

建設機械のダイナミクス解析と適用事例

今西 悦二郎 *

Dynamics Simulation on Construction Machinery and Its Applications

Etsujiro Imanishi*

1. はじめに

最近の建設機械の開発においては、製品開発期間短縮や省エネ・低騒音などの高性能化の要求から、コンピュータシミュレーションが設計のプロセスに組み込まれている。その中でも、ダイナミクス解析は、これまで実験的に行われてきた設計課題をコンピュータ内で検証できることから、実用化が進んでいる。本稿では、建設機械においてダイナミクス解析を活用した適用事例として、油圧ショベルの作業機解析、クレーンのロープ挙動解析について紹介する。

2. 油圧ショベルの作業機解析

油圧ショベルのような掘削作業を行う作業機械においては、燃料消費量の削減を目指した設計開発が行われている。油圧ショベルの油圧駆動システムは、多数のアクチュエータに対して少数の油圧供給源からの作動油を分配制御するため、すべてのアクチュエータを含むモデルを取り扱う必要がある。そこで、強い非線形性を示す油圧駆動システムと柔軟リンクシステムが連成するシステムの非線形動的解析手法を提案¹⁾した。連成するシステムをMCK形運動方程式で記述し、非線形運動方程式の収束性を改善させた解析手法を開発することによって、大自由度連成システムの動的解析を効率よく行っている。図1は、油圧ショベルの掘削作業における消費動力評価の動的シミュレーションに適用した結果を示す。油圧駆動システムにおける損失動力の寄与度を解析することによって、省エネ評価の設計ツールとして活用している。

また、油圧ショベルの大幅な省エネを図るためには、

油圧動力配分時に生じる損失を低減する必要があり、電力制御による動力配分、およびエンジン動力の平準化を図るため、エンジンとバッテリーからなるハイブリッドシステムの適用が有効と考えられる。そこで、電動油圧システム、およびハイブリッド動力源システムからなるハイブリッドショベルに対して、パワーエレクトロニクス機器を含む電気油圧駆動システムの動的シミュレーション手法を提案²⁾した。図2に示すようにハイブリッド動力源を構成する発電機、バッテリー、コンバータなどのパワーエレクトロニクス機器、アクチュエータシステムを構成する電動油圧機器、およびアタッチメントのリンクシステムからなるトータルシステムをモデル化し、ハイブリッドショベルの作業時の燃費性能を評価している。

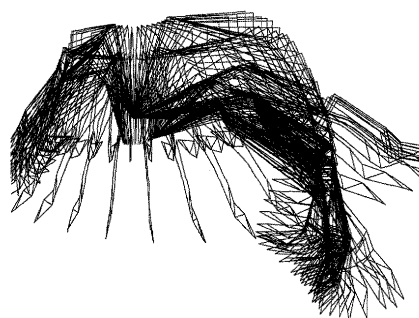
3. クレーンのロープ挙動解析

クレーンのウインチ作業において、つり荷を巻上げる際に、急操作にてウインチを停止させるとウインチは瞬時に停止するがワイヤロープは慣性力によって急に止まらず、ウインチ部においてロープの緩みが生じ、整列巻きが乱れる乱巻きが発生する。そこで、タワークレーンにおける油圧駆動ウインチにおいて、ウインチ巻上げ停止時に発生するロープの動的挙動を把握するために、ドラムとの接触、および油圧システムの動特性を考慮したロープの動的シミュレーションを効率よく行えるモデル化を提案³⁾した。図3は、ウインチ停止時に発生するロープ緩みのシミュレーション結果であり、ロープの飛び出し挙動を表現できている。

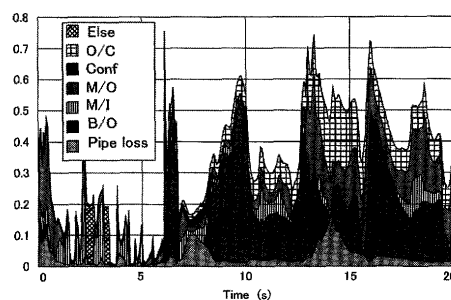
4. まとめ

本稿では、油圧ショベルの作業機解析、クレーンのロープ挙動解析について解説した。今後、建設機械の省エネ化の要求は益々高まると考えられる。また、新

* (株)神戸製鋼所 機械研究所
Mechanical Engineering Research Laboratory, KOBE STEEL, LTD.

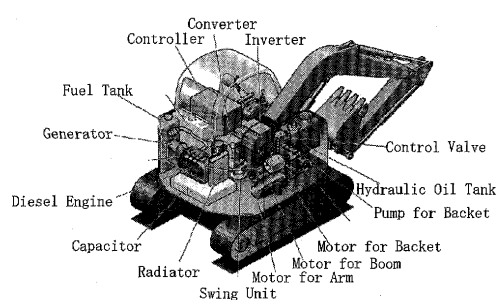


(a)油圧ショベルの作業機挙動

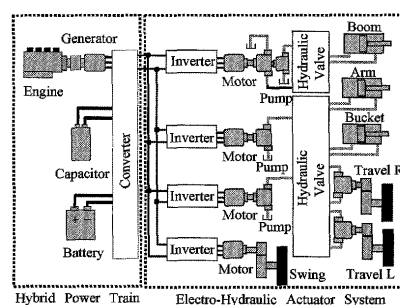


(b)油圧駆動システムにおける損失動力の寄与度解析結果

図1 油圧ショベルの掘削作業における動的シミュレーション

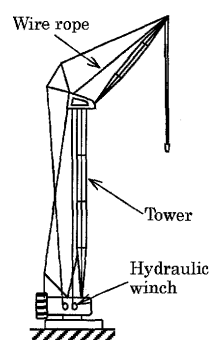


(a)ハイブリッドショベル概念図

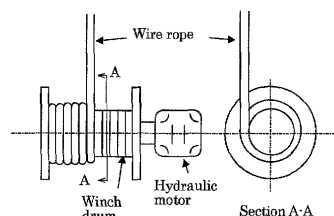


(b) ハイブリッドシステム構成図

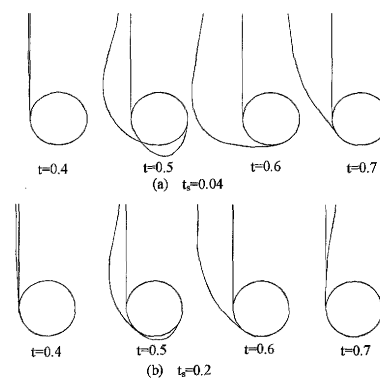
図2 ハイブリッドショベルの動的シミュレーション



(a) タワークレーン



(b) 油圧ウインチ



(c) ロープの挙動

図3 ウインチ停止時に発生するロープ緩みのシミュレーション

興国の追い上げも益々熾烈なものとなり、低コスト化の要求も高まると考えられる。これらのニーズに応えるための新製品開発には、よりチャレンジングな開発が必要となる。今後とも、ダイナミクス解析を進化させ、これらの課題解決に貢献していきたい。

参 考 文 献

- 1) 今西悦二郎, 南條孝夫, 廣岡栄子, 井上喜雄: 油圧駆動に

よる柔軟リンクシステムの動的シミュレーション, 日本機械学会論文集, 69-685, 2336/2343 (2003)

- 2) 今西悦二郎, 南條孝夫: 電気油圧駆動による柔軟リンクシステムの動的シミュレーション, 日本機械学会 D&D2008, CD-ROM (2008)
- 3) 今西悦二郎, 南條孝夫, 廣岡栄子, 小林隆博: 接触を伴うワイヤロープの動的シミュレーション, 日本機械学会論文集, 70-692, 1023/1028 (2004)