

建築用タワークレーンのマスト接合部の強度に関する研究 (その3 繰り返し載荷実験)

(独) 労働安全衛生総合研究所 正会員 ○高梨成次, 正会員 大幢勝利, 正会員 高橋弘樹

1. はじめに

これまでに、建築用タワークレーンのマストの継手部のボルトの応力に着目した実験的研究を実施してきた。本報では、地震時のタワークレーンの挙動を想定した正負漸増繰り返し実験を行った。本実験の目的は、荷重 - 変形特性を調べることによって、地震応答時の履歴減衰を調べることにある。

2. 試験体および実験概要

実験対象としたタワークレーンの試験体を図1に示す。本タワークレーンの揚重能力は120tmであり、1ユニット6mのマストを複数使用して支持されるものである。実験で使用した試験体は、これの1/4縮尺モデルとした。図2に試験体を示す。図2中の赤い線で示した部

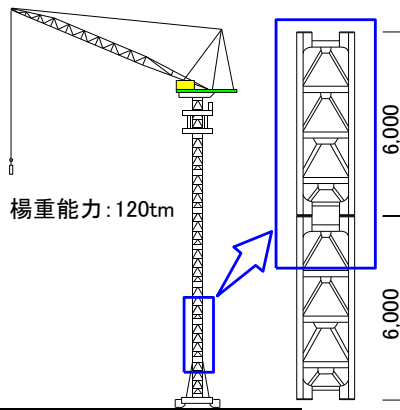


図1 想定したタワークレーンの概要

位がマストの結合部であり、赤い線より下部はのマストの一部をモデル化したものである。それより上部は1ユニットのマスト全体をモデル化したものである。図1中の青い四角で囲まれた部分をモデル化したものである。

加力は油圧アクチュエータによる変位制御とし、三角波による正負漸増繰り返し加力とした。振幅は正負 1.0 mm, 3.0 mm, 5.0 mm, 7.5 mm, 10.0 mm, 12.5 mm, 15.0 mm, 17.5 mm, 20.0 mm, 22.5 mm, 25.0 mm, 27.5 mm, 30.0 mmとし、各2回繰り返した。加力速度は各振幅共通で5 mm/分とした。

マスト結合部プレートを図3に示す。試験体の縮尺寸法に従えば、結合ボルトはM10が適当であるが、実験の簡便性を優先してM8を使用した。図中○で示された位置が結合ボルトの位置であり、本論では○で囲われた数値をボルト番号と定義する。

計測は、アクチュエータのストロークおよび荷重、上段のマスト結合部の鉛直方向(4本の支柱全て)、上段および下段のマストの結合部の水平変位(代表して1本の支柱のみ)とした。これらを用いたデータを10Hzでサンプリングした。

実験パラメータはボルトの本数、径、長さとした。実験のパラメータを表1に示す。ここでボルトの長さは、首下からナット位置までの距離を表す。M12



図2 試験体

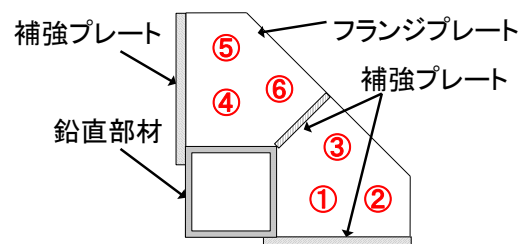


図3 マスト結合部プレート

表1 実験パラメータ

実験名称	ボルト本数	ボルト径	ボルト長	ボルト強度
M8-6-S	6	M8	41.9mm	18.8kN
M8-6-L	6	M8	103.9mm	
M12-2	2	M12	42.0mm	50.1 kN

キーワード タワークレーン, 耐震設計, 引張ボルト

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6, TEL:042-491-4512

ボルトは図3における①と④にのみ設置した。これは、これまでの研究により図3におけるボルト①と④の負担が他のボルトに対して著しく大きいことが判明したことによる。全てのボルトの強度区分は4.8とした。ボルトの締結にはトルク管理を行っており、M8 に対しては12.5N・m、M12 に対しては42.0N・mで締結した。締結順序は図3で示したボルト番号①④②⑤③⑥の順とした。

3. 実験結果

図4に荷重と水平変位の関係を示す。M8 ボルトの強度は18.8kNであり、3本分の強度は56.4kNになる。これに対しM12 ボルトの強度は50.1kNであり、M8 ボルト3本分の約89%である。これは最大強度の比に概ね一致している。図5に実験M12-2の荷重-水平変位関係の一部を取り出して示す。履歴形状はスリップ形状を示したため、大きな履歴減衰は期待できないことが分かった。図6に履歴減衰と比例関係にある累積履歴面積を比較して示す。ボルトが破断するまでの累積履歴面積は同断面積のボルトであればボルトが長い程大きくなることが分かった。本例の場合、累積履歴面積の増加量はボルトの長さの比との相関性は見られなかった。またM12-2の累積履歴面積はM8-6-Lと概ね同等であった。

図7にボルトの破壊状況を示す。M12-2の実験に

おいてボルトが破断した時の水平変位は+30.0 mmであり、その時引張側であったボルトが破断した。その時逆側のボルトは圧縮側であり、それまでに経験した最大水平変位は-27.5 mmであった。その時までにはボルトのねじ部が伸びていたことが分かる。

4. まとめ

建築用タワークレーンのマストをモデル化した加力実験を実施した。実験結果により、ボルトの塑性域における履歴減衰が小さいであろうことが分かった。また、ボルトの配置によって各ボルトが負担する力に不均衡が生じるため、断面積が大きいボルトを適切に配置することによってボルト本数を低減できる可能性があることが分かった。

今後、これらの実験結果に基づいた地震応答解析を実施し、それぞれの結合方法の耐震性能を比較する予定である。また、フランジプレートの厚さや補強プレートの形状および厚さ等をパラメータとした実験を実施する予定である。

謝辞 本研究を行うにあたり、(株)小川製作所の三浦拓社長、三好氏には有意義なご助言をいただいたことを感謝いたします。

参考文献

- 1)高梨成次、他2名：建築用タワークレーンの地震被害に関する研究、日本建築学会技術報告集 第23号、pp491-496、2006年6月
- 2)高梨成次、大嶋勝利、高橋弘樹：建築用タワークレーンのマスト接合部の強度に関する研究(その1 縮小模型によるボルトの応力状況)、土木学会第71回年次学術講演会VI-007

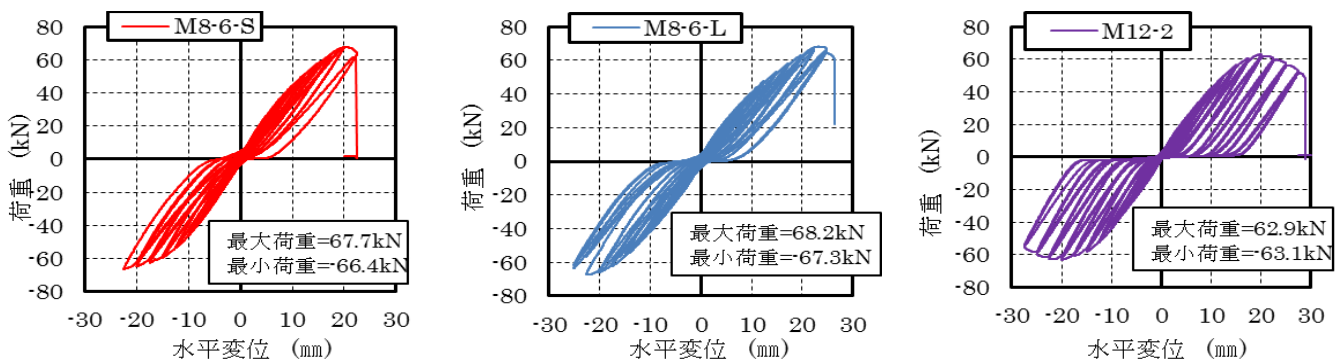


図4 荷重-水平変位関係

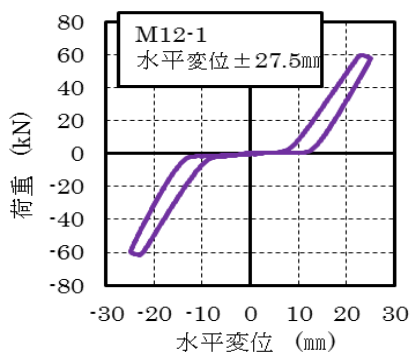


図5 荷重-水平変位関係

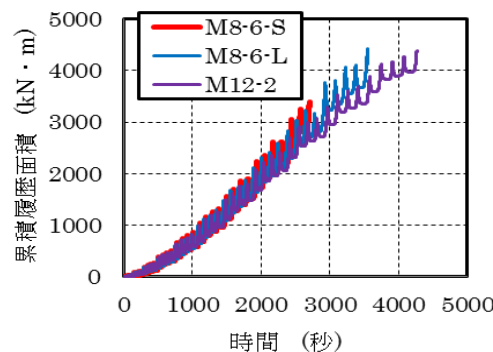


図6 履歴面積の比較



図7 ボルトの破壊状況