

耐震性に及ぼすタワークレーンの高さと建物の高さの関係に関する解析的一考察

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

1. はじめに

これまでの研究により、建築用タワークレーンのマストの継手部のボルトの長さを調節する。あるいはボルトを適切に追加することによって、破壊強度を上昇させることができることを実験によって検証してきた。しかしながら、いずれの実験結果においても最大強度発揮した後に、概ね全てのボルトが瞬時に破断した。そのため、ボルトの塑性変形による履歴減衰を期待することが困難であることが分かった。そのため、タワークレーンの耐震設計では建物の耐震設計のような塑性設計を導入することは困難であるため弾性設計に留めておくべきであると考え。本論では、建物に連結されたタワークレーンの耐震安全性に関して地震応答解析によって検討したので報告する。

2. 解析モデル

解析モデルは建物に添って設置されるタワークレーンを想定した。解析モデルの種類を表1に示す。建物の高さは30m から 90m まで 12m 毎に 6 種類とした。タワークレーンはそれらの建物と高さ方向 24m 毎にステーによって連結されているものとした。タワークレーンのパラメータは、最上段のステーからの旋回体（タワークレーンの頂部に位置し、運転席の他巻き上げ装置、ジブの起伏装置等の重量物が集中している。）までの片持ち高さとし、6m から 24m まで 6m 毎にの 4 種類とした。本タワークレーンの楊重能力は 120tm と仮定したため、タワークレーンの片持ち高さを 24m とした。建物およびタワークレーンの解析モデルは所謂ばね-質点系モデルとした。また建物のばねモデルは純せん断型の変形と仮定し、タワークレーンのばねモデルは曲げせ

表1 解析モデルの種類

建物の高さ	クレーンの片持ち長さ			
30m	6m	12m	18m	24m
42m	6m	12m	18m	24m
54m	6m	12m	18m	24m
66m	6m	12m	18m	24m
78m	6m	12m	18m	24m
90m	6m	12m	18m	24m

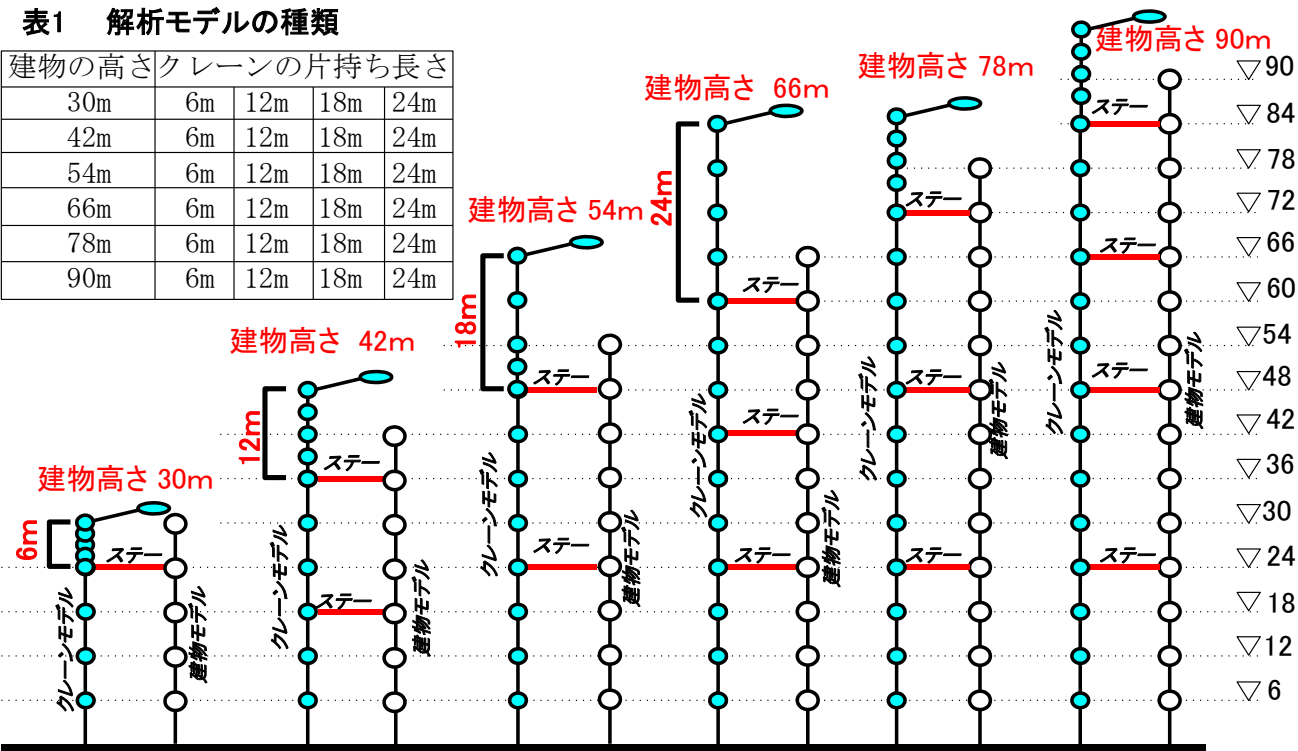


図1 解析モデル

キーワード タワークレーン，耐震設計，地震応答解析

連絡先 〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6, (独) 労働安全衛生総合研究所 TEL:042-491-4512

ん断型の変形を仮定した。また本検討においてはタワー・クレーンと建物は弾性であると仮定した。

入力地震波を次に示す。1995 年兵庫県南部地震の際に観測された JMA 及び鷹取。2016 年熊本地震の際に益城町で観測された前震及び本震。2011 年の東北地方太平洋沖地震の際に観測された仙台。1940 年に観測された El Centro 波の各 EW 成分、NS 成分とした。さらに位相特性をランダムとした告示波と JMA(NS)とした告示波とした。これらの地震波の最大速度を 0.5m/s に基準化して入力した。

3. 解析結果

今回検討した全てのケースにおいてタワー・クレーンのマストの応力が最大になった部位は、最上段のステー取り付け部であった。そのため本論では、その部位の応力によってタワー・クレーンの倒壊危険性を判断することとした。倒壊危険性を判断する指標は、マストの最大応答曲げモーメントをマスト結合部が破壊する曲げモーメントの値で除した値が 1.0 を超えたら、タワー・クレーンの倒壊危険性が高いと判断することにした。

図 2 に建物の高さ別にクレーンの片持ち長さの違いによる応力レベルを示す。図中の四角で囲われた数値の上段は応答応力の一次卓越周期を示し、下段はクレーンと建物の固有周期の比を赤字で示した。応答応力の一次卓越周期は、応答解析結果の時刻歴を FFT 解析して得られた値である。またクレーンと

建物の周期の比は、建物を剛体と仮定した場合のタワー・クレーンの 1 次固有周期と建物の 1 次固有周期の比である。これは固有値解析で得られた値である。図 2 から、クレーンと建物の周期比が小さい程クレーンの応力が大きくなることが分かる。特にクレーンと建物の周期比が $\pm 30\%$ 以内では応答が著しく大きくなることが分かった。また、地震応答であるため、地震波の卓越周期の特性が応答に影響を及ぼすことがある。クレーンの片持ち長さが 6m で建物高さが 42m、54m の場合では、クレーンと建物の周期比が 60%以上であるにも関わらず、クレーンの応答が大きくなった。このため、作業効率の観点からもクレーンの片持ち長さは 12m 程度以上が良いことが分かった。

4. まとめ

地震応答解析によって建物に連結されたタワー・クレーンの耐震安全性に関して検討を行った。その結果、建物の周期とタワー・クレーンの周期が近いとタワー・クレーンの応答が著しく増大し、耐震安全性が低下することが分かった。

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 4 増設ボルトの影響)、土木学会第 74 回年次学術講演会 VI-24
- 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

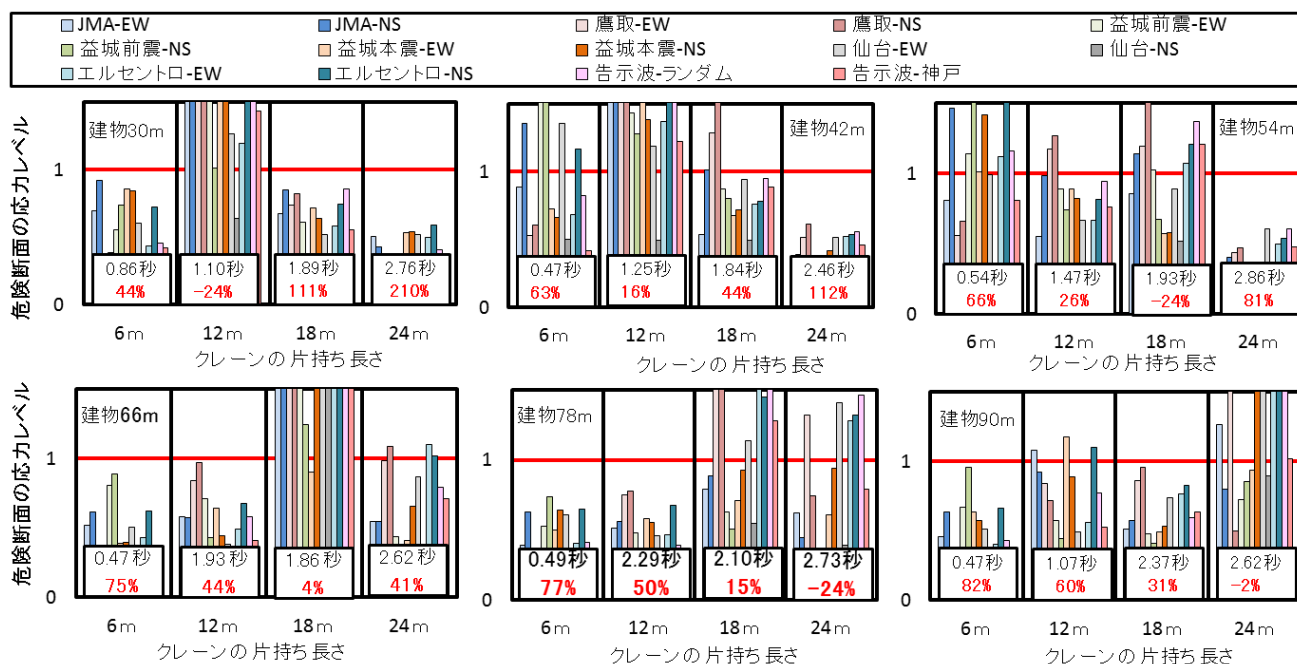


図 2 タワー・クレーンの耐震安全性の比較