としての仮定はつぎのごとくである。(仮定1)主桁のねじり剛性は無視する。主桁は、I型断面であるので、ねじり剛性は非常に小さい。(仮定2)横桁は、中央主桁に左右通して連結している。(仮定3)縦桁は、横桁に支持された単純桁とする。(仮定4)

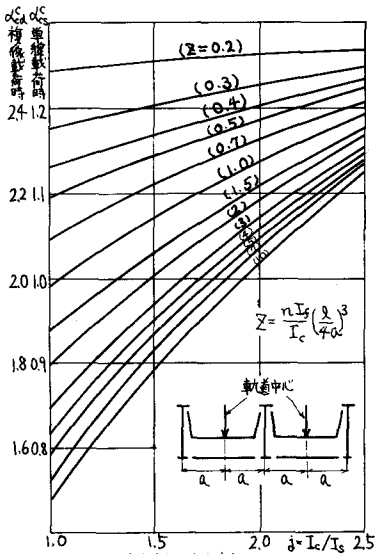


図-2 中央主桁、支間中央付近の分配率 (軌道中心偏心率 $\beta=0$ の場合)

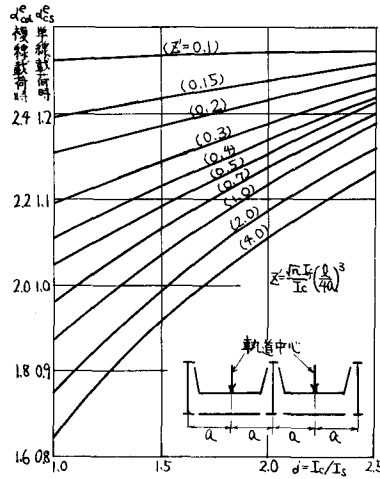


図-3 中央主桁、才1中間格点の分配率 (軌道中心偏心率 $\beta=0$ の場合)

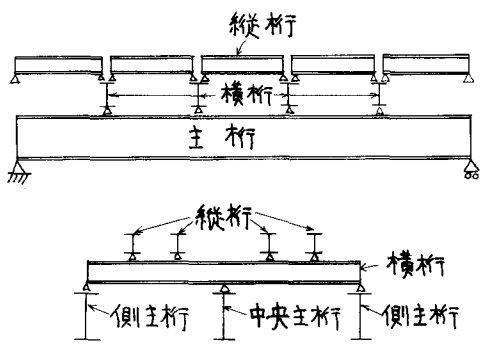


図-4 モデル

横桁間隔は、等間隔で、中間横桁の断面はすべて等しいとする。(仮定5)主桁の断面は、橋梁の支間方向に変化しないとする。(仮定6)各主桁の任意の断面に最大曲げモーメントを生じさせる列車載荷状態は、対応する2主桁ガーダー(基本型)に最大曲げモーメントを生じさせる列車荷重と同じであるとする。これは、設計図表の対象が直角桁であるからである。

図-4は以上の仮定にもとづいたモデルである。

3.3 計算結果 種々の橋梁条件(断面、寸法)について、中央主桁の単線載荷時中心付近のモーメント分配率(α_{cs})を計算した結果が、図-5である。設計に用いる分配率は、実線を使った。それを設計に使用しやすいように、パラメーターを交換したのが、図-2であり図-3である。

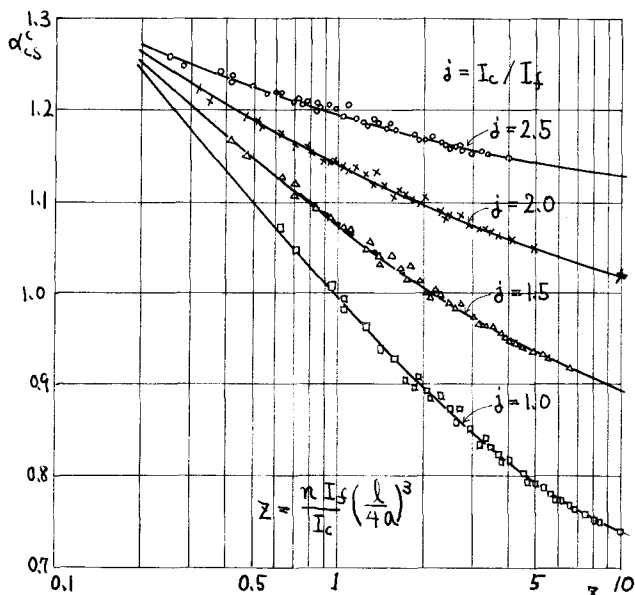


図-5 中央主桁の単線載荷時中心付近のモーメント分配率(α_{cs}) (軌道中心偏心率 $\beta=0$ の場合)

4. 実験と理論の比較

4.1 概説 昭和40年に複線3主桁下路プレートガーダーの実験がおこなわれた。その試験結果のなかで特に図表を利用した設計方法に関係のある部分(主桁の応力および横桁の応力)について理論値と実験値を比較した。

4.2 実験概要 試験桁は、北陸本線福井、金沢間動橋川橋梁で支間25.4m、主桁間隔3.8mの複線3主桁下路プレートガーダー(図面番号:W T G 825-3)で、その形状の概略は図-6、7に示すとおりである。

試験方法は、図-6に示すように試験桁を裏返しにし、荷重はジャッキによって下から押上げる方式で、図-7に示すように3種類の位置すなわちⅠ、ⅡおよびⅢについて単独に載荷した。荷重は2点にわけられ、その2つの載荷点におのの2.5t、5tおよび7.5tを載荷して主桁および横桁応力及びたわみを測定した。また支点位置には、図-6に示すように支点の浮上り防止のために、上から荷重(山形鋼とH型钢を組み合わせたもの)を載せた。

4.3 測定位置 図-8に示すように主桁の応力測定位置は、各主桁につい

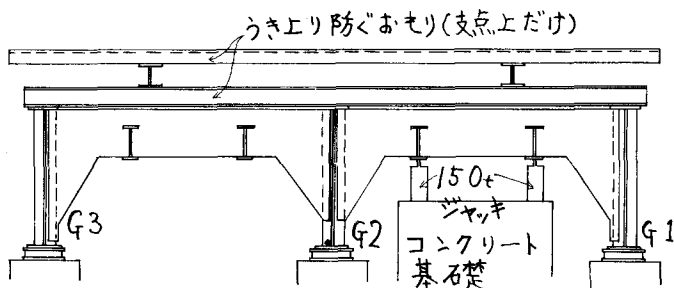


図-6 荷重載荷方法

て3箇所、横桁の応力測定位置は5箇所である。その測定点は図-8の(b)および(c)に示す。

4.4 図-9は、II点に荷重を載荷したときの実験値と理論値の比較である。

図の中のX印およびO印は、それぞれ上フランジおよび下フランジの応力の実験値(図-8の(b)および(c)に示す断面の2点あるいは3点の平均値)である。また破線および実線は、それぞれ上フランジおよび下フランジの縁応力の理論値である。この理論値は、3に述べた図表作成の仮定と同じ仮定に基づいて計算した値である。紙面の都合で一部しか実験値を記載できなかったが、他の実験値と理論値についても、複線3主桁下路プレートガーダーを3で述べた仮定に基づいて格3理論で解いた値は、実験値とかなりよく合っている。この実験のみで証明されたとはいえないが、3主桁下路プレートガーダーを今回示した図表を用いて設計してよいという指標になると思われる。

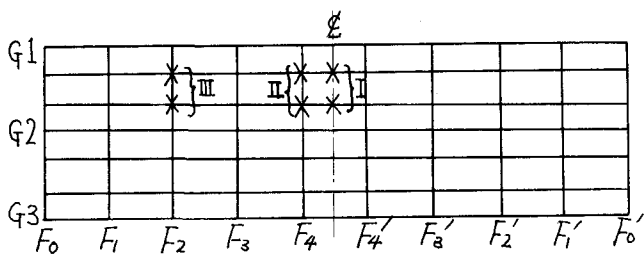
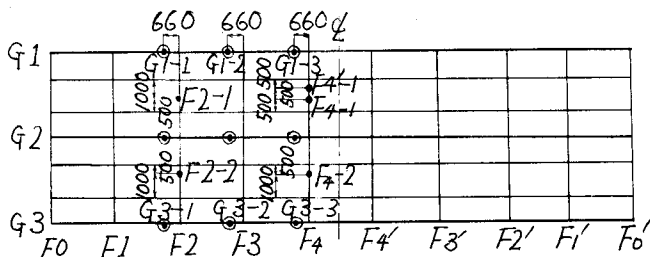
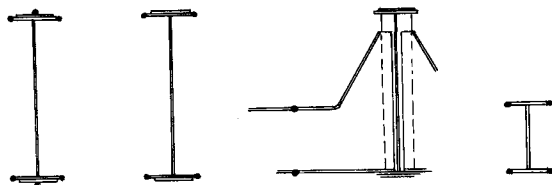


図-7 荷重・載荷位置



(a) 応力測定位置



(b) 主桁の応力測定位置 (c) 横桁の応力測定位置

図-8 応力測定位置

