

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4 増設ボルトの影響)

(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ボルトに着目した実験的研究を実施してきた。その結果、複数のボルトは一樣に作用しないため、期待している強度が発揮できていない可能性があることが分かった¹⁾。ボルトの降伏に伴う荷重-変形曲線が囲む履歴面積が小さいため、地震応答時の履歴減衰に期待することが困難であることが分かった²⁾。本報では、マスト継手部のボルトを増設することによるマストの補強効果を調べるための正負漸増繰返し実験を行った結果を報告する。

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揚重能力は 120tm であり、実験で使用した試験体は、1/4 縮尺モデルとした。図1に試験体を示す。マストは4本の鉛直部材とそれに取り付くラチス材で構成されている。図2にマスト

の鉛直部材を結合する継手部の平面図を示す。図中、○の中の数字は結合ボルトの番号を示す。一般的には、マストの鉛直部材はBOX材あるいは2本のL型アングルを溶接しボックス状にした部材を使用するため、図2中の⑦ボルトは設置されない。しかし、文献1により、鉛直部材との偏心距離が小さい①ボルトと④ボルトの作用が卓越することが分かったため、本報では、鉛直部材の一部を切欠き、鉛直部材の中心に⑦ボルトを増設することによる補強効果を確認した。

実験パラメータは、継手部のボルトの配置およびボルトの径とした。実験のパラメータとしてのマスト継手部の平面図を図3に示す。図3左端に示した標準タイプは従来通りのボルト配置とし、ボルトの径はM8とした。図3中央に示した増設タイプで増設したボルト径はM8,M10,M12の三種類とし、それ以外のボルトはM8を用いた。それぞれを「増設M8」、「増設M10」、「増設

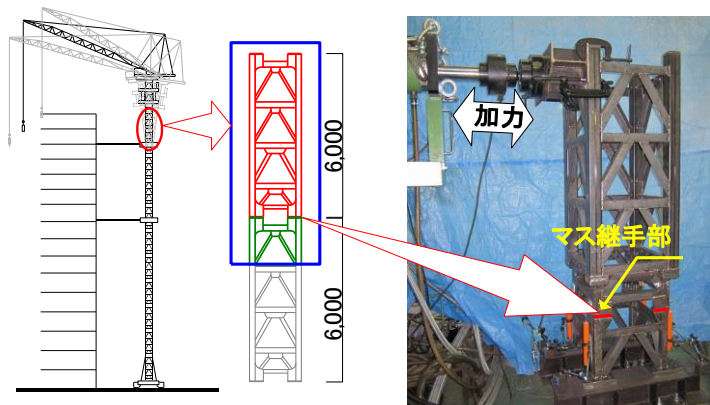


図1 試験体

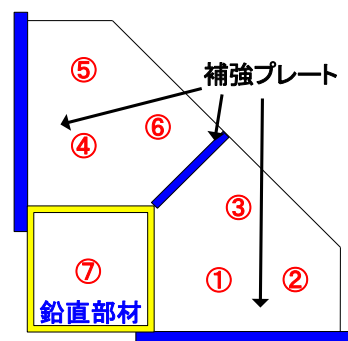


図2 マスト継手部の平面図

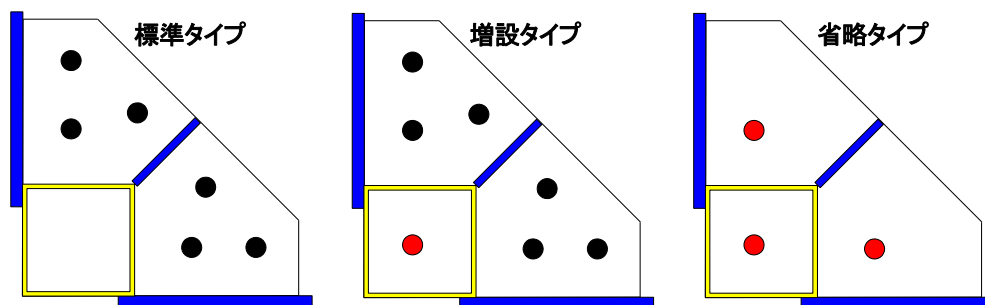


図3 実験パラメータとしてのマスト継手部の平面図

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

M12」と称する。図3右端に示した省略タイプでは、鉛直部材からの偏心距離が大きいため効率が悪いと考えられる図2中の②③⑤⑥ボルトの配置を省略し、①④⑦ボルトのみを配置した。省略タイプでは3本のボルト全て同一径としM8,M10,M12の三種類を用いた。それぞれを「省略M8」、「省略M10」、「省略M12」と称する。また、使用したボルトの単純引張試験も実施した。標本数は各ボルト共3本とした。全ての試験において、ナットはダブルナットとし、締付トルクはM8ボルトで12.5kN、M10ボルトで24.5kN、M12ボルトで42.0kNとした。

3. 実験結果

図4に各試験体タイプの最大荷重を示す。増設タイプの実験結果では「標準タイプ」に対して、鉛直部材軸にボルトを増設することによる最大荷重上昇率は、「増設M8」、「増設M10」、「増設M12」でそれぞれ17%、21%、34%となった。同一径のボルトを使用した「増設M8」と「標準タイプ」を比較すると、ボルト本数が6本から7本に増量された効果と同等であったため、⑦ボルトの設置位置に関する有効性は確認されなかった。

省略タイプの実験結果では「標準タイプ」に対する「省略M8」、「省略M10」、「省略M12」の最大荷重上昇率はそれぞれ-49%、-18%、16%となった。これに対して、それぞれの試験で使用したボルトの本数とその強度の積を比較すると、「標準タイプ」に対して「省略M8」、「省略M10」、「省略M12」で、それぞれ-50%、-21%、2%となった。これらより、「省略M8」、「省略M10」に関しては、ボルトの本数とその強度から単純計算した結果と実験結果に大きな乖離はなかったが、「省略M12」では実験結果は単純計

算値よりも著しく大きな値を示した。

ボルトの単純引張試験の結果、同一径ボルトの最大強度と最低強度の差は2%程度であった。ボルトの引張試験の平均値を表1に示す。表1に示したボルト強度の結果を基に、マストの変形を無視して破壊モードを図5のように仮定した場合のマスト継手部の強度を算出した。その結果「標準タイプ」は84kNになった。実験での強度は71kNであり、計算値の84%であった。実験値が計算値よりも小さくなる原因は、実験では複数のボルトが一樣に強度負担をしていないこと及びボルトに引張力と同時に曲げモーメントが作用しているためと考えられる。同様に増設タイプにおいても期待される強度上昇値を計算すると「増設M8」で15kN、「増設M10」で23kN、「増設M12」で30kNであるが、実験ではそれぞれ10kN、16kN、24kNの強度上昇に留まった。

4. まとめ

建築用タワークレーンのマストの縮小モデルを作成し、マスト継手部のボルトを増設することによるマストの補強効果を調べるために正負漸増繰り返し実験を行った。実験の結果、ボルトを増設することによる強度の上昇は、計算により期待された強度の上昇には及ばなかった。今後この原因を、各ボルトの応力状態を調べることによって解明する予定である。

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、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
- 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3 繰り返し載荷実験)、土木学会第73回年次学術講演会VI-619

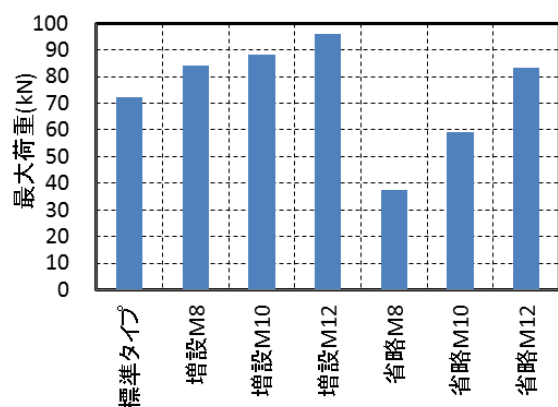


図4 各試験体タイプの最大荷重の比較

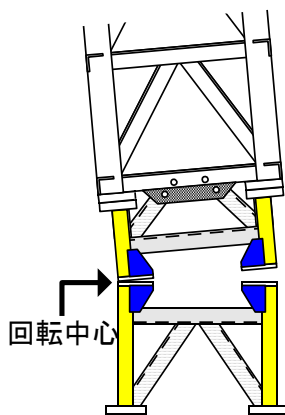


図5 略算時に仮定した破壊モード

表1 ボルトの引張強度
(単位: kN)

	M8	M10	M12
最大強度	23.2	36.5	47.3
破断強度	15.6	22.8	30.0