

B7 Robots

MZタイプ協働ロボット「CMZ05」

"CMZ05" MZ-type Collaborative Robot

キーワード | 協働ロボット・ロボット監視ユニット・MZ・安全認証
機能安全・本質安全

ロボット事業部／ロボット開発部

加藤 弘 Hiroshi Kato

要 旨

「CMZ05」は、MZ07LFをベースとし、人と同じ空間で作業が可能となったMZタイプの協働ロボットである。

これまでの産業用ロボットは安全の観点から人と隔離されて稼働させる必要があったが、「CMZ05」は人と同じ空間で作業を行なうことを目的とするため、安全面の強化に主眼を置いて開発を行なった。

MZシリーズの基本コンセプトである高速・高精度・スリムな形状・手首中空・防塵防滴性能・高い信頼性をMZ07LFとの部品共通化で継承し、新たにセンサを内蔵することで実現した「衝突検知機能」、および、稼働状態を常に監視する「ロボット監視ユニット」を搭載することにより安全性を向上させた。本質安全、機能安全共に認証機関の審査を受け、第三者認証を取得する予定である。

Abstract

“CMZ05” is a MZ-type collaborative robot that is developed on the basis of MZ07LF and allows a human to share the same work space. Up until this, an industrial robot had to be isolated and away from the human’s work space due to the safety point of view. “CMZ05” has been developed with a main focus on strong safety measures, for the purpose of sharing the same work space with a human.

“CMZ05” shares the same parts with MZ07LF since it has features of high speed, high precision, slim form, hollow wrist for routing cable, dust-proof/drip-proof and high reliability which are the basic concepts required for MZ series. A crash-detection function with a new built-in sensor and robot monitoring unit that continuously monitors the operation are installed to improve safety. “CMZ05” will undergo the inspections on essential safety as well as functional safety for the applicable safety certification and be certified by the third-party certification body.

1. MZタイプ協働ロボット開発の狙い

少子高齢化と生産年齢人口の減少が進展しつつある昨今において、日本国内外の様々な産業分野で働き手の確保が課題となっている。一方では新興国の技術レベルの向上もすすんでおり、日本国内における生産コスト低減については慢性的な課題となっている。

そうした状況下で近年、人が行なっていた工程をロボットに置き換えて省人化すること目的として、協働ロボットの導入がすすみつつある。それに呼応するように協働ロボットを取り巻く規格や規制が緩和され、「人とロボットが同一空間で作業可能」を実現するための環境整備もすすんできている。しかし、協働ロボットの導入がすすむうえで新たな課題として従来の産業用ロボットと同等の速度・コストといった要求も見受けられる。

これを受け、NACHIは協働ロボットCZ10開発の経験とMZ-Fシリーズの特長を活かしつつ、安全機能を搭載したMZタイプ協働ロボット「CMZ05 (C: Collaboration MZ: MZシリーズ)」を開発することにより、産業ロボットと遜色のない性能・導入しやすい価格・高い安全性能を実現し、小型協働ロボット分野での市場獲得を狙う。

ここでは「CMZ05」の特長について紹介する。

2. 「CMZ05」の概要

1) 基本仕様

ロボットの外観図を図1に、基本仕様を表1に示す。

「CMZ05」の開発にあたっては高精度のセンサの採用、センサ配置の最適化、MZ07LFとの部品共通化により高速・コスト削減・安全性のすべてを高いレベルで実現することをポイントとした。

また、ロボット用ケーブルおよび、アプリケーション用のケーブル・チューブはすべてアーム内に内蔵しており、危険源の排除および、利便性の向上を両立している。



図1 「CMZ05」の外観

2) 想定する適用アプリケーション

「CMZ05」の適用は次の工程を想定している。

- ・隣接した人を行なう、組立・ピッキング・検査工程
- ・人が近づいたときにのみ低速または安全機能が働く状態になり、それ以外は産業用ロボットと遜色なく高速で組立・ピッキング・検査を行なう工程
- ・水がかかる劣悪な環境または、クリーンルームなど発塵を許容できない工程
- ・周辺設備などの影響で安全柵を新規で設置できない工程
- ・ライン構成を変更できず、もともと人が行っていた工程

表1 「CMZ05」の基本仕様

項目	仕様	
ロボット型式	CMZ05-01	
構造	関節形	
自由度	6	
駆動方式	ACサーボ方式	
最大動作範囲	第1軸	±170deg
	第2軸	-135 ~ +80deg
	第3軸	-136 ~ +90deg
	第4軸	±190deg
	第5軸	±120deg
	第6軸	±360deg
最大速度	第1軸	270deg/s
	第2軸	245deg/s
	第3軸	310deg/s
	第4軸	550deg/s
	第5軸	550deg/s
	第6軸	950deg/s
手先速度	非協働時	2,500mm/s *1
	協働時	1,000mm/s *2
可搬質量	手首部	5kg
手首許容静負荷トルク	第4軸	16.9N・m
	第5軸	16.9N・m
	第6軸	9.4N・m
手首許容最大慣性モーメント *3	第4軸	0.49kg・m ²
	第5軸	0.49kg・m ²
	第6軸	0.15kg・m ²
位置繰り返し精度		±0.02mm *5
最大リーチ		927mm
エア配管		φ6×2 (3連ソレノイドバルブ標準搭載)
アプリケーション用信号線		20芯+LAN8芯(標準)
設置方法		床置
耐環境性		IP67相当(防塵・防滴)
クリーン度		ISO14644-1 CLASS5準拠 *4
本体質量		53kg

1[N・m] = 1/9.8 [kgf・m]

*1: 最大速度は最大値であり、作業プログラムや手首負荷条件により変化します。

*2: 周辺設備や使用するアプリケーションに基づいたリスクアセスメントを実施して、衝突する部位に応じた速度に設定する必要があります。

*3: 手首許容慣性モーメントは、手首負荷条件により異なりますので、注意してください。

*4: ISO 14644-1 に準拠した社内評価に基づきます。クリーン度を確保する場合は、ダウンフローのあるクリーンルーム内に設置してください。

*5: 「JIS B 8432」に準拠しています。

3. 「CMZ05」の特長

1) 協働ロボットに求められる要件

人と同一空間にて作業可能なロボットを本稿では「協働ロボット」と定義する。協働ロボットには次の規格への適合が必要条件である。

- ・ISO13849-1(制御システムの安全関連部、設計のための一般原則)
- ・ISO10218-1(産業用ロボットのための安全要求事項)
- ・ISO/TS15066(協働ロボットのための安全要求)

「CMZ05」は本規格に基づいた設計、評価を行なっている。規格が求める安全性には次の2種類がある。

- ・機能安全(機能によって実現する安全性)
- ・本質安全(構造上で担保される安全性)

2) 機能安全

「CMZ05」はロボット筐体内へセンサ、制御盤内に「ロボット監視ユニット(RMU)」を新たに搭載した。これにより次の安全機能が付与されることで、人と同一空間で作業ができることを実現した。

- ・「衝突検知機能」
人とぶつかった際に停止する機能
- ・「速度監視機能」
稼働速度が規定を超えていないか監視
- ・「位置監視機能」
各軸の位置を監視し挟み込みなどが無いか監視
- ・「停止監視機能」
ロボット停止していることを監視
- ・「領域内監視機能」
設定した稼働領域内で稼働しているか監視
- ・「ツール姿勢監視機能」
ロボットに取り付けた各種ツールが規定範囲内であるかを監視

3) 本質安全

産業用ロボットの性能を維持しながらも、構造上の危険源の排除に最大限の配慮を行なった(次は一例)。

背面に設置したランプは横からも視認でき、衝突検知機能が有効かどうか一目で分かるようになっている。

J1軸へのストッパーは設置が義務付けられているが、そのままでは挟み込みの危険があるため、カバーを設けることでそれを回避している。

アーム上のコネクタは傾斜設置することで丸みを帯びた部分を多くし、衝突しても危害を加えにくくしている。

J3軸の稼働部はすきまを確保し、挟み込みの危険を排除している。

詳細は図2～図5参照。

4) 衝突検知機能有効時の高速化

協働ロボットの普及がすすむにつれ、ニーズとして高まっているのが、高速化である。ロボットの速度が速くなれば、衝突した際の力も大きくなるため、危険源排除のためにこれまでの協働ロボットは低速でしか動けないことが一般的であった。しかし、それでは生産性が上がらないため、安全と生産性の両立に課題が残ったままであった。

しかし「CMZ05」はISO/TS15066にて規定された接触時の力以下(一部部位において)で最大1,000mm/secで稼働が可能であり、協働ロボット=遅いというイメージを払拭する(CZ10衝突検知機能有効時の最高速度は250mm/sec)。

「CMZ05」の衝突検知機能は標準で有効となっているが、各種安全機器(Laser range finderなど)からの汎用安全入力信号により、人がいないとロボットが認識すれば従来の産業用ロボットと同等の速度、精度で稼働させるという使い方が可能になる。



図2 背面ランプ点灯(衝突検知機能ON)



図5 J3軸挟み込まれ防止構造(すきまを確保)



図3 J1ストッパーカバー(挟み込み防止)



図4 アーム上コネクタ傾斜設置(丸みを帯びた形状)

5) MZ、MZ-Fシリーズと同一の据付、手首諸元

従来のMZ07シリーズ、現行のMZ07Fシリーズとロボット据付、手首取付諸元を共通化することにより、互換性を持たせている。このため、これまでMZ、MZ-Fシリーズが担当していた工程を、人と共同作業が可能な工程に変更が可能になる。

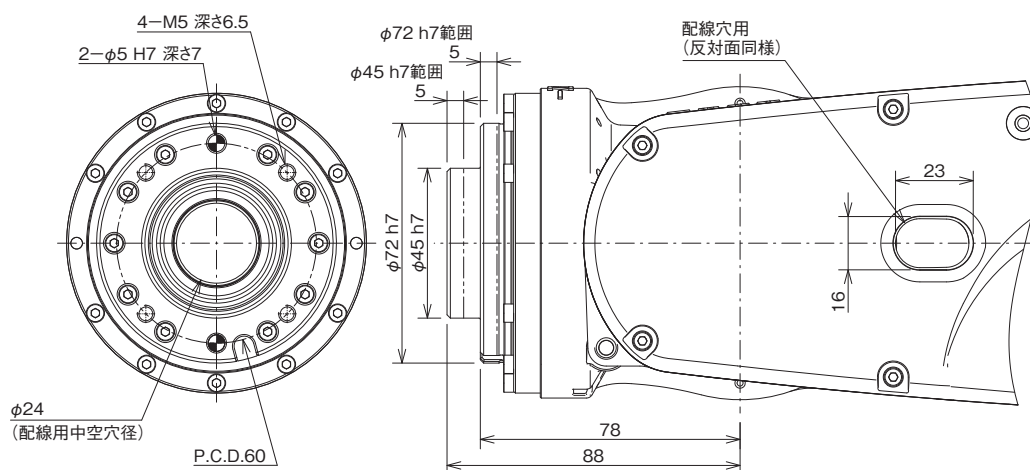


図6 手首部取付諸元

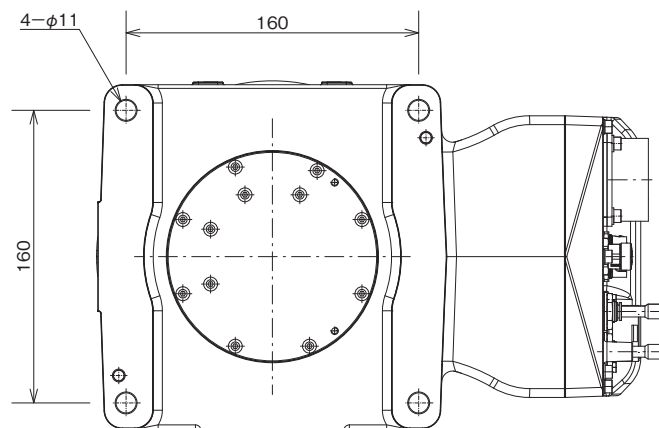


図7 据付部取付諸元(下から見た図)

6) 環境対応

劣悪環境の作業をロボットに置き換えることも想定し、クリーンルーム・水がかかる工程に適用しやすいよう標準でクリーン度(ISOクラス5相当) および、IP67相当を確保した。

7) 充実の標準アプリケーション配線・配管

「CMZ05」は、標準でアーム上まで表3に示す配線・配管を標準装備している。各種アプリケーションで要望される配線・配管を標準で対応することができ、ロボット本体外側の配線・配管の引き回しは不要となり、利便性を高めている。ソレノイドバルブは3連を標準としている。

8) 「CFDs-0000C」 （「CMZ05」用制御装置）

「CFDs-0000C」は、小型制御装置CFDsをベースとして協働ロボットとしての安全機能を搭載した本ロボット専用の制御装置である。本制御装置は、ロボット側センサと通信する専用のハーネス、インターフェースパネルの追加以外、外寸や形状の変更はない。また、CFDsの機能、オプションをほぼそのまま使用することが可能である。このため、CFDsを同じく用いるMZ-Fシリーズと同じスペース、配置にてラインを検討することが可能である。

表3 アプリケーション仕様(標準)

種類	仕様
アプリケーション信号線	20芯 (0.2sq/AWG24 12本、 0.13sq/AWG26 8本)
エア配管	φ6×2本
ソレノイドバルブ	3連

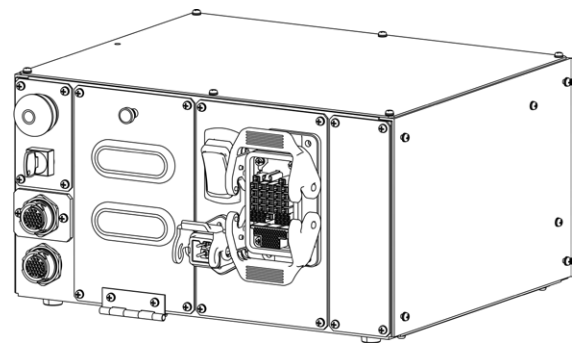


図8 CFDs-0000C外観
(モード切替スイッチ下にセンサ用ハーネス接続インターフェース追加)

4. これからの展開

今回、NACHIは協働ロボット市場で一般的な片持ちアーム形状とは一線を画した産業用ロボットベースの両持ち形状としている。これはMZ-Fシリーズがもつ高い性能と汎用性・適用性・信頼性などのメリットを活かしたためであり、他社とは異なるライン構築や生産性の向上の提案ができるものと考えている。

今後本機種で培った技術やノウハウを活かし、市場ニーズにあった協働ロボットを開発していく。

参考文献

- 1) 二川正康: 人と作業領域を共有する協働ロボット「CZ10」
NACHI TECHNICAL REPORT Vol.33 B2 May (2018)
- 2) 谷端雅臣: 超小型・軽量ロボット「MZ01」
NACHI TECHNICAL REPORT Vol.34 B3 Oct (2018)