

跨座式モノレール用曲線桁における横桁間隔について

山口大学大学院 学生員 ○ 中村 秀明
山口大学工学部 正会員 桑田 純夫
山口大学工学部 正会員 日野 伸一

1. まえがき

最近、モノレールが新しい軌道交通機関として多くの都市で建設され始めている。モノレールは都市内交通ということもあり、最良のルートをとることができず多くの曲線桁が用いられる。このような曲線桁では曲率半径による振りのため直桁の場合とは異なり多くの問題点が生じる。

跨座式モノレール桁の特徴は図1に示される様に、幅が狭く桁高が極めて大きい細長い断面になっており実際のモノレール桁では上り下り用の2本の箱断面曲線桁を主桁とし、それを結合している横桁から成る曲線格子桁構造になっている。本報告では径間連続曲線格子桁を対象に有限要素解析を行ない横桁による荷重の横分配について検討した。

2. 解析方法およびモデル

解析は、曲線桁を直線材で置き換えた多角形曲線格子桁に近似し、図2に示す直線はり要素を用いた。

鉛直荷重のみに対して、未知量として導入される変位は鉛直変位、たわみ角およびねじり角である。

剛性行列は次式で示される。

$$[K] = \frac{EI}{l^3} \begin{bmatrix} 12 & 6l & 0 & -12 & 6l & 0 \\ 6l & 4l^2 & 0 & -6l & 2l^2 & 0 \\ 0 & 0 & l & 0 & 0 & -l \\ -12 & -6l & 0 & 12 & -6l & 0 \\ 6l & 2l^2 & 0 & -6l & 4l^2 & 0 \\ 0 & 0 & -l & 0 & 0 & l \end{bmatrix}, \Delta = \begin{pmatrix} v \\ \theta \\ \phi \end{pmatrix} l^2$$

本報告では、那覇都市モノレール路線の構造形式を参考にした等断面2本主桁を有する3径間連続曲線格子桁について図3のCase I～IVの荷重状態を解析の対象とした。数値解析にあたり、Case I～IVについて横桁を支保台上0.1, 3, 7, 15本と配置したmodelについて数値計算を行ない横桁による荷重横分配の効果を比較した。使用した曲線桁の寸法、材料定数は次の通りである。

曲率半径 $R=100\text{m}$ 、スパン長 $l=50\text{m}$ 、桁長 $L=150\text{m}$
ヤング率 $E=2.1 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$ 、断面2次モーメント $I=2.0 \times 10^9 \text{cm}^4$
せん断弾性係数 $G=8.1 \times 10^5 \text{kg/cm}^2$ 、ねじり定数 $J=3.0 \times 10^6 \text{cm}^4$
主桁間隔 $b=4\text{m}$

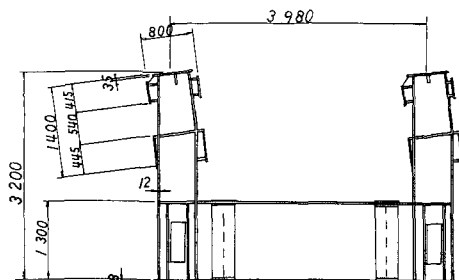


図1 跨座式モノレール用曲線桁

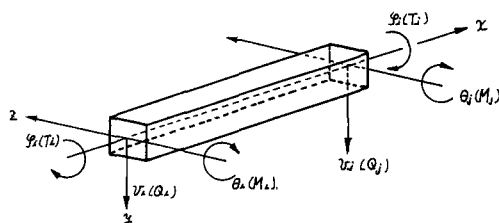
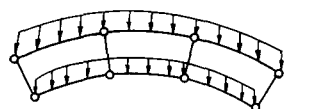
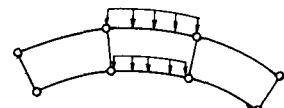


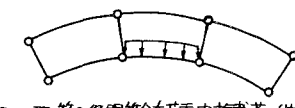
図2 直線はり要素



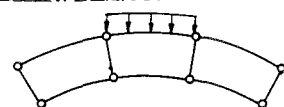
Case I 全4径間等分布荷重面桁載荷 (15%)



Case II 第2径間等分布荷重面桁載荷 (15%)



Case III 第2径間等分布荷重内桁載荷 (15%)



Case IV 第2径間等分布荷重外桁載荷 (15%)

図3 荷重状態

なお、主桁と横桁の断面剛性の比は α を中心とし、本報告では円弧の部分に48の直線材で置き換えた。

また荷重状態がCase II のとき、横桁数は支間上に7本と一定にし主桁と横桁の断面剛性の比を変えたmodel、曲率半径を変えたmodel についても計算した。

4 解析結果

Case I ~ IV の中から最も影響を及ぼすと考えられる荷重状態Case III、IVを選び横桁数と断面力の最大値の関係を図4,5に示す。その結果次のことが判明した。

たねみ 曲げモーメントの横分配は横桁を支間上に1本配置するだけでも非常に有効で、横桁数をふやしてもそれほど効果はない。捩りモーメントの横分配についてはCase III では横桁数が多い方が効果がよりCase IV では横桁は支間上に1本だけでも効果があり横桁数をふやしても効果は小さい。

内側の桁に載荷(Case III)では荷重の横分配が良く、内側の桁と外側の桁とたねみ、断面力はほとんど同じになるが外側の桁に載荷(Case IV)したものは捩りモーメントのみになる。一般に内側の桁と外側の桁では外側の桁とたねみ、断面力は大きくなる傾向があるので内側の桁と外側の桁の断面決定において考慮する必要がある。

横桁間隔は捩りモーメントに大きく影響を及ぼすので、横桁間隔を決定するには捩りモーメントの値をもとに決定すれば良く、主に内側の桁に載荷した場合(Case III)の捩りモーメントの値より決まる。これより横桁間隔は支間上に7本(6.25m)程度が望ましい。

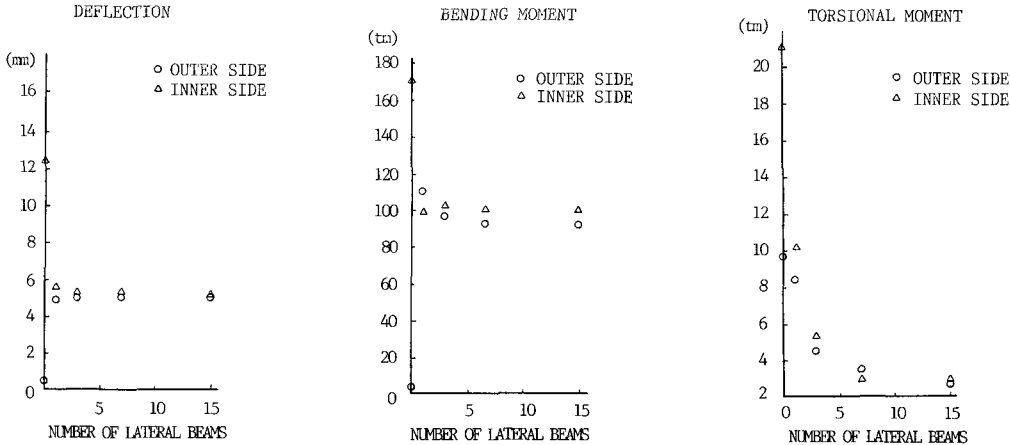


図4 横桁数と最大値との関係(第2区間等分布内桁載荷)(Case III)

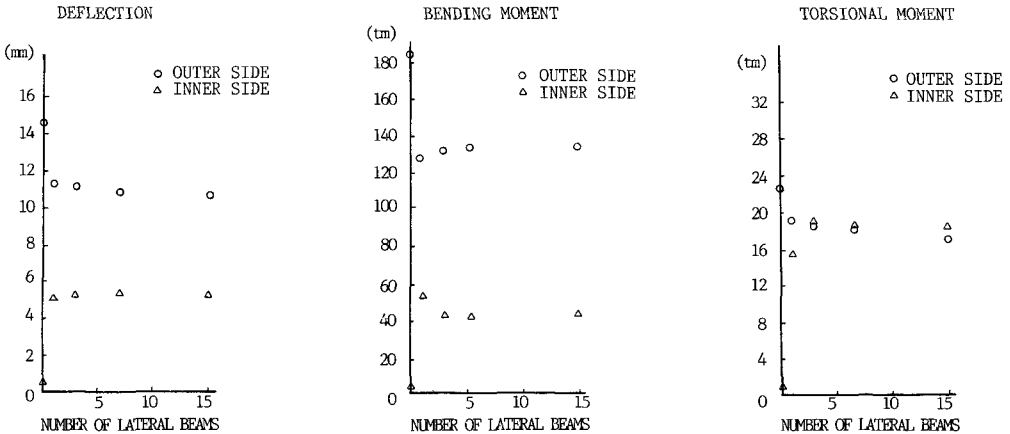


図5 横桁数と最大値との関係(第2区間等分布外桁載荷)(Case IV)