

大型吊荷旋回制御装置「ハイパージャイアン」の開発

戸田建設 正会員 ○北原慎也 可児幸嗣 大河内孝彦
 戸田建設 フェロー 沖田佳隆 田中徹
 北川鉄工所 阿藻徳彦 河本清道 畠田雅次

1. はじめに

建設工事では鉄骨などさまざまな資材をタワークレーンを用いて、揚重し、取り付ける作業が行われている。しかし、風の影響やクレーンの動きに伴う慣性力によって、吊荷が旋回することが多くあり、安全面や作業効率の改善が求められている。このことから、既報より¹⁾、タワークレーン用の吊荷旋回制御装置を開発し、鉄骨工事における揚重作業の施工性および安全性の向上を確認し、装置の軽量化および小型化を図り、移動式クレーン（ラフタークレーン）でも使用しやすいように改良を行った（写真-1）。

本稿では、土木工事におけるPC床版やPC桁など大型の吊荷に対応できる大型吊荷旋回制御装置「ハイパージャイアン」を開発した。



写真-1 吊荷旋回制御装置

2. 旋回制御の原理

吊荷旋回制御装置の内部構造概略図を図-1に、制御能力説明図を図-2に示す。本装置は、高速回転するフライホイールを内蔵したジンバルフレームを、減速機によって傾けることによりジャイロトルクを生み出し、それを装置本体の旋回に利用している。本装置を用いた旋回の制御方法には、能動制御と受動制御の2つがある。能動制御では、遠隔リモコンの操作により、右あるいは左方向への吊荷の旋回動作ができる。受動制御では、風圧力や慣性力に対する抵抗力を生み出すことで、吊荷の旋回位置を保持することができる。

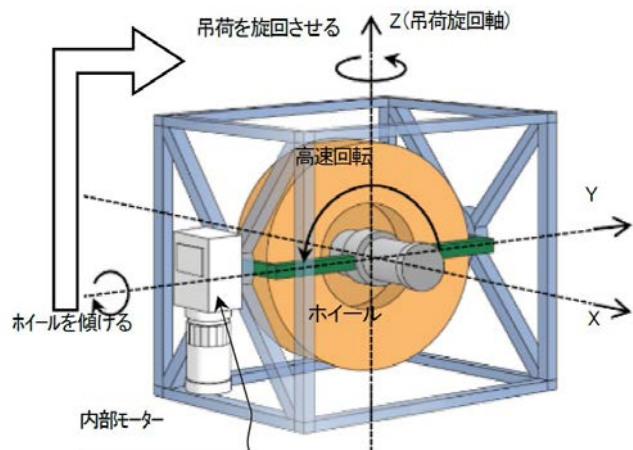


図-1 吊荷旋回制御装置内部構造概略図

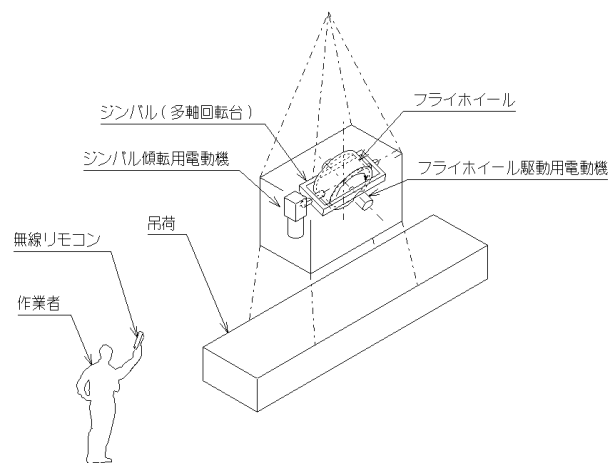


図-2 制御能力説明図

3. 装置の改良

3. 1 制御能力の向上

吊荷旋回制御装置の能力はフライホイールの慣性モーメントと回転数によって決定され、慣性モーメントはフライホイールの大きさ及び重量によって決まる。これまで、吊荷旋回制御装置の能力を向上させるには、回転数を向上させるか、フライホイールの径を大きくせざるを得なかったが、フライホイールを複数使用するキーワード 吊荷旋回制御装置、ハイパージャイアン、クレーン、フライホイール、慣性モーメント

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設株式会社 技術プロジェクト部 TEL03-3551-1354

とで、フライホイールをコンパクト化し、高回転を必要とせず能力を向上させることができる。

3. 2 大型吊荷旋回制御装置の特徴

大型吊荷旋回制御装置の外観図を図-3 に、試験状況を写真-2 に示す。

①フライホイールを 2 つにすることで、制御能力 $250\text{t}\cdot\text{m}^2$ を実現し、従来の吊荷旋回制御装置 ($75\text{t}\cdot\text{m}^2$) に対して 3.3 倍の制御能力を有する。

②吊荷旋回制御装置の能力は、吊荷の重量や長さに影響されるため (慣性モーメント $I=\text{重量 } W\times\text{長さ } L^2/12$)、従来対応できなかったプレキャスト PC 床版や PC 桁等の長尺で重量がある資材の旋回や保持することが可能となった。

従来の吊荷旋回制御装置と大型吊荷旋回制御装置の能力比較を図-4 に示す。

③保持操作時にジンバル減速機が旋回ブレーキの抵抗になるが、クラッチを用いることで減速機からジンバルを切り離し、抵抗を限りなく小さくした。

④フライホイール外径の内側をくりぬいた形状にし、かつ本体カバーを鋼板製からアルミ製にして軽量化を図った。

⑤複数のフライホイールに対しジンバル傾動軸が 1 つであるため、ジンバル傾動角度と速度が等しくなり装置の最大限の旋回力を出力することができる。

3. 3 バッテリーの消費電力低減と軽量化

・コンバータを用いてバッテリー出力電圧 (AC) を変換していたため、消費電力が 7.50kW でしたが、組電池 (192 セル, 2 並列) を採用したことにより、コンバータが不要となり、消費電力は 6.85kW まで低下し、約 9% の省エネを実現。

・8 時間以上の稼働時間に必要なバッテリーは 24 個でしたが、組電池 (192 セル, 2 並列) を採用したことにより、 120kg の軽量化を図った。

4. まとめ

慣性モーメントに影響するフライホイールを複数使用することにより、フライホイールをコンパクト化し、高回転を必要とせず能力を向上させることができた。今後、長尺で重量のあるプレキャスト PC 床版架け替え工事等の現場適用に向けて進めていきたい。

参考文献 1) 日本建築学会 「1645カラートラッキング用いた能動制御システムの研究その1吊荷旋回制御装置における能動制御の概要」

2) 日本建築学会 「1436吊荷旋回制御装置の改良および現場適用に関する報告」

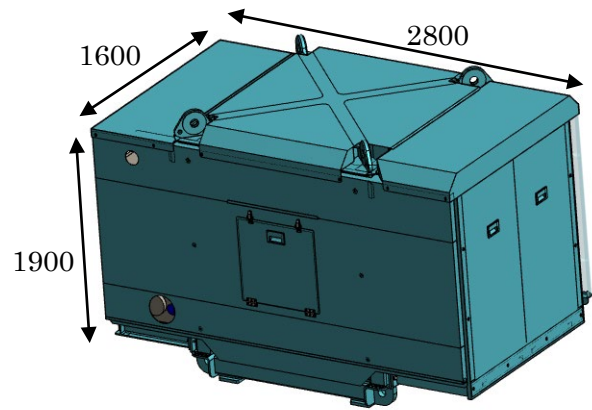


図-3 大型吊荷旋回制御装置外観図



写真-2 大型吊荷旋回制御装置の試験状況

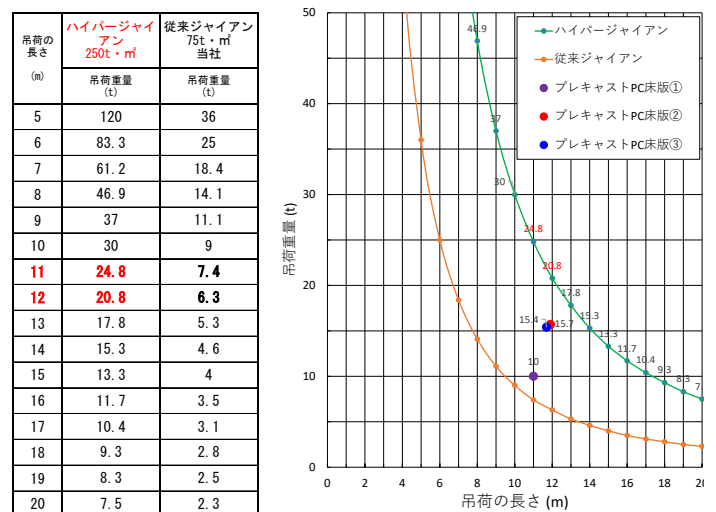


図-4 吊荷旋回能力比較