

スポット溶接用ロボット “SH-03 シリーズ”

Spot Welding Robot “SH-03 Series”

キーワード

スポット溶接, モジュール化, 保守性の向上, サイクルタイム, コンピュータ解析

ロボット事業部 ロボット製造所 開発部
野崎 昌之

1. はじめに

近年、産業用ロボットの性能、機能の向上はめざましく、各工場内にも多くのロボットが設置され、生産ラインの自動化が進んでいる。このように工場の生産性向上がますます求められる状況のなか、高い信頼性、高性能のみならず、保守性の向上に対する要求も一層高まってきている。

これらの要求に対応するため、過去に開発されたスポット溶接用ロボット「SH シリーズ」をベースに、高度な性能、保守性を実現すべく「SH-03 シリーズ」を改良開発した。



図1 全体写真 (ハンドリング)

2. ロボット本体構成

2.1 概要

表1に「SH-03 シリーズ」の基本仕様を示す。また図2にSH200-03の本体寸法、及び動作範囲を示す。

「SH-03 シリーズ」は、ロボットのモジュール化

表1 基本仕様

項目		仕様			
ロボット型式		SH133-03	SH166-03	SH200-03	
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	腕	S 旋回	±3.14 rad		
		H 前後	+1.40 ~ -1.05 rad		
		V 上下	+4.51 ~ -2.31 rad		
	手首	R2 回転2	±6.28 rad		
		B 曲げ	±2.36 rad	±2.27 rad	
		R1 回転1	±6.28 rad		
最大速度	腕	S 旋回	1.75 rad/s		
		H 前後	1.57 rad/s		
		V 上下	1.66 rad/s		
	手首	R2 回転2	3.94 rad/s	2.62 rad/s	2.09 rad/s
		B 曲げ	3.94 rad/s	2.62 rad/s	2.09 rad/s
		R1 回転1	5.32 rad/s	3.67 rad/s	3.32 rad/s
最大可搬質量	手首部		133 kg	166 kg	
	第1アーム上負荷		最大 90 kg		
手首許容静負荷トルク	R2 回転2	745 N·m	951 N·m	1274 N·m	
	B 曲げ	745 N·m	951 N·m	1274 N·m	
	R1 回転1	441 N·m	490 N·m	686 N·m	
手首許容最大慣性モーメント	R2 回転2	60.9kg·m ²	88.9kg·m ²	117.3kg·m ²	
	B 曲げ	60.9kg·m ²	88.9kg·m ²	117.3kg·m ²	
	R1 回転1	30.2kg·m ²	44.1kg·m ²	65.9kg·m ²	
位置繰り返し精度		±0.3 mm			
設置条件	周囲温度	0 ~ 45 °C			
	周囲湿度	20 ~ 85 %RH (結露無きこと)			
	振動値	0.5 G 以下			
ロボットタイプ		床置			
本体質量		1260kg		1305 kg	

1[rad] = 180/π [°], 1[N·m] = 1/9.8[kgf·m]

●製品改良のため、定格、仕様、寸法などの一部を予告なしに変更することがあります。

を図り，工程に導入しやすいロボットとして開発した。

2.2 シリーズの構成

「SH-03 シリーズ」では床置タイプ，棚置タイプ共に3機種ずつの機種構成を準備した。

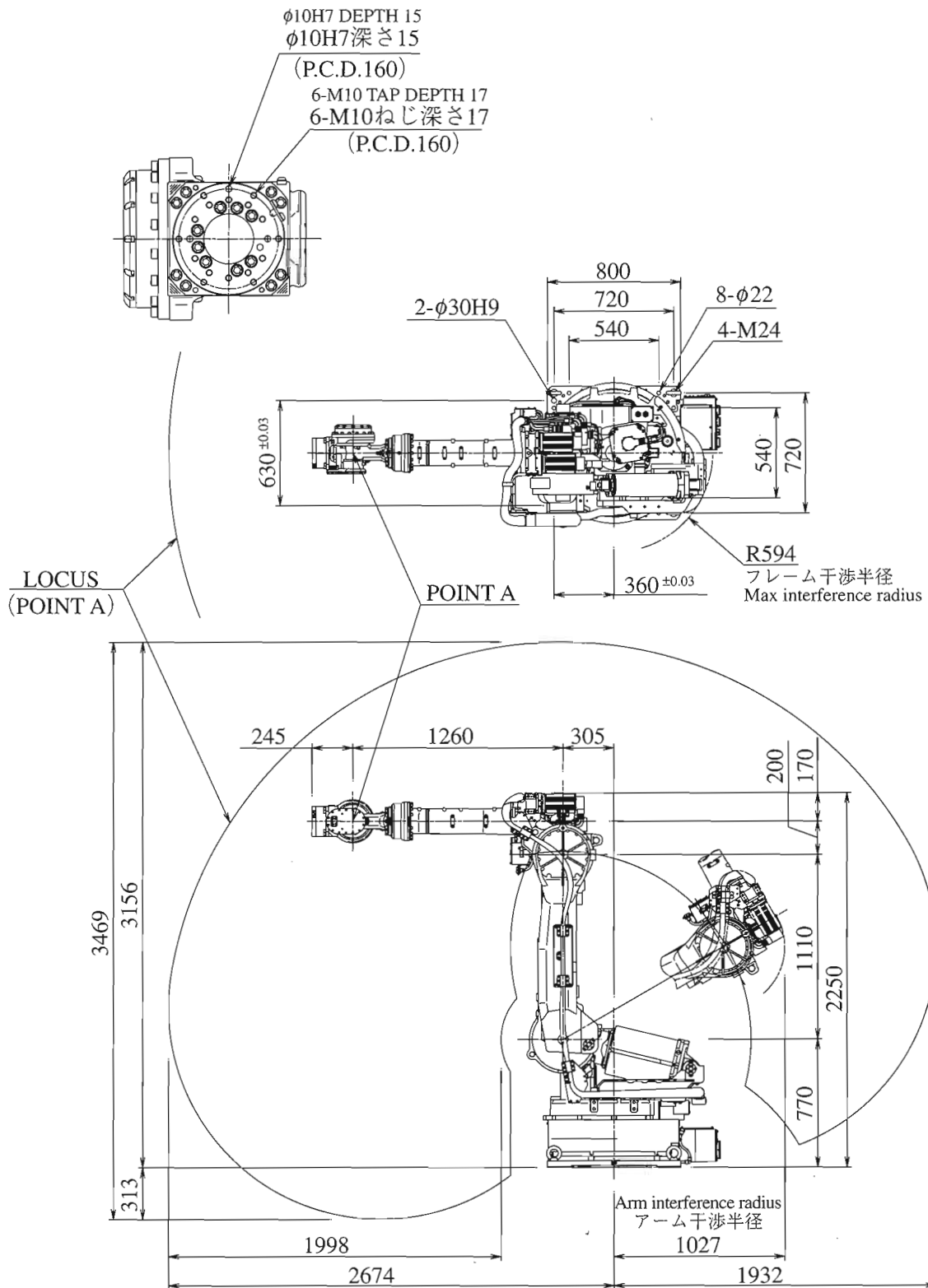


図2 本体寸法と動作範囲

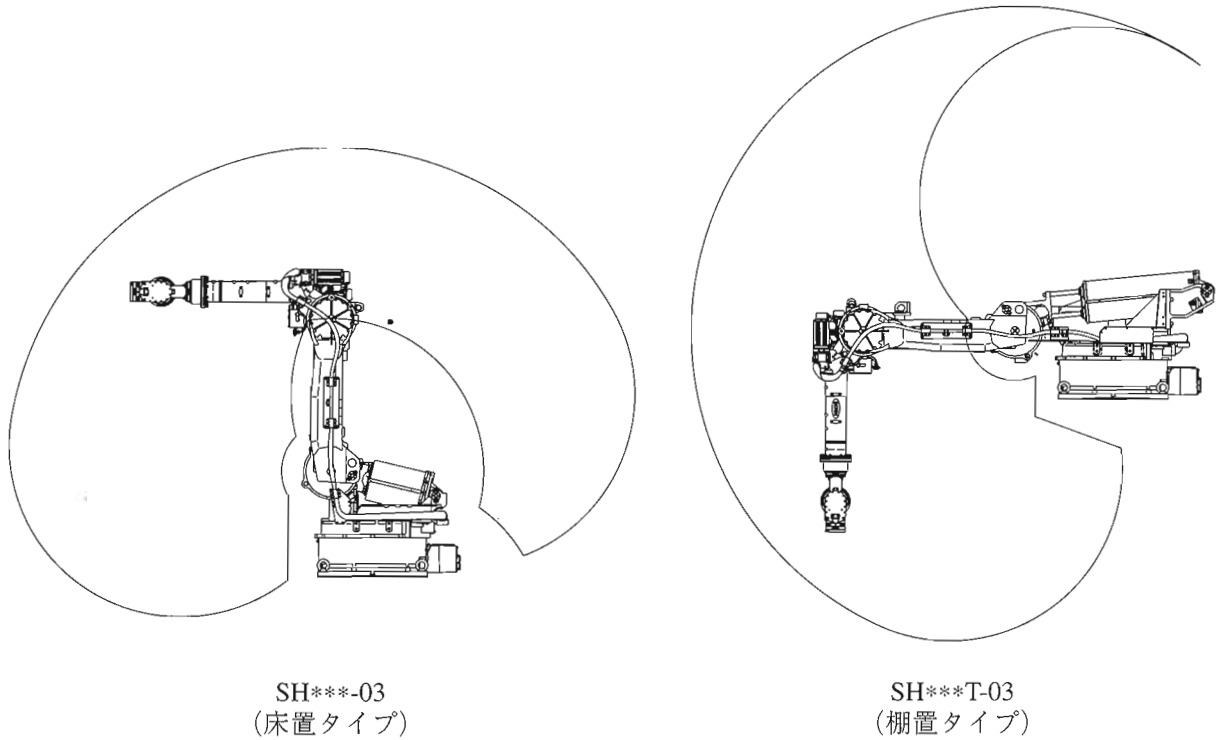


図3 シリーズ構成

表2 シリーズ構成

機種名	設置条件	可搬質量 (kg)	特徴
SH***-03	床置タイプ	133, 166, 200	上下・前後方向の動作範囲が大きく、後方反転動作が可能
SH***T-03	棚置タイプ	133, 166, 200	ロボットの全高が低く、低い天井でも設置可能

(***の中には可搬質量が入ります)

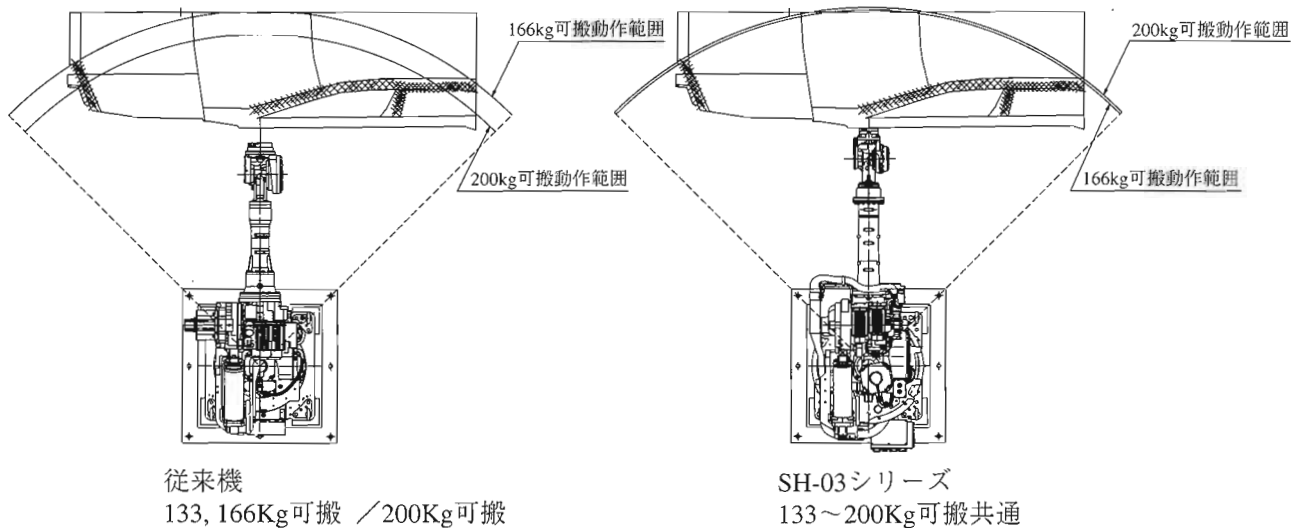


図4 設置レイアウト

3. モジュールコンセプト

従来のシリーズでは、200kg 可搬ロボットは166kg・133kg 可搬ロボットよりもアーム長が短い

仕様となっていた。このため、ツールの変更によりツール重量が増加し可搬重量クラスを1ランク上げる必要が生じた場合に、ロボットを一式入れ替なければならなかった。図4に示すようなレイアウト

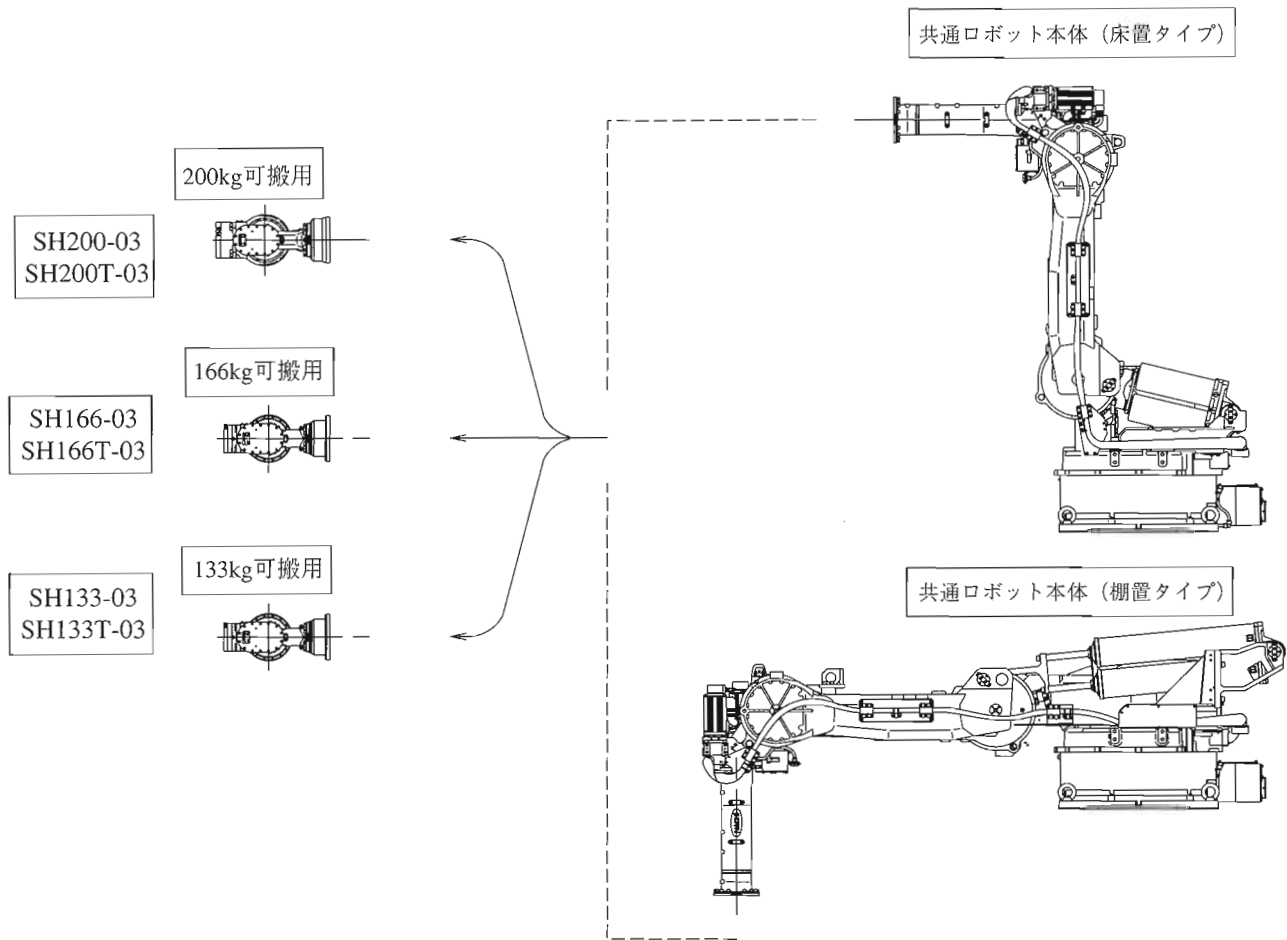


図5 モジュール化構成

で166kg可搬から200kg可搬クラスに変更する場合には、ロボット入れ替えによりツールが届かなくなり、ロボットのレイアウトまで変更する必要が生じるなどの問題があった。これらは生産ラインに設置済みのロボットの変更時に生じるだけでなく、生産ラインの適用検討時にもレイアウト再検討による工数の増大が問題となっていた。

この問題を解決すべくロボットのモジュール化を図り、可搬重量クラスによって動作範囲が異なる不便性を解消し、かつライン変更時の検討工数を削減した。

保守性を考えると、従来のロボットでは可搬重量ごとにモータ、内部伝達系、バランスなどの部品が仕様に合わせて個別に設計しており、互換性がほとんど無かった。このため同シリーズで多彩な可搬重量のロボットをラインに配置させた場合、準備する予備品が多くなってしまい、かつシリーズ全ての構造を把握しなければラインに設置されている全ロボットの保守が困難であった。

「SH-03シリーズ」ではモジュール方式を採用する

ことにより、各機種のロボット本体を共通化し、徹底した部品、予備品の共通化を図った。またロボット本体が共通化されているため、保守をする上で1機種の構造を理解すればシリーズ機全ての構造を理解したことになり、ランニングコストの低減と同時に保守の容易化を実現した。モジュール化でのメリットであるロボットの可搬重量の変更は、手首モジュールおよび前後軸モータの交換作業で、200kg、166kg、133kgのすべての可搬重量クラスへ変更が可能となる。従来、ロボットの入れ替え作業が必要であった可搬重量クラスの変更も、ユーザーの生産ラインに設置された状態での対応も可能である。

4. 性能、信頼性の向上

4.1 サイクルタイム

モータ、減速機、アームで構成されるロボットにおいてサイクルタイムを短縮する為には、使用目的を考慮した最適な駆動系選択が必要となる。

スポット溶接の打点間隔としては50～200mmが

多く、ロボットは短い距離を頻繁に移動する動作を繰り返す。「SH-03 シリーズ」では、スポット溶接用として加速度重視の駆動系を採用し、サイクルタイムの短縮を実現した。表 3 にサイクルタイムの短縮した例を示す。

4.2 軽量化

ロボットのボディは一般的に鋳物を主として作られているが、限りのある資源を有効に使用するためにはリサイクルや使用量を少なくする必要がある。後述した使用量を少なくする、つまり同じ材質であれば重量を軽くすることはロボットにとっては強度が下がると言うことになり安全面で多大な影響が出てくる。また重量が重い場合、各関節部を駆動するモータの消費電力が大きくなり消費電力でも大きな損失である。

「SH-03 シリーズ」では構想設計段階から 3 次元

モデルを作成し、コンピュータによる強度解析を行った。これにより解析した部品内の各部にかかる応力などが視覚的に判断でき、強度を損なうことなく軽量化を実現した。この軽量化で従来のロボットに比べ、全体重量の 9% である 120kg の重量削減を実現した。図 6 にコンピュータ解析の流れを示し、図 7 に解析結果の例を示す。

図 7(a) は解析対象のロボットベース部品である。構想初期の応力解析結果を (b) に、SH-03 シリーズの応力解析結果を (c) に示す。(b) の赤色部に応力集中が見られる。(b) では応力が集中している赤色部の最大応力値が 174N/mm^2 となっているのに対し、(c) では応力集中部の隅 R を大きくとることにより応力が分散し、最大 118N/mm^2 となっているのが分かる。また、応力の発生しにくい箇所の肉厚を下げることにより、従来のベースに対し 15% の軽量化を実現した。

表 3 サイクルタイム短縮

実際のプログラムでの短縮例

プログラム	SH200-01	SH200-03	比率 (SH200-01 比)
A	32.5 sec	25.1 sec	77%
B	37.9 sec	34.1 sec	90%
C	19.6 sec	17.6 sec	90%

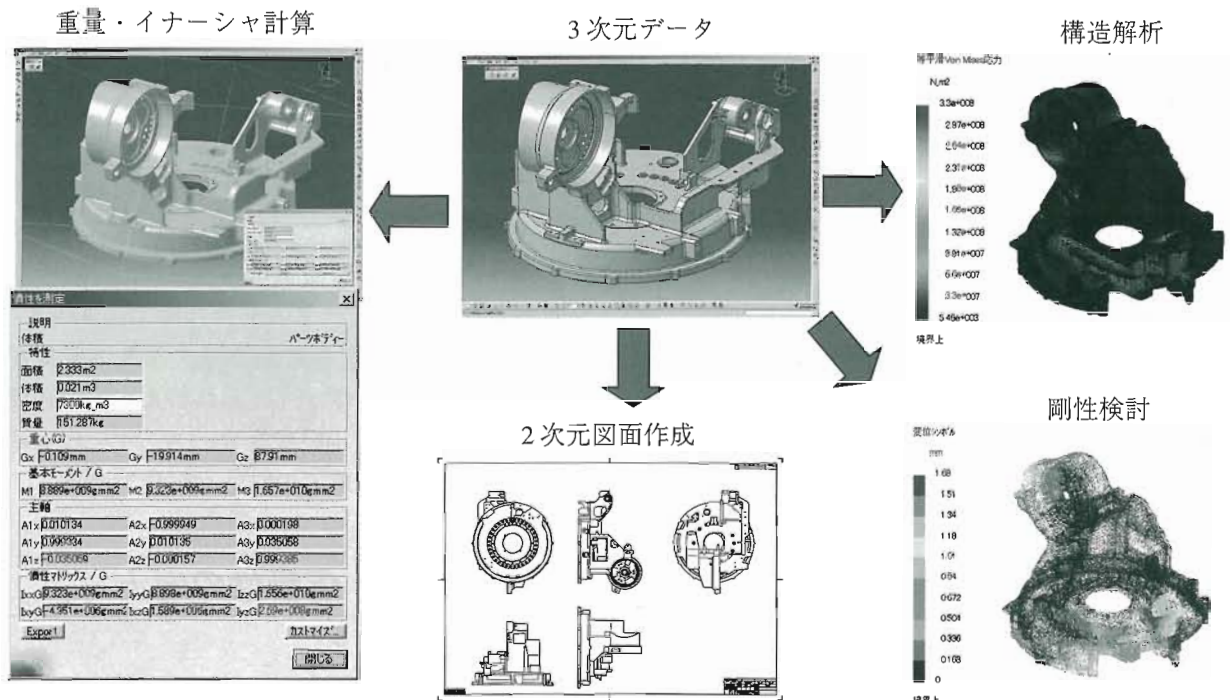
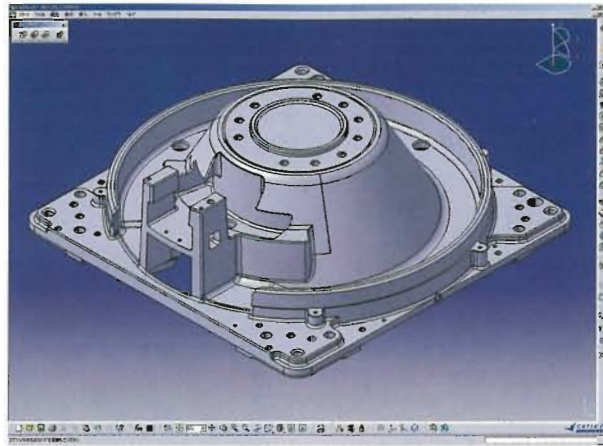
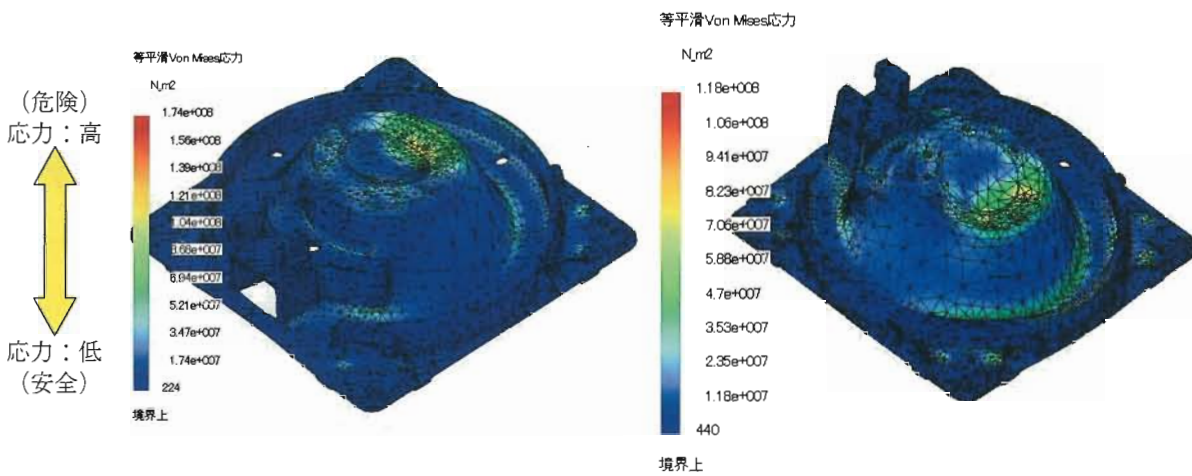


図 6 解析の流れ (フレーム)



(a) SH-03 のベース (モデル)



(b) 構想初期のベース (解析結果)

(c) SH-03 のベース (解析結果)

図7 解析結果 (ベース)

5. 保守性の向上

5.1 機体配線

ロボットには各軸モータへの動力、信号線をはじめとして、アプリケーション用の通信ケーブル、エアホース、水ホースなど多くの配線、配管が各関節を経由して敷設されている。広い動作範囲を実現するために、回転軸では360度回転するなど、各関節の可動範囲は大きくとっている。この関節の動作に伴って、ロボット機体配線には曲げ、あるいはねじりの大きな動きが加わるとともに、これらの動作は絶えず正逆回転を繰り返しているため、各配線には大きな負担がかかる。このような過酷条件で使用されるロボット機体配線は、年々信頼性が増加しているが、万一トラブルが発生した際の交換作業は多大な工数が必要となっている。

「SH-03 シリーズ」ではメンテナンス性の向上と

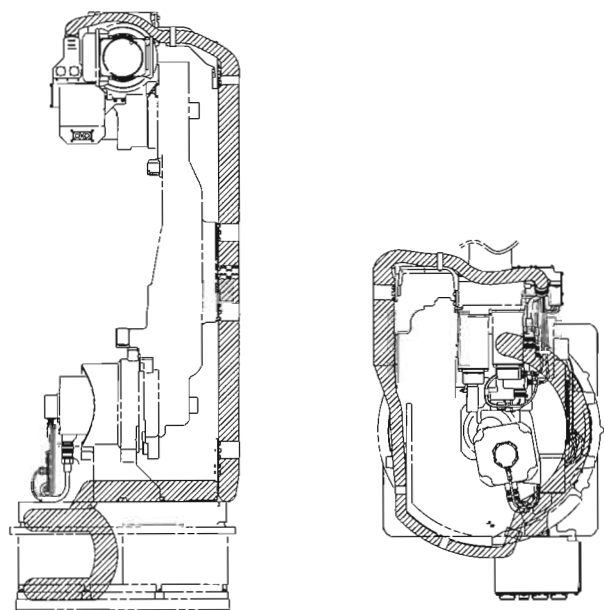
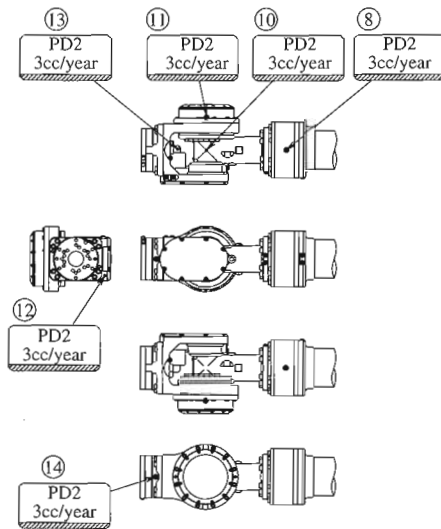
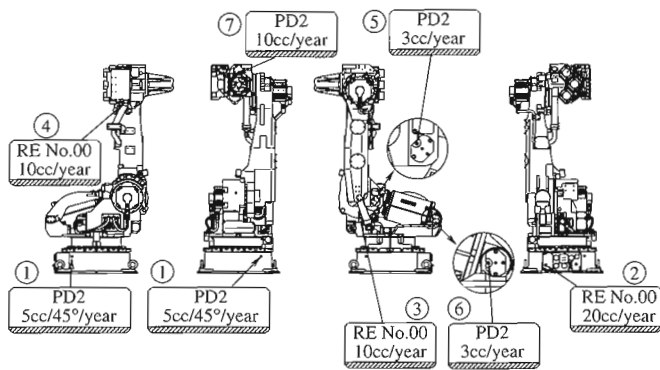
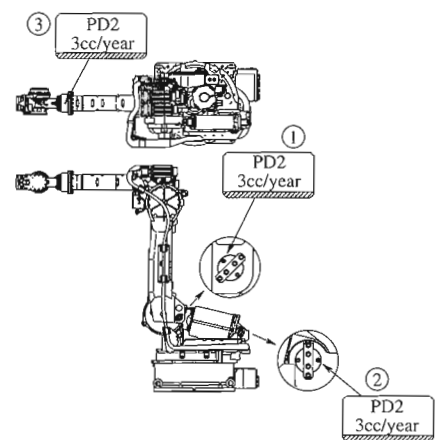


図8 ロボット機体配線



従来機 給油箇所



SH-03 シリーズ給油箇所

図 9 給油箇所

して“機体配線交換作業 60 分”を目標に開発を行った。従来の中継コネクタを介して鋳物内部に配線を収納する構造を見直すことにより、すべての機体配線を外側からの脱着を可能とし、一本化することにより目標を実現した。これによって、万一のトラブルからの復旧時間を大幅に短縮したとともに、ロボット製造工数の削減も実現した。

5.2 給油箇所削減

産業用ロボットは一般に 10~12 年の寿命を必要としている。このような長期間にわたって使用するためには定期的な保守が必要である。その代表的なものとして挙げられるのが、ロボット本体各所への給油である。「SH-03 シリーズ」ではグリース封入箇所との構造とグリース封入量の見直しにより、従来機では 27 箇所あった給油箇所を 3 箇所とすることにより、保守工数を削減し、ランニングコストを低減した。図 9 に給油箇所の比較を示す。

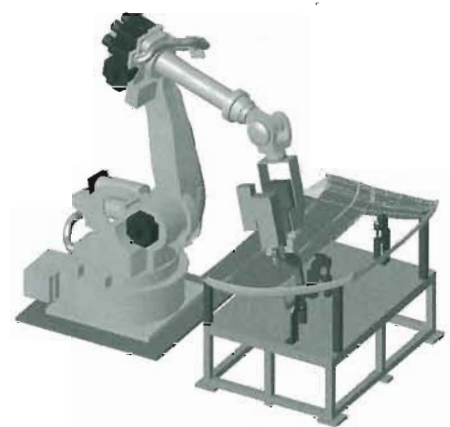


図 10 適用事例 1-1 (ドアのスポット溶接)

6. 適用事例

6.1 自動車ドア部スポット溶接，ハンドリング，組付

図 10 は一般的に用いられるスポット溶接のシステムである。対象物を治具の上に固定し、スポット

ガンを持たせたロボットで溶接を行う。特に「SH-03 シリーズ」ではサイクルタイムが従来機より早くなっている為、効率の良い作業が可能となる。また図 11 のように溶接したドアをハンドリングし、自動車へ組付ける作業も可能である。



図 11 適用事例 1-2 (ドアのハンドリング, 組付)

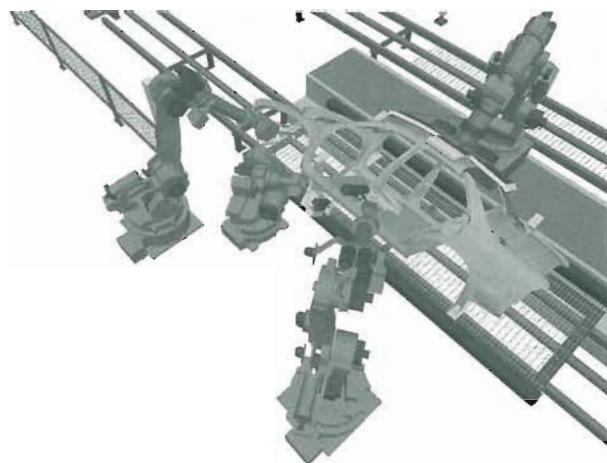


図 12 適用事例 2 (ボディのスポット溶接)

6.2 自動車ボディ部スポット溶接

超重可搬ロボットでハンドリングした自動車ボディを SH-03 シリーズ 2 台と重可搬小型ロボット 1 台でスポット溶接するシステムである。小型ロボットでボディ下側を溶接し、SH-03 シリーズで上側を溶接している。このようにロボットを高密度に配置させ作業させることにより効率よく、省スペースで作業が可能となる。また超重可搬ロボットがボディをハンドリングしている為、次工程への搬送も可能である。

このような自動車生産関係以外にもハンドリング、パレタイジングの作業を利用し、食品業界や家電業界などにも有効活用することが出来る。

おわりに

近年、あらゆる分野で開発期間の短縮が求められているなか、ユーザーニーズも急速に変化してきている。今後も多種多様なニーズに対応できるように、柔軟な姿勢でロボットの開発に努めていきたい。