

シンガポール大観覧車 - 回転架設用大型クランプジャッキの開発

三菱重工業 ○正会員 近藤 伸介¹⁾ 正会員 磯田 厚志¹⁾
 正会員 亀井 宏之¹⁾ 佐藤 修二¹⁾
 大滝ジャッキ 佐藤 宏²⁾

1. はじめに

シンガポール観覧車は、平成20年4月にグランドオープンを迎えた直径150mの世界最大の観覧車である。本観覧車は周辺商業ビルと平行した建設が要求されたこともあり、ロンドンアイ(直径125m)で採用された一括立て起こし工法ではなく、狭隘な用地で建設可能な回転架設工法を初めて採用した。回転架設工法は、橋梁の送り出し架設等に用いられるクランプジャッキを応用した工法であるが、死荷重反力を常時支持しながら作業を行う点で、送り出し工法とは大きく異なった架設工法である。

本稿は、大反力(最大2,500kN)を支持可能な大型クランプジャッキの開発過程について紹介するものである。

なお、観覧車架設時の最大反力は5,000kNであり、開発したジャッキシステム2基を1対とした連動操作を行うことにより、360°の回転架設を実現した。



図-1 架設状況

2. クランプジャッキ概要

クランプジャッキとは、一般にH形鋼のフランジ断面を油圧で挟み込むことにより、水平力等を伝達する機構である。観覧車の架設への適用にあたっては、常時水平力(逸走力)作用下での作業となるため、安全に配慮し、油圧の低下に応じて支持力の低下が生じることのないクサビ機構を有したクランプジャッキを採用することとした。しかし、既存クランプジャッキ(以下、既存ジャッキ)の最大能力は800kNであり、観覧車の架設に要求される2,500kNには到底及ぶものではなかった。そこで、既存技術を応用した大型クランプジャッキを開発することとした。

3. 既存ジャッキの性能試験

第一に、既存ジャッキの性能分析、開発クランプジャッキ(以下、開発ジャッキ)の設計に必要な基礎データの収集を目的に、既存ジャッキを用いた単体試験(図-2)を実施した。試験においては、フランジの材質、表面処理方法、外的環境条件(乾湿状況、油の付着など)等に対するパラメータスタディ(表-1)を実施し、開発ジャッキの設計に用いるべき滑動抵抗係数の設定や最適な表面処理方法、開発ジャッキに適用するクランプ圧力の設定等に役立てた。



図-2 既存ジャッキの性能試験

表-1 パラメータスタディ

Case No.	材質		表面処理		環境条件		
	SM490	SS400	ジンク塗装	無塗装	乾燥	湿潤	油
1	○		○		○		
2	○		○			○	
3	○		○				○
4	○			○	○		
5	○		○			○	
6	○		○			○	
7		○	○		○		
8		○	○			○	
9		○	○				○

キーワード 観覧車, 送り出し架設, クランプジャッキ

連絡先 1)三菱重工業 神戸造船所 〒652-0854 神戸市兵庫区和田崎町 1-1-1 TEL:078-672-5375 FAX:078-672-2920
 2)大滝ジャッキ 本社 〒121-0056 東京都足立区北加平町 4-16 TEL:03-3620-0171 FAX:03-3628-1248

4. 既存3連ジャッキによる検証試験

開発ジャッキは、既存技術を応用することとし、既存ジャッキ3体を直列配置したスタイルとした。各クランプジャッキの水平力分担率の確認を目的に、既存3連ジャッキによる検証試験(図-3)を実施し、FEM解析との結果比較(図-4)を行うことで、実機設計に用いる割増係数の設定を行った。また、本ジャッキ構造は図-3に示す通り、推進用の油圧ジャッキ中心と、力の伝達先であるフランジ面とが一直線上の配置とはならず、曲げモーメントの発生が否めない構造である。検証試験から得られた応力計測の結果、この曲げモーメントが個々のクランプジャッキに分散作用しているという問題点が明らかとなった。観覧車本体側の応力を抑えるためには、この曲げモーメントに対し3連クランプジャッキが一体挙動を呈する必要があることから、3体を結合する部材の断面設計にあたっては、FEM解析による応力挙動確認、ならびに、実機載荷試験による実測応力確認を通じて実機の開発を行う方針とした。



図-3 既存3連ジャッキによる検証試験

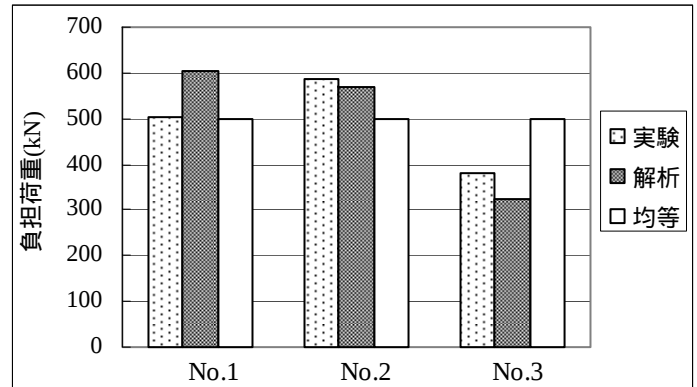


図-4 各ジャッキの分担力

5. 実機検証試験

上記試験成果を反映した実機向け設計、及び、FEM解析(図-5)の結果、最大能力2,500kNを有する大型クランプジャッキの開発に至った。実機検証試験(図-6)においては、10%増しの2,750kNの荷重を載荷することにより、要求性能を上回ることを確認した。

なお、シンガポール現地における実作業に先立ち、製作した6基のジャッキシステム全てに対し載荷検証試験を実施した。1基のジャッキシステムには3体のクランプジャッキを保有しており、2基のジャッキシステムが対となって静的な最大反力(5,000kN)に抵抗する構造であるが、ジャッキの盛り換え作業、故障時等の裕度確保の観点から、6基を合理的に配置した架設計画(仮に6基中の2基のジャッキシステムに故障が生じても致命的とならないジャッキ配置)を考案した。また、より安全を確保するための油圧同調システム、及び、誤操作を防止するためのインターロックシステム等を搭載し、現地施工を安全かつスピーディーに実現できる大型クランプジャッキ総合システムを開発した。

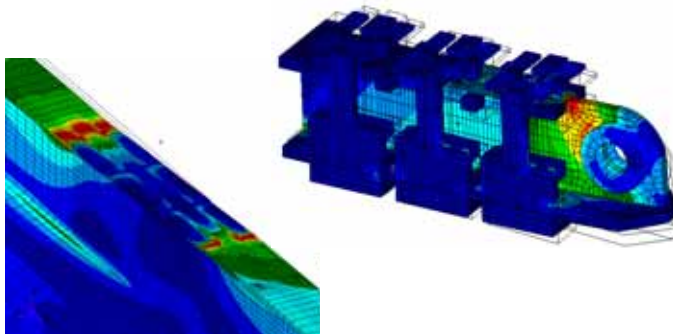


図-5 実機向け FEM 解析結果



図-6 実機検証試験

6. あとがき

本稿では、大型鋼構造物(観覧車)の架設に採用した大型クランプジャッキの開発について紹介した。今後、構造物が大型化する中、今回の開発技術を生かして建設工法の更なる発展に貢献していきたい。

参考文献

-)亀井他, “シンガポール大観覧車の建設概要”, 第63回年次学術講演会(投稿予定), 2008
-)伊藤他, “シンガポール大観覧車 - ケーブル張力の計測および調整”, 第63回年次学術講演会(投稿予定), 2008
-)杉山他, “シンガポール大観覧車の耐風性検討 - 風洞実験 -”, 第63回年次学術講演会(投稿予定), 2008