

クレーン・ガーダーのトラス置換による解析について

熊本大学工学部 学生員 椎原 賢次
 熊本大学工学部 正 員 崎元 達郎
 熊本大学工学部 正 員 山尾 敏孝

1. まえがき:

天井クレーンの走行はりがクレーンの移動に伴う面内及び面外変形によって、クレーン・ガーダー及びそれを支えるバック・ガーダーとの接合部において損傷が発生することが多く、その都度補強や補修が行われている。しかしながら、クレーン・ガーダーとバック・ガーダーを一体とした全体挙動は複雑で、解析も殆ど行われていないのが現状である。そこで本研究では、図1 (a) に示す様なクレーン・ガーダー (プレート・ガーダー) とバック・ガーダー (トラス) からなる全体構造モデルにおいて、プレート・ガーダーをトラスに置換することにより、図1 (b) に示す様なトラスボックスとしてその全体挙動を明らかにしようとするもので、このモデル化及び解析手法の妥当性について、実験結果等の比較により検討する。

2. プレート・ガーダーのトラスへの置換方法:

上下フランジと垂直補鋼材からなるプレート・ガーダーをトラスに置換するには、トラスの上下弦材、斜材、垂直材の各断面積を求める必要がある。ここではこれらの断面積を求める方法として、プレート・ガーダーの曲げとせん断のひずみエネルギーがトラスの軸力によるひずみエネルギーと等しくなるようにする。

まず、上下弦材の断面積 A_c は、図2 (a) に示すようにトラスの上下弦材の軸ひずみエネルギーとプレート・ガーダーの曲げひずみエネルギーと等置することにより次式のように表せる。

$$A_c = 2I / h^2 \quad (1)$$

ここに、 h : プレート・ガーダーのウェブ高+フランジ厚、 I : プレート・ガーダーの断面2次モーメントである。この時のプレート・ガーダーの最大応力 σ_B とトラスの最大応力 σ_T を調べると、それぞれ次式のようになり全く等しいことがわかる。

$$\sigma_B = \frac{M}{I} \quad \frac{Mh}{2I} \quad \sigma_T = \frac{N}{A_c} \quad \frac{Mh}{2I} \quad (2)$$

ここに、 M : プレート・ガーダーの曲げモーメント、 N : トラスの上下弦材の軸力である。

つぎに、斜材の断面積 A_d と垂直材の断面積 A_v は図2 (b) に示すように、トラスの斜材と垂直材の受け持つ軸ひずみエネルギーを等しいものと考え、その両者の軸ひずみエネルギーとプレート・ガーダーのせん断ひずみエネルギーを等置することにより、次式のように表せる。

$$A_d = \frac{3AwG}{\mu E \sin \theta \cos^2 \theta} \quad (3) \quad A_v = \frac{6AwG}{\mu E \tan \theta} \quad (4)$$

ここに、 A_w : プレート・ガーダーのウェブ断面積、 G : せん断弾性係数、 μ : 断面の形状によって決まる定数、 E : ヤング係数である。

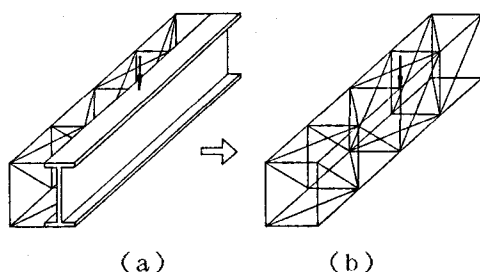
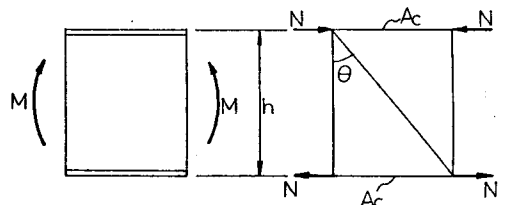
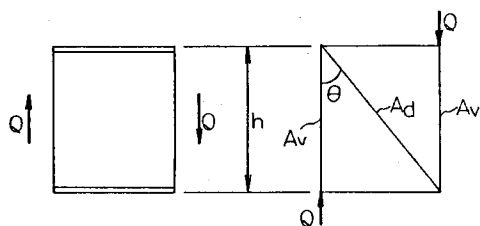


図1 クレーン・ガーダー

(a) 曲げモーメントによる軸力 $M = Nh$ 

(b) せん断力

図2 1パネルにおけるモーメント及びせん断

3. 解析モデルと解析結果：

まず、プレート・ガーダーのみをトラスに置換した時の妥当性について、図3に示すような断面寸法、形状寸法を有するモデルを用いて置換を行った。

図4は置換によるトラスとプレート・ガーダーの鉛直たわみ誤差の結果を示したものであるが、たわみ誤差はほぼ一定になっており、エネルギーの配分がうまくいっていることがわかる。また、パネル数が多くなればなるほど誤差が小さくなることが明らかになった。これは、図5に示すようにトラスのモーメント図(M図)、せん断力図(Q図)が階段状になっており、分割数が多くなればなるほど直線及び曲線に近づくことよりわかる。なお、他の断面寸法、形状寸法のモデルについても行ったが同様な結果が得られ、このトラス置換法の妥当性が示された。つぎにプレート・ガーダーについて解析を行うとともに、別途に実施された実験結果との比較を行った。実験モデルは、図6に示すようにメイン・ガーダーには垂直及び水平補鋼材が設けられており、バック・ガーダーは上面水平だけが板からなり、他のガーダーはトラスから構成されている。両端は単純支持で、荷重はメイン・ガーダーの

スパン中央に集中荷重を載荷した。このプレート・ガーダーと上面水平板をトラスに置換し、トラスボックスとして全体挙動を解析した。図7は、メインガーダーの上下フランジ部材の軸ひずみを比較したもので、上フランジ部材では解析値の方が多少大きくなっているが、下フランジでは実験値とほぼ一致していることがわかる。なお他の断面を用いた結果については、当日発表の予定である。

4. 参考文献：

- 1) 土屋潤他：曲線箱桁の立体トラス置換……
土木学会第42回年講概要集，1987. 9
- 2) 小堀為雄：鋼構造設計理論，森北出版

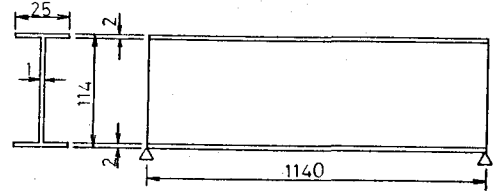


図3 解析モデル

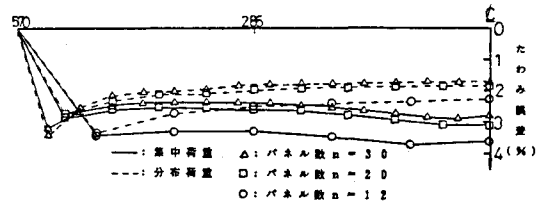


図4 たわみ誤差

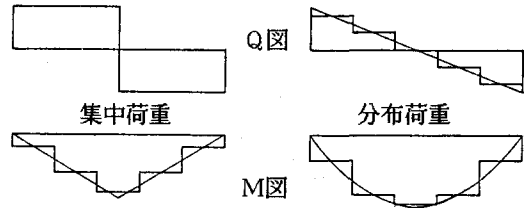


図5 せん断力図，モーメント図

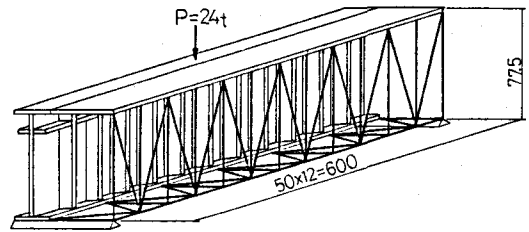


図6 実験モデル

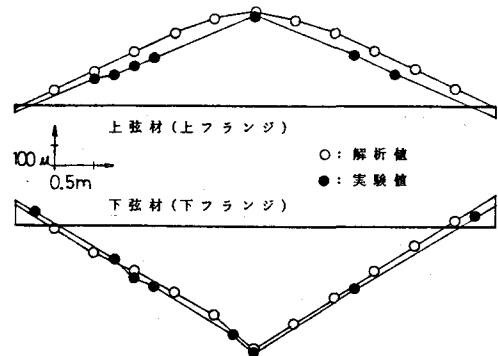


図7 上下フランジの軸ひずみ