曲がり部材を用いたクレーンジブの挙動特性に関する研究

熊本大学	学生員		石澤慶保	
国土工営コンサルタンツ(株)	正	員	石原	元
熊本大学	正	員	山尾敏孝	

1.まえがき

ー対の曲がり部材で構成された構造体は、圧縮力が卓越する 構造形式に有用であり、座屈強度で圧縮強度が決まってくる細 長比の大きな領域では特に有用であることを著者らは明らかに してきた^{1),2}。本研究ではこの曲がり部材で構成された構造形 式の一応用として、図1に示すようなクレーンのクレーンジブ に適用する場合を試みたものである。クレーンで物を吊り上げ るとき、このクレーンジブには大きな圧縮力のみが生じること になる。クレーンジブの構造は図2のType1のように両端部の み細くなる構造であるが、ここではType2のような曲がり部材 を用いた構造を提案し、圧縮を受ける場合の強度と変形挙動を 解析的に明らかにするものである。

2.解析条件と解析モデル

図2に示す2つの解析モデルを用いた。従来型で中央部の大 半を直線材としたものであり、実クレーンジブを参考にした構 造(Type 1)と、4本の曲がり部材をタイで結合した構造(Type 2)を比較検討した。境界条件は主部材の両端部をヒンジ端、タ イと主部材の結合は立体構造でのねじれ変形を抑えるために剛 結合とした。図3には解析に用いた主部材の形状と断面寸法を 示すが、曲がり部材の形状は放物線とした。なお、a(=22cm) は主部材基部間の距離を示している。表1に解析モデルで用い た材料定数等の諸元を示すが、既往の研究結果^{1)~3)}と実クレ ーンジブを参考にして決定した。また、細長比は部材全長(L) に対するものであり、格間長の細長比は36である。

解析には弾塑性骨組解析法を用いた。荷重載荷方法として、 モデル両端部に軸力を増分載荷した。初期不整は、初期たわみ 分布をヒンジ端部に最大初期たわみL/1000 をもつ正弦半波で

与え、残留応力分布は 図4に示すような分布 を用いた。なお、タイ には初期たわみや残留 応力の初期不整はない ものとして取り扱って いる。

表 1 解析モデルの諸元				
ヤング係数 E(GPa)	206			
降伏応力 _v (MPa)	314			
部材長 L(cm)	3044			
曲がりライズ比 f/L	0.02			
細長比 L/r	1218			
主部材の断面積 A(cm ²)	12.23			
タイの断面積 A _t (cm ²)	6.66			



3.解析結果と考察

図5は真直ぐな部材(Type1)と曲がり部材(Type2)の軸力 - 軸 直角方向変位曲線である。縦軸に軸力 P を文献 4)に示されている 真直ぐな部材からなる柱の弾性座屈荷重 Pcr で無次元化したもの を、横軸にモデル中央部の軸直角方向(Z)変位 w をとっている。 図より、曲がり部材の方が真直ぐな部材より最大強度が大きくな り、最大強度に達するまでの変位が小さくなっている。図6~9 は、軸力 1.0Pcr を作用させたときの主部材及びタイの軸力分布 N、 曲げモーメント分布 M を示したもので、全部材が弾性状態の場合 である。縦軸に主部材の位置をとり、横軸に軸力、曲げモーメン トを示している。これらの図から、真直ぐな部材においては軸力、 曲げモーメントともに主部材間が変化し始めている付近とモデル 中央部で大きくなっており、この位置の付近から塑性化が始まっ たために弱くなったと考えられる。それに対して曲がり部材の場 合、軸力は真直ぐな部材より大きくはなっているが、部材全長に わたってほぼ一定に分布し、この荷重状態では主部材で荷重を受 け持っていることが分かる。曲げモーメントについてはほとんど 生じていなかった。このように、曲がり部材を用いた構造では、 軸力、曲げモーメントの集中が生じていないために強くなったと 考えることができる。以上のことから、図5に示されたように強 度と挙動の違いが表れた結果になったと考えられる。

図10は最大強度時のモデル中央部における面内、面外の変形 状態について示している。縦軸にY方向(面内)、横軸にZ方向(面 外)の変形量を示す。図より、曲がり部材の面外変形が非常に小さ いことが分かる。また、真直ぐな部材、曲がり部材ともにねじれ 変形は生じていない。これは、タイと主部材の結合を剛結合とし たために全体のねじれ変形が抑えられたと考えられる。



(a) 真直ぐな部材(P=1.0Pcr)
(b) 曲がり部材(P=1.6Pcr)
図10 モデル中央部の面内、面外の変形状態

参考文献

山尾敏孝他:タイで結合した2本の曲がり部材の座屈強度と挙動について,構造工学論文集,Vol.41A,pp.229-234,1995.
2)石原元他:タイで結合した一対の曲がり部材の圧縮力に対する挙動と一解析法,土木学会論文集,No.647/I-51,pp.143-154,2000.
3)山尾敏孝他:曲がり部材で構成された鋼製橋脚の強度と変形挙動に関する研究:鋼構造年次論文報告集,第8巻,pp.263-268,2000.
4)チモシェンンコ著 仲威雄他訳:座屈理論,コロナ社.

